Некоммерческое акционерное общество

АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Кафедра электрических машин и электропривода

СИЛОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 5В071800 - Электроэнергетика

Алматы 2018

СОСТАВИТЕЛИ: С.Б. Алексеев. Силовые преобразовательные устройства. Преобразователи частоты в электроприводе. Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 5В071800 - Электроэнергетика. – Алматы: АУЭС, 2018. – с.

Методические указания содержат основные сведения об устройстве, функциональных возможностях и программировании преобразователей частоты, установленных на стендах в лабораториях кафедры «Электропривод и автоматизация», методику подготовки и проведения экспериментов.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности 5В071800 – Электроэнергетика.

Ил. 15, табл. 7, библ. – 7 назв.

Рецензент: доцент Б.К. Курпенов

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи» на 2018 г.

©НАО «Алматнский университет энергетики и связи», 2018 г.

Введение

Основное назначение полупроводниковых преобразователей частоты (ПЧ), рассмотренных в курсе «Силовые преобразовательные устройства», регулирование скорости вращения асинхронных и синхронных электродвигателей.

В лабораториях кафедры «Электропривод и автоматизация» ПЧ представлены несколькими производителями (Siemes, Emerson, Yaskawa, Schneider Electric), что позволяет студенту ознакомиться с конструкцией, электрическими схемами подключения, особенностями программирования и включения в работу нескольких типов преобразователей частоты.

Силовая часть электрической схемы данных ПЧ решена на основе инвертора напряжения с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), а система управления построена на базе микропроцессорных технологий и позволяет реализовать как скалярное, так и векторное управление электроприводом (рисунок 1). При этом для каждого типа преобразователя частоты имеется своя система параметров и порядок программирования, установленный производителем. Необходимо строго соблюдать инструкцию и осторожность при программировании ПЧ, не производить необдуманных изменений в системе параметров, поскольку это может привести к аварийной ситуации и выходу преобразователя из строя.

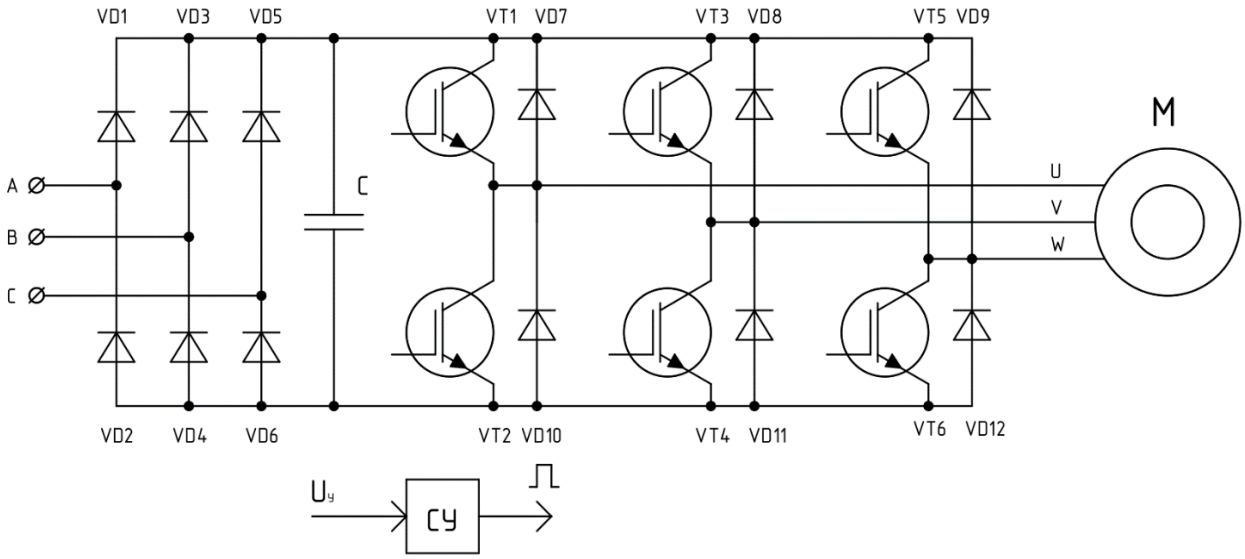


Рисунок 1- Силовая схема ПЧ на основе инвертора напряжения с ШИМ

1 Лабораторная работа №1. Исследование преобразователя частоты Unidrive SP1401

Цель работы: приобретение практических навыков работы с преобразователем частоты Unidrive SP1401. Изучение системы параметров ПЧ, порядка программирования и режимов совместной работы с электродвигателем.

1.1 Основные технические характеристики и элементы управления преобразователем частоты Unidrive SP1401

Номинальная мощность, установленного на стенде преобразователя - 0,75 кВт, номинальный ток - 2,1 А, диапазон выходных частот: 0,1…400 Гц, количество фаз – 3.

Преобразователь обеспечивает закон частотного регулирования при соотношении U/f = const (постоянный поток двигателя) или векторное управление. Силовой канал преобразователя осуществляет двухступенчатое преобразование электрической энергии – выпрямление сетевого напряжения нерегулируемым выпрямителем с последующим инвертированием выпрямленного постоянного по величине напряжения посредством инвертора напряжения. Алгоритм ШИМ обеспечивает взаимосвязанное регулирование частоты f и величины U выходного напряжения по заданному закону, а также формирует синусоидальную форму кривой тока приводного асинхронного двигателя. Схема подключения силовых цепей ПЧ представлена на рисунке 1.1.

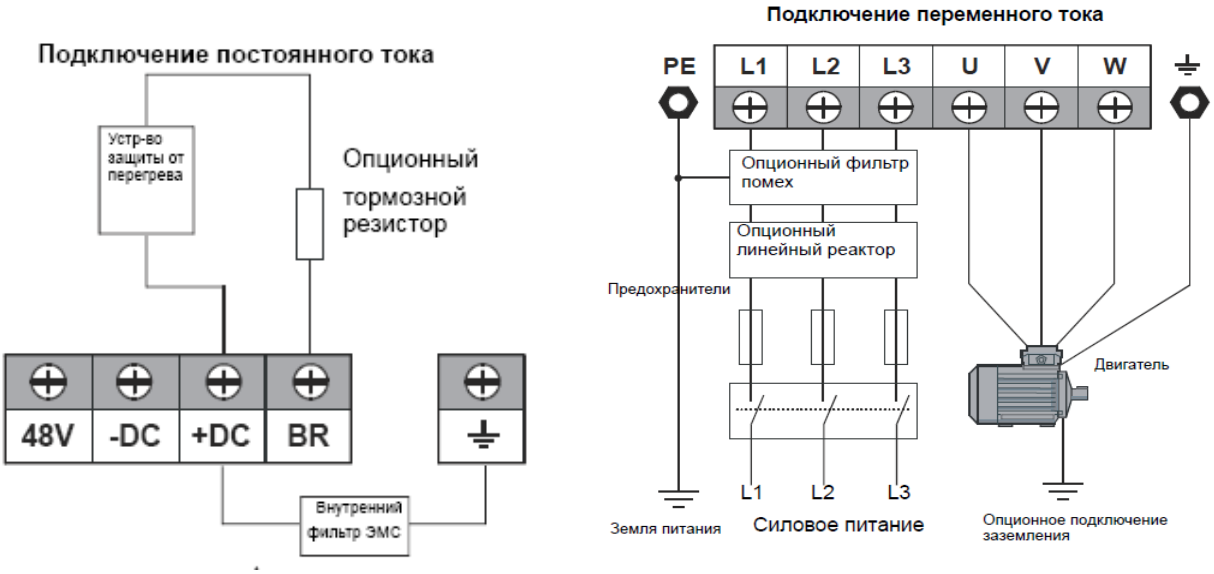


Рисунок 1.1- Схема подключения силовых цепей ПЧ

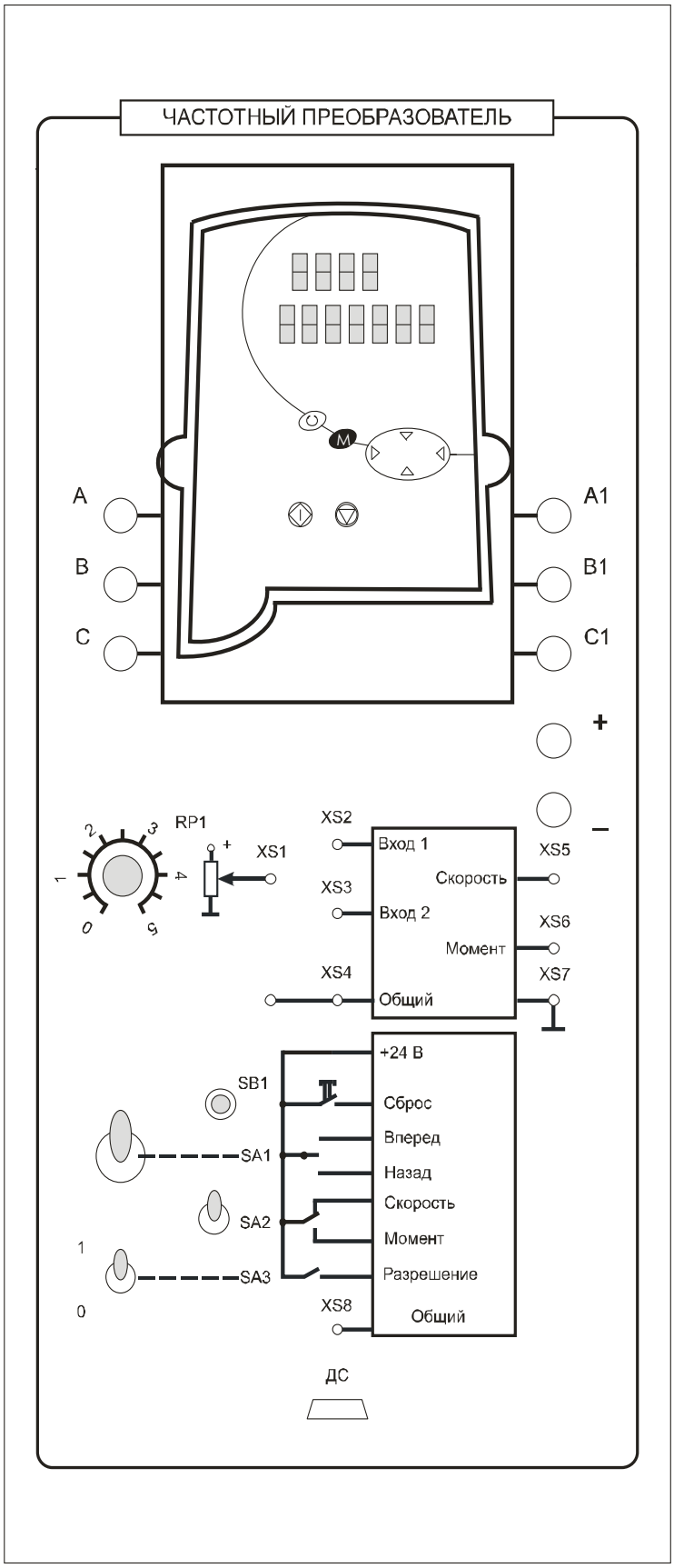


Рисунок 1.2- Модуль преобразователя частоты

На стенде преобразователь встроен в модуль, содержащий элементы подключения и управления. Внешний вид модуля «Преобразователь частоты» представлен на рисунке 1.2. Модуль преобразователя частоты содержит:

– преобразователь частоты с двухстрочным дисплеем и кнопками ввода параметров;

– силовые клеммы подачи трехфазного входного напряжения A, B и C и снятия выходного напряжения A1, B1 и C1;

– силовые клеммы высокого напряжения постоянного тока: «+» и «-»;

– клеммы маломощных аналоговых сигналов управления преобразователя (XS2 – Вход 1, XS3 – Вход 2);

– клеммы XS5 и XS6 выходных аналоговых сигналов, пропорциональных соответственно частоте вращения и моменту асинхронного двигателя;

– потенциометр аналогового сигнала задания RP1;

– кнопку SB1 «Сброс» для сброса ошибки;

– переключатели SA1 (направления вращения), SA2 (выбора управления «Скорость» и «Момент») и SA3 (подачи разрешения на работу);

– разъем ДС для подключения импульсного датчика скорости при получении замкнутой системы.

Настройка ПЧ осуществляется с помощью пульта управления или от персонального компьютера с помощью программного обеспечения.

Пульт управления преобразователя (рисунок 1.3) включает в себя дисплей и кнопки управления.

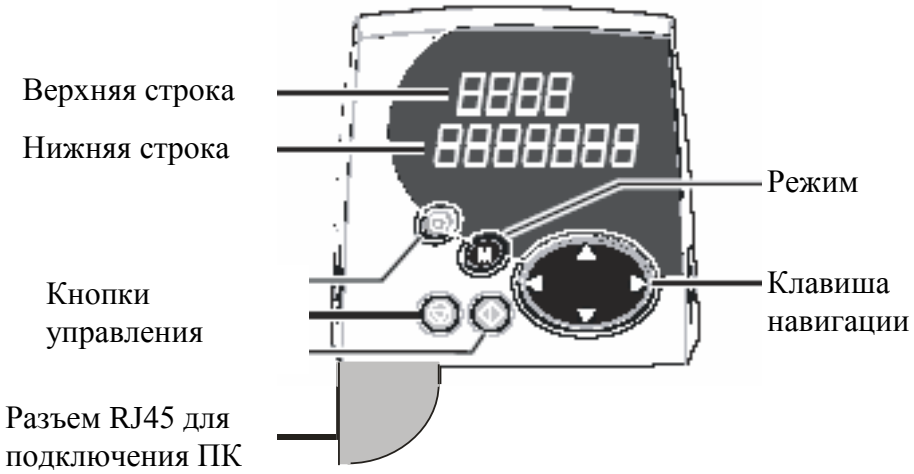
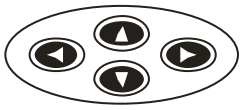


Рисунок 1.3 - Пульт управления преобразователя частоты UNIDRIVE SP

Кнопки лицевой панели:

– навигационная клавиша  используется для навигации по структуре параметров и для изменения значений параметров;

– кнопка используется для изменения настроек и подтверждения сделанных изменений;

– кнопка «стоп/сброс» используется для остановки привода (в случае работы от кнопочной панели ПЧ) или для сброса параметров при программировании преобразователя;

– кнопка «пуск» осуществляет пуск преобразователя (в случае работы от кнопочной панели ПЧ);

– кнопка осуществляет реверс двигателя при управлении с кнопочной панели преобразователя.

Функциональная схема системы управления ПЧ изображена на рисунке 1.4 и включает в себя канал регулирования скорости и момента. При этом все элементы, представленные на схеме, реализованы в виртуальной форме в виде отдельных блоков системного программного обеспечения специализированного микроконтроллера, а не как узлы реальной конструкции.

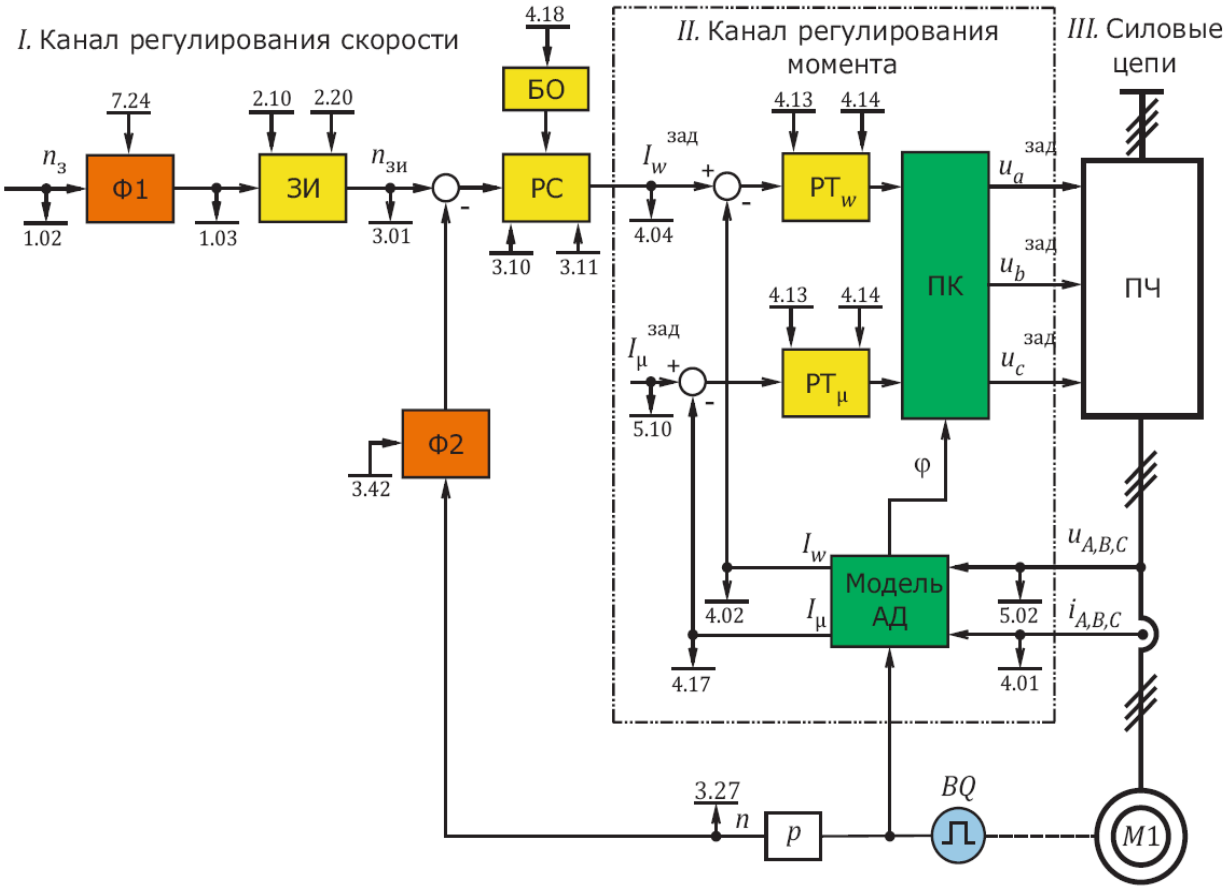


Рисунок 1.4 - Функциональная схема системы управления ПЧ

В канале регулирования скорости задающий сигнал $n_з$ через фильтр $Ф_1$ (параметр 7.24) поступает на вход задатчика интенсивности ЗИ в котором устанавливаются заданные величины ускорения и замедления (параметры 2.10, 2.20). Выходной сигнал ЗИ сравнивается с сигналом отрицательной обратной связи по скорости и подается на регулятор скорости РС (параметры

пропорционального и интегрального каналов 3.10, 3.11). Сигнал на выходе РС может быть ограничен максимальным значением в блоке ограничения БО (параметр 4.18).

Канал регулирования момента выполнен в соответствии с типовой схемой векторного регулирования, когда электромагнитный момент асинхронного электродвигателя формируется в ортогональной системе координат регуляторами $РТ_w$ и $РТ_\mu$ активной и реактивной составляющих тока статора. Мгновенные значения фазных напряжений и фазных токов статора поступают на блок «Модель АД», где после математических преобразований выделяется активная I_w и реактивная I_μ составляющие пространственного вектора тока статора.

С помощью регулятора $РТ_w$ поддерживается активная составляющая тока статора. Для этого сигнал отрицательной обратной связи I_w сравнивается с сигналом, поступающим с РС, и электропривод работает, как типовая схема подчиненного регулирования скорости. При подаче сигнала от независимого источника электропривод работает в режиме поддержания момента.

На рисунке 1.5 изображена схема, поясняющая принцип построения меню ПЧ, а на рисунке 1.6 логическая структура меню управления двигателем, показывающая процесс установки параметров двигателя.

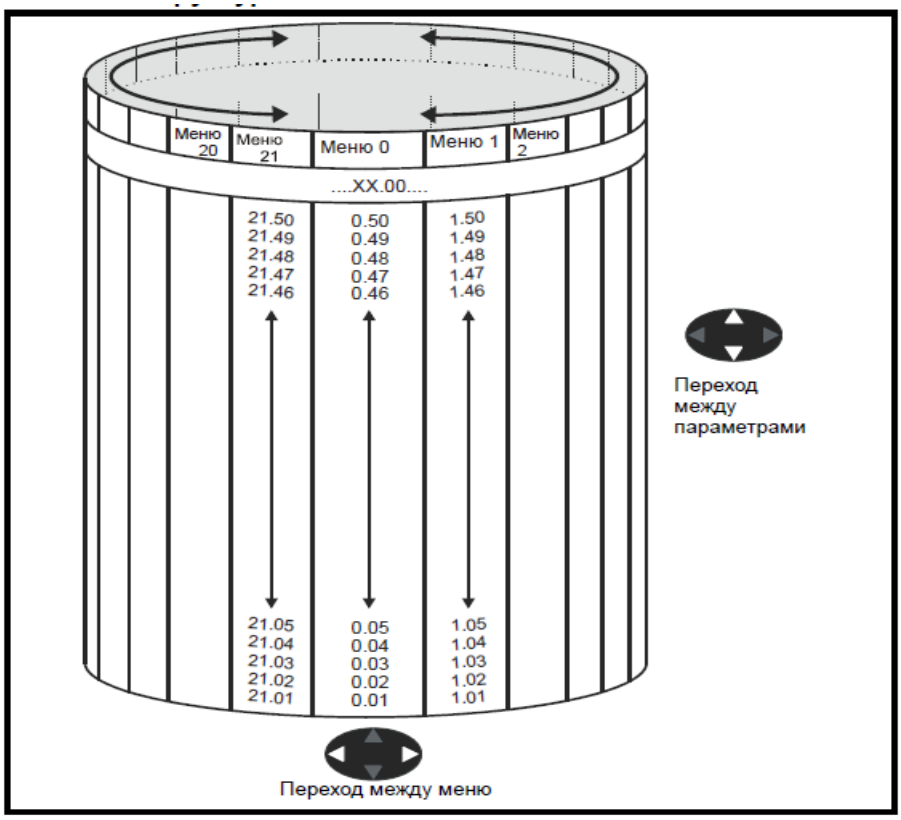


Рисунок 1.5 - Схема организации меню ПЧ

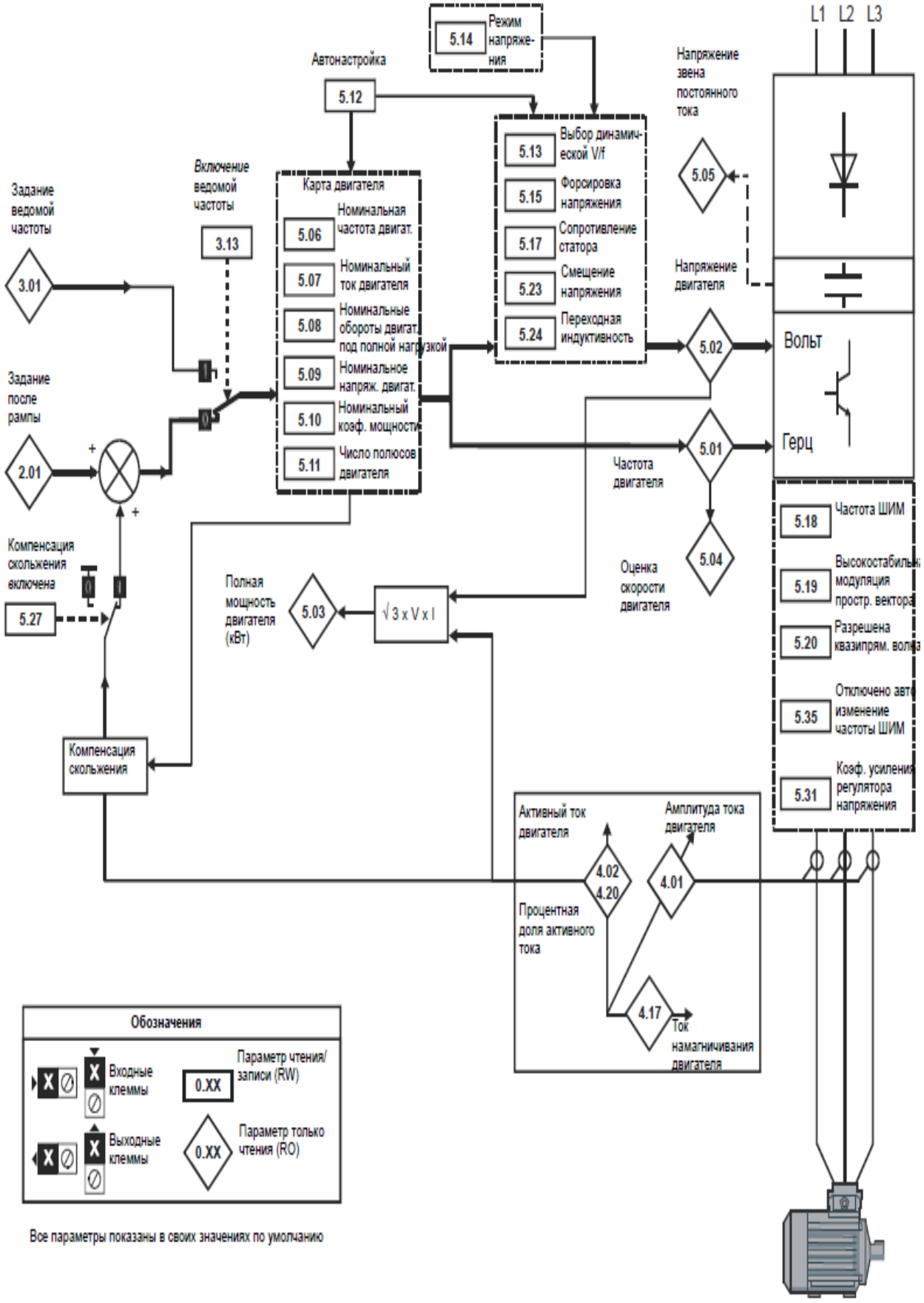


Рисунок 1.6 - Логическая структура меню управления двигателем

1.2 Программа работы

1.2.1 Собрать схему исследования электропривода (рисунок 1.7).

1.2.2 Изучить порядок настройки и произвести настройку преобразователя частоты для работы в режиме регулирования скорости.

1.2.3 Проверить работу электропривода в режиме регулирования скорости с панели управления и от внешнего потенциометра.

1.2.4 Изучить порядок настройки и произвести настройку преобразователя частоты для работы в режиме регулирования момента.

1.2.5 Проверить работу электропривода в режиме момента при регулировании с панели управления и от внешнего потенциометра.

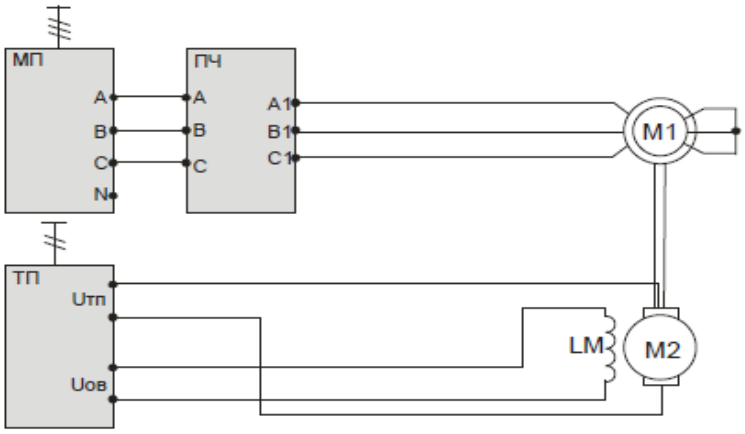


Рисунок 1.7- Схема исследования электропривода ПЧ-АД

1.3 Порядок выполнения работы

1.3.1 Настройка преобразователя для работы в режиме регулирования скорости с панели управления и от внешних элементов.

В лабораторном стенде преобразователь частоты используется в двух основных режимах:

а) режиме регулирования скорости;

б) режиме регулирования момента.

Перед началом работы с преобразователем частоты необходимо сбросить все настройки на заводские, внести параметры подключенного электродвигателя и перевести ПЧ в режим регулирования скорости.

Для сброса настроек на заводские необходимо:

– переключатель SA3 установить в значение «0»;

– переключатель SA1 установить в среднее положение;

– подать напряжение питания на преобразователь.

По прошествии нескольких секунд на дисплее преобразователя отображается информация о текущем режиме работы, после этого следует:

– навигационной клавишей вызвать на индикацию параметр 0.00;

– выбрать параметр 0.00 нажатием клавиши M;

– ввести значение 1253 и нажать клавишу M;

– в параметре 0.48 установить значение OPEN LOOP;

– в параметре 0.00 ввести значение 1233 и запомнить значение нажатием клавиши M;

– нажать кнопку (стоп/сброс) – параметр 0.00 сбросится в «0». Это означает, что все параметры ПЧ сбросились на заводские настройки.

Далее необходимо:

– установить в параметре 0.42 число полюсов двигателя;

– установить в параметре 0.43 коэффициент мощности двигателя (должен быть отличен от нуля);

– установить в параметре 0.44 номинальное напряжение двигателя, В;

– установить в параметре 0.45 номинальную частоту вращения двигателя, об/мин;

– установить в параметре 0.46 номинальный ток, А;

– установить в параметре 0.47 номинальную частоту, Гц;

– установить параметр 5.27=OFF (режим компенсации скольжения отключен);

– произвести самонастройку привода.

Для выбора режима самонастройки:

а) установить в параметре 0.40 значение 2;

б) подать разрешение на работу ПЧ (SA3 в положение «1»);

в) установить направление вращения двигателя (SA1) – двигатель совершит несколько оборотов и остановится. Если настройка прошла успешно, параметр 0.40 сбросится в «0»;

г) переключить тумблер «Разрешение» в положение «0», переключатель SA1 – в среднее положение;

д) после проведения самонастройки преобразователя проверить параметры 0.42–0.47;

е) сохранить новые измененные значения параметров. Для этого установить в параметр 0.00 значение 1000, подтвердить изменения и нажать кнопку «Сброс».

В результате преобразователь переходит в режим регулирования скорости.

Для управления электроприводом с кнопочной панели преобразователя:

– установить тумблер SA3 «Разрешение» в положение «0»;

– установить в параметр 0.01 значение «0» (минимальная выходная частота, Гц), а в параметр 0.02 значение «50» (максимальная выходная частота, Гц);

– установить в параметр 1.14 значение «4» или «Pad» для управления от кнопочной панели преобразователя;

– для разрешения реверса двигателя необходимо установить в параметре 6.13 значение «On»;

– переключить тумблер SA3 «Разрешение» в положение «1»;

– выбрать параметр 0.10 (скорость двигателя - об/мин);

– для запуска преобразователя нажать («Пуск»), после чего появится сообщение «run» (преобразователь работает);

– нажать кнопку «Δ» – «Вверх» для увеличения скорости двигателя и соответственно кнопку «∇» – «Вниз» для ее уменьшения (на верхнем дисплее высвечивается скорость двигателя - об/мин);

– нажать «Стоп/сброс» и величина скорости снизится до нуля в соответствии с величиной замедления, указанной параметром 0.04. Нижний дисплей покажет dEC, а затем «rdY»;

– при повторном запуске (кнопка) скорость двигателя возрастет до того значения, при котором было произведено отключение в соответствии с величиной ускорения, указанной параметром 0.03;

– опробовать реверс двигателя нажатием на кнопку ;

– для полной остановки преобразователя тумблер «Разрешение» перевести в положение «0».

Для управления электроприводом с внешних элементов:

– установить тумблер SA3 «Разрешение» в положение «0», потенциометр RP1 в нулевое положение (крайнее левое положение), переключатель SA1 «Направление вращения» в среднее положение;

– установить в параметре 1.14 значение «A1.A2» для внешнего управления;

– выбрать параметр 0.10(скорость двигателя - об/мин);

– переключить тумблер SA3 «Разрешение» в положение «1»;

– переключателем SA1 выбрать направление вращения «Вперед»;

– потенциометром RP1 задать скорость вращения двигателя. Пуск будет выполнен в соответствии с темпом разгона (параметр 0.03), текущая скорость высвечивается на верхней строке дисплея;

– изменить направление вращения. Для этого переключателем SA1 выбрать направление вращения «Назад». Величина скорости снизится до нуля и далее произойдет реверс привода. Темп замедления скорости определяется параметром 0.04;

– для выхода преобразователя из рабочего режима тумблер SA3 «Разрешение» перевести в положение «0».

1.3.2 Настройка преобразователя для работы в режиме регулирования момента.

В обычном режиме преобразователь частоты работает как источник скорости. Это означает, что электродвигатель переменного тока работает с частотой, заданной пользователем, на горизонтальной механической характеристике.

В режиме регулирования момента электродвигатель выступает в качестве источника активного момента и работает на вертикальной механической характеристике, обеспечивая режим источника регулируемого момента. При этом он вращается с частотой вращения нагружаемого агрегата. Пользователь задает только требуемый момент нагрузки.

Для переведения ПЧ в данный режим должны быть выполнены следующие действия:

– сброс настроек на заводские;

– настройка замкнутой системы по скорости;

– инициализация режима регулирования момента.

Ниже приведен порядок действий по настройке ПЧ в режиме регулирования момента:

– кабелем объединить разъемы X1 модуля силового и разъем ДС модуля ПЧ (заводится обратная связь по скорости);

– включить автоматические выключатели QF1 и QF2 модулей МПС и МП соответственно;

– на экране появится сообщение об ошибке Br.th;

– в параметре 0.00 ввести значение 1233 (сброс параметров ПЧ на заводские настройки);

– установить переключатель SA3 «Разрешение» в положении 0;

– установить значение параметра 0.00 на 1253 (разрешение на изменение работы преобразователя);

– установить значение параметра 0.48 на CL.VECT (выбор режима работы преобразователя как замкнутой системы);

– нажать кнопку «Стоп-Сброс»;

– установить в параметре 0.51 значение 8;

– нажать кнопку «Стоп/сброс»;

– ввести паспортные данные исследуемого асинхронного электродвигателя (параметры 0.42–0.47);

– нажать кнопку «Стоп-Сброс»;

– используя навигационную клавишу и кнопку режима установить параметры преобразователя в соответствии с таблицей 1.1;

– в параметр 03.34 занести количество импульсов на один оборот датчика скорости (500 имп/об);

– параметр 3.40 установить в «0»;

– выполнить самонастройку.

В параметр 0.40 ввести значение «2» и установить тумблер SA1 – в положение «1», SA2 – в положение «Вперед». Если появится сообщение tunE2, следует убрать разрешение на работу ПЧ, поменять местами фазы А и В

электродвигателя и затем нажать кнопку «Сброс». Повторить самонастройку электропривода.

Установить следующие значения параметров: 4.13= 300; 4.14 = 1500; 3.10 = 0.008; 3.11 = 1.2; 10.30 = 2.00.

После ввода параметров необходимо нажать кнопку «сброс» - ПЧ перейдет в режим регулирования момента.

Перевести электропривод постоянного тока в режим регулирования скорости, установить номинальную скорость вращения и с помощью потенциометра RP1 модуля ПЧ увеличивать момент на валу электродвигателя постоянного тока, наблюдая снижение скорости вращения.

Таблица 1.1

Параметр	Значение	Примечание
11.20	7.12	Определение параметра 0.30
11.19	7.08	Определение параметра 0.29
11.18	3.08	Определение параметра 0.28
11.17	7.02	Определение параметра 0.27
11.16	7.11	Определение параметра 0.26
11.15	7.01	Определение параметра 0.25
11.14	0.00	Определение параметра 0.24
11.13	1.32	Определение параметра 0.23
11.12	1.31	Определение параметра 0.22
11.11	1.30	Определение параметра 0.21
11.10	1.29	Определение параметра 0.20
11.09	2.07	Определение параметра 0.19
11.08	2.06	Определение параметра 0.18
11.07	8.17	Определение параметра 0.17
11.06	6.01	Определение параметра 0.16
11.05	2.04	Определение параметра 0.15
11.04	1.05	Определение параметра 0.14
11.03	4.02	Определение параметра 0.13
11.02	2.01	Определение параметра 0.12
11.01	1.03	Определение параметра 0.11
9.33	4.11	Т26 выбор выхода цифрового В/В 3
9.10	7.09	Назначение логической функции 1
9.07	On(1)	Инверсия источника 2 логической функции 1
9.04	6.32	Источник 1 логической функции 1
8.39	On(1)	Запрет автоматического выбора цифрового входа Т28 и Т29
8.32	Off(0)	Т25 выбор цифрового В/В2
8.26	9.30	Т26 назначение цифрового входа 6
8.25	10.33	Т28 назначение цифрового входа 5
8.22	10.04	Т25 источник/назначение цифрового В/В2
7.14	1.36	Назначение аналогового входа 2
7.10	4.08	Назначение аналогового входа 1
6.09	0	Синхронизация
6.01	Coast	Способ торможения
2.04	fast	Рампа
0.49	L2	Состояние защиты

Для облегчения процесса настройки преобразователя частоты можно использовать карту SMARTCARD. Режим регулирования по моменту записан в SMARTCARD по адресу 400.

Чтобы перевести в режим регулирования по моменту с SMARTCARD необходимо:

– переключатель SA3 «Разрешение» перевести в нижнее положение;

– переключатель SA2 перевести в положение «Момент»;

– переключатель SA1 перевести в среднее положение «Стоп»;

– в параметре 0.00 занести значение 6400 и нажать кнопку «стоп/сброс»;

– произвести самонастройку электропривода и установить параметры 4.13= 300; 4.14 = 1500; 3.10 = 0.008; 3.11 = 1.2; 10.30 = 2.00.

Преобразователь частоты переведен в режим регулирования по моменту.

1.4 Содержание отчета

1.4.1 Цель и программа работы.

1.4.2 Электрическая схема подключения ПЧ.

1.4.3 Структурная схема перевода ПЧ в режим регулирования скорости.

1.4.4 Структурная схема перевода ПЧ в режим регулирования момента.

1.4.5 Выводы.

1.5 Контрольные вопросы

1. Как влияет увеличение частоты ШИМ на преобразователь частоты?
2. С какой целью при регулировании частоты вращения изменяются одновременно частота и напряжение на выходе преобразователя?
3. Как влияет увеличение частоты ШИМ на электродвигатель? Укажите достоинства и недостатки применения частотного регулирования?
4. Объясните работу преобразователя в тормозном режиме. Где рассеивается энергия торможения двигателя?
5. Каким образом реализуется работа ПЧ в режиме постоянства момента?
6. Каким образом реализуется работа ПЧ в режиме постоянства скорости вращения?

2 Лабораторная работа №2. Исследование преобразователя частоты OMRON F7

Цель работы: приобретение навыков работы с преобразователем частоты OMRON F7. Изучение системы параметров ПЧ, порядка программирования и режимов совместной работы с электродвигателем.

2.1 Основные технические характеристики и программирование преобразователя частоты OMRON F7

Номинальная мощность, установленного на стенде преобразователя - 0,75 кВт, номинальный ток - 2,1 А, диапазон выходных частот: 0,1…400 Гц, количество фаз – 3.

Схема подключения силовых цепей ПЧ представлена на рисунке 2.1. К клеммам R/L1, R/L2, R/L3 подключается напряжение питающей сети – 380 В, к клеммам U/T1, U/T2, U/T3 фазы электродвигателя, к клеммам B1 и B2 опционный тормозной резистор.

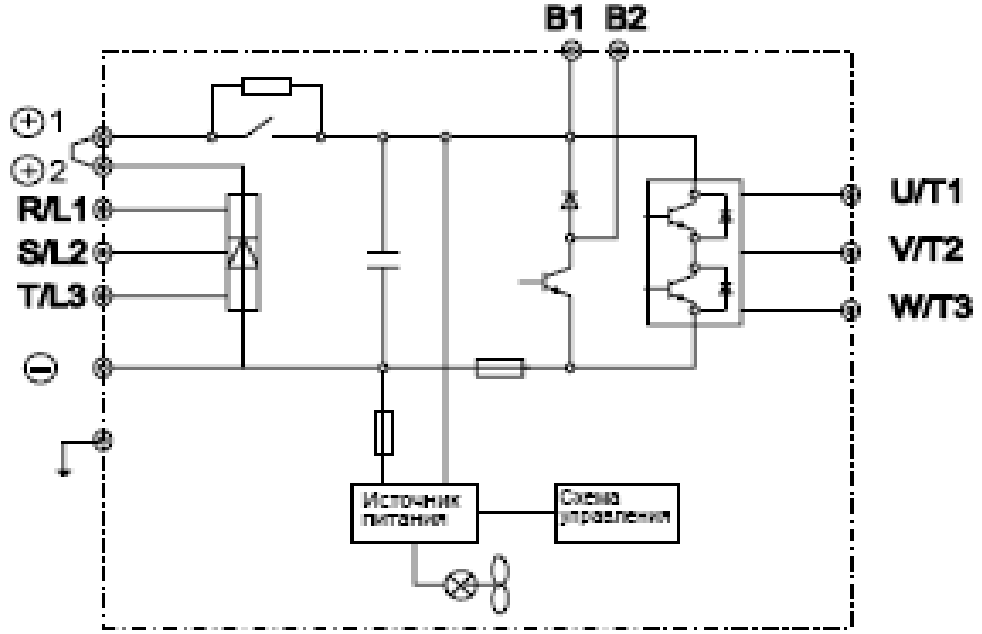


Рисунок 2.1- Схема подключения силовых цепей ПЧ

На лабораторном стенде ПЧ встроен в модуль, содержащий элементы подключения и управления. Внешний вид модуля «Преобразователь частоты» представлен на рисунке 2.2. Модуль преобразователя частоты содержит:

– панель управления преобразователем;

– клеммы A, B, C подачи трехфазного напряжения на преобразователь частоты;

– клеммы A1, B1, C1 для подключения асинхронного электродвигателя;

– тумблер задания направления вращения SA1. Одновременно подает сигнал разрешения на работу преобразователя;

– тумблер SA2 – выбор режима работы (Скорость/Момент);

– потенциометр RP1 задания скорости/момента. Служит для плавного задания сигнала управления;

– разъем X1 для подсоединения обратной связи по скорости с силового модуля.

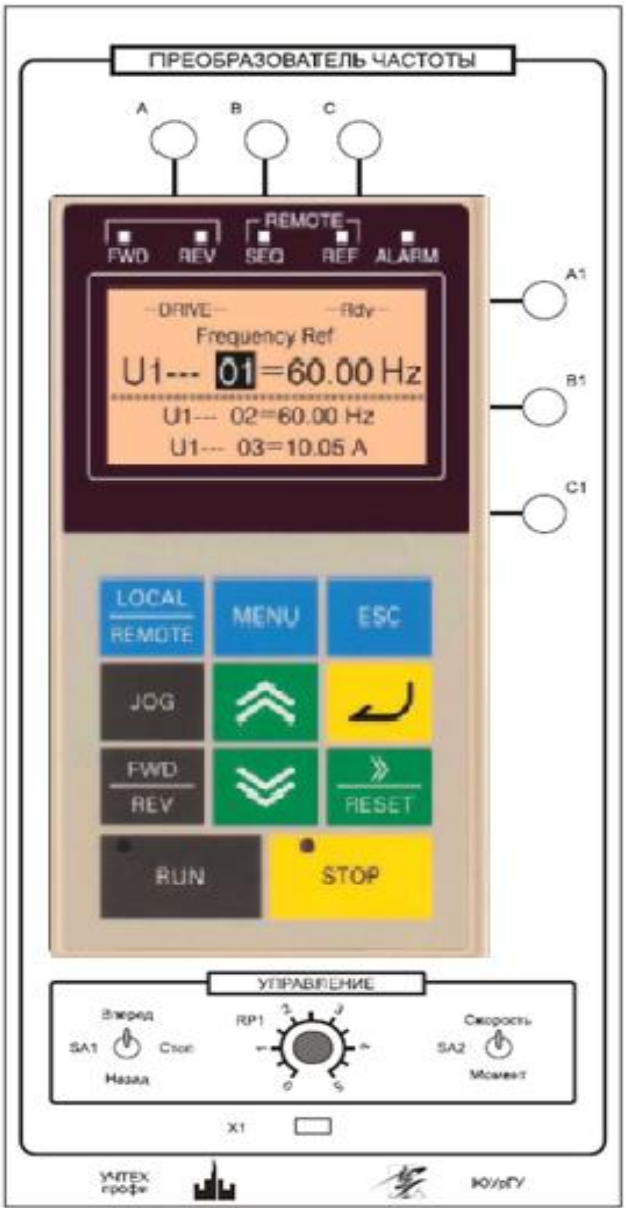


Рисунок 2.2- Внешний вид модуля «Преобразователь частоты»

Назначение светодиодных индикаторов:

– FWD – прямое направление вращения двигателя;

– REW – обратное направление вращения двигателя;

– SEQ – включено управление приводом с внешних входов;

– REF – включено управление приводом с цифровой панели;

– ALARM – произошла ошибка.

Программирование преобразователя частоты производится с кнопочной панели.

Внешний вид цифровой панели управления преобразователя представлен на рисунке 2.3. Справа от панели дается описание индикаторов состояния и режимов привода.

Панель управления оснащена экраном, на котором отображаются текущие значения вызываемых параметров, значения вызываемых

пользователем величин, сообщения преобразователя о текущем состоянии (коды неисправностей).

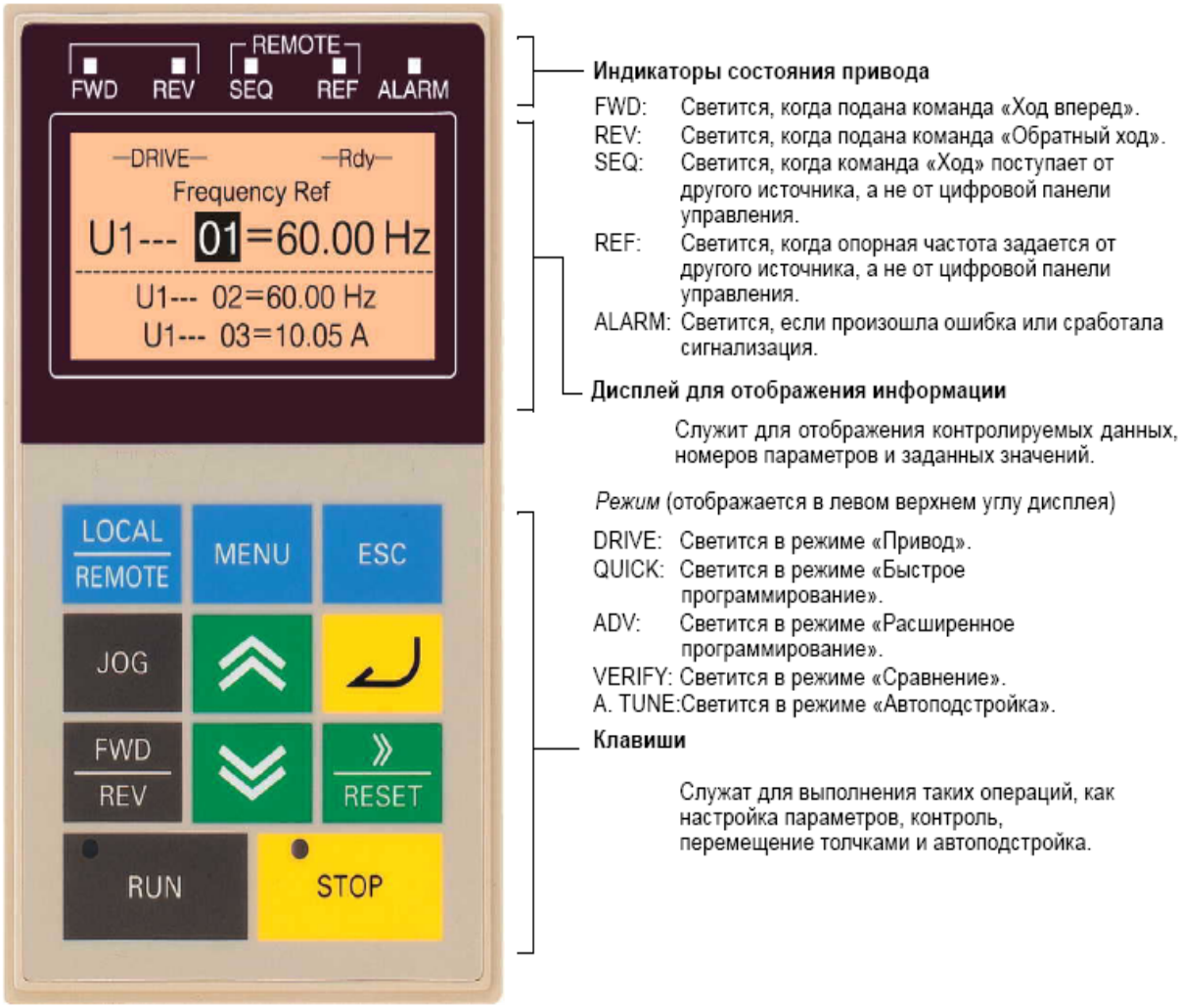


Рисунок 2.3- Цифровая панель преобразователя

Меню программируемых параметров разделено на несколько блоков:

– DRIVE (привод) – в данном режиме возможна работа привода и управление электродвигателем;

– QUICK - быстрое программирование или упрощенное меню программирования, содержащее наиболее часто используемые параметры;

– ADV - расширенное программирование при котором возможен контроль и изменение всех параметров;

– VERIFY – сравнение параметров с заводскими установками;

– A.TUNE - автоподстройка путем пробного пуска электродвигателя.

На кнопочной панели расположены элементы управления и индикации, назначение которых поясняется ниже (таблица 2.1).

Таблица 2.1- Назначение элементов управления и индикации

Клавиша	Название	Функция
LOCAL / REMOTE	Клавиша LOCAL/REMOTE (МЕСТНОЕ/ДИСТАНЦИОННОЕ)	Переключение между управлением с помощью цифровой панели (LOCAL) и управлением через вход цепи управления (REMOTE). Эту клавишу можно разблокировать или заблокировать установкой параметра o2-01.
MENU	Клавиша MENU (МЕНЮ)	Выбор режимов.
ESC	Клавиша ESC (ОТМЕНА)	Возврат в состояние, предшествующее нажатию клавиши DATA/ ENTER (ДАННЫЕ/ВВОД)
JOG	Клавиша JOG (ТОЛЧКОВЫЙ ХОД)	Инициирует перемещение толчками, когда инвертор управляется с помощью цифровой панели.
FWD / REV	Клавиша FWD/REV (ВПЕРЕД/НАЗАД)	Выбор направления вращения двигателя, когда инвертор управляется с помощью цифровой панели.
» / RESET	Клавиша Shift/RESET (Сдвиг/СБРОС)	Выбор разряда в режиме программирования параметров. Также действует как клавиша «Сброс» в случае возникновения ошибки.
⌃	Клавиша Increment (Увеличение)	Выбор пунктов меню, установка номеров параметров и пошаговое увеличение задаваемых значений. Используется для перехода к следующему пункту или данным.
⌄	Клавиша Decrement (Уменьшение)	Выбор пунктов меню, установка номеров параметров и пошаговое уменьшение задаваемых значений. Используется для перехода к предыдущему пункту или данным.
↵	Клавиша DATA/ENTER (ДАННЫЕ/ВВОД)	Активизация выбранного пункта меню, параметра или задаваемого значения. Также используется для перехода от одного экрана к другому.
RUN	Клавиша RUN (ХОД)	Запуск работы инвертора, когда он управляется с помощью цифровой панели управления.
STOP	Клавиша STOP (СТОП)	Прекращение работы инвертора. Эту клавишу можно разблокировать или заблокировать при использовании входа внешнего управления путем установки параметра o2-02.

Преобразователь частоты имеет возможность получать сигналы управления от кнопочной панели или с внешних элементов управления.

Сигналы управления разделяются на логические сигналы изменения состояния привода, а также на аналоговые сигналы задания частоты, момента, и т.д.

Программируемые параметры преобразователя разделены на тематические группы и имеют определенный порядок нумерации. Каждый параметр имеет следующий порядок адресации, например **b1-01.** Здесь b1 – старший разряд, отвечающий за группу параметров, объединенных по определенному критерию, 01 – конкретный параметр, входящий в данную группу.

Навигация по параметрам осуществляется следующим образом (рисунок 2.4):

а) последовательным нажатием клавиши «MENU» выбирается необходимый раздел меню программируемых параметров;

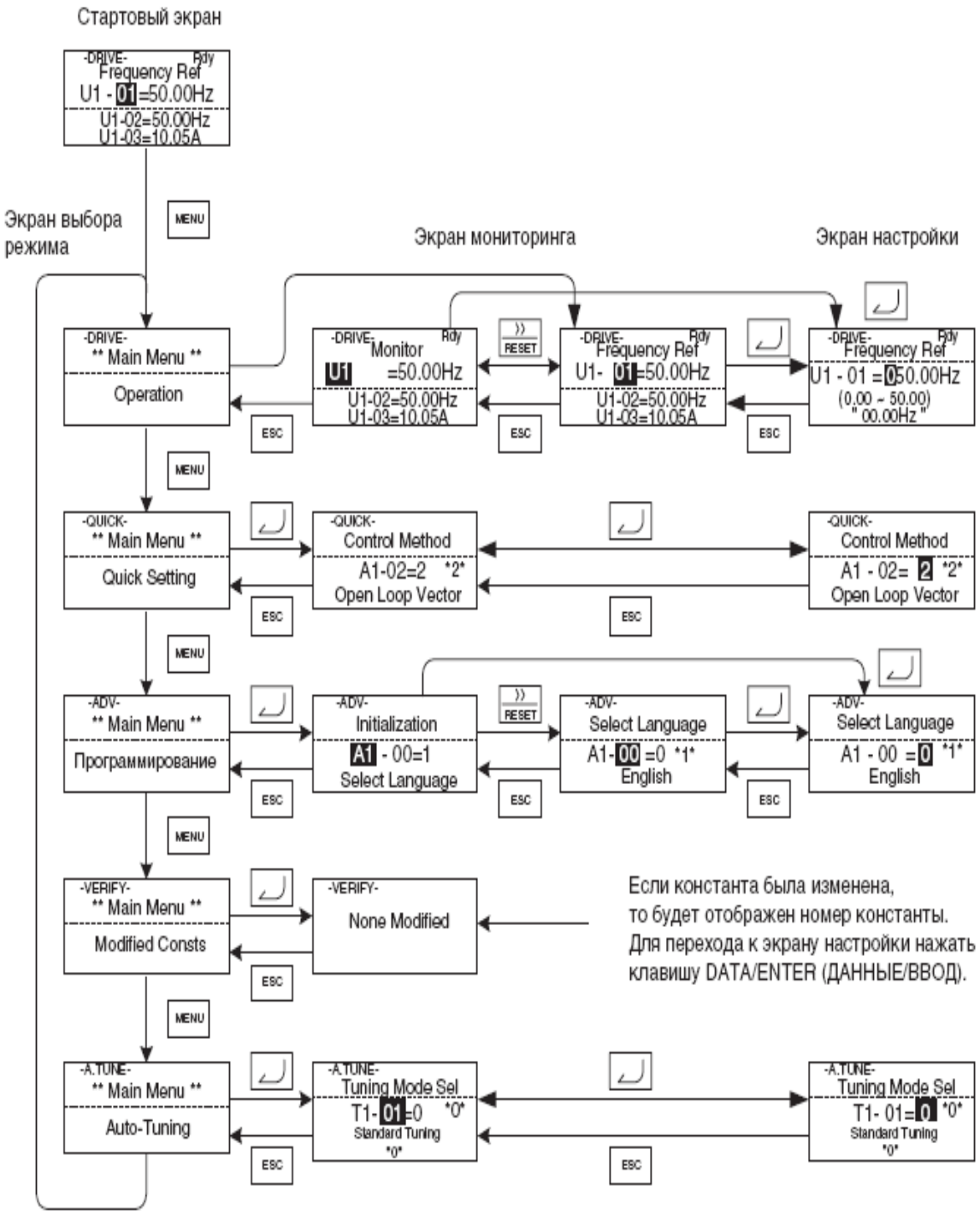


Рисунок 2.4- Структурная схема переключения режимов программирования

б) подтверждение выбранного меню осуществляется нажатием кнопки «ввод»;

в) клавишами «увеличение» и «уменьшение» осуществляется навигация по меню путем изменения старшего разряда параметров;

г) при выборе необходимой группы параметров перейти на младший разряд нажатием кнопки и выбрать необходимый параметр;

д) подтвердить выбор параметра нажатием кнопки «ввод».

Для выхода из параметра после установки необходимого значения нажать кнопку «ввод» при этом происходит запоминание параметра и выход в меню.

На рисунке 2.5 показана структурная схема процесса работы с преобразователем в режиме быстрого программирования.

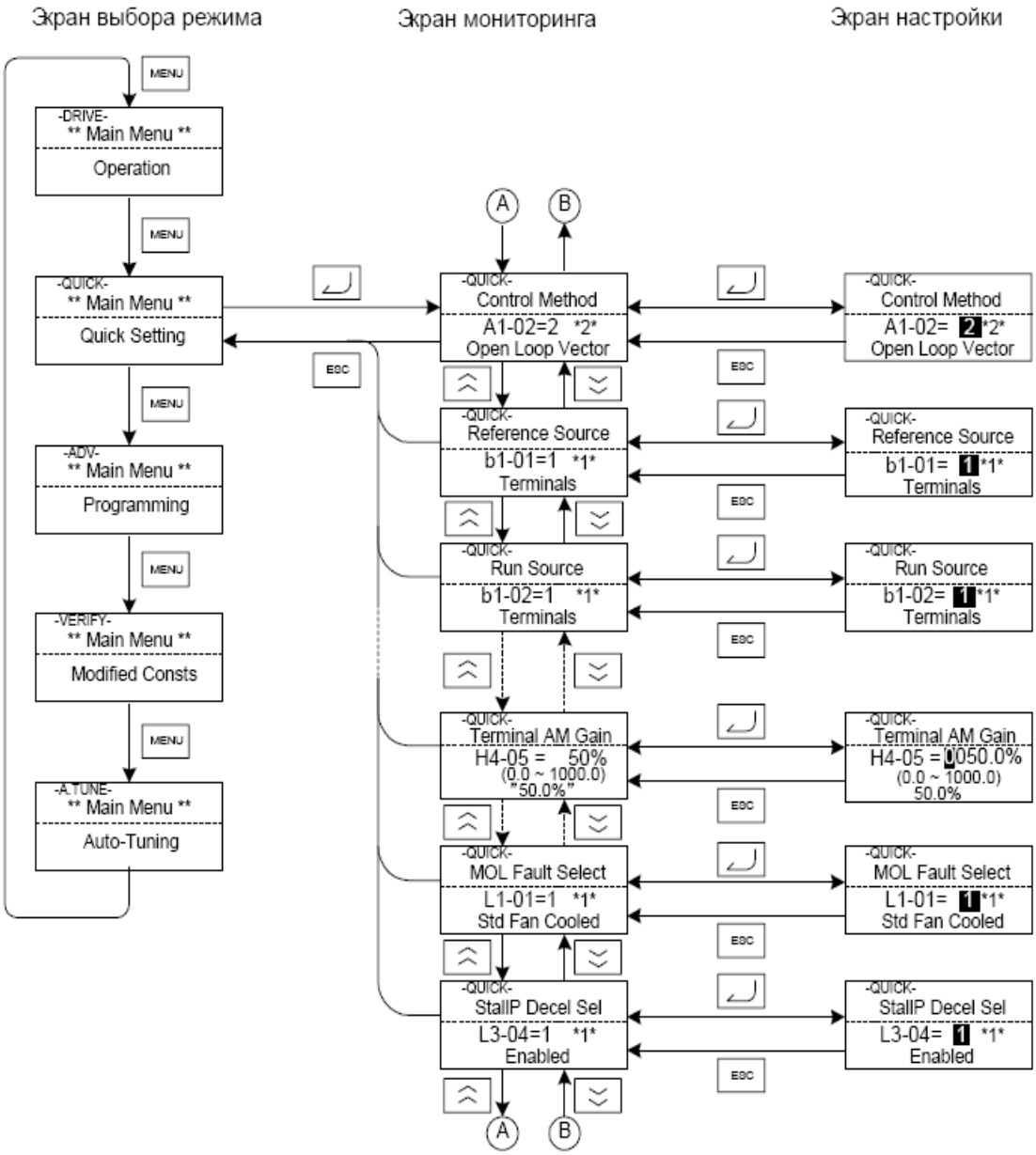


Рисунок 2.5- Структурная схема режима быстрого программирования

Для включения преобразователя частоты необходимо при выключенных автоматических выключателях QF1, QF2 модулей питания и питания стенда соединить клеммы A, B, C преобразователя частоты с клеммами A, B, C

модуля питания, а клеммы A1, B1, C1 преобразователя частоты соединить со статорной цепью асинхронного электродвигателя. Электродвигатель постоянного тока подключить к модулю тиристорного выпрямителя (рисунок 2.6).

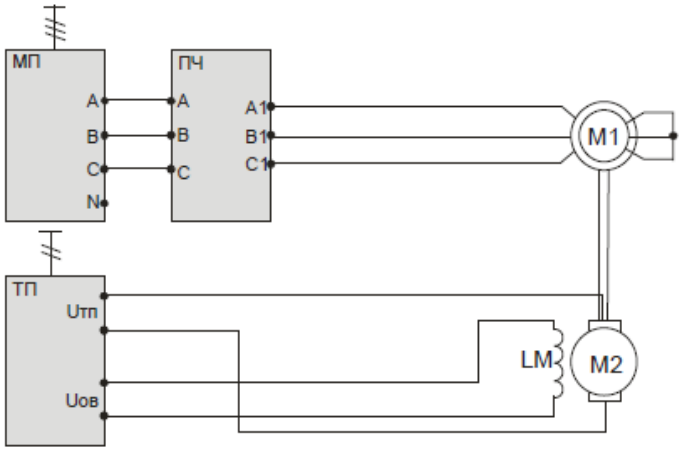


Рисунок 2.6- Схема исследования электропривода ПЧ-АД

2.2 Настройка преобразователя для работы в режиме регулирования скорости

Перед подачей питания привести элементы управления преобразователем в исходное состояние:

– потенциометр RP1 необходимо поставить на минимум снимаемого напряжения;

– переключатель SA1 – в среднее положение;

– переключатель SA2 – в положение «Скорость».

При первом включении электропривода и перед началом лабораторных работ рекомендуется установить заводские значения параметров для того, чтобы убрать настройки, запрограммированные предыдущим пользователем.

Режим управления электродвигателем по скорости в разомкнутой системе подразумевает управление двигателем по закону U/f=const. Этот режим работы преобразователя включается после сброса параметров на заводские настройки и установки отдельных параметров.

Установка заводских настроек осуществляется установкой в параметре a1-03 значения 2220.

После сброса настроек необходимо установить несколько параметров в меню:

– a1-02 - 0 (выбор закона управления U/f = const);

– b1-01 - 1 (источник сигнала задания – внешний потенциометр RP1);

– b1-02 - 1 (источник сигнала управления – лицевая панель);

– e1-01 - 380 В (входное напряжение ПЧ);

– e1-05 - 380 В (максимальное выходное напряжение ПЧ);

- H1-03 - F (отключение дискретного входа S5, который необходим в режиме регулирования момента).

По окончании ввода этих данных произвести автоподстройку привода. Для этого в меню «A.TUNE» установить следующие параметры:

– t1-01 - 2 (выбирается автоподстройка без вращения);

– t1-02 - номинальную мощность двигателя (кВт);

– t1-04 - номинальный ток статора (А).

После установки последнего значения нажать кнопку .

Преобразователь выдаст сообщение о готовности проведения автоподстройки.

Необходимо подтвердить намерение совершить автоподстройку нажатием «RUN».

После окончания процедуры выдается сообщение о ее завершении. При неправильном завершении процедуры включится сигнал «ALARM». В этом случае необходимо проверить правильность введенных параметров и повторить процедуру.

Затем выйти в меню привода «Drive» и вывести на индикацию клавишами «вверх», «вниз» выходную частоту преобразователя параметр - U1-02.

При включенном светодиоде REF – включено задание частоты с потенциометра RP1. При выключенном светодиоде REF, частоту можно задать в параметре U1-01.

Нажатием кнопки «Run» запустить

преобразователь. Плавно вращая ручку потенциометра RP1, наблюдать разгон электродвигателя до скорости холостого хода.

Опробовать реверс электродвигателя нажатием кнопки «FWD/REV». После этого вывести ручку потенциометра RP1 в ноль, выключить привод нажатием кнопки «STOP».

Опробовать управление приводом с лицевой панели. Для этого установить в параметре b1-02 значение 1. После этого можно управлять реверсом с лицевой панели с помощью переключателя SA1.

2.3 Настройка преобразователя для работы в режиме регулирования момента

При регулировании по моменту электродвигатель работает на вертикальной механической характеристике, обеспечивая режим источника регулируемого момента.

Данный режим доступен только в замкнутой по скорости системе электропривода, поэтому необходимо настроить преобразователь на режим векторного управления в замкнутой системе, а затем запрограммировать режим регулирования момента.

При выключенном питании стенда необходимо завести в преобразователь обратную связь с цифрового датчика скорости. Для этого

соединить разъем XR1 модуля преобразователя частоты с разъемом XR1 силового модуля специальным кабелем.

Задать работу привода в замкнутой системе установкой в параметре a1-02 значения 3.

Выбрать остановку электродвигателя на выбеге установкой в параметре b1-03 значения 1.

Для предотвращения срабатывания защиты по превышению частоты вращения двигателя установить параметр F1-03=3.

Произвести автоподстройку электропривода. Для этого в меню «A.TUNE» установить следующие параметры:

– t1-01 - 0 (выбирается автоподстройка с вращением);
– t1-02 - номинальную мощность двигателя (в кВт);
– t1-03 - номинальное напряжение двигателя;
– t1-04 - номинальный ток статора;
– t1-05 - номинальную частоту (Гц);
– t1-06 - число полюсов двигателя;
– t1-07 - номинальную скорость двигателя;
– t1-08 - число импульсов на оборот цифрового датчика скорости (500).

После установки последнего значения нажать клавишу . Преобразователь выдаст сообщение о готовности проведения автоподстройки. Необходимо подтвердить намерение совершить автоподстройку нажатием «RUN». Во время автоподстройки привод должен проверить знак обратной связи по скорости. Для этого происходит разгон двигателя. При успешном проведении автоподстройки выдается соответствующее сообщение. При автоподстройке возможно, что обратная связь по скорости окажется положительной. В этом случае привод выдает сообщение об ошибке «PG DIRECTION» и отключается. Следует поменять в параметре F1-05 значение 0 на 1 и повторить процедуру автоподстройки.

После проведения автоподстройки настроить параметры ПИ-регулятора скорости установкой параметров:

– C5- 01 значение 5 (П-канал регулятора);
– C5-02 значение 0,1 (И-канал регулятора).

Далее установить режим регулирования по моменту:

– d5-01 =1;
– d5-03 - 2 (максимальная частота);
– d5-04 - 120% (ограничение скорости в процентах от номинальной частоты двигателя);
– d5-05 - 120% (начальное задание скорости от максимальной);
– H1-03 – 78 (установка цифрового входа S5 на выбор знака момента);
– H3-08 = 0 (установка аналогового входа 2);
– H3-09 - 13 (аналоговый вход 2, как источник задания момента).
– H3-10 - 200% (коэффициент усиление по входу 2).

После установки данных параметров тумблер SA2 переключить в положение «Момент».

Проверить работу в режиме регулирования момента:

– запустить привод;

– задав вращающий момент потенциометром RP1 наблюдать разгон электродвигателя до максимальной скорости. Если этого не происходит, проверить настройки, повторить опыт.

Кнопочная панель преобразователя имеет встроенную энергонезависимую память, в которую можно записать любую конфигурацию настроек электропривода.

Параметр o3-01 позволяет записывать и считывать данные преобразователя.

Для записи параметров необходимо:

– установить параметр o3-02 = 1 – разрешение записи параметров;

– o3-01=1: запись параметров привода в кнопочную панель;

– o3-01=2: запись параметров из панели в привод;

– o3-01=3: проверка данных.

По умолчанию стенд поставляется с панелью, в которой записан режим регулирования момента. Работа с картой облегчает работу студентов и уменьшает время проведения опытов, так как при использовании памяти не требуется ввод всех параметров для перевода ПЧ в режим регулирования момента.

Для считывания параметров данного режима необходимо:

– перевести ПЧ в режим Flux Vector (a1-02=3);

– перейти в меню o3 и установить параметр o3-02=0;

– произвести считывание данных с кнопочной панели: o3-01=2;

– после считывание данных произвести автоподстройку по процедуре, описанной выше.

2.4 Содержание отчета

2.4.1 Цель и программа работы.

2.4.2 Электрическая схема подключения ПЧ.

2.4.3 Структурная схема перевода ПЧ в режим регулирования скорости.

2.6.4 Структурная схема перевода ПЧ в режим регулирования момента.

2.4.5 Выводы.

2.5 Контрольные вопросы

1. Каким образом реализуется работа ПЧ в режиме регулирования скорости вращения?

2. С какой целью при регулировании частоты вращения изменяются одновременно частота и напряжение на выходе преобразователя?

3. Как влияет увеличение частоты ШИМ на электродвигатель?

4. Каким образом реализуется работа ПЧ в режиме регулирования момента?

3 Лабораторная работа №3. Исследование преобразователя частоты ALTIVAR 312

Цель работы: приобретение практических навыков работы с преобразователем частоты ALTIVAR 312. Изучение системы параметров ПЧ и порядка программирования.

3.1 Основные технические характеристики и элементы управления преобразователя частоты ALTIVAR 312

Номинальная мощность, установленного на стенде преобразователя - 0,75 кВт, номинальный ток - 2,3 А, диапазон выходных частот: 0,1…200 Гц, количество фаз – 3.

Схема подключения силовых цепей и цепей управления ПЧ представлена на рисунке 3.1.

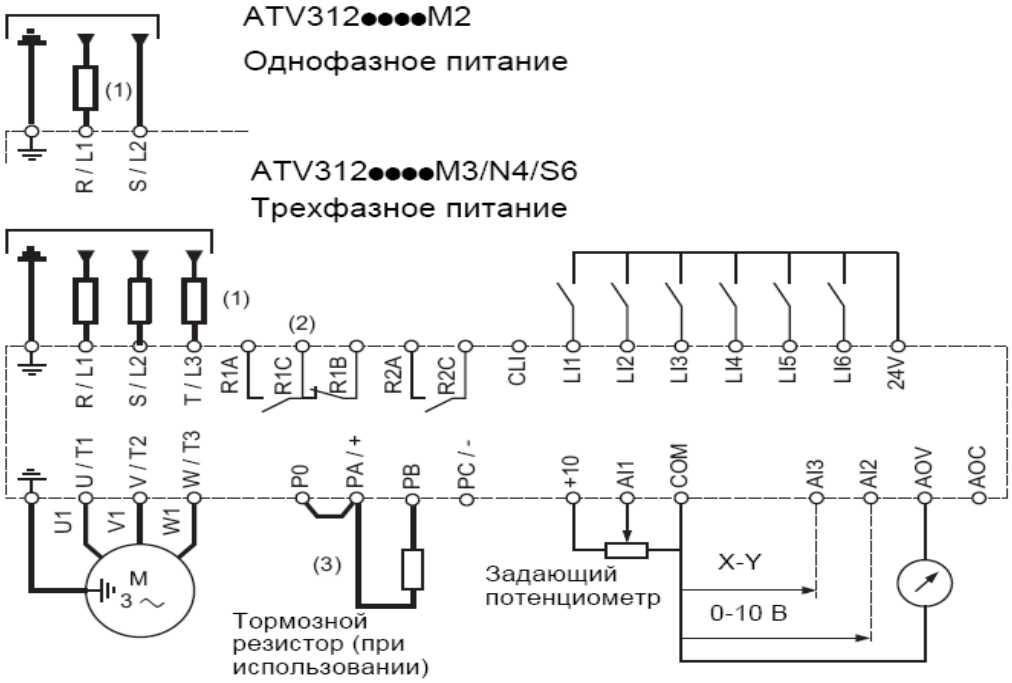


Рисунок 3.1- Схема подключения ПЧ

На лабораторном стенде преобразователь встроен в модуль, содержащий элементы подключения и управления. Внешний вид модуля «Преобразователь частоты» представлен на рисунке 3.2.

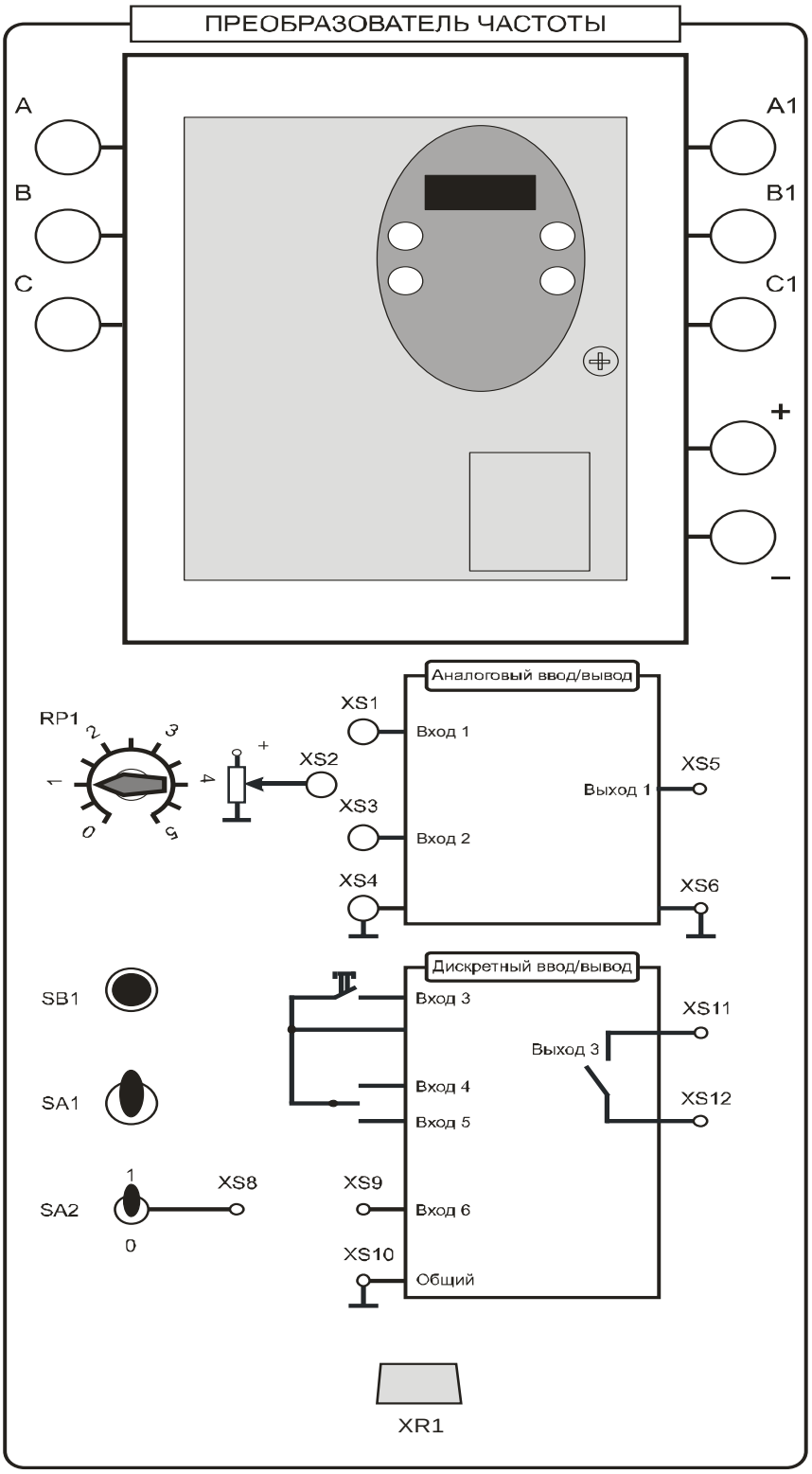


Рисунок 3.2- Внешний вид модуля

Модуль преобразователя частоты содержит:

– преобразователь частоты Altivar 312;

– силовые клеммы A, B, C подачи трехфазного напряжения на преобразователь;

– силовые клеммы A1, B1, C1 для подключения электродвигателя;

– выходы звена постоянного тока преобразователя «+», «–»;

– клеммы маломощных аналоговых сигналов управления преобразователя (XS1 – вход 1, XS3 – вход 2);

– клеммы аналоговых выходов XS5;

– универсальный цифровой вход LI6 (клемма XS9);

– клеммы XS7, XS8 цифрового выхода 1;

– потенциометр RP1 задания частоты/момента;

– кнопку SB1 сброса внешней ошибки;

– переключатель со средним положением SA1 для задания направления вращения;

– тумблер SA2 для подачи сигнала на универсальный цифровой вход;

– разъем XR1 в данном модуле не используется.

Программирование ПЧ производится с кнопочной панели преобразователя (рисунок 3.3). Панель управления оснащена экраном на котором отображаются текущие значения вызываемых пользователем параметров, сообщения преобразователя о текущем состоянии (коды неисправностей).

На кнопочной панели расположены элементы управления и индикации, назначение которых поясняется ниже.

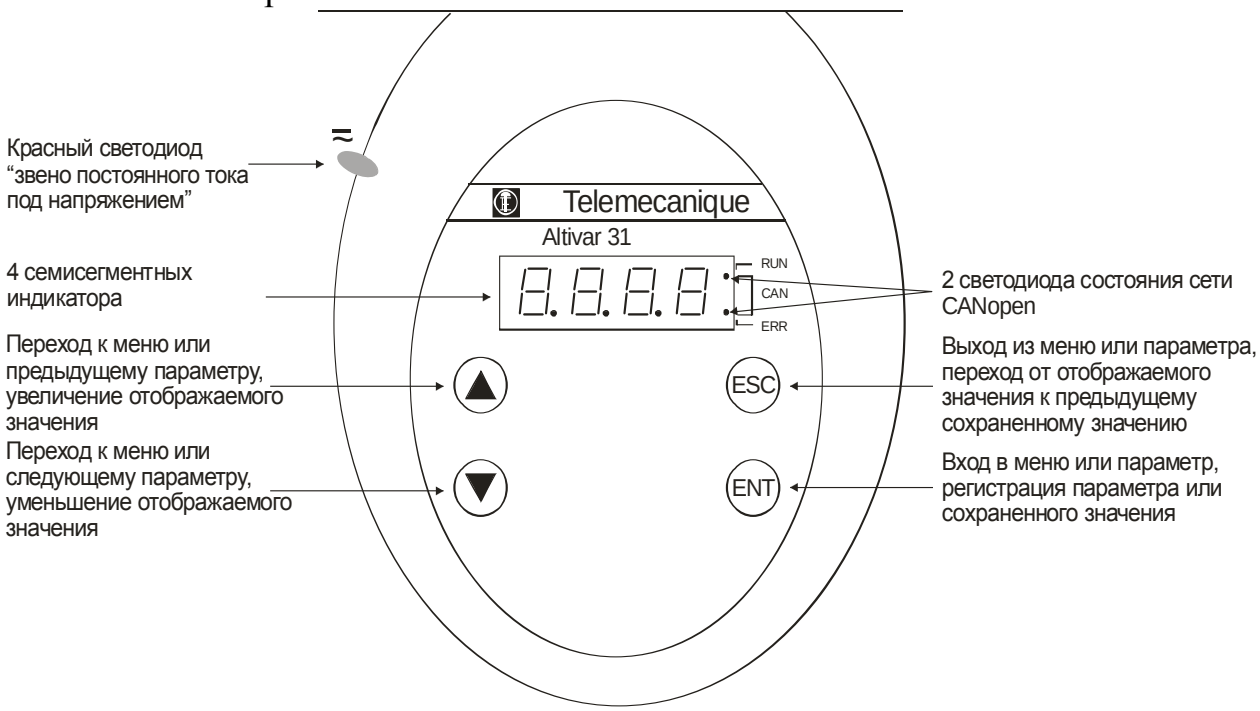


Рисунок 3.3 - Вид панели управления преобразователем

Нажатие на кнопку ▲ или кнопку ▼ не сохраняет выбора.

Длительное нажатие (>2с) на ▲ или ▼ убыстряет просмотр.

3.2 Программа работы

3.2.1 Собрать схему исследования электропривода (рисунок 3.4).

3.2.2 Изучить порядок настройки и произвести настройку преобразователя частоты для работы в режиме регулирования скорости.

3.2.3 Проверить работу электропривода в режиме регулирования скорости с панели управления и от внешнего потенциометра.

3.2.4 Изучить порядок настройки и произвести настройку преобразователя частоты для работы в режиме регулирования момента.

3.2.5 Проверить работу электропривода в режиме момента при регулировании с панели управления и от внешнего потенциометра.

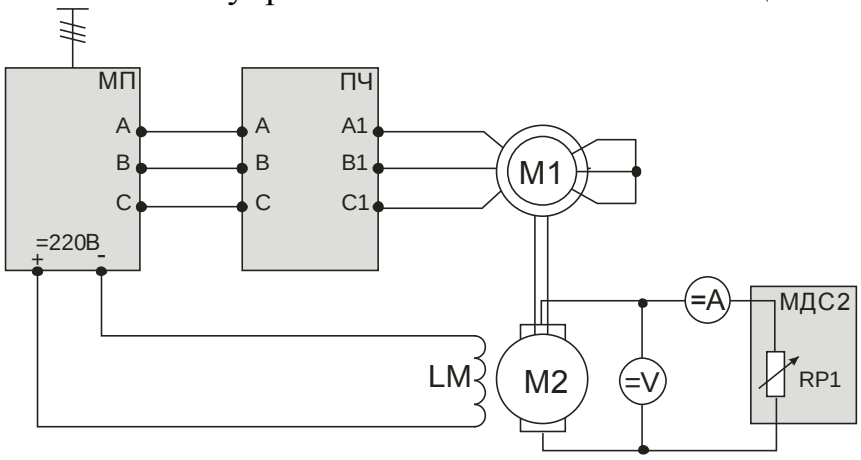


Рисунок 3.4- Схема исследования электропривода ПЧ-АД

3.3 Порядок выполнения работы

Для включения преобразователя частоты необходимо:

– отключить автоматические выключатели QF1 и QF2 модулей МПС и МП соответственно;

– соединить клеммы A, B, C преобразователя частоты с клеммами A, B, C модуля питания;

– клеммы A1, B1, C1 преобразователя частоты соединить со статорной цепью асинхронного электродвигателя (A1, B1, C1 силового модуля);

– установить перемычку между клеммами XS2 и XS1;

– установить потенциометр RP1 – в крайнее положение против часовой стрелки;

– переключатель SA1 установить в среднее положение;

– включить автоматические выключатели QF1 и QF2 модулей МПС и МП при этом на индикаторе панели отобразится значение nSt или rdY. Если на индикаторе высветилось другое сообщение, значит была допущена ошибка.

Перед началом лабораторных работ необходимо восстановить заводские значения параметров для того, чтобы убрать настройки, установленные предыдущим пользователем.

Заводские параметры устанавливаются в меню привода drC, в меню входов-выходов I – 0, в меню управления CtL и в меню прикладных функций Fun с помощью установки InI в параметр FCS (рисунок 3.5).

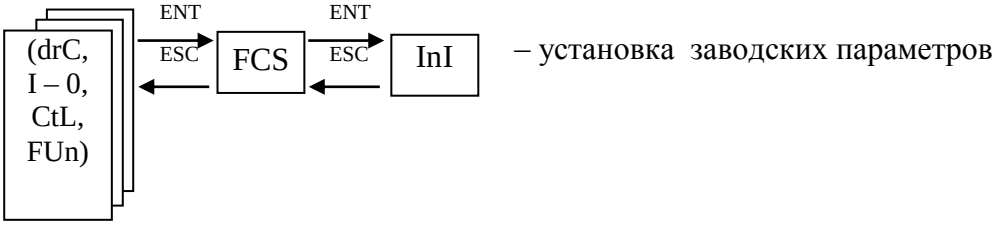


Рисунок 3.5- Структурная схема установки заводских параметров

После установки и записи InI (нажатие клавиши ENT > 2с) индикатор автоматически устанавливается в nO.

Ввести в преобразователь параметры двигателя (рисунок 3.6). Параметры вводятся в меню привода drC. Запись параметра в память осуществляется удержанием кнопки ENT более 2с, после мигания индикатора параметр записан в память.

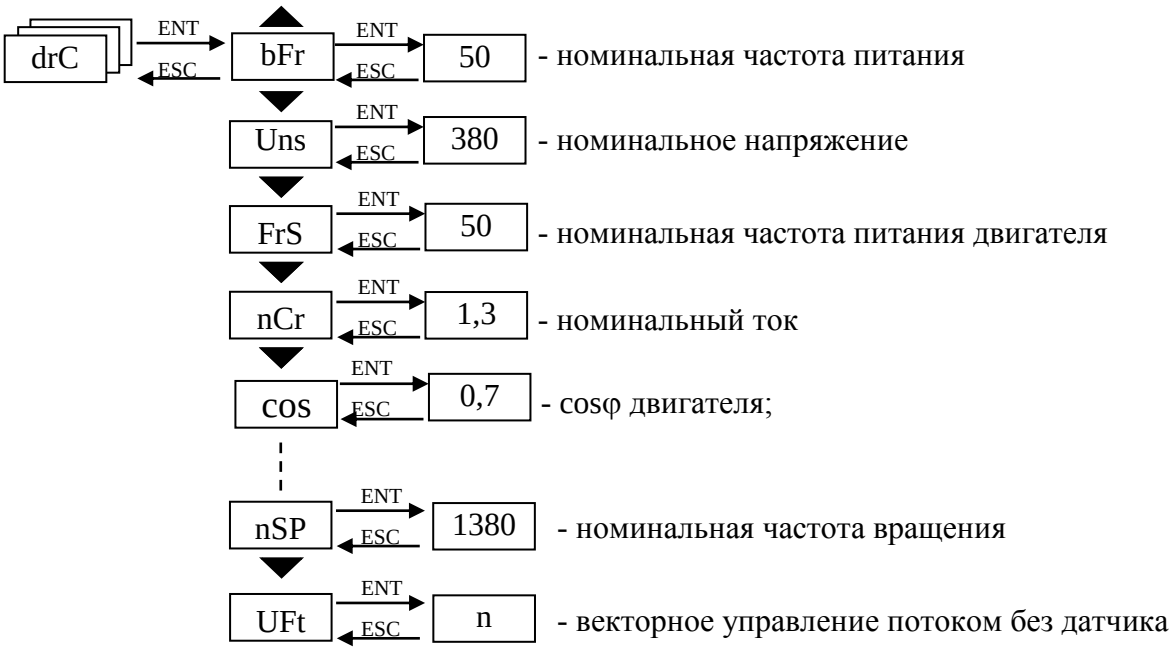


Рисунок 3.6 - Структурная схема установки заводских параметров

В меню SET отключить компенсации.

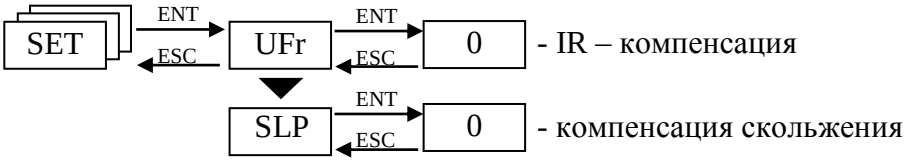
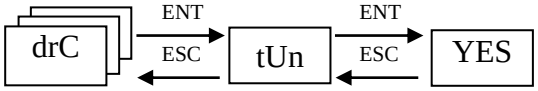


Рисунок 3.7- Структурная схема отключения компенсаций

Для улучшения характеристик асинхронного двигателя на низких частотах необходимо выполнить автоподстройку электропривода.

Автоподстройка выполняется в меню привода drC (рисунок 3.8).

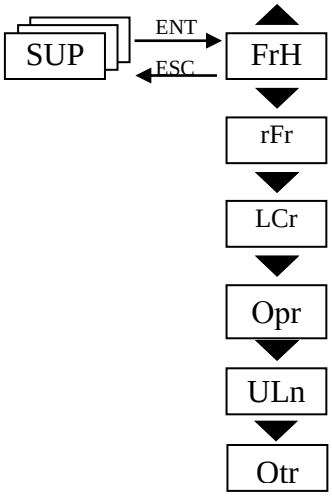


- автоподстройка выполняется сразу же, и параметр автоматически переключается на dOnE или на nO в

Рисунок 3.8 – Структурная схема режима автоподстройки

Автоподстройка возможна только при отсутствии команды управления (переключатель SA1 должен находится в среднем положении). По завершению автоподстройки на индикаторе отобразится dOnE или, в случае неисправности, nO. Во время автоподстройки по обмоткам двигателя протекает номинальный ток.

Параметры преобразователя можно контролировать на индикаторе преобразователя при работающем двигателе. Для этого необходимо войти в меню контроля SUP (рисунок 3.9).



- частота питания сети, Гц

- частота питания двигателя,

- ток двигателя, А

- мощность двигателя, % от $P_{ном}$

- напряжение в промежуточном звене постоянного

- момент двигателя, % от $M_{ном}$

Рисунок 3.9- Структурная схема контроля параметров преобразователя

3.4 Содержание отчета

3.4.1 Цель и программа работы.
3.4.2 Электрическая схема подключения ПЧ.
3.4.3 Структурные схемы настройки ПЧ.
3.4.5 Выводы.

3.5 Контрольные вопросы

1. Представьте структурную схему контроля тока электродвигателя.
2. С какой целью при регулировании частоты вращения изменяются одновременно частота и напряжение на выходе преобразователя?
3. Как влияет увеличение частоты ШИМ на электродвигатель?
4. Объясните работу преобразователя в тормозном режиме. Где рассеивается энергия торможения двигателя?
5. Представьте структурную схему отключения компенсации скольжения.
6. Как влияет увеличение частоты ШИМ на преобразователь частоты?

4 Лабораторная работа №4. Исследование преобразователя частоты Unidrive M 701

Цель работы: приобретение практических навыков работы с преобразователем частоты Unidrive M 701. Изучение системы параметров ПЧ, порядка программирования и режимов совместной работы с электродвигателем.

4.1 Основные технические характеристики и элементы управления преобразователем частоты Unidrive M 701

Технические параметры установленного на стенде преобразователя:
- номинальная мощность - 0,75 кВт;
- номинальный ток - 2,1 А;
- диапазон выходных частот: 0,1…400 Гц;
- количество фаз – 3.

Преобразователь Unidrive M 701 осуществляет закон частотного регулирования при соотношении U/f = const (постоянный поток двигателя) или векторное управление. Силовой канал преобразователя осуществляет двухступенчатое преобразование электрической энергии – выпрямление сетевого напряжения нерегулируемым выпрямителем с последующим инвертированием выпрямленного постоянного по величине напряжения посредством инвертора напряжения. Алгоритм ШИМ обеспечивает взаимосвязанное регулирование частоты f и величины U выходного напряжения по заданному закону, а также формирует синусоидальную форму кривой тока приводного асинхронного двигателя.

Электропривод на основе Unidrive M 701 работает в режимах регулирования скорости в разомкнутой системе управления и в замкнутой системе с отрицательной обратной связью по скорости.

На стенде преобразователь частоты представлен в виде модуля с элементами подключения и управления (рисунок 4.1).

Модуль преобразователя частоты содержит:

– преобразователь частоты Unidrive M701 с цифровым дисплеем и кнопками управления и ввода параметров;

– силовые клеммы выходного напряжения A1, B1 и C1;

– светодиод готовности электропривода к работе (горит при готовности, отключается, когда привод в работе или в аварийном состоянии);

– переключатель режима управления (с кнопочной панели ПЧ или с ПЛК);

– кнопка «аварийный стоп» для аварийного отключения привода;

– индикатор скорости вращения электродвигателя.

Настройка ПЧ осуществляется с помощью кнопочной управления панели преобразователя (рисунок 4.2).

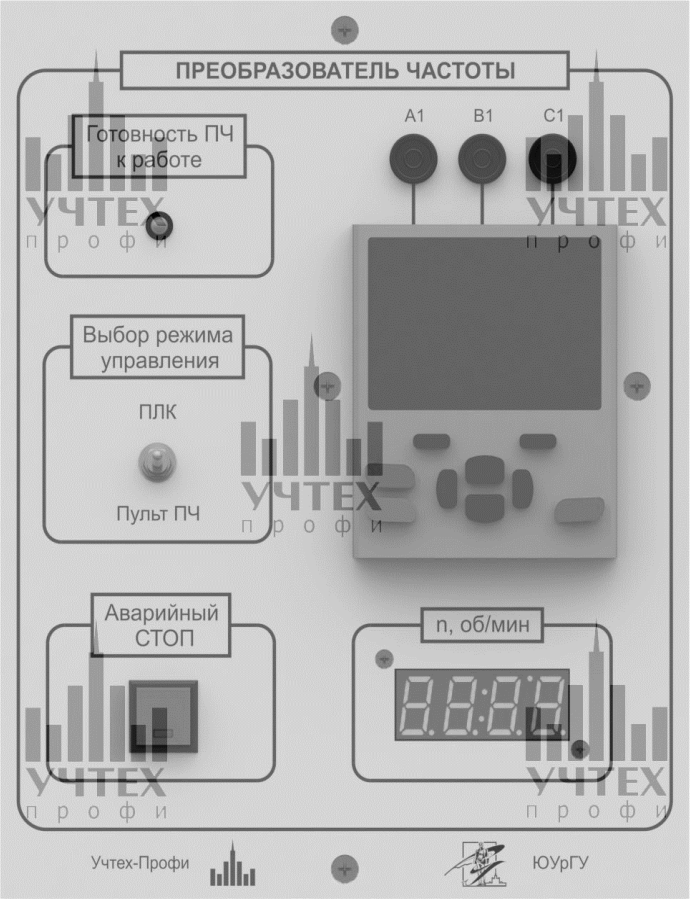
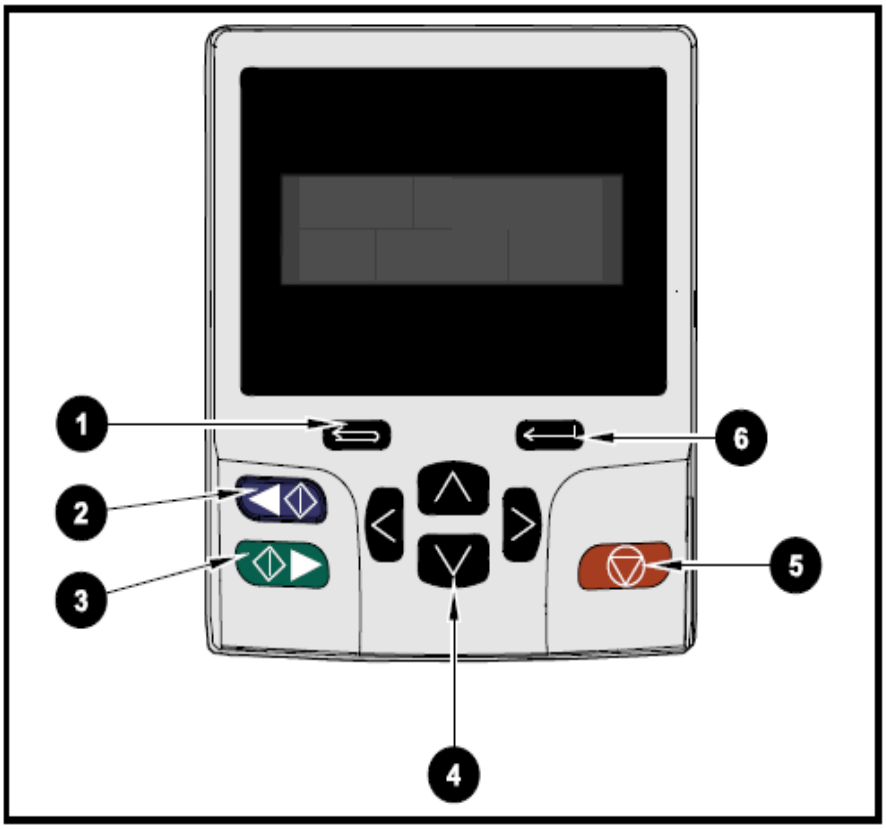


Рисунок 4.1- Модуль преобразователя частоты



1- кнопка «возврат»;
2- кнопка «старт» в обратном направлении;
3- кнопка «старт» в прямом направлении;
4- кнопки навигации по параметрам;
5- кнопка «сброс»/«останов» двигателя;
6- кнопка «ввод».

Рисунок 4.2 – Кнопочная панель управления

Кнопки 2,3 и 5 управляют пуском/остановом электродвигателя только при выбранном режиме управления «Keypad» (управление с кнопочной панели).

Преобразователь обеспечивает несколько способов управления, задаваемых параметром 1.014, в зависимости от устройства, с которого производится прием сигнала задания:

- A1, A2 – задание с аналоговых входов;
- Preset – задание с контроллера или персонального компьютера;
- Keypad – задание с кнопочной панели оператора.

На рисунке 4.3 показаны режимы работы дисплея при просмотре и записи параметров ПЧ.

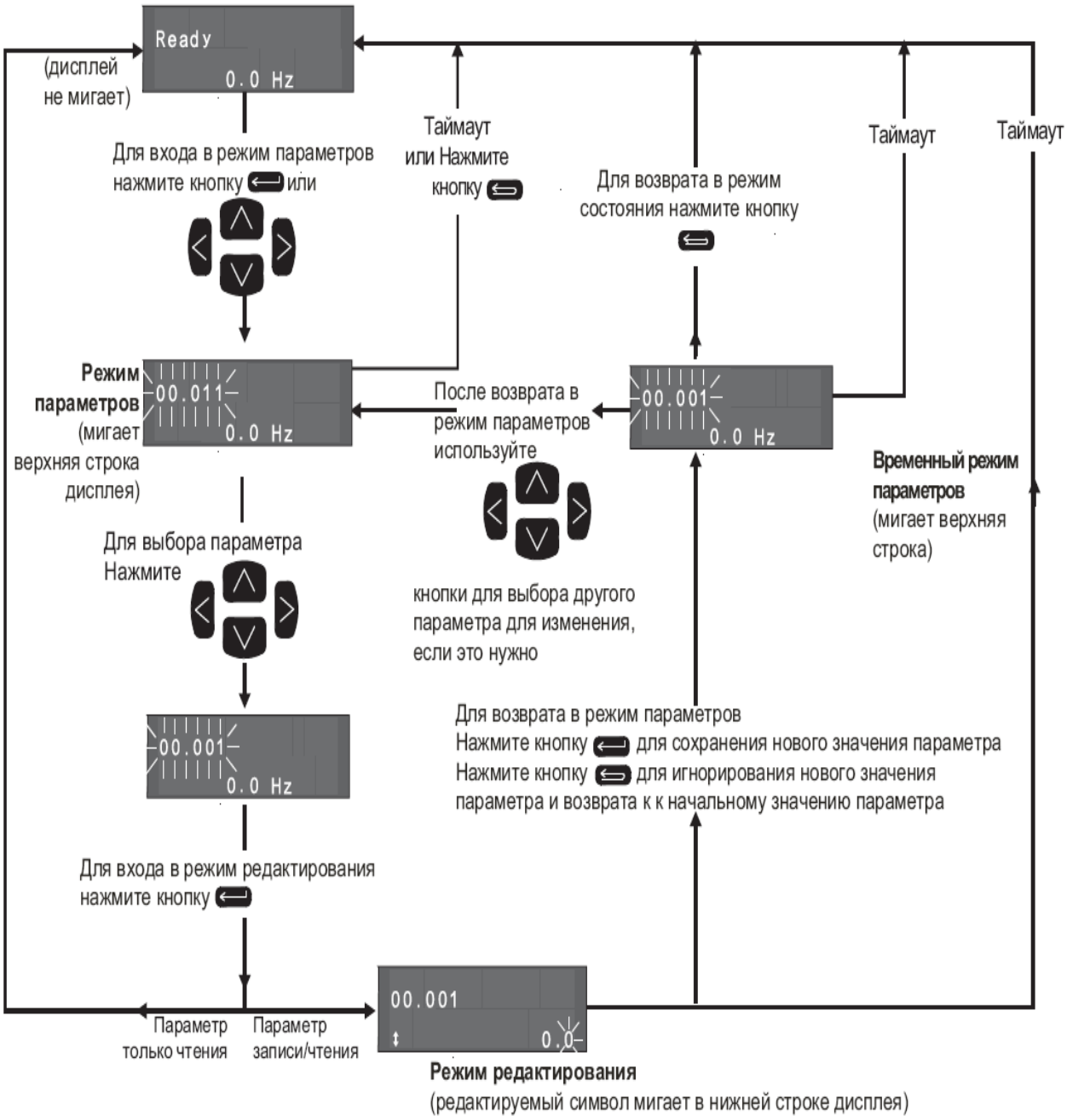


Рисунок 4.3- Режимы работы дисплея

На рисунке 4.4 изображена структурная схема меню управления двигателем на которой показан процесс установки и взаимосвязь параметров при настройке электропривода. Структура параметров электропривода содержит меню и параметры. В меню «0» сгруппированы параметры, которые чаще всего используются при простой базовой настройке электропривода. Эти параметры копируются в меню «0» из других, расширенных меню, используемых для более точной настройки.

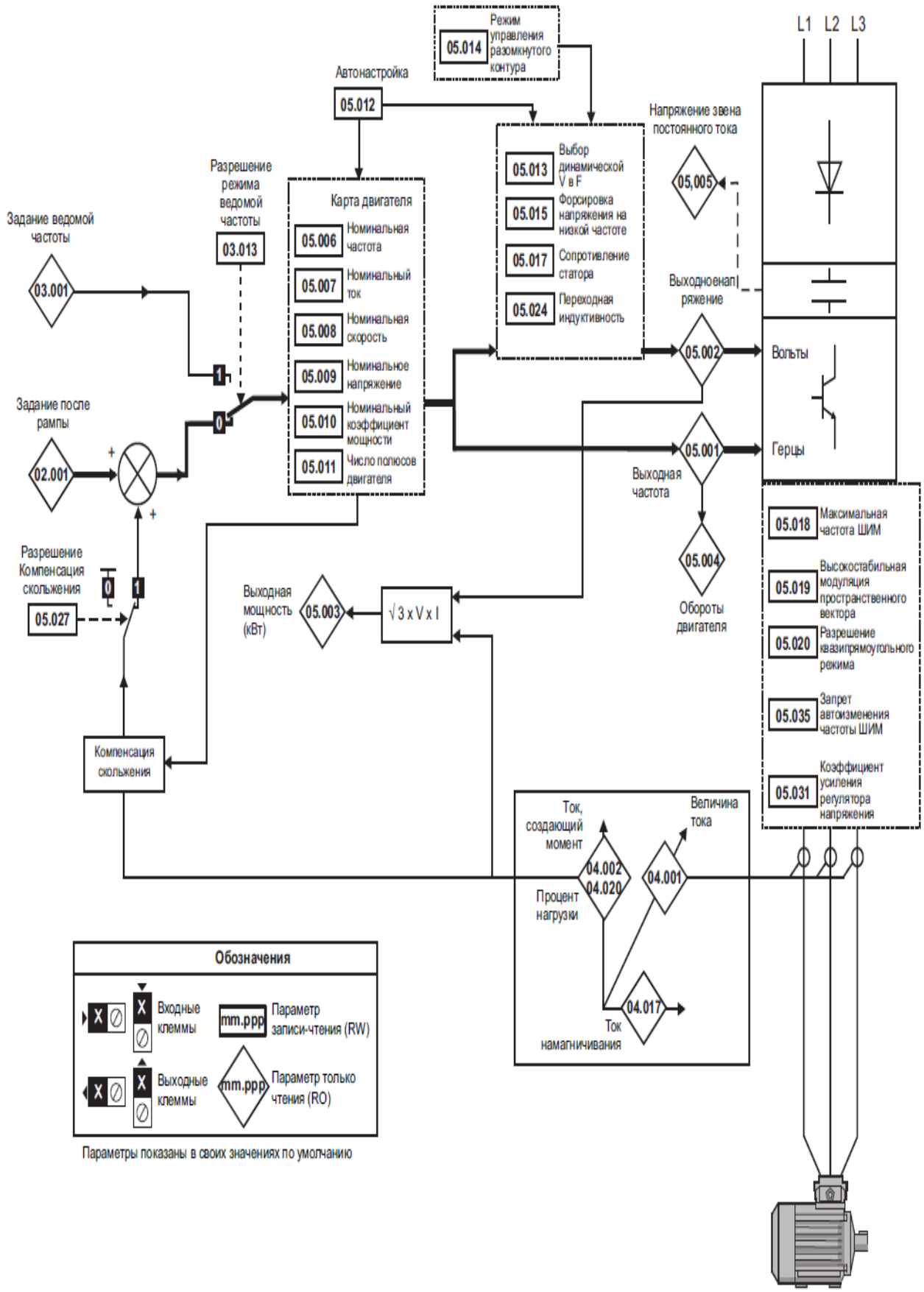


Рисунок 4.4- Структурная схема меню управления двигателем

4.2 Программа работы

4.2.1 Собрать схему исследования электропривода (рисунок 4.5).

4.2.2 Изучить порядок настройки и произвести настройку преобразователя частоты для работы в разомкнутой системе регулирования скорости с панели управления.

4.2.3 Проверить работу электропривода в режиме регулирования скорости с панели управления кнопками «вверх» и «вниз».

4.2.4 Изучить порядок настройки и произвести настройку ПЧ для работы в замкнутой системе регулирования скорости.

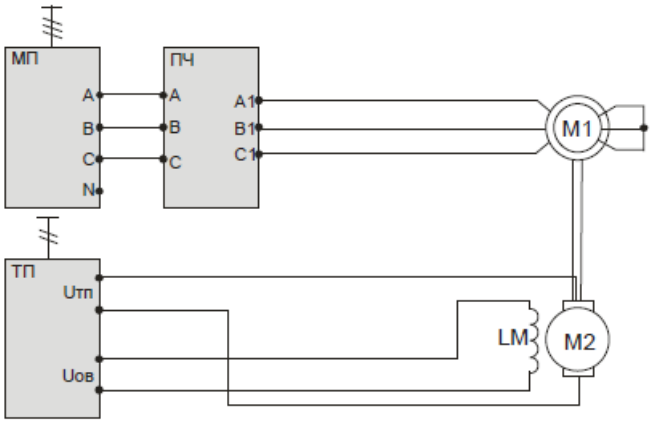


Рисунок 4.5- Схема исследования электропривода ПЧ-АД

4.3 Порядок выполнения работы

4.3.1 Режим регулирования скорости в разомкнутой системе.

Перед началом работы при выключенном автомате QF1 МПС привести на стенде элементы управления в исходное состояние.

В лабораторной работе преобразователь частоты будем использовать в двух режимах:

а) режим регулирования скорости в разомкнутой системе;

б) режим регулирования скорости в замкнутой системе (векторное управление).

Для управления приводом с кнопочной панели преобразователя:

– установить в параметре 06.015 «0»;

– установить в параметр 01.014 значение «4» или «keypad» для управления от кнопочной панели преобразователя.

Перед началом программирования необходимо сбросить все настройки ПЧ на заводские. Для этого установить в параметре 00.000 значение 1253, подтвердить действие нажатием кнопки (ввод), затем нажать кнопку (стоп / сброс).

В режиме регулирования скорости преобразователь поддерживает заданную частоту вращения электродвигателя. Управление осуществляется изменением напряжения и частоты на статоре асинхронного электродвигателя. Для включения данного режима, в параметре 00.048 необходимо выбрать значение «Open-loop».

После сброса настроек необходимо установить в преобразователе номинальные данные электродвигателя:

– в параметре 00.042 число полюсов;

– в параметре 00.043 номинальный коэффициент мощности;

– в параметре 00.044 номинальное линейное напряжение двигателя;

– в параметре 00.045 номинальную скорость двигателя;

– в параметре 00.046 номинальный ток двигателя;

– в параметре 00.047 номинальную частоту двигателя;

– в параметре 05.027 значение «off» (отключить компенсацию скольжения);

– в параметре 05.014 выбрать режим «Fixed»;

– выполнить самонастройку электропривода.

В процессе самонастройки преобразователь частоты кратковременно включает асинхронный двигатель, выполняет расчет значения cosφ ненагруженного двигателя и определяет число пар полюсов.

Самонастройка выполняется следующим образом:

а) установить параметр 00. 040 или 05.012 в «2» - самонастройка с вращением ротора;

б) установить параметр 06.015 в «1» - разрешение работы привода;

в) подать сигнал пуска , подождать окончания самонастройки и появления на экране «Redy» или «Inhibit»;

г) сохранить параметры «Save Parametrs».

4.3.2 Режим регулирования скорости в замкнутой системе.

В данном режиме преобразователь является источником скорости. Управление осуществляется посредством математической модели внутри преобразователя. Для включения данного режима в параметре необходимо выбрать значение RFC-A и сбросить настройки на заводские. Сброс параметров осуществляется установкой в параметре 0.000 значения 1233 и дальнейшим нажатием кнопки сброс на кнопочной панели.

После сброса настроек необходимо установить в преобразователе номинальные данные электродвигателя и датчика скорости:

– в параметре 00.042 число полюсов;

– в параметре 00.043 номинальный коэффициент мощности;

– в параметре 00.044 номинальное линейное напряжение двигателя;

– в параметре 00.045 номинальную скорость двигателя;

– в параметре 00.046 номинальный ток двигателя;

– в параметре 00.047 номинальную частоту двигателя;

– в параметре 03.038 тип датчика скорости AB - инкрементальный энкодер;

– в параметре 03.034 установить число импульсов энкодера на один оборот (500 импульсов).

После установки данных настроек необходимо провести самонастройку привода, для этого в параметре 05.012 установить значение «2» и разрешить работу привода. При возникновении ошибки Enc2 необходимо поменять местами две фазы асинхронного двигателя, путем переключения соответствующих проводов и повторить процедуру самонастройки. После проведения самонастройки в параметре 05.025 установить значение «0».

4.4 Содержание отчета

4.4.1 Цель и программа работы.

4.4.2 Электрическая схема.

4.4.3 Структурная схема перевода ПЧ в режим разомкнутой системы регулирования скорости.

4.4.4 Структурная схема перевода ПЧ в режим замкнутой системы регулирования скорости.

4.4.5 Выводы.

4.5 Контрольные вопросы

1. Объясните порядок перевода преобразователя в режим регулирования скорости в разомкнутой системе.
2. С какой целью при регулировании частоты вращения изменяются одновременно частота и напряжение на выходе преобразователя?
3. Как влияет увеличение частоты ШИМ на электродвигатель?
4. Объясните порядок перевода преобразователя в режим регулирования скорости в замкнутой системе.
5. Назовите основные режимы работы преобразователя частоты Unidrive M701.
6. Назовите основные способы управления преобразователем Unidrive M701.
7. Как влияет увеличение частоты ШИМ на преобразователь частоты?

Список литературы

1. www.controltechniques.com / unidrive M700 / M701/ user guide
2. www.schneider_electric.ru / altivar 312/ User Guide
3.omron-russia.com/inverter_doc.htm/ omron F7/ user guide

Содержание

Введение……...3
1 Лабораторная работа №1. Исследование преобразователя частоты Unidrive SP1401 ……...4
2 Лабораторная работа№2. Исследование преобразователя частоты OMRON F7……15
3 Лабораторная работа №3. Исследование преобразователя частоты ALTIVAR 312……26
4 Лабораторная работа №4. Исследование преобразователя частоты Unidrive 701……32
Список литературы……..... 40

Сводный план 2018 г., поз. 34

Сергей Борисович Алексеев

СИЛОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА.
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

Методические указания по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 5В071800 - Электроэнергетика

Редактор Н.М. Голева
Специалист по стандартизации Н.К. Молдабекова

Подписано в печать_____ Формат 60х84 1/16
Тираж 25 экз. Бумага типографическая №1
Объем 2,5 уч. – изд. л. Заказ ____Цена 1200 тг.

Копировательно – множительное бюро
некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи»
050013, Алматы, ул. Байтурсынова, 126, Saya@aipet.kz