

**ПРИВОДА ЧАСТОТНЫЕ
ТИПА ПЧ-ТТХ-55-380-50-Х-УХЛ4**

Руководство по эксплуатации

ПИКС931.1.14РЭ



СОДЕРЖАНИЕ:

1. Меры безопасности.....	4
1.1. Перед началом работы	4
1.2. Эксплуатационные ограничения (во избежание поражения током, пожара или поломки)	5
2. Общая информация.....	9
3. Описание и работа	11
3.1. Назначение	11
3.2. Структура условного обозначения.....	12
3.3. Технические характеристики.....	12
3.4. Комплектность	16
3.5. Установка	16
3.6. Устройство и работа	18
3.6.1. Функциональная и структурная схемы	18
3.6.2. Подключение	21
3.6.3. Визуализация и программирование.....	22
3.7. Инструмент и принадлежности	75
3.8. Маркировка и пломбирование.....	75
4. Использование по назначению	76
4.1. Эксплуатационные ограничения	76
4.2. Подготовка устройства к использованию	77
4.3. Использование устройства преобразователя частоты	78
4.4. Возможные неисправности и способы их устранения	78
5. Техническое обслуживание	80
5.1. Общие указания	80
5.2. Меры безопасности	80
5.3. Проверка работоспособности	81
Приложение 1. Габаритный и монтажный чертеж ПЧ	82
Приложение 2. Схема ПЧ.....	84

1. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

1.1. ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ

Перед началом изучения инструкции внимательно ознакомьтесь с мерами безопасности, приведенными ниже.

К монтажу и техническому обслуживанию устройства допускаются лица, имеющие право работы на действующих силовых электроустановках с напряжением до 1000 В, прошедшие специальный инструктаж, изучившие настоящее руководство.

Для безопасного использования при эксплуатации, необходимо строго соблюдать требования следующих правил:

- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила устройства электроустановок»;
- «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Отраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» (ПОТ–Р–016–2001).

Техническое обслуживание и ремонт изделия должны производиться только после снятия напряжения со всех токоведущих частей и подготовки рабочего места согласно «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Корпус преобразователя и другие блоки, входящие в состав ПЧ, должны быть надежно соединены с устройством заземления.

Техническое обслуживание, состыковывание и расстыковывание разъемных соединений должно производиться при отключенном напряжении питающей сети, но не ранее чем через 5 минут (время необходимое для саморазряда батареи конденсаторов звена постоянного тока).

В преобразователях частоты имеется режим автоматического повторного включения (перезапуск) после отключений, связанных с исчезновением напряжения питающей сети или работой внешних блокировок. При этом произойдет внезапный запуск электродвигателя и исполнительного механизма. Необходимо обеспечить безопасность обслуживающего персонала при работе электропривода в данном режиме.

Для обеспечения безопасности и надежной эксплуатации следует:

- соблюдать допустимые условия эксплуатации в части воздействия окружающей среды;

- не допускать нештатных режимов работы;
- исключить несанкционированный доступ к органам управления и программирования;
- своевременно и качественно производить техническое обслуживание.

Данный продукт прошёл контроль качества, но в случае его использования в составе особенно важного оборудования, неполадки в работе которого могут привести к серьёзной аварии, необходима установка дополнительных защитных устройств.

1.2. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ (ВО ИЗБЕЖАНИЕ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ, ПОЖАРА ИЛИ ПОЛОМКИ)

Основное использование:

ЗАПРЕЩАЕТСЯ!!!

- Использование инвертора в устройствах, представляющих опасность для человека, или устройствах, сбой в работе которых могут повлечь за собой непосредственную угрозу человеческой жизни (устройства управления ядерной энергией, авиацией и космическими полётами, системами жизнеобеспечения и т.д.).
- Эксплуатация инвертора для нагрузок, превышающих номинальные нагрузки трёхфазных электродвигателей общепромышленного назначения.
- Самостоятельный демонтаж, переоборудование или ремонт инвертора.
- Снимать переднюю панель включенного инвертора и открывать дверцу шкафа, если инвертор смонтирован в шкафу.
- Дотрагиваться до неизолированных элементов прибора.
- Помещать в инвертор не имеющие к нему отношения объекты.
- Контакт инвертора с водой и другими жидкостями.
- Контакт с нагретыми ребрами теплоотводящего радиатора.
- Использование устройства в местах, где есть прямое распыление растворителей и химикатов, которые могут вызвать необратимые повреждения пластмассовых частей инвертора.

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ДЕЙСТВИЯ!!!

- Закрыть переднюю панель перед включением инвертора.
- Выключить инвертор при обнаружении дыма, необычного запаха или необычных звуков.

- Отключение инвертора, если не планируется его использование в течение длительного периода времени.

Транспортировка и установка

ЗАПРЕЩАЕТСЯ!!!

- Установка и использование инвертора, если он повреждён или в нём отсутствуют какие-либо компоненты.
- Расположение рядом с инвертором легковоспламеняющихся объектов.
- Контакт инвертора с водой и другими жидкостями.
- Держать инвертор за переднюю панель (при переноске и транспортировке).
- Устанавливать инвертор в местах, подверженных сильной вибрации.

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ДЕЙСТВИЯ!!!

- Эксплуатация инвертора строго в соответствии с условиями, описанными в данной инструкции.
- Установка инвертора только на невоспламеняющихся (металлических) поверхностях.
- Оснащение инвертора соответствующим устройством аварийной остановки, учитывающим технические характеристики модели.
- Установка основного блока инвертора, на поверхность, выдерживающую его вес.
- Использование механического тормоза для торможения (для удержания вала электродвигателя).

Подключение и электропроводка:

ЗАПРЕЩАЕТСЯ!!!

- Подключение силовых входных линий питания к выходным клеммам инвертора (U, V, W).
- Прикасаться к токоведущим частям и устройствам, подключённым к входным силовым клеммам инвертора, в течение 15 минут с момента отключения питания.
- Подключение дополнительного оборудования (противопожарных фильтров, поглотителей перенапряжений) со встроенными конденсаторами к выходным силовым клеммам инвертора.

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ДЕЙСТВИЯ!!!

- Проведение работ по подключению квалифицированным специалистом.
- Правильное подключение выходных клемм.
- Проведение подключения после установки инвертора.
- Шаги перед подключением:
 1. Выключение питания.
 2. Ожидание – 15 минут (как минимум) и проверка индикатора заряда (индикатор заряда погас).
- Надёжно затянуть болты на клеммной колодке.
- Убедиться, что входное напряжение не отличается от указанного номинального напряжения инвертора более, чем на +10%, -15% (+/-10% при постоянной работе со 100 %-ной нагрузкой).
- Надёжное заземление инвертора.

Работа**ЗАПРЕЩАЕТСЯ!!!**

- Прикасаться к клеммам инвертора, когда он подключён к сети питания, даже если двигатель не работает.
- Прикасаться к органам управления мокрыми руками и пытаться протирать инвертор влажной тканью.
- Приближаться к двигателю, находящемуся в режиме экстренного (аварийного) останова, если была выбрана функция «повторного пуска».
- Работа с устройством без ознакомления со всеми допустимыми рабочими диапазонами двигателя и механического оборудования.

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ДЕЙСТВИЯ!!!

- Включение инвертора только при закрытой передней панели.
- Убедиться перед тем, как перезапустить инвертор после аварийного останова, что все управляющие сигналы отключены.
- Закрывать двигатель специальным защитным кожухом, позволяющим избежать несчастных случаев при внезапном запуске двигателя.

Если выбрана функция повторного запуска после кратковременного пропадания питающего напряжения или функция повтора (инвертор)

ЗАПРЕЩАЕТСЯ!!!

- Приближаться к двигателю и механическому оборудованию.

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ДЕЙСТВИЯ!!!

- Поместить на инвертор, двигатель и оборудование предупреждающие наклейки о возможности внезапного запуска.

Техническое обслуживание и проверка**ЗАПРЕЩАЕТСЯ!!!**

- Самостоятельная замена деталей инвертора.

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ДЕЙСТВИЯ!!!

- Ежедневный осмотр оборудования для своевременного выявления неисправностей и предупреждения аварий.
- Действия перед осмотром:
 1. Выключение питания.
 2. Ожидание – 15 минут (как минимум) и проверка индикатора заряда (индикатор заряда погас).

Утилизация

- При избавлении от преобразователя частот, обратитесь к специалисту по утилизации. (Самостоятельное избавление от инвертора может привести к взрыву конденсатора или выделению ядовитых газов).

2. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Преобразователь частоты является составной частью электропривода, состоящей из следующих конструктивных блоков и устройств:

- выключатель автоматический Q_1 (*);
- преобразователь частоты;
- дроссель звена постоянного тока $L_{др}$;
- резистор торможения R_T (*);
- выходной RLC- или RC-фильтр (**);
- сетевой трехфазный дроссель (**);
- фильтр радиопомех (**);
- трехфазный асинхронный электродвигатель М (*).

Позиции, помеченные (*), в базовый комплект поставки не входят. Их эксплуатация должна выполняться по нормативной документации, поставляемой соответствующими предприятиями-изготовителями.

Комплектация электропривода блоками, помеченными (**), производится по дополнительному согласованию с Заказчиком.

Преобразователь частоты (ПЧ) выполнен по схеме транзисторного автономного инвертора напряжения (на IGBT-модулях) с промежуточным звеном постоянного тока и многофункциональной микропроцессорной системой управления.

Дроссель промежуточного звена постоянного тока предназначен для повышения коэффициента мощности и увеличения срока службы силовых конденсаторов фильтра. Следует применять дроссель, входящий в комплект поставки электропривода, либо другой, но по согласованию с изготовителем.

Резистор торможения реализует тормозной режим работы электропривода, когда нагрузка переводит электропривод в генераторный режим работы. Величина этого резистора при частотном торможении R_T в Ом \times указана в паспорте на конкретный электропривод, устанавливать резистор меньшей величины не допустимо, так как это приведет к выходу электропривода из строя. Резистор большей величины приведет к снижению допустимого тормозного момента для данного исполнения электропривода. Резистор следует выбирать с учетом максимальной (пиковой) мощности торможения (P_{Tmax}) и продолжительности включения ПВ, т.е. исходя из того, как часто происходит торможение:

$$P_{T\max} = \frac{600^2}{R_T}, \text{Вт} \quad \text{ПВ} = \frac{t_T}{t_{\text{ц}}} \cdot 100, \%$$

где t_T – время торможения, с; $t_{\text{ц}}$ – время цикла, с.

При времени цикла более 120 с величину $t_{\text{ц}}$ следует принимать равной 120 с, а ПВ = 100 %.

Величина максимального тормозного момента M_T , отнесенная к номинальному моменту M_H электродвигателя, составит:

$$m_T^* = \frac{M_T}{M_H} = \frac{P_{T\max}}{P_H \cdot \eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{мех}}}, \text{отн.ед.}$$

где P_H – номинальная мощность электродвигателя, Вт; $\eta_{\text{дв}}$, $\eta_{\text{мех}}$ – к.п.д., соответственно, электродвигателя и исполнительного механизма, представленные в относительных единицах.

Следует также иметь в виду, что напряжение на тормозном резисторе может достигать уровня 650...750 В. Правильность выбора тормозного резистора уточняется в процессе эксплуатации по температуре нагрева, допустимой для данного типа резисторов. Высокая частота переключения IGBT-модулей приводит к возникновению перенапряжения (вплоть до двойного значения) на обмотке статора электродвигателя при соединении его с выходом силового преобразователя кабелем длиной более 10 м. Перенапряжения ускоряют процесс старения изоляции фазных обмоток статора электродвигателя и сокращают срок его службы. Для исключения перенапряжения необходимо использовать выходной фильтр:

- **RLC-фильтр** (последовательный) – устанавливается рядом с преобразователем частоты;
- **RC-фильтр** (параллельный) – устанавливается рядом с электродвигателем, причем данный тип фильтра дешевле RLC-фильтра, однако не всегда имеется возможность установки его рядом с электродвигателем.

Для полного соответствия стандартам по электромагнитной совместимости электротехнического оборудования вместе с преобразователем частоты необходимо дополнительно устанавливать **сетевой трехфазный дроссель и фильтр радиопомех**, а также выполнять монтаж с соблюдением требований, изложенных в **пункте порядка установки монтажа** настоящего документа.

3. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

3.1. НАЗНАЧЕНИЕ

Преобразователи частоты серии ПЧ-ТТХ-Х-Х-50-Х-УХЛ4 предназначены для регулирования частоты вращения низковольтных и высоковольтных асинхронных электродвигателей посредством транзисторного автономного инвертора напряжения на IGBT-модулях с промежуточным звеном постоянного тока и многофункциональной микропроцессорной системы управления на базе высокопроизводительного процессора цифровой обработки сигналов DSP56F8345. Формирование выходного напряжения преобразователя частоты (ПЧ) осуществляется переключением IGBT-модулей с возможностью гибкого выбора частоты и алгоритма высокочастотной широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Частота ШИМ выбирается в диапазоне от 0,5 кГц до 20 кГц с шагом 0,1 кГц. Это позволяет регулировать частоту основной гармоники выходного напряжения до 800 Гц и получить существенную экономию электроэнергии – от 30 до 60 %.

Преобразователи частоты данной модификации предназначены для электроприводов механизмов, имеющих «вентиляторную» механическую характеристику: вентиляторов, центробежных насосов, воздуходувок, компрессоров, центрифуг и т.д. Настоящие преобразователи частоты также применимы для механизмов, момент сопротивления нагрузки которых может быть постоянным и равным номинальному моменту двигателя в диапазоне скоростей от нулевой до номинальной.

Преобразователи частоты общепромышленного и кранового исполнения могут быть оснащены устройством торможения с рекуперацией энергии в сеть – ПЧ-ТТХ-Х-Х-50-Х-УХЛ4. Преобразователи частоты с рекуперацией энергии в сеть строятся с применением входного активного выпрямителя, обеспечивающего рекуперацию потока энергии от нагрузки в питающую сеть. Преобразователи данной модификации обеспечивают работу электропривода в четырех квадрантах механической характеристики, что обеспечивает высокие динамические показатели электропривода и экономию электроэнергии за счет возврата энергии в питающую сеть в генераторном режиме работы электропривода.

3.2. СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ

ПЧ-ТТХ-Х-Х-50-Х-УХЛ4

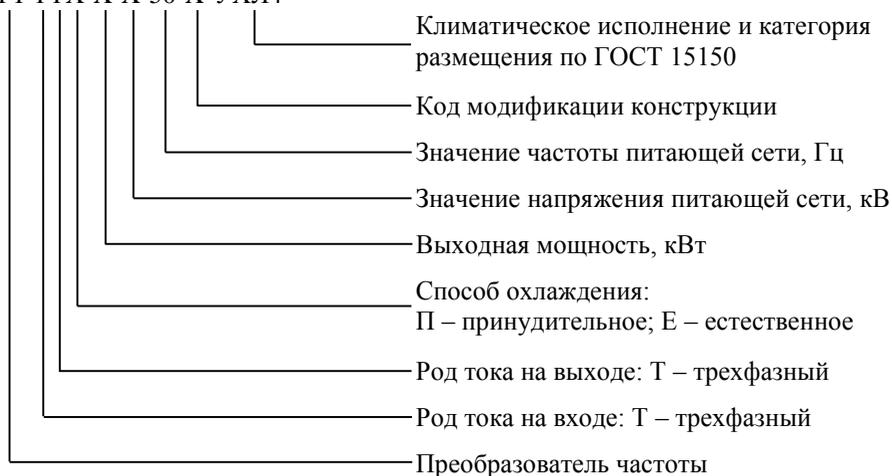
**3.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Таблица 1

Технические характеристики

Позиция	Описание
Номинальное рабочее напряжение	Трехфазное, 380 В (+10% -15 %),
Номинальная частота напряжения	50 Гц ($\pm 2\%$)
Применяемые моторы	Асинхронные, с коротко замкнутым ротором
Номинальная мощность двигателя	55 кВт
Степень защиты	IP21 по ГОСТ 14254
Помехоустойчивость и ограничение помехоэмиссии	Соответствует ГОСТ Р 51524
Средняя наработка на отказ	Не менее 10000 ч
Средний срок службы	Не менее 10 лет
Климатические условия	Высота над уровнем моря не более 1000 м; Температура окружающего воздуха: для УХЛ4 от -10°C до +40°C, для У2 от -40°C до +40°C;

Позиция	Описание
Климатические условия	<p>Относительная влажность воздуха 93% при температуре +25°C;</p> <p>Окружающая среда не содержит взрывоопасных и агрессивных газов в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию, и не насыщена токопроводящей пылью.</p> <p>Место установки должно быть защищено от попадания воды, эмульсии, масла и т.д.</p> <p>Рабочее положение в пространстве вертикальное, допускается отклонение от вертикали на 5° в любую сторону.</p> <p>Обеспечен свободный доступ воздуха к тепловыделяющим узлам.</p> <p>В месте установки внешние источники не создают механические вибрации частотой более 35 Гц и максимальной амплитудой ускорения 5 м/с² (0,5g), удары с пиковым ускорением более 30 м/с² (3g) и длительностью более 20 мс;</p> <p>Показатели качества электрической энергии:</p> <ul style="list-style-type: none"> – коэффициент несинусоидальности напряжения не более 10%; – коэффициент гармонической составляющей напряжения нечетного порядка не более 6%, четного – не более 3%; – коэффициент обратной и нулевой последовательности напряжений не более 4%.
Выходная частота	1-200 Гц;
Коэффициент мощности в номинальном режиме работы	не менее 0,96;
Коэффициент полезного действия в номинальном режиме работы	не менее 97%
Перегрузка	от 105% до 200% от номинального тока в течение 30-120 с
По спецзаказу преобразователи могут быть изготовлены	на другие напряжения питающей сети; для электродвигателей с номинальным напряжением 660 В, 1140 В и др.; с другим видом климатического исполнения;

Позиция	Описание
По спецзаказу преобразователи могут быть изготовлены	со степенью защиты до IP64; во взрывозащищенном исполнении; с повышенной перегрузочной способностью.
Основные функции	<ol style="list-style-type: none"> 1. Способы управления двигателем: <ul style="list-style-type: none"> • по вольт-частотной характеристике; • векторное (без датчика частоты вращения); • по вольт-частотной характеристике с датчиком частоты вращения; • векторное с датчиком частоты вращения; 2. Автонастройка с автоматическим определением параметров электродвигателя; 3. Настройки параметров вольт-частотной характеристики; 4. Настройки системы регулирования технологического параметра; 5. Режим выравнивания загрузки нескольких приводов, работающих на общую нагрузку; 6. Встроенный ПИД-регулятор технологического параметра; 7. Программируемый автоматический повторный запуск; 8. Программируемый автоподхват выбегающего электродвигателя; 9. Принудительное торможение: <ul style="list-style-type: none"> • частотное с отводом энергии на балластный резистор либо рекуперацией энергии в сеть; • динамическое – путем подачи постоянного тока на обмотки статора электродвигателя; 10. Останов привода по встроенному таймеру; 11. Задание времени разгона и торможения, линейный разгон либо разгон по S-кривой; 12. Настройка частоты ШИМ от 0,5 до 20 кГц с шагом 0,1 кГц; 13. Настройка ШИМ на один из следующих алгоритмов: <ol style="list-style-type: none"> 1 – традиционная трехфазная синусоидальная ШИМ (SVM); 2 – разрывная асинхронная ШИМ; 3 – традиционная синхронная ШИМ;

Позиция	Описание
Основные функции	4 – разрывная синхронная ШИМ; 5 – «мягкая» асинхронная ШИМ; 6 – «мягкая» разрывная асинхронная ШИМ.
Входы/Выходы	<ul style="list-style-type: none"> • Гальванически развязанный многофункциональный аналоговый токовый вход 0...5 мА (4...20 мА) текущего значения технологического параметра; • Многофункциональный аналоговый вход 0...+10 В задания (отрицательной обратной связи) частоты или технологического параметра; • Вход для подключения переменного резистора в режиме задания частоты вращения при дистанционном управлении; • Восемь многофункциональных дискретных входов для дистанционного управления преобразователем и выработки фиксированных заданий на выходную частоту; • Два многофункциональных аналоговых выхода 0...+10 В для вывода сигналов, пропорциональных выходной частоте и фазному току статора электродвигателя; • Три многофункциональных дискретных выхода – три релейные выходные каналы; • Два последовательных интерфейса RS-485, протокол MODBUS, и один CAN-интерфейс.
Сервис, защита от аварийных ситуаций	<ul style="list-style-type: none"> • Ограничение доступа пользователя к настройкам путем задания пароля – три уровня доступа; • Настройка параметров индикации; • Настройки параметров защит и программируемое отключение защит; • Настройка токоограничения; • Виды защит: максимально-токовая, от перегрузки электродвигателя (время-токовая), от перегрева силовых модулей ПЧ, от понижения напряжения питающей сети, от

Позиция	Описание
Сервис, защита от аварийных ситуаций	<p>повышения напряжения питающей сети, от обрыва фазы обмотки статора, от обрыва фазы питающего напряжения, от обрыва датчика обратной связи, от ошибки датчика технологического параметра;</p> <ul style="list-style-type: none"> Архив аварийных ситуаций. Хранение сообщений об авариях и параметров привода при аварийной ситуации.

3.4. КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект стандартной поставки входит:

- Преобразователь частоты в индивидуальной упаковке и таре – 1 шт.;
- Паспорт – 1 шт.;
- Руководство по эксплуатации – 1 шт.

3.5. Установка

3.5.1. Установка одного инвертора

Установка прибора должна производиться в хорошо вентилируемом месте. Закрепление производится на плоской металлической поверхности в вертикальном положении.

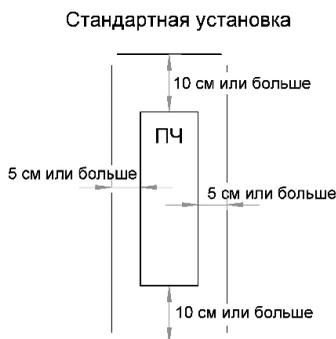


Рисунок 1 – Установка одного инвертора.

Расстояние на Рисунке 1 является минимально допустимым. Рекомендуется оставлять как можно больше места сверху и снизу для обеспечения свободного тока

воздуха, поскольку охлаждающие вентиляторы расположены на верхней или нижней поверхности.

Не рекомендуется установка преобразователя в местах с высокой влажностью и температурой или насыщенными масляной взвесью, частицами пыли и металла. При необходимости установки прибора в одном из таких мест, необходимо связаться с производителем.

3.5.2. Установка нескольких инверторов

В случае установки нескольких инверторов, необходимо следовать следующим рекомендациям:

- Не производить эксплуатацию при температуре свыше 40 °С.
- Инверторы могут быть установлены в ряд вплотную друг к другу.
- При использовании устройств при температуре, превышающей 40 °С, расстояние между ними должно быть не менее 5 см при расположении горизонтально в ряд.
- При установке вплотную инверторов друг к другу, необходимо снизить выходной рабочий ток до величины, меньшей номинального.
- Оставить сверху и снизу свободное пространство не менее 20 см.

Горизонтальная установка (вплотную)

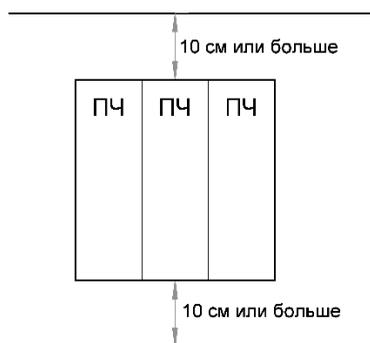


Рисунок 2 – Установка нескольких инверторов.

3.6. УСТРОЙСТВО И РАБОТА

3.6.1. Функциональная и структурная схемы

Функциональная схема преобразователя частоты состоит из силовой и управляющей частей. Силовая часть преобразователя выполнена на транзисторах IGBT, работающих в режиме электронных ключей. Схема управления выполнена на цифровых микроконтроллерах и обеспечивает управление силовыми электронными ключами, а также решение большого количества вспомогательных задач (защита, контроль, диагностика). Частотный инвертор имеет структуру с явно выраженным блоком постоянного тока (выпрямитель + фильтр), что проиллюстрировано на Рисунке 3.

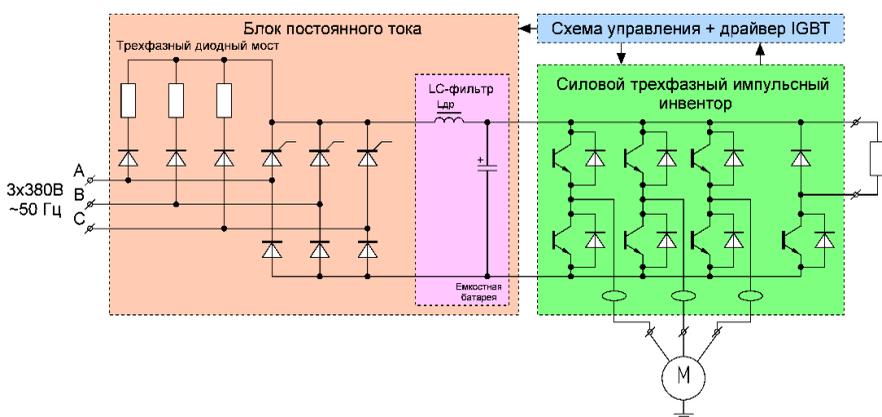


Рисунок 3 – Функциональная схема преобразователя частоты.

Основные части: блок постоянного тока (полууправляемый выпрямитель), силовой импульсный инвертор и система управления. Силовая часть преобразователя выполнена на транзисторах IGBT, работающих в режиме электронных ключей.

Блок постоянного тока состоит из полууправляемого выпрямителя и фильтра. Переменное напряжение питающей сети преобразуется в нем в напряжение постоянного тока.

Силовой трёхфазный импульсный инвертор состоит из шести транзисторных ключей. Каждая обмотка электродвигателя подключается через соответствующий ключ к положительному и отрицательному выводам выпрямителя. Инвертор осуществляет преобразование выпрямленного напряжения в трехфазное переменное напряжение нужной частоты и амплитуды, которое прикладывается к обмоткам статора электродвигателя.

Использование в выходных каскадах инвертора в качестве ключей силовых IGBT-транзисторов позволяет вырабатывать выходной сигнал синусоидальной формы с минимальными искажениями, т.к. по сравнению с тиристорами они имеют более высокую частоту переключения. Также преобразователь частоты на транзисторах IGBT по сравнению с тиристорным при одинаковой выходной мощности отличается меньшими габаритами, сниженной массой и повышенной надежностью в силу модульного исполнения электронных ключей и лучшего отвода тепла с поверхности силового модуля. Он имеет более полную защиту от бросков тока и от перенапряжения, что существенно снижает вероятность повреждений и отказа электропривода.

Структурная схема промышленного инвертора построена по схеме двойного преобразования электрической энергии: входное синусоидальное напряжение с постоянной амплитудой и частотой выпрямляется в трехфазном или однофазном выпрямителе, сглаживается LC-фильтром, а затем вновь преобразуется инвертором в переменное напряжение регулируемой частоты и амплитуды.

Более подробно принцип работы частотного инвертора показан на Рисунке 4.

В верхней части Рисунка 4 приведены графики напряжений на выходе каждого каскада преобразователя.

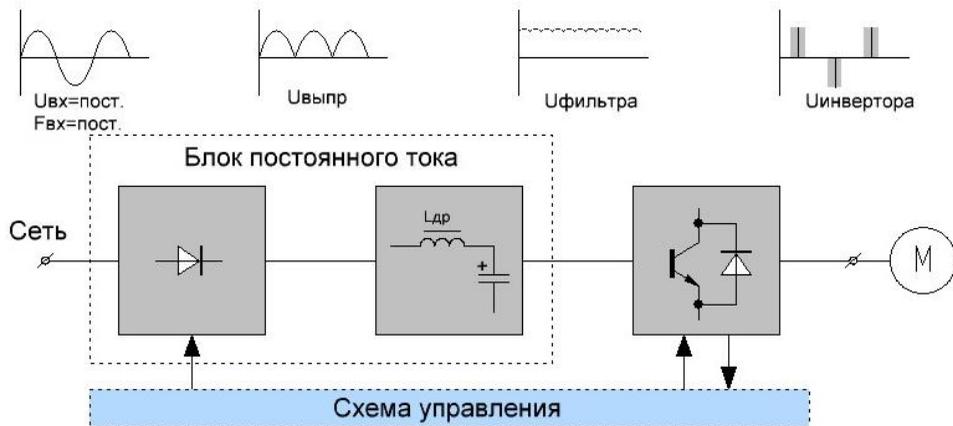


Рисунок 4 – Временные диаграммы работы и структурная схема частотного преобразователя.

Напряжение питающей сети (380 В, 50 Гц) с постоянной частотой и амплитудой поступает на трехфазный или однофазный выпрямитель. Выпрямитель и фильтр входят в состав блока постоянного тока, основное назначение которого – получить

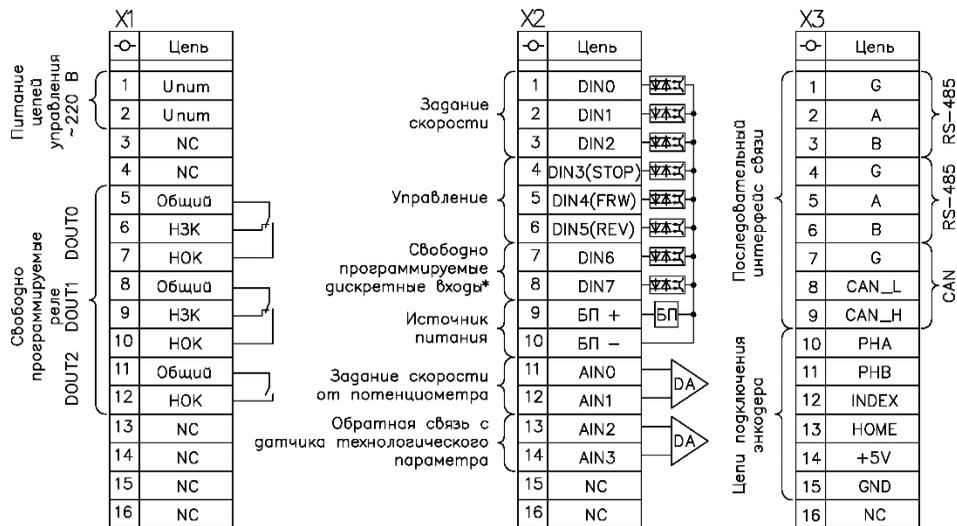
на выходе постоянное напряжение с малыми пульсациями, которое используется для питания преобразователя частоты. Инвертор преобразует постоянное напряжение в трехфазное напряжение с переменной частотой и изменяемой амплитудой.

Схема управления формирует сигналы для коммутации обмоток электродвигателя в нужные моменты времени. Импульсы коммутации каждой обмотки в пределах периода модулируются по синусоидальному закону. Максимальную ширину импульсы имеют в середине полупериода. К началу и к концу полупериода ширина импульсов уменьшается. Таким образом, схема управления формирует широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) напряжения, которое подается на обмотки электродвигателя. В некоторых случаях к выходам преобразователя частоты подключается фильтр, но в частотных инверторах на транзисторах IGBT необходимость в выходном фильтре практически отсутствует. Таким образом, на выходе инвертора формируется трехфазное напряжение переменной частоты и амплитуды, которое и задает нужную частоту вращения и требуемый момент на валу двигателя.

Векторное управление позволяет существенно удерживать постоянство момента во всей области регулирования частоты, повысить точность, увеличить реакцию электропривода на изменение выходной нагрузки. Векторное управление обеспечивает непосредственное управление моментом вращения электродвигателя.

Момент вращения зависит от тока статора. Протекая в цепи ток создает возбуждающее магнитное поле. Векторное управление позволяет изменять фазу статорного тока, то есть вектор тока при непосредственном управлении моментом. Для изменения вектора тока (положения магнитного потока статора относительно вращающегося ротора) нужно всегда точно знать положение ротора. Решить эту задачу можно с помощью внешнего датчика положения ротора (энкодера), либо рассчитав положение ротора путем математических вычислений.

3.6.2. Подключение



* DIN7 – заведен на таймерную секцию (для импульсных датчиков)

Рисунок 5 – Клеммы вторичных цепей

В преобразователе частоты присутствуют три клеммы вторичных цепей. В клемме X1 (Рисунок 5) на 1 и 2 выводы подается оперативное питание устройства (~220 В). Вывод 5-12 – дискретные выходы. С 5 по 10 вывод – перекидные реле (1 вывод – общий контакт, 2 вывод – нормально замкнутый контакт, 3 вывод – нормально открытый контакт, 4, 5, 6 выходы соответственно). 11-12 выходы являются нормально разомкнутыми. Функции дискретных выходов являются настраиваемыми для любого из свободных выводов в зависимости от технической задачи. Остальные выходы – свободные.

На клемме X2 1-10 выходы – дискретные входы и источник питания. 1-9 выходы – оптроны для гальванической развязки, из которых 1-3 выходы используются для задания скорости, 4-6 – для управления, 7-8 – свободно программируемые дискретные входы, 9-10 – источник питания. 11-14 выходы – аналоговые входы, из них 11-12 используются для задания скорости от потенциометра, 13-14 – для обратной связи. 15-16 выходы – свободные.

На клемме X3 присутствуют три интерфейса с 1 по 9 выходы: RS-485 (1), RS-485 (2) и CAN, которые служат для связи с компьютером, АСУ ТП и другими устройствами. С 10 по 15 выходы – цепи подключения энкодера. 16 вывод – свободный.

3.6.3. Визуализация и программирование

3.6.3.1. Описание панели управления



Рисунок 6 – Панель управления и дисплей

Назначение клавиш на панели управления следующее (Рисунок 6):

- Кнопка  «Ввод» – вход в подменю, утверждение параметра;
- Кнопка  «Сброс» – выход из подменю, отмена изменения параметра;
- Кнопка  «Возврат» – сброс аварий;
- Кнопки   «Вверх, Вниз» – перемещение по меню, изменение значений параметров.

!!! Только нажатием на «Вверх, Вниз» нельзя сохранить выбор.

Сохранение, запись отображенного выбора: клавиша .

Сохранение сопровождается миганием отображения.

3.6.3.2. Доступ к меню

Меню управления содержит пункты: режим работы, архив аварий, установка времени и даты, редактирование параметров, просмотр параметров (Рисунок 7).



Рисунок 7 – Меню панели управления

I. Режимы работы:

1. Режим «инициализация» – инициализация памяти, загрузка меню параметров из внешней памяти, установка нулей датчиков.
2. Режим «готов» – готовность устройства к работе по приходу сигнала «пуск».
3. Режим «работа» – нахождение устройства в рабочем режиме.
4. Режим «не готов» – режим превышения установленной температуры (перегрев).
5. Режим «fault» – режим возникновения аварии.

II. Просмотр параметров:

Данный раздел повторяет раздел IV, не включая настройки параметров. Возможен только просмотр. Просмотр параметров не зависит от уровня доступа. Для просмотра параметров используются кнопки   (Рисунок 8).

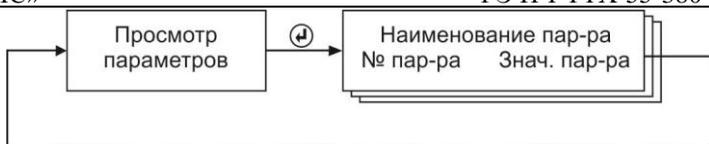


Рисунок 8 – Просмотр параметров

III. Редактирование параметров:

1. Работа с данными, и настройка параметров происходит аналогично разделу меню «Установка времени и даты» (раздел IV). При нажатии происходит переход из режима «Ввод параметра» в раздел меню «Редактирование параметров» без сохранения выбранного значения параметра (Рисунок 9). Для сохранения выбранного значения необходимо нажать кнопку . Допустимые значения параметров указаны в Таблице 2.

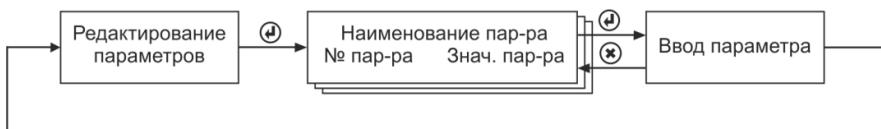


Рисунок 9 – Редактирование параметров

2. Доступ к параметрам ограничен тремя уровнями: 1 уровень – низкий уровень, 2 уровень – средний и 3 уровень – максимальный. Изменение уровня доступа происходит с помощью пароля, который вводится в виде номера (пароли установки соответствующих уровней).

3. Запись в память. При включении питания, меню параметров загружается из внешней EEROM во внутреннюю RAM память (Рисунок 10). При изменении параметров, происходит их модификация только в RAM памяти, чтобы сохранить их в энергонезависимый EEPROM нужно ввести код «2». Для восстановления заводских установок вводится код «33».

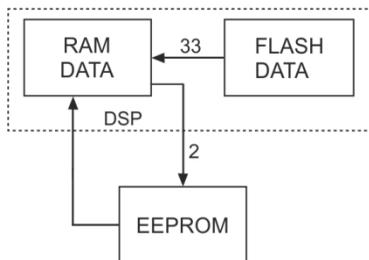


Рисунок 10 – Структура памяти

Установка параметров

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
Группа параметров индикации и работы с меню пользователя – 0					
0.00.0	Уровень доступа	0	3		3 – максимальный уровень доступа
0.00.1	Ввод пароля	0	9999		0 – не установлен
0.03.0	Параметр записи настроек в память при выключении питания	0	4		0 – запрещена; 1 – разрешена; 2 – сохранить текущие значения параметров; 33 – установить значения параметров по умолчанию; 4 – записать текущие значения параметров как параметры по умолчанию
Группа параметров управления электроприводом – 1					
1.00.0	Текущая заданная частота Вперед	1.01.0	1.01.1	Гц	частота питания – для частотного регулирования или электрическая частота вращения – для векторного управления
1.00.1	Текущая заданная частота Назад	1.01.0	1.01.1	Гц	
1.02.0	Время разгона	0.1	999.9	с	Время разгона до максимальной частоты и торможения с нее до нуля, форма траекторий
1.02.1	Время торможения	0.1	999.9	с	

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
1.02.2	Форма траектории: 0 – постоянное ускорение (линейная траектория); 1 – S-образная кривая (рекомендуется использовать только при скачкообразных изменениях задающего воздействия)	0	1		Время разгона до максимальной частоты и торможения с нее до нуля, форма траекторий
1.02.3	Торможение с максимально возможным темпом при «СТОП» (только при векторном управлении): 0 – не используется; 1 – используется	0	1		
1.02.4	Ограничение рывка для S-образной характеристики	0.01	99.99	Гц/с ²	
1.03	Источник задающего воздействия по частоте	0	10		0 – управление от 1.00 (изменяется кнопками «+» и «-» с ПМУ); 1 – управление от аналогового входа U _{о.зад} , однонаправленное; 2 – управление от 1.05 и 1.06 ; 3 – управление от ПИД-регулятора технологического параметра

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
1.03	Источник задающего воздействия по частоте	0	10		<p>тра с заданием от 5.01.0;</p> <p>4 – управление от ПИД-регулятора технологического параметра с заданием по входу $U_{\omega \text{ зад}}$;</p> <p>5 – источник задания частоты – последовательный канал связи;</p> <p>6 – управление от кнопок «+» (DIN1) и «-» (DIN2) ПДУ и дистанционный сброс защит по DIN0;</p> <p>7** – управление от кнопок «+» и «-» ПДУ и дистанционное включение управления по Modbus (по DIN1, DIN2, DIN0);</p> <p>8** – управление от аналогового входа $U_{\omega \text{ зад}}$, двунаправленное;</p> <p>9** – управление с фиксированным задани-</p>

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
1.03	Источник задающего воздействия по частоте	0	10		ем от 1.05 и 1.06 по DIN1 и DIN2, дистанционным сбросом защит по DIN0 и включением намагничивания (самонастройки) по DIN3; 10** – управление от аналогового входа $J_{0,зад}$ 4...20 мА, однонаправленное с защитой Err7
1.04.0	0 – тумблерный режим управления А; 1 – тумблерный режим управления В; 2 – кнопочный режим управления А; 3 – кнопочный режим управления В; 4 – управление режимами по последовательному каналу связи	0	4		Управление режимами ПУСК/СТОП/РЕВЕРС
1.04.1	Направление вращения ротора: 0 – «прямое» задание на частоту вращения; 1 – «инверсное» задание на частоту вращения	0	1		

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
1.04.2	Обработка внешнего нормально замкнутого контакта аварийного останова по DIN7: 0 – не активна; 1 – активна	0	1		Управление режимами ПУСК/СТОП/РЕВЕРС
1.05	Задание выходной частоты по дискретным входам при вращении вперед (1.03=2)	1.01.0	1.01.1	Гц	Выходная частота в соответствии с состоянием дискретных входов DIN0-DIN2 при движении вперед (i=1...8): 0)...7) Двоичный код (DIN2, DIN1, DIN0) = i
1.06	Задание выходной частоты по дискретным входам при вращении назад (1.03=2)	1.01.0*	1.01.1	Гц	Выходная частота определяется состоянием дискретных входов DIN0-DIN2 при движении назад (i=1...8): 0)...7) Двоичный код (DIN2, DIN1, DIN0) = i
1.07	Автоматический пуск при включении питания	0	1		Запрещен – 0; Разрешен – 1.
1.08.0	Время снижения частоты с максимальной до нуля	0.2	999.9	с	Интенсивность снижения частоты при токоограничении (для частотного регулирования) **
1.08.1	Минимальная частота	0.2	100.0	Гц	

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
1.09.0	0 – нет поиска; 1 – поиск при каждом пуске; 2 – модифицированный поиск при каждом пуске**	0	2		Поиск частоты пуска (автоподхват), при частотном регулировании активны все аргументы, а при векторном управлении – только 1.09.1, и 1.09.6 (в последнем случае 3.00 должен быть отключен)
1.09.1	Максимально допустимое время поиска для 1.16=0	1.0	20.0	с	
1.09.2	Начальная частота поиска для 1.16=0: 0 – текущая уставка 1.00; 1 – максимальная частота (1.01.1)	0	1	Гц	
1.09.3	Амплитуда тестового напряжения для 1.16=0 или порог «пассивного подхвата» для 1.16=8 или 9	1	50	%	
1.09.4	Порог обнаружения частоты для 1.16=0	0	99	%	
1.09.5	Время нарастания потока для 1.16=0	0.1	999.9	с	
1.09.6	Задержка включения автоподхвата для 1.16=0,1 и 8 или время успокоения наблюдателя для 1.16=9	0.1	999.9	с	
1.09.7	Повышение найденной частоты при автоподхвате в режиме частотного регулирования (1.16=0)	0.0	5.0	Гц	

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
1.10	Номер режима срабатывания дискретных выходных каналов DOUT0...DOUT2: 0 – выход не задействован; 1 – включается в аварийной ситуации; 2 – включается, если величина фазного тока статора превышает уставку компаратора тока 1.12 ; 3 – включается, если значение выходной частоты превышает уставку компаратора частоты 1.11 ; 4 – первый вариант управления тормозом (включается, если величина фазного тока статора достигает уровня токограничения, а значение заданной частоты вращения превышает уставку 1.11 ; выключается при снижении частоты ниже уровня 1.11 ; при снижении частоты вращения до 1.01 блокируется регулятор скорости); 5 – готовность электропривода к запуску (выполнены процедуры самотестирования и предварительного намагничивания); 6 – включается при готовности ПЧ к работе (выполнена процедура заряда конденсаторов ЗПТ и отсутствует срабатывание какой-либо защиты); 7 – второй вариант управления тормозом (включается, если величина фазного тока статора достигает уровня 1.12 , а значение заданной частоты вращения превышает уставку 1.11 ; выключается при снижении частоты ниже уровня 1.11 ; при снижении частоты вращения до 1.01 блокируется регулятор скорости); 8 – «перегрузка» (см. 1.20); 9 – «недогрузка» (см. 1.20); 10 – включается после начала обрабатывания команды «ПУСК»				Режим функционирования дискретных выходов DOUT0...DOUT2
1.10.0	Режим выходного канала DOUT0	0	10		
1.10.1	Режим выходного канала DOUT1	0	10		
1.10.2	Режим выходного канала DOUT2	0	10		

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
1.11	Компаратор частоты	0.1	1.01.1	Гц	Выходная частота, при которой срабатывают дискретные выходы в режиме 3 1.10
1.12	Компаратор тока	0.0	4.01/ $\sqrt{2}$	А	Фазный ток статора, при котором срабатывают дискретные выходы в режиме 2 1.10
1.13.0	Способ торможения: 0 – самовыбегом; 1 – частотное; 2 – динамическое (только при 1.16=0)	0	2		Параметры торможения электродвигателя
1.13.1	Время затухания поля ротора при динамическом торможении	0.1	99.9	с	
1.13.2	Продолжительность динамического торможения	1	20	с	
1.13.3	Напряжение динамического торможения	0.0	99.9	%	
1.14.0	Часы	0	17	час	
1.14.1	Минуты	0	59	мин	Таймер обратного отсчета на отключение (останов)
1.14.2	Секунды	0	59	с	
1.14.3	Таймер: 0 – запрещен; 1 – разрешен	0	1		
1.15.0	Способ намагничивания: 0 – только при запуске электропривода (в т.ч. предварительно – для частотного регулирования); 1 – постоянно (только при векторном управлении)	0	1		Намагничивание двигателя

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
1.15.1	Продолжительность предварительного намагничивания	0.3	300.0	с	Намагничивание двигателя
1.15.2	Включение намагничивания по дискретному входу DIN3: 0 – не используется; 1 – используется (только для тумблерных режимов управления А и В (1.04.0=0,1))	0	1		
1.16	Способ управления ПЧ по отношению к системе электропривода	0	9		0 – частотное регулирование (без датчика частоты вращения); 1 – векторное управление (без датчика частоты вращения);
1.17	Число меток энкодера на один оборот ротора **	1	9999		Число меток датчика при 1.16=2,3,5 или 7
1.18	Число пар полюсов электродвигателя **	1	9999		Используется только при 1.16=2,3,5 или 7
1.19	Отладочный режим **	0	3		Используется предприятием-Изготовителем
1.20.0	Фазный ток статора, определяющий порог перегрузки	0.0	$4.01/\sqrt{2}$	А	Компараторы «перегрузки» и «недогрузки»
1.20.1	Фазный ток статора, определяющий порог недогрузки	0.0	$4.01/\sqrt{2}$	А	
1.20.2	Время срабатывания	0.1	99.9	с	

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание	
1.21.0	Задание ускорения и замедления в области «запретных» частот в формате параметра 1.02.0	0.1	999.9	с	Параметры «запретных» частот (для управления выходной частотой ПЧ и скоростью электропривода) при движении и вперед, и назад	
1.21.1, 1.21.3, 1.21.5, 1.21.7, 1.21.9	Нижняя граница области «запретных» частот (точки 1...5)	0.0	800.0	Гц		
1.21.2, 1.21.4, 1.21.6, 1.21.8, 1.21.10	Верхняя граница области «запретных» частот (точки 1...5)	0.0	800.0	Гц		
1.22	Десять аргументов общего вида	0	9999			Зарезервировано
Группа параметров частотного и векторного управления, уставки защит, архив аварий – 2						
2.00.0	Напряжение электродвигателя	100	380	В	Номинальные параметры электродвигателя	
2.00.1	Частота электродвигателя	10	800	Гц		
2.00.2	Номинальный фазный ток статора электродвигателя	0.0	999.9	А		
2.00.3	Номинальное скольжение	1.0	50.0	%		
2.00.4	Номинальный $\cos(\varphi)$	0.00	0.99			
2.01.0	Сопrotивление фазы статора двигателя совместно с кабелем подключения R_s	0.000	9.999	Ом	Параметры схемы замещения одной фазы электродвигателя (для векторного управления)	
2.01.1	Переходная L_{se} или синхронная L_{sd} индуктивность	0.00	99.99	мГн		

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
2.01.2	Электромагнитная постоянная времени цепи ротора T_r	0.000	9.999	с	Параметры схемы замещения одной фазы электродвигателя (для векторного управления)
2.01.3	Главная взаимная L_m или синхронная L_{sq} индуктивность	0.00	99.99	мГн	
2.01.4	Номинальное потокосцепление ротора или потокосцепление статора от постоянных магнитов	0.000	9.999	В·с	
2.02.0	Напряжение смещения в % от номинального напряжения электропривода	0.0	30.0	%	Основные параметры частотного регулирования
2.02.1	Ток холостого хода I_{so}	0.0	2.00.2	А	
2.02.2	Коэффициент демпфирующих перекрестных связей K_x	0.0	10.0		Основные параметры частотного регулирования
2.02.3	Тип коэффициента перекрестных связей: 0 – постоянный; 1 – переменный. Или при 1.16=9 – Начальная «раскрутка» синхронного двигателя постоянным током: 0 – отключена; 1 – включена	0	1		
2.03.0	Коэффициент перемодуляции на номинальной частоте двигателя	100	120	%	Настройки отношения «напряжение-частота» для алгоритма частотного регулирования
2.03.1	Форсировка магнитного потока при запуске электропривода	100	200	%	

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
2.03.2	Граничная частота форсировки потока	1.01.0	1.01.1	Гц	Настройки отношения «напряжение-частота» для алгоритма частотного регулирования
2.03.3	Форсировка в точке 1	100	200	%	
2.03.4	Частота в точке 1	1.01.0	1.01.1	Гц	
2.03.5	Форсировка в точке 2	100	200	%	
2.03.6	Частота в точке 2	1.01.0	1.01.1	Гц	
2.04.0	Параметр «Tau» электропривода	0.01	99.99	с	
2.04.1	Частота среза ЛАЧХ разомкнутого контура регулирования частоты вращения	0.1	10.0	Гц	
2.04.2	Коэффициент разнесения частоты среза и левой частоты сопряжения в ЛАЧХ контура регулирования частоты вращения	1.0	10.0		
2.04.3	Собственная частота наблюдателя частоты вращения	0.0	99.9	Гц	
2.04.4	Допустимая продолжительность насыщения регулятора частоты вращения	0.1	99.9	с	
2.04.5	Альтернативный П-регулятор частоты вращения: 0 – выключен; 1 – включен	0	1		
2.04.6	Коэффициент разнесения частоты среза и правой частоты сопряжения в ЛАЧХ контура регулирования частоты вращения	1.1	50.0		

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
2.05.0	Контур регулирования потокосцепления: 0 – отключен (всегда для синхронного двигателя); 1 – включен (обязательно для двухзонного регулирования АД)	0	1		Контур регулирования потокосцепления: 0 – отключен (всегда для синхронного двигателя); 1 – включен (обязательно для двухзонного регулирования АД)
2.05.1	Собственная частота контура регулирования потокосцепления	0.1	10.0	Гц	
2.05.2	Собственная частота наблюдателя потока	0.00	9.99	Гц	
2.05.3	Относительный порог ослабления потока (1.01 – однозонное регулирование)	0.90	1.01		
2.05.4	Относительный коэффициент регулятора ослабления	0.1	99.9		
2.05.5	Действующее значение тока намагничивания I_{sd} (для 1.16=1 и 8)	0.0	2.00.2	А	
2.05.6	Адаптация собственной частоты наблюдателя потока: 0 – выключена; 1 – включена	0	1		
2.05.7	Коэффициент разделения частот для 2.05.6=1	2.0	10.0		
2.05.8	Коэффициент форсировки потока при запуске привода	1.0	2.0		
2.05.9	Продолжительность процесса автоподхвата вращающегося СД или форсировки потока при пуске АД	0.1	10.0	с	

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
2.06.0	Порог срабатывания защиты – действующее значение тока электродвигателя	0.0	4.01.0/ $\sqrt{2}$	А	Максимально-токовая и тепловая защита ПЧ и электродвигателя
2.06.1	Время превышения 120% от номинального тока двигателя	0	9999	с	
2.07.0	Относительное значение максимально допустимого двигательного тока статора в процентах	0	95% · (2.06.0) / (2.00.2)	%	Токоограничение
2.07.1	Относительное значение максимально допустимого тормозного тока статора в процентах	0	95% · (2.06.0) / (2.00.2)	%	
2.08	Работа защиты от обрыва фазы электродвигателя	0	1		0 – запрещена; 1 – разрешена
2.09.0	Работа защиты: 0 – запрещена; 1 – разрешена	0	1		Защита от «обратного хода» (только для бездатчикового алгоритма векторного управления (1.16=1, 8))
2.09.1	Задержка времени срабатывания защиты	0.01	9.99	с	
2.09.2	Параметр настройки защиты	1	999		
2.11.0	Выдержка времени на формирование Err3	0.1	300.0	с	Дополнительные настройки защит ПЧ ***
2.11.1	Выдержка времени на формирование Err5 (зарезервировано)	0.1	300.0	с	
2.11.2	Выдержка времени на формирование Err12 (при частотном регулировании, см. 2.04.4)	0.1	300.0	с	

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
2.11.3	Максимальное допустимое напряжение ЗПТ	650	4.05.0	В	Дополнительные настройки защит ПЧ ***
2.11.4	Порог включения тормозного транзистора	(2.11.5)+5	4.05.0	В	
2.11.5	Порог выключения тормозного транзистора	590	(2.11.4)-5	В	
2.11.6	Порог окончания предварительного заряда ЗПТ	0	4.05.0	В	
2.11.7	Порог срабатывания Err3	0	4.05.0	В	
2.12.0	Начальное (намагничивающее)	0.0	999.9	А	Действующее значение тока намагничивания СД
2.12.1	На максимальной частоте вращения (размагничивающее): 999.9 – размагничивание отключено	0.0	999.9	А	
Группа параметров самонастройки ПЧ – 3					
3.00	Режим самонастройки ПЧ	0	3		0 – отключен; 1 – определение R_s и экспресс-самонастройка ПЧ при каждом пуске; 2 – определение R_s и L_{sd} , L_{se} и экспресс-самонастройка ПЧ при каждом пуске; 3 – полная самонастройка ПЧ при каждом пуске

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
3.01	Ручной запуск процедур самонастройки ПЧ (по завершению процедуры параметр автоматически сбрасывается в значение по умолчанию)	0	3		0 – отключен; 1 – запуск первоначальной грубой установки параметров по номинальным данным с идентификацией R_s и L_{sd} , L_{se} ; 2 – запуск полной процедуры идентификации и самонастройка (для АД и СДПМ); 3*** – установка нулей датчиков фазных напряжений
3.02	Ручной запуск процедуры самонастройки регулятора частоты вращения (по завершению процедуры параметр автоматически сбрасывается в значение по умолчанию)	0	1		0 – отключен; 1 – запуск
3.03	Коррекция дрейфа текущего R_s **	0	1		0 – отключена; 1 – включена
Группа параметров настройки АИН – 4					
4.00.0	Частота ШИМ	0.5	20.0	кГц	Настройки ШИМ
4.00.1	«Мертвое» время ***	2.5	5.0	мс	
4.01.0	Датчик тока	1	9999	А	Предел измерений

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
4.02.0	Начальный коэффициент компенсации	0	200	%	Компенсация «неидеальностей» инвертора
4.02.1	Диапазон частот полной компенсации	0.0	4.02.2	Гц	
4.02.2	Предельная частота компенсации	4.02.1	1.01.1	Гц	
4.02.3	Компенсация колебаний напряжения ЗПТ: 0 – отключена; 1 – включена	0	1		
4.03	Настройка контуров регулирования токов электродвигателя	<u>4.00.0</u> 0.1	<u>4.00.0</u> 0.01	Гц	Собственная частота контуров регулирования токов
4.04	Испытание ПЧ в режиме «замороженного» синуса (только для 1.16=0)	0	3		Зарезервирован предприятием-Изготовителем
4.05.0	Предел измерения датчика напряжения ЗПТ	1	999	В	Параметры датчиков напряжения
4.05.1	Номинальное напряжение ЗПТ	1	999	В	
4.05.2	Предел измерения датчиков фазных напряжений нагрузки	1	999	В	
4.06.0	Специальные режимы ШИМ: 0 – отключены; 1 – разрывная асинхронная ШИМ с частотой согласно 4.00.0 ; 2 – традиционная синхронная ШИМ; 3 – разрывная синхронная ШИМ; 4 – «мягкая» асинхронная ШИМ; 5 – «мягкая» разрывная асинхронная ШИМ	5	5		Специальные режимы работы инвертора напряжения **

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
4.06.1	Порог частоты первой гармоники выходного напряжения для включения синхронной ШИМ в специальных режимах при 4.06.0=2,3	1.01.0	1.01.1	Гц	Специальные режимы работы инвертора напряжения **
4.06.2	Порог частоты первой гармоники выходного напряжения для включения разрывной ШИМ в специальных режимах при 4.06.0=1,3	1.01.0	1.01.1	Гц	
4.06.3	Минимальная частота ШИМ в специальных режимах при 4.06.0=2-5	0.5	4.06.4	кГц	
4.06.4	Максимальная частота ШИМ в специальных режимах при 4.06.0=2-5	4.06.3	20.0	кГц	
4.06.5	Полуширина петли гистерезиса на включение/ выключение разрывной и/или синхронной ШИМ	0.1	1.01.1	Гц	
Группа параметров настройки технологического регулятора – 5					
5.00.0	Физическая величина, соответствующая максимальному сигналу датчика отрицательной обратной связи	0	1000		Масштаб сигнала датчика отрицательной обратной связи по технологическому параметру
5.00.1	Положение точки	0	4		

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
5.00.2	Сигнал датчика: 0 – прямая характеристика 0...5мА; 1 – прямая характеристика 4...20мА; 2 – обратная характеристика 0...5мА; 3 – обратная характеристика 4...20мА	0	3		Масштаб сигнала датчика отрицательной обратной связи по технологическому параметру
5.01.0	Требуемое значение параметра датчика в канале отрицательной обратной связи	5.01.1	5.00.0		Задание технологического параметра
5.01.1	Минимальное значение параметра датчика обратной связи	0	5.01.0		
5.02.0	Пропорциональный	0.00	99.99		Коэффициенты ПИД-регулятора технологического параметра
5.02.1	Интегральный	0.00	99.99		
5.02.2	Дифференциальный	0.0	999.9		
5.02.3	Знак коэффициентов регулятора: 0 – положительный; 1 – отрицательный	0	1		
5.03.0	Не активен – 0; Активен – 1	0	1		Режим выравнивания нагрузок** (кроме 1.03. = 3, 4)
5.03.1	0 – MASTER; 1 – SLAVE	0	1		
5.03.2	Автоматический переход SLAVE в режим MASTER (в автономный режим работы) при нарушении связи или в случае аварии MASTER: Запрещен – 0; Разрешен – 1	0	1		

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
5.03.3	Задержка перехода SLAVE в режим MASTER (в автономный режим работы) при нарушении связи (в случае аварии MASTER переход осуществляется мгновенно) и на обратный переход при ее восстановлении	0.01	99.99		Режим выравнивания нагрузок** (кроме 1.03. = 3, 4)
Группа параметров настройки последовательных каналов связи – б					
6.00.0	Тип протокола	0	1		0 – ModBus, 1 – PCMaster
6.00.1	ModBus_0 адрес	1	31		Установка адреса в сети ModBus_0
6.00.2	ModBus_0 скорость	0	7		Установка скорости обмена в сети ModBus_0: 0 – 2400, 1 – 4800, 2 – 9600, 3 – 14400, 4 – 19200, 5 – 38400, 6 – 57600, 7 – 115200.
6.01.0	ModBus_1 адрес	0	31		Установка адреса в сети ModBus_1

№ параметра	Наименование параметра	Мин. значение параметра	Макс. значение параметра	Ед. изм.	Примечание
6.01.1	ModBus_1 скорость	0	7		Установка скорости обмена в сети ModBus_1: 0 – 2400, 1 – 4800, 2 – 9600, 3 – 14400, 4 – 19200, 5 – 38400, 6 – 57600, 7 – 115200.
6.02.0	Версия ПО				Индикация версии и даты ПО
6.02.1	Дата ПО (мес.)				
6.02.2	Дата ПО (год)				

Примечания:

- 1) * – параметры, настраиваемые на мощность ПЧ и электродвигателя в соответствии с заключенным договором на поставку. Значения данных параметров устанавливаются предприятием-Изготовителем в соответствии с номинальной мощностью ПЧ и его перегрузочной способностью, указанной в договоре на поставку и/или пользователем в соответствии с паспортными и справочными данными на подключаемый к ПЧ электродвигатель.
- 2) ** – параметры, описывающие специальные возможности и режимы работы ПЧ, при необходимости использования данных функций и/или режимов работы рекомендуется предварительно обратиться на предприятие-Изготовитель для получения рекомендаций по их использованию.
- 3) *** – параметры, настраиваемые на предприятии-Изготовителе при проведении наладочных работ и испытаний ПЧ. Значения данных параметров устанавливаются единожды, необходимость изменения этих значений может возникнуть при смене программного обеспечения управляющего контроллера либо при ремонте, связанном с заменой блоков ПЧ. Во избежание выхода ПЧ из строя **недопустимо изменение** параметров **4.00; 4.01** и **4.05**, установленных предприятием-Изготовителем.

4) Параметры в колонках *min* и *max* которых записаны формулы или ссылки на аргументы (например, **1.01.0**, **1.01.1**; **2.06.0**) являются *зависимыми*. Изменение параметра, на который ссылается формула, приводит к автоматическому изменению всех зависящих от него параметров.

ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ДЛЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Группа параметров индикации и работы с меню пользователя – 0

0.00 – установка статуса и пароля пользователя, которая ограничивает возможность доступа к ряду функций настроек преобразователя частоты. Данная функция содержит два аргумента:

0.00.0 – статус пользователя (см. таблицу 3);

В зависимости от статуса пользователя осуществляется приоритет доступа к настройкам преобразователя в следующей последовательности:

0.00.1=0 – низший;

0.00.1=1 – средний;

0.00.1=2 – высокий;

0.00.1=3 – наивысший.

Таблица 3.

Статус пользователя

Статус	Доступные функции
0	Просмотр параметров текущей индикации и СТОП с ПМУ
1	Просмотр параметров текущей индикации; ПУСК и СТОП с ПМУ; изменение значений аргументов функций 0.03 , 1.00 и задания текущей частоты кнопками «+», «-» с ПМУ.
2	Просмотр параметров текущей индикации; ПУСК и СТОП с ПМУ; изменение значений аргументов функций в группах 0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , кроме 2.06 , 0.00.0 и 4.01 , а также задания текущей частоты кнопками «+», «-» с ПМУ.
3	Все

Изменение статуса пользователя может осуществляться только в сторону понижения от установленного значения.

0.00.1 – пароль.

Для сохранения статуса при снятии питания его необходимо зафиксировать в энергонезависимой памяти с помощью функции **0.03.0**. Во избежание утери

информации пароль рекомендуется записывать, например, в конце настоящего документа. При утере пароля следует обращаться к Изготовителю.

При установке статуса в состояние 3 пользователь имеет доступ к изменению параметров всех функций, а также самого статуса. При **0.00.0** ≠ 3 для изменения статуса первоначально следует ввести пароль. При корректном вводе пароля появляется возможность воздействовать на статус пользователя.

0.03.0 – Запись настроек параметров преобразователя частоты в энергонезависимую память системы управления.

0.02.=0 – запись настроек параметров при отключении напряжения питания не производится;

0.02.=1 – запись настроек параметров производится автоматически каждый раз, когда происходит выключение питания. При последующем включении преобразователя частоты все настройки параметров считываются из энергонезависимой памяти и становятся действующими;

0.02.=2 – запись измененных текущих параметров в память при работающем преобразователе без отключения питания;

0.02.=33 – запись первоначальных значений параметров по умолчанию;

0.02.=4 – запись текущих значений параметров, установленных пользователем, как параметров по умолчанию.

Группа параметров управления электроприводом – 1

1.00 – задающее воздействие (уставка) на выходную частоту преобразователя, содержащее два аргумента:

1.00.0 – текущая заданная частота при вращении **ВПЕРЕД**.

1.00.1 – текущая заданная частота при вращении **НАЗАД** (РЕВЕРС).

Изменение любого аргумента при вращении вала электродвигателя не приводит к изменению его текущего значения угловой скорости ротора. Соответствующее изменение частоты вращения происходит только после полного останова электродвигателя со снятием предварительного намагничивания (горит светодиод “0” красного цвета). Необходимо иметь в виду, что изменение частоты с помощью кнопок «+» и «-» при вращающемся электродвигателе не приводит к автоматическому изменению соответствующего аргумента в функции **1.00**. Минимальное и максимальное ограничение аргументов функции определяется значениями **1.01**.

1.01 – ограничение диапазона выходной частоты преобразователя. Даная функция определяет предельные значения частоты вращения электродвигателя:

1.01.0 – нижний предел диапазона регулирования (минимальная частота питания статора);

1.01.1 – верхний предел диапазона регулирования (максимальная частота питания статора).

1.02 – длительность (темп) и траектория разгона электродвигателя до максимальной частоты и торможения с нее.

1.02.0 – темп разгон с нулевой частоты вращения до максимальной, определенной в **1.00, 1.02.1**;

1.02.1 – темп торможения с максимальной частоты вращения до нуля;

1.02.2 – вид траектории формирования задающего воздействия на выходную частоту преобразователя:

1.02.2=0 – постоянное ускорение (замедление) по линейной траектории;

1.02.2=1** – разгон/торможение по S-образной кривой движения. При выборе данной траектории пуско-тормозные режимы электропривода наиболее интенсивны на среднем участке переходного процесса и более плавные на начальном и конечном этапах.

1.02.3 – торможение с максимально возможным темпом. Реализуется при векторном управлении с частотным торможением и наличием в структуре электропривода резистора торможения.

Реальное время разгона и торможения электродвигателя будет несколько выше от уставки, т.к. после нажатия кнопок «1» – ПУСК и «0» – СТОП выдерживаются паузы, необходимые для реализации алгоритма управления и намагничивания электродвигателя. Помимо этого, на темп разгона будет влиять время автопоиска при **1.09, 1.02.1=1**.

1.03 – выбор структуры источника задающего воздействия на частоту вращения вала электродвигателя. В зависимости от режима работы преобразователя, изменение задания может осуществляться как от ПМУ, так и от пульта дистанционного управления (ПДУ).

Режим 0 – заданное значение выходной частоты определяется функцией **1.00** с управлением от ПМУ кнопками “+” и “-” (Рисунок 11).

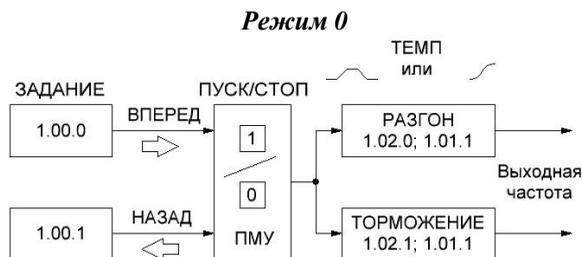


Рисунок 11 – Структура выработки задающего воздействия на выходную частоту преобразователя в режиме **0**

Режим 1 – дистанционный режим управления по аналоговому входу $U_{в.зад}$ от внешнего источника напряжения в диапазоне 0...10 В (см. Рисунок 12), либо от переменного резистора, подключаемого к X2 (см. п.3.6.2). Рекомендуемое значение потенциометра находится в диапазоне 1,0 кОм...3,3 кОм, длина соединительного кабеля не должна превышать 10 м.

Режим 1



Рисунок 12 – Структура выработки задающего воздействия на выходную частоту преобразователя в режиме 1

Режим 2 – выходная частота преобразователя определяется функциями **1.05** (ВПЕРЕД) и **1.06** (НАЗАД), каждая из которых содержит настройки из 8-ми фиксированных заданий на частоты, зависящие от состояния дискретных входов контроллера DIN0 ÷ DIN2.

Режим 2

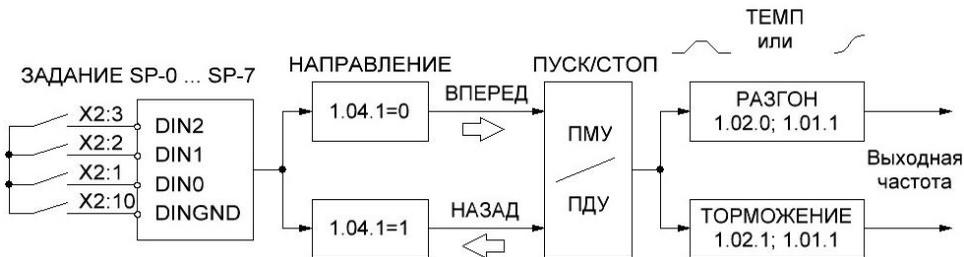


Рисунок 13 – Структура управления задающего воздействия на выходную частоту преобразователя в режиме 2

Реверс частоты вращения с заданием, заложенным в **1.05** или **1.06**, осуществляется только после остановки электродвигателя и установки **1.04.1** в единицу. В режиме 2 можно использовать дистанционное управление преобразователем, в котором направления вращения и уровень выходной частоты преобразователя будут определяться **1.04.0** и режимами SP-0÷SP-7 функций **1.05**, **1.06**.

Режим 3 – задающее воздействие на частоту вращения вырабатывается с выхода ПИД-регулятора технологического параметра, задание на который поступает от **5.01.0**, а регулируемый технологический параметр на токовый вход $J_{w.зад}$ (Рисунок 14).

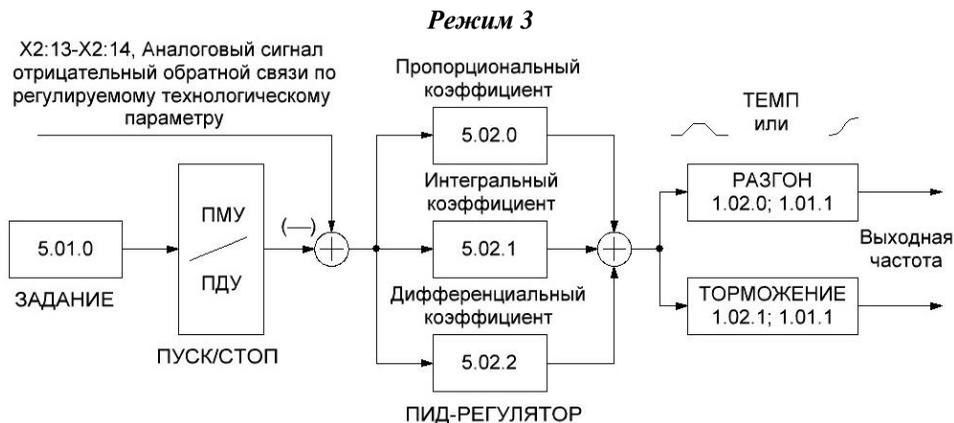


Рисунок 14. Структура выработки задающего воздействия на выходную частоту преобразователя в режиме **3**

Режим 4 – выходная частота является функцией ПИД-регулятора (Рисунок 15), задание на входе которого определяется напряжением на аналоговом входе $U_{w.зад}$. При этом нулевому напряжению на входе регулятора соответствует значение **5.01.1**, а напряжению 10 В – **5.01.0**. Между двумя этими значениями сохраняется линейная зависимость от входного напряжения.

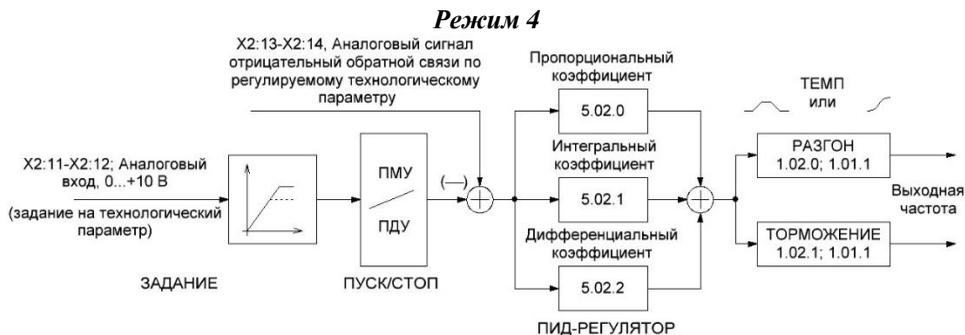


Рисунок 15 – Структура выработки задающего воздействия на выходную частоту преобразователя в режиме **4**

Режим 5 – задающее воздействие на выходную частоту преобразователя вырабатывается внешним управляющим устройством и заводится на преобразователь через последовательный канал связи. Разъёмы для подключения к последовательному каналу связи показаны ниже на Рисунке 16:

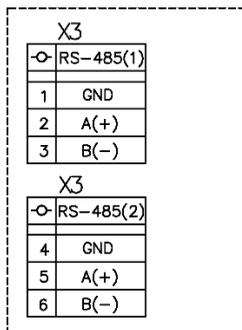


Рисунок 16 – Внешние разъёмы преобразователя частоты для подключения к последовательному каналу связи.

Режим 6 – увеличение/уменьшение задания на выходную частоту преобразователя осуществляется дистанционно при помощи дискретных входов DIN1 и DIN2, являющих аналогом кнопок «+» и «-» ПМУ соответственно, а сброс защит преобразователя производится по входному каналу DIN0. Сигнал на ПУСК/СТОП преобразователя можно сформировать с ПМУ кнопками «1» и «0», либо с ПДУ. При этом начальная частота вращения соответствует значению, установленному в **1.00**, а диапазон регулирования **1.01**.

Режим 7** – в данном режиме задающее воздействие на частоту преобразователя вырабатывается аналогично режиму **6**. Отличие заключается в том, что по дискретному входу DIN0 можно производить ПУСК/СТОП электродвигателя через последовательный канал RS-485 (Modbus).

Режим 8** – дистанционный режим управления по аналоговому входу $U_{w.зад}$ с двунаправленным вращением ротора электродвигателя, которое достигается благодаря смещению входного напряжения с диапазоном изменения 0...10 В (аналог режиму **1** при РЕВЕРСЕ).

При дистанционном управлении по аналоговому входу $U_{w.зад}$ с напряжениями задания 0...10 В максимальный по абсолютной величине уровень задающего напряжения будет соответствовать уставке, записанной в функции **1.01.1**, а ширина зоны нечувствительности – функции **1.01.0**. Если задающий сигнал на частоту вращения меньше ширины зоны нечувствительности, то электродвигатель работает на минимальной частоте вращения **1.01.0**.

Режим 9** – дистанционное управление преобразователем, при котором задающее воздействие на частоту определяется состоянием контактов по входным

каналам DIN1 и DIN2. 4 фиксированных значения задания определяются уставками, заданными **1.05** и **1.06** (используются первые 4 аргумента). При этом по входному каналу DIN0 производится сброс защит, а по DIN3 – предварительное намагничивание электродвигателя и самонастройка преобразователя.

1.04 – задание конфигурации многофункциональных дискретных входов DIN3-DIN5 ПУСК/СТОП/РЕВЕРС при дистанционном управлении электроприводом. Содержит два аргумента:

1.04.0 – может принимать четыре значения:



Рисунок 17 – Внешние соединения при тумблерных режимах дистанционного управления преобразователем частоты

0 – тумблерный режим А.

Каждый из тумблеров осуществляет ПУСК/СТОП электродвигателя в заданном направлении. Одновременное включение тумблеров воспринимается как команда СТОП.

1 – тумблерный режим В.

Один тумблер осуществляет ПУСК/СТОП электродвигателя, другой РЕВЕРС. Реверс может выполняться при вращающемся электродвигателе (без снятия команды ПУСК). При этом останов и последующий разгон в обратном направлении будет производиться с темпом, заданным в **1.02**.

В обоих тумблерных режимах ПУСК/СТОП электродвигателя с ПМУ невозможен.

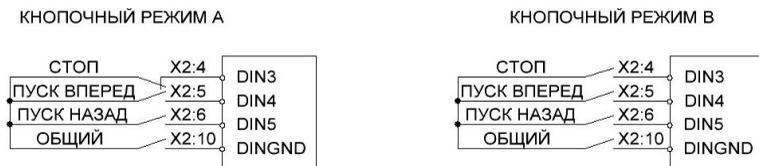


Рисунок 18 – Внешние соединения при кнопочных режимах дистанционного управления преобразователем частоты

2 – кнопочный режим А.

Каждая кнопка «ПУСК» определяет свое направление вращения электродвигателя. Кнопка «СТОП» должна быть **нормально замкнутой**. Одновременное нажатие кнопок «ПУСК» ВПЕРЕД и «ПУСК» НАЗАД

воспринимается как команда СТОП. Управление от ПМУ в данном режиме не поддерживается.

3 – кнопочный режим В.

Каждая кнопка «ПУСК» определяет свое направление вращения. Кнопка «СТОП» должна быть **нормально разомкнутой**. Одновременное нажатие кнопок «ПУСК» и «СТОП» воспринимается как команда СТОП. В данном режиме ПУСК/СТОП электродвигателя возможен как дистанционно по дискретным входам DIN3 ÷ DIN5, так и с ПМУ при режиме 0. В последнем случае кнопка «СТОП» должна быть разомкнута.

4 – преобразователь частоты управляется через последовательный порт RS-485 (Modbus).

1.04.1 – осуществляет автоматическое изменение направления вращения работающего электродвигателя в случае дистанционного управления **без переключения** проводов на клеммах электродвигателя, тумблерах или кнопках, подключенных к DIN3-DIN5. Реверс частоты вращения при управлении от ПМУ осуществляется только после остановки электродвигателя.

1.05 – задание выходной частоты **ВПЕРЕД** по дискретным входным каналам DIN0 ÷ DIN2.

Ускорения при переходе при изменении задающего воздействия определяются функцией **1.02**. В таблице 4 представлены положения тумблеров, подсоединенных к дискретным входам DINGND – DIN0; DINGND – DIN1; DINGND – DIN2 (1 соответствует замкнутому положению тумблера, 0 – разомкнутому).

Таблица 4.

Состояния дискретных входов DIN0 ÷ DIN2 в режиме **2 ВПЕРЕД**

Режим	Состояние дискретного входа (вкл. – 1 /выкл. – 0)			Значение задания по умолчанию, Гц
	DIN0	DIN1	DIN2	
1.05.0	0	0	0	1
1.05.1	1	0	0	5
1.05.2	0	1	0	10
1.05.3	1	1	0	15
1.05.4	0	0	1	20
1.05.5	1	0	1	30
1.05.6	0	1	1	40
1.05.7	1	1	1	50

1.06 – задание выходной частоты **НАЗАД** по дискретным входам DIN0 ÷ DIN2. Работа функции аналогична **1.05** при установке источника задающего воздействия на частоту в режим **2** (функция **1.03**).

1.07 – автоматический запуск электродвигателя при подаче напряжения питания на преобразователь частоты. Данная функция применяется при функционировании

электропривода в составе системы автоматического управления технологическим параметром. При появлении питания на преобразователе частоты осуществляется выход электропривода на запрограммированный режим работы без непосредственного участия оператора.

1.07.=0 – автоматический запуск запрещен;

1.07.=1 – автоматический запуск разрешен.

Направление вращения вала электродвигателя в данном режиме после появления питания на преобразователе определяется значением **1.04.1**. В целях безопасности обслуживающий персонал **должен быть строго проинструктирован** о данном режиме работы электропривода, так как при кратковременном исчезновении питания или одной из его фаз и при последующем его восстановлении произойдет автоматический пуск электродвигателя.

1.08** – задание темпа снижения выходной частоты преобразователя при работе электропривода в режиме системного ограничения тока статора (см. функцию **2.07**). Содержит два аргумента:

1.08.0 – время снижения выходной частоты преобразователя с максимального значения до нуля;

1.08.1 – минимальная уставка, до которой снижается частота преобразователя системного в режиме токоограничения.

При достижении тока статора электродвигателя величины, заданной в **2.07**, выходная частота преобразователя понижается с интенсивностью, определяемой следующим выражением:

$$\frac{1.01.1}{1.08.0}, \text{ с}^{-2}.$$

1.09 – автоматический поиск частоты вращения перед пуском. Предназначен для плавного разгона электродвигателя без бросков тока в случае, если ротор продолжает вращаться под действием инерционных сил, например, при кратковременной потере напряжения питания. Установка **1.09.0** данной функции в состояние 0 (**1.09.0=0**) соответствует отсутствию автопоиска, а в 1 (**1.09.0=1**) определение текущей частоты вращения включено. В последнем случае с помощью ПМУ можно выбрать следующие параметры:

– **1.09.1**, задающий максимально-допустимое время вычисления оценки текущей частоты вращения ротора электродвигателя;

– **1.09.2** определяет начальную частоту поиска, которая при **1.09.2=0** соответствует текущей уставке задания (см. **1.00**), а при **1.09.3=1** – верхнему пределу диапазона регулирования (см. **1.01.1**);

– **1.09.3** выбирает амплитуду тестового напряжения, от которой зависит амплитуда фазных токов статора электродвигателя в режиме автопоиска частоты вращения;

– **1.09.4** устанавливает минимальный порог обнаружения частоты вращения, влияющий на длительность определения текущей частоты вращения вала электродвигателя;

– **1.09.5** определяет время нарастания магнитного потока, от которого зависит время вступления в действие закона управления после выполненной оценки текущей частоты вращения;

– **1.09.6** задержка включения, при которой в случае появления сетевого напряжения питания выдерживается пауза, перед тем как произвести поиск частоты. Данный аргумент позволяет исключить броски токов электродвигателя на начальном этапе определения текущей частоты вращения.

При частотном регулировании с законом ($U_{дв}/f_{дв}=\text{const}$) доступны все аргументы функции **1.09**, а при векторном управлении только **1.09.1****.

1.10 – задание режима работы многофункциональных дискретных выходов СН0...СН2. Предусмотрено пять режимов работы (см. таблицу 5). Нумерация аргумента (канала выхода), а также номер его режима работы можно изменить с помощью кнопок «+» и «-». Режимы работы №4 и №7 применяются в общепромышленных установках с активным моментом сопротивления, например, механизме подъема крана, в целях создания большого начального усилия на валу электродвигателя.

Таблица 5.

Режимы функции **1.10**

Номер режима	Состояние дискретных каналов выхода СН0 ÷ СН2
0	Не задействован. Выходной транзистор (реле) находится в состоянии “выключено”.
1	Включается в аварийной ситуации. В рабочем состоянии “выключен”.
2	Включается, если фазный ток статора электродвигателя превышает численное значение, установленное в функции 1.12 . Выключается, если ток стал ниже установленного в функции 1.12 .
3	Включается, если выходная частота преобразователя больше или равна установленной в функции 1.11 . Выключается, если выходная частота меньше установленной в функции 1.11 .
4	Включается, если абсолютная величина фазного тока статора достигает уровня ограничения 2.07 и абсолютное значение заданной частоты вращения превышает значение, установленное в 1.11 . Выключается при снижении частоты ниже уровня, установленного в функции 1.11 .
5	Включается после окончания процессов предварительного намагничивания электродвигателя и самонастройки, сигнализируя о готовности преобразователя частоты к работе.

Номер режима	Состояние дискретных каналов выхода СНО ÷ СЧ2
6	Включается после подачи питания, если напряжение звена постоянного тока преобразователя частоты выше 90% от номинала и отсутствуют аварии.
7	Включается, если абсолютная величина фазного тока статора достигает уровня 1.12 и абсолютное значение заданной частоты вращения превышает значение, установленное в 1.11 . Выключается при снижении частоты ниже уровня, установленного в функции 1.11 .

1.10.0 – настройка канала СНО на режим срабатывания;

1.10.1 – настройка канала СЧ1 на режим срабатывания;

1.10.2 – настройка канала СЧ2 на режим срабатывания.

1.11 – уставка компаратора выходной частоты, при которой срабатывает дискретные выходные каналы СНО ÷ СЧ2 в режиме **3** функции **1.10**. Как правило, используется в виде разрешающего сигнала для включения катушки электромагнитного тормоза.

1.12 – уставка компаратора фазного тока статора электродвигателя, при котором срабатывает дискретные выходные каналы СНО ÷ СЧ2 в режиме **2** функции **1.10**.

1.13 – устанавливает один из трех реализованных в преобразователе частоты способов торможения электродвигателя, зависящих от аргументов:

1.13.0=0 – торможение самовыбегом, длительность которого определяется суммарным действием приведенного момента сопротивления, текущей частотой вращения ротора и моментом инерции электропривода;

1.13.0=1 – частотное (инверторное) торможение, заключающееся в рассеянии в виде тепла кинетической энергии, запасенной в маховых массах, на тормозном резисторе R_T . При данном торможении обеспечивается максимальный темп снижения частоты вращения до нуля (см. **1.02.3=1**);

1.13.0=2 – динамическое торможение, реализуемое с помощью подключения двух обмоток статора на постоянное напряжение, при котором индикатор ПМУ переходит в режим отображения текущего времени до полного снятия напряжения с электродвигателя (в крайнем левом разряде устанавливается литера t).

Последующие аргументы используются только для динамического торможения электродвигателя при частотном регулировании частоты вращения (значение аргумента функции **1.16** установлено в 0 или 2), а при векторном управлении осуществляется торможение самовыбегом.

1.13.1 – время затухания магнитного поля ротора, предназначенное для временной паузы, в течение которой завершаются электромагнитные процессы во вращающейся части электродвигателя;

1.13.2 – длительность динамического торможения, определяющее темп снижения частоты вращения ротора до полной остановки вала;

1.13.3 – тормозное напряжение, величина которого обуславливает амплитуду фазных токов в электродвигателе.

Если численные значения времени затухания магнитного поля ротора и напряжения динамического торможения установлены в нулевое состояние, то снижение частоты вращения электродвигателя будет происходить самовыбегом. Кроме того, темп уменьшения выходной частоты преобразователя при динамическом торможении будет определяться **1.13.2**, а не величиной, заданной в **1.02.1**.

1.14 – задание параметров встроенного таймера обратного счета. Активизация данной функции приводит к автоматической остановке электродвигателя через время, установленное в данной функции, которое выводится на индикатор при помощи **0.01=9**. В режиме текущей индикации на ПМУ отображаются часы/минуты, минуты/секунды (часы=0000), разделенные между собой точкой. Отсчет времени таймера производится автоматически после каждого пуска электродвигателя, осуществляемого путем нажатия кнопки «1». Функция также активна при вращающемся роторе электродвигателя без остановки последнего.

1.14.0 – установка времени отключения преобразователя в часах;

1.14.1 – установка времени отключения в минутах;

1.14.2 – установка времени отключения в секундах;

1.14.3 – включение/выключение таймера обратного отсчета на отключение электропривода:

1.14.3=0 – работа таймера запрещена;

1.14.3=1 – работа таймера разрешена.

1.15 – управление магнитным состоянием электродвигателя, обеспечивающим предельные динамические характеристики электропривода. Функция включает в себя три аргумента:

1.15.0=0 – намагничивание осуществляется только перед пуском электродвигателя, а в режимах остановки выходной ток преобразователя равен нулю. При использовании векторного управления все последующие пуски происходят из возбужденного состояния;

1.15.0=1 – по фазным обмоткам статора электродвигателя в любом режиме работы, в том числе и при невращающемся роторе, протекает ток намагничивания. В данном режиме предварительного возбуждения электродвигателя, используемого только при векторном управлении, имеют место незначительные потери активной энергии в режимах ОСТАНОВА.

1.15.1 – продолжительность предварительного намагничивания перед пуском, определяющая длительность электромагнитных процессов нарастания магнитного потока и временную задержку в подаче задающего воздействия на частоту;

1.15.2 – дистанционное управление магнитным состоянием электродвигателя по дискретному входу DIN0 – DIN3:

1.15.2=0 – не используется;

1.15.2=1 – используется в тумблерных режимах А и В, описанных в функции **1.04**, **1.15.0=0**, 1.

1.16 – задание способа управления преобразователем частоты по отношению к системе электропривода. Частотное управление не требует подстройки к параметрам электрической машины и применяется в большинстве общепромышленных механизмов, таких как, например, насосы, вентиляторы, компрессоры и т.д. Векторное управление электродвигателем находит место в более ответственных установках, как, например, станки, краны и т.д., где требуется обеспечить высокие динамические и статические характеристики электропривода в совокупности с большим начальным моментом. Наличие датчика частоты вращения расширяет диапазон регулирования частоты вращения вниз от номинального значения.

Преобразователь частоты может функционировать в режиме стабилизации скорости вала электродвигателя или его момента при использовании следующих законов управления:

1.16.=0 – частотное регулирование без датчика частоты вращения;

1.16.=1 – векторное управление без датчика частоты вращения;

1.17** – число меток энкодера на один оборот вала. Данный параметр необходим для приведения дискретного сигнала в канале отрицательной обратной связи по регулируемой переменной к уровню задающего воздействия. Применяется в случае установки аргумента функции **1.16** в состояния 2, 3, 5, 7.

1.18** – число пар полюсов электродвигателя. Данная функция предназначена для режима работы преобразователя частоты в структуре электропривода с датчиком частоты вращения (положения ротора), заложенном в функции **1.16.=2,3,5,7**. Используется для согласования механической частоты вращения вала электродвигателя с датчиком в канале отрицательной обратной связи.

1.19** – дополнительная функция наладки преобразователя. Режим работы, заложенный в **1.19**, предназначен для настройки преобразователя частоты на предприятии-Изготовителе.

**Группа параметров частотного и векторного управления,
уставки защит, архив аварий – 2**

2.00 – номинальные параметры электродвигателя, указанные в паспортных данных или непосредственно на самой электрической машине. Данная функция содержит пять аргументов:

2.00.0 – номинальное значение линейного напряжения электродвигателя $U_{дв}$ при соединении фазных обмоток статора электродвигателя в “звезду”;

2.00.1 – номинальная частота питания статора электродвигателя $f_{дв}$ (для случая общепромышленного применения $f_{дв}=50$ Гц);

2.00.2 – номинальное действующее значение фазного тока статора электродвигателя;

2.00.3 – номинальное скольжение в процентах, характеризующее просадку частоты вращения вала электродвигателя при номинальной нагрузке;

2.00.4 – номинальное значение $\cos(\varphi)$, определяющее потребляемую электродвигателем активную мощность.

2.01 – функция ввода параметров схемы замещения одной фазы электродвигателя, используемая для автоматической самонастройки и адаптации преобразователя частоты при векторном управлении. В число требуемых для настройки преобразователя параметров входят:

2.01.0 – суммарное активное сопротивление фазной обмотки статора и проводов от преобразователя частоты до электродвигателя;

2.01.1 – переходная индуктивность L_{se} , приблизительно равная сумме индуктивностей рассеяния фазных обмоток статора и ротора;

2.01.2 – электромагнитная постоянная времени ротора T_r , характеризующая длительность процесса намагничивания электродвигателя. Данная величина представляет собой отношение полной индуктивности фазной обмотки ротора к ее активному сопротивлению;

2.01.3 – главная взаимная индуктивность L_m между фазными обмотками статора и ротора при совпадении их магнитных осей;

2.01.4 – номинальное значение фазного потокосцепления ротора.

2.02 – параметры системы управления преобразователем при частотном регулировании частоты вращения, реализованного в соответствии с законом М.П. Костенко $U_{дв}/f_{дв}=\text{const}$.

2.02.0 – напряжение смещения $U_{см}$ начального участка вольт-герцовой характеристики (Рисунок 20), предназначенное для ИР-компенсации в нижней части диапазона регулирования частоты вращения. Величину $U_{см}$ следует увеличивать в том случае, если в нижней части диапазона регулирования частоты вращения следует поддерживать высокий электромагнитный момент электродвигателя. Чрезмерное

увеличение данного параметра может привести к перегреву фазных обмоток статора на малых частотах вращения.

2.02.1 – ток холостого хода I_{so} , приблизительно равный току намагничивания;

2.02.2 – коэффициент передачи перекрестных связей K_x между интегральными составляющими регуляторов внешнего двухканального контура регулирования напряжения, величина которого влияет на демпфирование переходных процессов по частоте вращения при скачкообразном набросе/сбросе момента сопротивления (нагрузки).

2.02.3 – тип коэффициента передачи перекрестных связей, определяющий жесткость искусственных механических характеристик электропривода. При постоянном коэффициенте (**2.02.3=0**) наклон характеристик остается неизменным, а при переменном (**2.02.3=1**) изменяется по нелинейной зависимости от текущего значения частоты вращения.

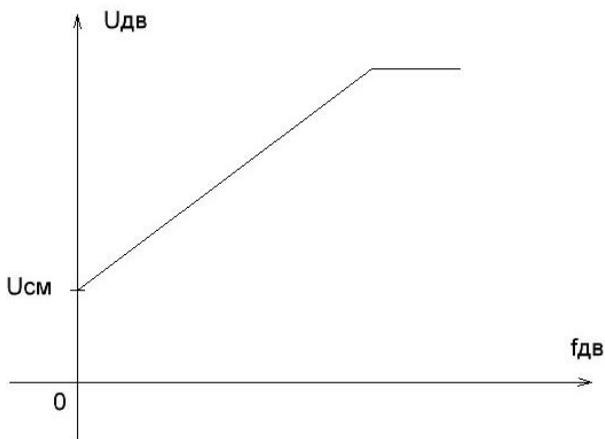


Рисунок 19 – Статическая вольт-герцовая характеристика закона управления электродвигателем

2.03 – дополнительные настройки алгоритма частотного регулирования, предназначенные для улучшения динамических показателей электропривода в начальный момент пуска электродвигателя. Данная функция включает в себя семь аргументов:

2.03.0 – коэффициент перемодуляции в процентах, определяющий наклон статической вольт-герцовой характеристики $U_{дв}/f_{дв}=\text{const}$, улучшающий форму токов электродвигателя в верхней части диапазона регулирования частоты вращения и повышающий перегрузочную способность по моменту;

2.03.1 – форсировка магнитного потока, задающая начальное значение амплитуды напряжения статора в процентах от соотношения $U_{дв}/f_{дв}=\text{const}$ при выходной частоте преобразователя, близкой к нулю;

2.03.2 – граничная частота форсировки магнитного потока, в которой оканчивается форсированный режим работы преобразователя и наступает непрерывная линейная зависимость $U_{дв}/f_{дв}=\text{const}$ (Рисунок 19);

2.03.3 – уровень форсировки в точке 1, определяющий величину напряжения статора в начальный момент пуска в точке 1 вольт-герцовой характеристики;

2.03.4 – аргумент, задающий численное значение выходной частоты для точки 1 вольт-герцовой характеристики;

2.03.5 – уровень форсировки в точке 2, аналогичный по функциональному назначению **2.03.3**;

2.03.6 – аргумент уставки частоты, аналогичный **2.03.4** для точки 2 вольт-герцовой характеристики.

2.04 – выбор структуры и параметров регулятора частот вращения. Аргументы данной функции задают прямые показатели качества переходных процессов по частоте вращения вала и обеспечивают нулевую ошибку регулирования в установившемся режиме работы электропривода при **2.04.4=0**.

2.04.0 – величина “ T_{ay} ”, характеризующая инерционность механической системы электропривода. При больших моментах инерции механизма “ T_{ay} ” требуется увеличивать;

2.04.1 – частота среза логарифмической амплитудно-фазо-частотной характеристики (ЛАЧХ) контура регулирования частоты вращения в разомкнутом состоянии, определяющая быстрдействие переходных процессов в случае приложения управляющих и возмущающих воздействий;

2.04.2 – коэффициент разнесения (разделения) частоты среза и левой частоты сопряжения асимптотической ЛАЧХ контура регулирования частоты вращения в разомкнутом состоянии. При выборе величины больше, либо равно четырем наблюдается монотонный процесс, а при уменьшении данного параметра имеет место перерегулирование в переходном процессе по частоте вращения вала;

2.04.3 – собственная частота наблюдателя скорости (для бездатчиковых систем векторного управления);

2.04.4 – допустимая длительность нахождения выхода регулятора частоты вращения в насыщении, от которой зависит продолжительность работы преобразователя в режиме системного токоограничения;

2.04.5 – функция перехода от ПИ-регулятора частоты вращения (пропорционально-интегральный закон векторного управления) к чисто пропорциональному. Используется в малоинерционных механизмах циклического принципа действия, большую часть производственного цикла функционирующих с моментом сопротивления, близким к режиму реального холостого хода;

2.04.6 – коэффициент разнесения частоты среза и правой частоты сопряжения асимптотической ЛАЧХ контура регулирования частоты вращения. При значении 50.0 правая частота сопряжения исключается.

2.05 – установка параметров системы векторного управления электродвигателем, отвечающих за магнитное состояние электрической машины и перегрузочную способность по моменту.

2.05.0 – включение в систему векторного управления отдельного замкнутого контура регулирования модуля вектора потокосцепления ротора. При **2.05.0=0** задающее воздействие на магнитный поток является заданием на намагничивающий ток статора, а при **2.05.0=1** сигнал прямо пропорционален фазному потокосцеплению ротора. В случае двухзонного регулирования частоты вращения (выше синхронной скорости), наличие контура регулирования потокосцепления ротора является обязательным требованием к настройке преобразователя;

2.05.1 – собственная частота замкнутого контура регулирования модуля вектора потокосцепления ротора, определяющая быстродействие процессов при скачкообразном приложении воздействия;

2.05.2 – собственная частота наблюдателя магнитного потока, величина которой обеспечивает требуемый темп оценки неизмеряемого потокосцепления ротора;

2.05.3 – величина порога ослабления магнитного состояния электродвигателя, выраженная в относительных единицах относительно максимума выходного напряжения преобразователя частоты. Используется при двухзонном регулировании, а в случае работы только в первой зоне значение 2.05.3 выбирается равным 1.01;

2.05.4 – относительный коэффициент передачи пропорционального регулятора ослабления магнитного потока при управлении электродвигателем во второй зоне регулирования частоты вращения;

2.05.5 – величина действующего значения тока намагничивания I_{sd} ;

2.05.6 – выключение/включение адаптации собственной частоты наблюдателя магнитного потока к изменению частоты питания статора электродвигателя. Используется в целях повышения быстродействия вычисления оценки фазного потокосцепления ротора при воздействии на наблюдатель различного рода возмущающих факторов;

2.05.7 – коэффициент разделения собственной частоты наблюдателя и частоты питания статора при установке **2.05.7** в единицу;

2.05.8 – коэффициент форсировки магнитного потока, задающий действующее значение тока намагничивания в начальный момент пуска электродвигателя;

2.05.9 – длительность форсированного режима работы преобразователя по магнитному потоку при пуске электродвигателя из нулевой частоты вращения.

2.06 – функция уставок максимально-токовой (мгновенной) и тепловой (длительной) защит электродвигателя, имеющая два аргумента:

2.06.0 – порог срабатывания мгновенной максимально-токовой защиты с учетом форсировки и пульсаций фазного тока, вызванных разрывным характером работы инвертора напряжения;

2.06.1 – устанавливает длительность протекания фазного тока статора с заданной перегрузкой, которую иллюстрирует Рисунок 20.

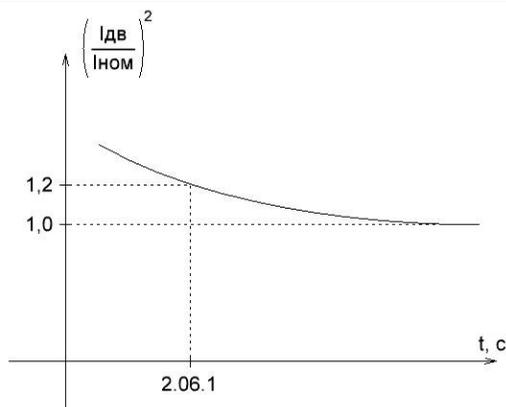


Рисунок 20 – Статическая характеристика интегрально-токовой тепловой защиты

Тепловая защита реализована на основании сравнения уставки и квадратичного значения текущего фазного тока статора электродвигателя. При превышении последнего задания происходит интегрирование ошибки с постоянной времени, поддерживающей среднее значение тока в течении **2.06.1** на уровне 120% от номинала.

2.07 – функция осуществляет системное токоограничение (ограничение максимального уровня задания на фазные токи статора) в зависимости от перегрузочной способности электродвигателя, определяемой по формуле:

$$\lambda_l = \frac{0.95 \cdot I_{\max}}{I_{\text{ном}}} \cdot 100\% ,$$

где I_{\max} – максимальное действующее значение мгновенной токовой защиты (**2.06.0**);

$I_{\text{ном}}$ – номинальное значение фазного тока статора электродвигателя (**2.00.2**).

2.08 – установка защиты преобразователя частоты при обрыве фазы электродвигателя.

2.08.=0 – работа защиты запрещена;

2.08.=1 – работа защиты разрешена.

Защита начинает работать только после подачи напряжения питания на электродвигатель. Блокировка преобразователя осуществляется, если в течение 10 мс по одной или нескольким фазным обмоткам статора протекает ток, составляющий менее 2% от номинального действующего значения $I_{\text{ном}}$ с индикацией на ПМУ аварии в виде **Err9**.

2.09 – установка в преобразователе частоты защиты от “срыва” бездатчикового алгоритма векторного управления. Данная функция используется в электроприводах с активным моментом сопротивления, например, механизме подъема крана, для исключения аварийных режимов работы оборудования.

2.09.0 – активизация защиты в преобразователе частоты:

2.09.0=1 – включена;

2.09.0=0 – запрещена;

2.09.1 – временной интервал анализа работы алгоритма векторного управления электродвигателем на работоспособность, с уменьшением этого параметра чувствительность защиты возрастает;

2.09.2 – количество косвенных признаков аварии, на основании которых происходит срабатывание защиты. С уменьшением этого параметра чувствительность защиты возрастает.

Уменьшение **2.09.1** и **2.09.2** приводит к повышению надежности алгоритма векторного управления, однако их чрезмерное повышение может приводить к ложному срабатыванию защиты, которое индицируется на ПМУ в виде **OvrL**.

2.11 – настройки уровня и времени срабатывания защит, реализуемых в преобразователе частоты.

2.11.0 – формирование длительности задержки срабатывания защиты от просадки (исчезновения) линейного напряжения питания преобразователя **Err3**;

2.11.1 – резерв;

2.11.2 – формирование длительности задержки срабатывания защиты от нахождения преобразователя в режиме токоограничения **Err13**. Срабатывание защиты осуществляется в случае частотного регулирования при нахождении выхода регулятора частоты вращения в насыщении в течении времени, установленном в **2.04.3**;

2.11.3 – уровень максимально допустимого напряжение звена постоянного тока, определяющий уровень срабатывания защиты **Err4**;

2.11.4 – уставка напряжения звена постоянного тока, при котором начинается частотное торможение с использованием резистора торможения;

2.11.5 – уставка напряжения звена постоянного тока, при котором заканчивается использование резистора торможения.

Группа параметров самонастройки преобразователя частоты – 3

3.00 – установка режима самонастройки преобразователя частоты на основании предварительной идентификации параметров электродвигателя:

3.00.=0 – режим самонастройки преобразователя частоты отключен;

3.00.=1 – перед началом каждого ПУСКА электродвигателя из немагнитного состояния (горит красный светодиод “0”) в течении 5 секунд производится предварительная идентификация активного сопротивления фазной

обмотки статора с дальнейшей экспресс-самонастройкой преобразователя частоты на основании измеренной величины R_s ;

3.00.=2 – перед началом каждого ПУСКА электродвигателя из ненамагниченного состояния (горит красный светодиод “0”) в течении 5 секунд производится предварительная идентификация активного сопротивления фазной обмотки статора и переходной индуктивности L_{se} с дальнейшей экспресс-самонастройкой преобразователя частоты на основании полученных данных;

3.00.=3** – полная самонастройка системы векторного управления преобразователя частоты при каждом ПУСКЕ электродвигателя из ненамагниченного состояния (горит красный светодиод “0”), основанная на предварительной идентификации трех параметров R_s , L_{se} , T_r .

В случае установки аргумента в нулевой состояние, при формировании алгоритм векторного управления используются текущие значения параметров электродвигателя, установленные группе **2.01**.

3.01 – ручной запуск процедуры самонастройки преобразователя частоты, осуществляемый пользователем при неизвестных переменных и параметрах электродвигателя, которые в дальнейшем автоматически записываются в качестве значений по умолчанию:

3.01.=0 – данная функция отключена;

3.01.=1 – запуск пользователем с ПМУ первоначальной предварительной идентификации активного сопротивления фазной обмотки статора R_s и переходной индуктивности L_{se} , а также первое “грубое” определение численных значений переменных с последующей записью полученных данных в качестве параметров по умолчанию в функции **2.01.0 ÷ 4** и **2.05.5**;

3.01.=2 – запуск пользователем с ПМУ первоначальной предварительной идентификации параметров электродвигателя R_s , L_{se} , T_r с последующей записью полученных данных в качестве значений по умолчанию в функцию **2.01.=0,1,2** и автоматической подстройкой преобразователя частоты.

3.02 – установка ручной процедуры самонастройки регулятора частоты вращения к инерционности механической части электропривода, определяющей величину “Тау” в функции **2.04.0** (параметр автоматически сбрасывается в значение по умолчанию):

3.02.=0 – функция не задействована;

3.02.=1 – функция активна.

При установке аргумента функции **3.02** в единицу и нажатии кнопки «1», электродвигатель кратковременно разгоняется и тормозится. За время пуско-тормозного режима работы электропривода производится текущая оценка величины “Тау” (электромеханической постоянной времени), которая в дальнейшем используется при настройке регулятора частоты вращения (см. функцию **2.04.0**).

3.03** – функция текущей адаптации алгоритма векторного управления к температурному дрейфу активного сопротивления фазной обмотки статора R_s , вызванного изменением тепловых режимов работы электродвигателя вследствие действия момента сопротивления (нагрузки):

3.03.=0 – отключена;

3.03.=1 – включена.

При подстройке преобразователя частоты с помощью функций **3.01** и **3.02** необходимо снять с электродвигателя предварительное намагничивание (горит красный светодиод “0”) и выбрать требуемое значение аргумента с последующим выходом из режима редактирования параметров в режим текущей индикации. Далее производится нажатие кнопки «1» – ПУСК, в результате чего на выходе преобразователя в течение 5 секунд формируются тестовые сигналы и их обработка с последующей самонастройкой преобразователя частоты.

Группа параметров настройки автономного инвертора напряжения – 4

4.00 – выбор частоты коммутации силовых IGBT-модулей автономного инвертора напряжения, величина которой меняется в интервале от 0.5 до 20.0 кГц с шагом 0.1 кГц.

Для электродвигателей, номинальная частота питания статора которых превышает 50 Гц, с целью формирования более качественного синусоидального тока в обмотках электродвигателя следует увеличивать частоту широтно-импульсной модуляции (ШИМ). При этом необходимо иметь в виду, что с ростом частоты ШИМ увеличиваются потери в силовых IGBT-модулях автономного инвертора и, соответственно, снижается к.п.д. преобразователя.

4.01 – предел измерения датчика тока, соответствующий его максимально возможному мгновенному значению фазного тока статора. Данная функция задает базовую величину для уставок токовых защит преобразователя **2.06**.

4.02 – функция настройки преобразователя, предназначенная для улучшения формы токов электродвигателя в нижней части диапазона регулирования частоты вращения за счет компенсации “мертвого” времени для исключения тока короткого замыкания в стойках силовой части преобразователя и падения напряжения на полупроводниковых приборах в открытом состоянии. Коэффициент компенсации “неидеальностей” автономного инвертора напряжения выбирается из требования минимума пульсаций относительно “гладкой” составляющей фазного тока статора электродвигателя при выходной частоте преобразователя около 5 Гц. При этом необходимо помнить, что увеличение коэффициента компенсации приводит к росту амплитуды фазного тока статора и, как следствие, дополнительному нагреву электродвигателя.

4.03 – задание собственной частоты трехканального замкнутого контура регулирования фазных токов статора электродвигателя, определяющей быстрдействие процессов обработки управляющих и возмущающих воздействий данным контуром. Значение данного параметра должно быть, как минимум в 10 раз разнесено по отношению к частоте коммутации силовых IGBT-модулей автономного инвертора напряжения, заданной в **4.00**.

4.04 – *дополнительная* функция, предназначенная для режима проверки силовых IGBT-модулей на предприятии Изготовителе, формирующая три стационарных вектора напряжения. При эксплуатации преобразователя не используется.

Группа параметров настройки технологического регулятора – 5

5.00 – функция задания масштаба и предельно допустимого диапазона изменения токового выхода датчика технологического параметра, предназначенного для организации отрицательной обратной связи, содержащая два аргумента:

5.00.0 – масштаб датчика в канале отрицательной обратной связи, предназначенный для отображения технологического параметра в реальных физических величинах.

5.00.1 – определяет расположение десятичной запятой (точки) в масштабе технологического параметра в **5.00.1** и в режиме текущей индикации на ПМУ при **0.01.=4**:

5.00.1=0 – десятичная точка отсутствует, т.е. используются только целые числа;

5.00.1=1 – десятичная точка располагается за младшим разрядом индикатора ПМУ (крайний правый);

5.00.1=2 – десятичная точка устанавливается перед младшим разрядом индикатора ПМУ;

5.00.1=3 – десятичная точка располагается по середине индикатора ПМУ;

5.00.1=4 – десятичная точка устанавливается за старшим разрядом индикатора ПМУ (крайний левый).

Например, верхний предел токового выхода датчика составляет 5 мА (или 20 мА), что соответствует давлению 18 атмосфер. Для задания полной шкалы в атмосферах необходимо ввести значение аргумента функции, равное 0180. Последующее редактирование **5.00.1** позволяет изменить положение запятой на индикаторе, которое выбирается равное 3, в результате чего индикатор ПМУ будет показывать 018.0.

5.00.2 – диапазон изменения выхода датчика в канале отрицательной обратной связи системы автоматического управления технологическим параметром:

5.00.2=0 – датчик с диапазоном токового выхода 0...5 мА;

5.00.2=1 – датчик с диапазоном токового выхода 4...20 мА.

В последнем случае на плате контроллера необходимо установить перемычку джампера J2, изменяя таким образом величину нагрузочного резистора датчика технологического параметра.

5.01 – задание (уставка) на управляемый технологический параметр, воздействие на который осуществляется путем изменения частоты вращения ротора электродвигателя. Функция активна, если в **1.03** установлен режим 3. При пуске электродвигателя задание на технологический параметра поступает на вход П-, И- или ПИД-регулятора, выход которого является задающим воздействием на выходную частоту преобразователя. Данная функция содержит два аргумента:

5.01.0 – стабилизируемое (желаемое) значение технологического параметра. Следует иметь в виду, что при увеличении или уменьшении величины задающего воздействия на технологический параметр иногда требуется несколько раз нажать на кнопки «+» и «-». Это происходит потому, что задающее воздействие, как и значение сигнала от датчика в канале отрицательной обратной связи, определяется разрядностью аналогово-цифрового преобразователя (АЦП). В данном случае десятиразрядная шкала АЦП соответствует числу 1023, что не всегда удобно. В функции **5.00.0** описывается настройка показания датчика технологического параметра под реальное физическое значение. После этого задание на регулируемый технологический параметр, реализуемое в функции, осуществляется в той же размерности, хотя дискретность соответствует десяти разрядам.

5.01.1 – минимальное значение технологического параметра, представленного в той же форме, что и **5.01.0**.

5.02 – настройка коэффициентов последовательного корректирующего устройства (регулятора) технологического параметра. Данная функция предназначена для реализации пропорционально-интегрально-дифференциального закона управления технологической переменной или комбинации его из составных частей, содержащая три аргумента:

5.02.0 – коэффициент передачи пропорциональной составляющей;

5.02.1 – коэффициент передачи интегральной составляющей (величина, обратная постоянной времени интегрирования, выраженной в секундах);

5.02.2 – коэффициент передачи дифференциальной составляющей (постоянная времени дифференцирования в секундах).

Численные значения коэффициентов передачи устанавливаются в соответствии с заранее проведенными расчетами. В противном случае, при эмпирической настройке, подбор коэффициентов передачи следует начинать с минимальных значений. Первым следует увеличивать пропорциональный коэффициент. Если при увеличении коэффициента возрастает амплитуда колебаний частоты вращения, то его численное значение необходимо уменьшить. Аналогично подбирается и коэффициент передачи интегральной и дифференциальной составляющих. Следует особо отметить, что при каждой подстройке коэффициентов необходимо делать

ОСТАНОВ и ПУСК электродвигателя, так как в противном случае система автоматического регулирования может перейти в колебательный режим.

5.03** – функция выравнивания (стабилизации) нагрузки при работе преобразователя частоты в составе двух и более двигательного электропривода, в котором валы электрических машин механически связаны между собой. Активируется в случае частотного регулирования **1.16.=0** и работе преобразователя в качестве “ведомого” или “ведущего” во всех установках функции **1.03**, кроме режимов **3** и **4**.

5.03.=0 – отсутствует;

5.03.=1 – включена.

Группа параметров настройки последовательного канала – 6

6.00 – настройки последовательного канала при дистанционном управлении преобразователем частоты в качестве составной части технологической системы:

6.00.0 – тип протокола обмена данными, позволяющий управлять преобразователем частоты от локального управляющего устройства или по сети:

6.00.0=0 – Modbus;

6.00.0=1 – PC-master;

6.00.1 – коммуникационный адрес в сети Modbus при управлении электроприводом по последовательному интерфейсу RS-485. Данный аргумент устанавливает адрес преобразователя частоты для связи с управляющим устройством (компьютер или контроллер);

6.00.2 – скорость передачи данных между преобразователем и внешним управляющим устройством:

0 – 2400 бод (бит/с);

1 – 4800 бод (бит/с);

2 – 9600 бод (бит/с);

3 – 14400 бод (бит/с);

4 – 19200 бод (бит/с);

5 – 38400 бод (бит/с);

6 – 57600 бод (бит/с);

7 – 115200 бод (бит/с).

6.02 – исходные данные о программном обеспечении, заложенном в преобразователе частоты:

6.02.0 – номер версии программного обеспечения;

6.02.1 – число и месяц компиляции;

6.02.2 – год выпуска.

3.6.4.3. АВАРИЙНЫЕ СООБЩЕНИЯ

При эксплуатации электропривода могут возникать аварийные ситуации, которые сопровождаются срабатыванием соответствующих защит преобразователя частоты и выводом на индикатор ПМУ номера аварии. Снять сообщение об аварии и продолжить работу электропривода можно путем нажатия кнопки «Р». Четыре последних аварийных сообщения записываются в энергонезависимую память контролера. Номер сообщения об аварии, а также соответствующие ей параметры – напряжение промежуточного звена постоянного тока, действующее значение тока фазной обмотки статора электродвигателя и выходную частоту преобразователя – можно вывести на индикатор с помощью функции **2.10**. Аварии имеют следующие номера:

Err1 – срабатывание защиты драйверов при выходе из насыщения силовых IGBT-модулей.

Err2 – срабатывание компараторов тока (аппаратная максимально-токовая защита).

Err3 – линейное напряжение питающей сети ниже нормированного значения 320 В.

Err4 – напряжение звена постоянного тока выше нормы (напряжение выше уставки **2.11.3**).

Err5 – резерв (свободный код аварии).

Err6 – перегрев силовых элементов преобразователя частоты, возникающий в случае превышения температуры охлаждающего радиатора или силовых конденсаторов инвертора уставки 75°C .

Err7 – обрыв датчика отрицательной обратной связи. Защита работает, если в функции **5.00** установлен **5.00.2 = 1**, а датчик технологического параметра имеет токовый выход 4...20 мА.

Err8 – ошибка технологического параметра.

Err9 – обрыв фазы электродвигателя.

ErrA – токовые защиты электродвигателя. В фазной обмотке статора протекает максимально-допустимый мгновенный ток I_{max} (**2.06.0**) или длительно-допустимый ток, равный $1,2 \cdot I_{\text{H}}$ в течение 60 ± 15 с (см. **2.06.1** – уставка срабатывания время-токовой защиты).

ErrB – настройки, сохраненные в энергонезависимой памяти, испорчены. После сброса ошибки, электропривод будет иметь начальные заводские настройки. Следует повторно настроить все параметры и запомнить их с помощью функции **0.03**. Если после повторного включения питания ошибка повторяется, следует обратиться на предприятие-изготовитель для устранения дефекта.

ErrC – электропривод находится в режиме ограничения максимального значения тока более **2.11.2** при частотном регулировании. Вероятной причиной может быть, например, заклинивание ротора электродвигателя.

ErrD – ошибка при динамическом торможении электродвигателя.

ErrE – напряжение звена постоянного тока выше предельно допустимого (аппаратная защита).

OrLd – электропривод находится в режиме ограничения максимального значения тока более **2.04.4** при бездатчиковом векторном управлении или перегрузка, сопровождаемая “обратным ходом” алгоритма векторного управления.

POFF* – питание преобразователя отключено, либо неправильное чередование питающих фаз А, В, С или обрыв одной из данных фаз.

Авария, помеченная звездочкой (*), снимается автоматически при восстановлении питания, а электропривод (при установленном параметре автозапуска с автоподхватом или без него (см. **1.07** и **1.09**) переходит в режим пуска).

IV. Установка времени и даты:

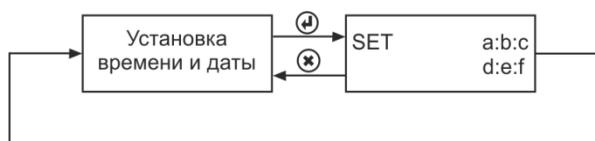


Рисунок 21 – Время и дата

При нажатии кнопки \downarrow происходит переход к установкам a, b, c, d, e, f, где a – часы, b – минуты, c – секунды, d – день, e – месяц, f – год (Рисунок 21). Для изменения параметра необходимо нажать \downarrow , изменяемый параметр начинает мигать. Кнопками \uparrow \downarrow изменяется нужный параметр в большем или меньшем направлении соответственно. После установки необходимого параметра, необходимо нажать \downarrow для его подтверждения.

V. Архив аварий:

X – порядковый номер сообщения в архиве аварий. Y – код аварии (Таблица 6). При мигающем параметре X, для выбора интересующего порядкового номера используют кнопки \uparrow \downarrow .

Клавиша \downarrow – для подтверждения выбора параметра. Индикатор выводит две строки аварийного сообщения, для просмотра полного сообщения используются кнопки \uparrow \downarrow (Рисунок 22).

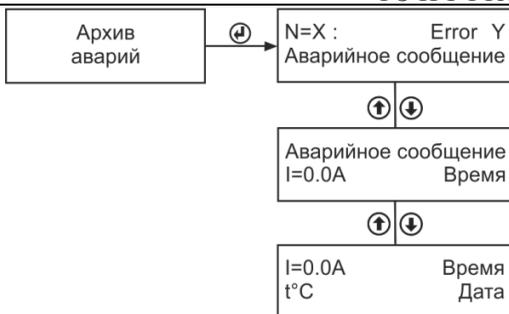


Рисунок 22 – Архив аварий

Архив аварий ПЧ

Номер ошибки Err	Описание
1	Срабатывание собственных защит драйверов силовых IGBT-модулей АИН. Аппаратная защита, возникает при неисправности источника питания драйверов или при выходе одного из транзисторов IGBT-модуля АИН из насыщения (протекании недопустимо большого тока через транзистор, например, тока короткого замыкания).
2	Срабатывание компараторов тока. Аппаратная максимально-токовая защита, возникает при протекании недопустимо большого тока в одной из фаз ПЧ, уставка компаратора задается аппаратными средствами и определяется номинальным током IGBT-модуля АИН.
3	Срабатывание программной защиты от недопустимого снижения напряжения питания ПЧ. Возникает, если амплитудное значение линейного напряжения питающей сети ПЧ, ниже допустимого значения (2.11.7) в течение времени (2.11.0).
4	Срабатывание программной защиты от недопустимого превышения напряжения ЗПТ. Возникает при превышении напряжения ЗПТ уставки 2.11.3. Причиной срабатывания данной защиты, чаще всего, является результат неправильной настройки тормозных режимов электропривода (см. 1.02.1, 1.02.3), векторного управления электродвигателем (см. 2.04.1, 2.04.2), регулятора технологического параметра (см. 5.02) и величины установленной в 2.06.1. Также к возникновению данной защиты может привести неправильно подобранный или вышедший из строя тормозной резистор R _T (см. п.1.1).
5	Зарезервированный код аварии для дальнейших разработок.
6	Срабатывание компараторов датчиков температуры. Аппаратная защита, возникающая при перегреве силовых элементов ПЧ (охлаждающего радиатора IGBT-модулей или конденсаторов ЗПТ) в случае превышения температурного порога 75°C ±5%.
7	Срабатывание программной защиты от обрыва датчика технологического параметра или задатчика частоты (скорости или момента) с выходным сигналом 4...20 мА, подключенного к входу J ₀ .зад. Возникает, если в функции 5.00.2 = 1 или 3, или если в 1.03 установлен режим 10, а датчик технологического параметра или задатчик частоты (скорости или момента) выдает сигнал ниже 4 мА.
8	Зарезервированный код аварии для дальнейших разработок.
9	Срабатывание программной защиты от обрыва одной из фаз электродвигателя (см. описание функции 2.08).

Номер ошибки Err	Описание
10	Срабатывание программных защит от протекания по обмоткам статора электродвигателя мгновенного тока выше максимально-допустимого или длительного тока выше номинального (см. описание функции 2.06).
11	Срабатывание программной защиты от работы ПЧ с «испорченными» настройками параметров. Возникает при обнаружении ошибочных данных, сохраненных в энергонезависимой памяти контроллера. Причиной срабатывания данной защиты, чаще всего, является сбой в работе с микросхемой памяти либо её выход из строя.
12	Срабатывание программной защиты от длительного нахождения электропривода в режиме токоограничения (см. описание функций 2.07 и 2.11.2).
13	Ошибка алгоритма управления ПЧ в режимах автоподхвата или динамического торможения электродвигателя (см. описание функций 1.09 , 1.13).
14	Срабатывание компаратора напряжения ЗПТ. Аппаратная защита от недопустимого превышения напряжения ЗПТ, уставка компаратора задается аппаратными средствами и определяется номинальным напряжением конденсаторов ЗПТ. В базовом исполнении ПЧ порог срабатывания компаратора напряжения ЗПТ установлен на уровне 700 В.
15	Не завершена процедура предварительного заряда звена постоянного тока (см. описание функции 2.11.6).
16	Срабатывание программной защиты от длительного нахождения электропривода в режимах токоограничения при бездатчиковом алгоритме векторного управления электродвигателем (см. 2.04.4) или перегрузки, сопровождаемой «срывом» алгоритма векторного управления электродвигателем (см. описание функции 2.09).
17	Срабатывание аппаратной защиты от неправильного чередования фаз питающей сети, либо обрыва или недопустимой просадки одной из фаз, что является критичным для температурного режима работы конденсаторов ЗПТ, а также для направления вращения и температурного режима работы трехфазных вентиляторов блока охлаждения (в случае установки их в ПЧ, см. Приложение 1). Также данным сообщением индицируется полное отключение питания ПЧ, при котором система управления ПЧ остается запитанной от напряжения ЗПТ в течение времени разряда конденсаторов.
18	Внешняя блокировка ПЧ нормально-замкнутым контактом, подключенным к входу DIN7 (см. 1.04.2).

Примечание: Защиты, помеченные (*), снимаются автоматически при исчезновении условий, вызвавших их срабатывание, а ПЧ при установленном параметре автозапуска с «автоподхватом» или без него (см. **1.07** и **1.09**) переходит в режим ПУСК.

3.7. ИНСТРУМЕНТ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

1. При монтаже необходимо соблюдать все нормы и правила «ПТЭЭП», «ПУЭ» и «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации».

2. Работы на месте монтажа ПЧ рекомендуется выполнять до максимальной готовности в соответствующих климатических условиях во избежание загрязнения и повреждения устройства.

3. Устройство должно быть заземлено для соответствия предписаниям по большим токам утечки.

4. Монтаж ПЧ производится болтами М10, ключом на 17. Момент затяжки резьбового соединения проверяется динамометрическим ключом и составляет 30-40 Н·м.

5. Монтаж шин к устройству осуществляется болтами М12, ключом на 19. Момент затяжки резьбового соединения: 60-75 Н·м.

6. Для монтажа разъемов используется плоская отвертка 0,6×3,5.

7. ПЧ устанавливается с соблюдением расстояний от токоведущих частей до заземленных конструкций и частей зданий согласно ПУЭ.

3.8. МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

Наименование устройства нанесено на лицевой панели; заводской номер и дата изготовления нанесены на задней панели. Маркировка ПЧ выполняется специальной несмываемой краской, соответствует ГОСТ 21552-84, конструкторской документации и содержит:

- наименование и условное обозначение типа изделия;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- заводской номер, месяц и год изготовления;
- знак государственного реестра.

Эти данные нанесены на шильде, закрепленной на крышке. На крышке генератора имеется место для крепления этикетки с датой последней проверки и подписи проверяющего.

Пломбирование корпуса устройства производится специальными наклейками, которые устанавливаются на верхней и нижней крышках в специальных маркировочных местах, на крепежные винты.

3.9. УПАКОВКА И КОНСЕРВАЦИЯ

Упаковка и консервация ПЧ соответствует требованиям ГОСТ 21552-84, конструкторской документации и обеспечивает:

- сохранность при выполнении такелажных работ, транспортировании и хранении;
- необходимую защиту от воздействия внешних факторов.

Благодаря высокому качеству, строгому выходному контролю, несминаемой и ударопрочной упаковке гарантируется высокое качество продукта. Однако существует вероятность повреждения в пути вследствие небрежности. Поэтому при приемке продукции необходимо распаковать упаковку и выполнить следующие действия: осмотрите устройство плавного пуска двигателя и убедитесь, что оно не получило повреждений во время транспортировки.

В случае обнаружения некомплектности, повреждений или недостатка немедленно свяжитесь с местным дилером или компанией, предоставляющей услуги. Перенося прибор, держите его за корпус, а не за панель управления. Это может привести к падению прибора, порче и физическим повреждениям.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

4.1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

Климатическое исполнение ПЧ – УХЛ, категория размещения 4 по ГОСТ 15150:

- ПЧ должно эксплуатироваться в закрытых отапливаемых, вентилируемых производственных помещениях с отсутствием воздействия прямого солнечного излучения, атмосферных осадков. Температура окружающей среды – от 1 до 40°C.
- Место размещения и допустимые вибрации должны соответствовать группе условий эксплуатации М2 по ГОСТ 17516.1. Это размещение на стенах предприятий при внешних источниках, создающих вибрации с частотой не выше 100 Гц.
- Окружающая среда должна быть невзрывоопасной, не содержащей агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих изоляцию и металлы, не насыщенной токопроводящей пылью и водяными парами.
- Содержание не токопроводящей пыли в помещении и в охлаждающем воздухе должно быть не более 0,7 мг/м³. По содержанию коррозионно-активных

агентов допускается эксплуатация в атмосфере типа II, промышленной по ГОСТ 15150.

- Отклонение напряжения и частоты питающей сети в соответствии с ГОСТ 13109. Потребитель должен принять меры по ограничению перенапряжения в точке подключения ПЧ, вызванного грозовыми разрядами и коммутируемым перенапряжением на уровне $1,25 \cdot U_{\text{ном}}$ длительностью не более 1 сек.

- Место установки ПЧ должно быть защищено от попадания воды, эмульсии, масел и т.п.

- Рабочее положение ПЧ – вертикальное. Допускается отклонение от вертикали до 5 градусов в любую сторону.

- Прикрепление должно производиться шурупами или болтами к твердой поверхности. Запрещено соединение выходных контактов устройства плавного пуска с конденсаторами, поскольку это может вывести прибор из строя.

- После установки прибора хорошо изолируйте входные и выходные контакты соответствующей изоляцией. При применении дистанционного управления, заблокируйте клавиатуру прибора. При обслуживании устройства, прежде всего отключите его от источника электроэнергии. Не изменяйте заводские настройки без необходимости, поскольку это повлияет на функции и характеристики прибора. Если настройки необходимо изменить, доверьте эту работу квалифицированному специалисту. Установку устройств должен выполнять только квалифицированный персонал.

4.2. ПОДГОТОВКА УСТРОЙСТВА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

После получения прибора рекомендуется:

- вскрыть упаковку для проверки отсутствия повреждений и соответствия изделия заказу. В случае выявления несоответствий, необходимо связаться с местным дилером;

- осмотреть прибор на предмет повреждений во время транспортировки корпуса и лицевой панели, проверить комплектность в соответствии с п.3.4.

- переносить прибор, держать его за корпус, а не за панель управления.

Перед установкой ПЧ на рабочее место необходимо:

- убедиться в целостности электрического монтажа разъема и отсутствии каких-либо механических повреждений;

- убедиться в соответствии условий окружающей среды и параметров источника питания требованиям, изложенным в настоящем руководстве (п.4.1);

- убедиться в подключении главных цепей. Цепи должны быть подключены соответствующим образом: вход источника питания должен быть соединен с клеммами; выходные клеммы должны быть соединены с двигателем;
- убедиться, что шунтирующий тиристоры электромагнитный контактор установлен и соответствующим образом подключен;
- убедиться в надежном подключении клеммы заземления к заземлителю при отсутствии подключения к электрической сети;
- убедиться в отсутствии коротких замыканий или коротких замыканий на землю всех клемм и электрических частей;
- убедиться в подключении к электродвигателю прибора, выбранного с соответствующей мощностью и применении его в полном соответствии с настоящей инструкцией;
- все клеммы, коннекторы и винты должны быть плотно установлены.

4.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Установка, монтаж и эксплуатация ПЧ должна производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации установок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации установок потребителей».

Необходимо: обеспечить место установки данного ПЧ, отключив электропитание с данного места; установить ПЧ на рабочее место, подключить соответствующий прибор и подать питание.

Устанавливаемый на рабочее место ПЧ должен быть проверен на соответствие техническим требованиям настоящего РЭ. Периодичность проверок рекомендуется один раз в 5 лет.

4.4. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

При работе ПЧ, система управления постоянно контролирует значение параметров работы устройства. При отклонениях этих значений от установленных возникает аварийная ситуация. При ее возникновении ПЧ автоматически производит останов двигателя. Начнет мигать индикатор АВАРИЯ, на индикаторе появляется сообщение об аварии. После паузы длительностью несколько секунд, ПЧ производит повторный пуск двигателя в течении заданного времени (при ручном управлении), если установлено число попыток запуска. По текущему состоянию индикации следует определить возможную причину аварии. При возникновении нештатной аварийной ситуации перевод ПЧ в состояние АВАРИЯ можно произвести нажатием кнопки ЭКСТРЕННЫЙ ОСТАНОВ.

Если авария произошла по причине внешнего воздействия на ПЧ – устранить её. После этого повторить процедуру запуска. Если ПЧ снова определило аварию – отключить питающую контактную аппаратуру и вызвать специалиста.

ВНИМАНИЕ! При переходе в состояние аварии, по нажатию кнопки **ЭКСТРЕННЫЙ ОСТАНОВ**, происходит снятие режима автозапуска электродвигателя, т.е. блокируется возможность внешнего пуска электродвигателя в течение времени нахождения системы в состоянии аварии, значение которого задается.

5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

5.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Для обеспечения безаварийной работы ПЧ в течение продолжительного времени необходимо проводить периодическое техническое обслуживание.

ПЧ должны обслуживаться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». Техническое содержание ПЧ должно производиться с соблюдением правил технической эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 В не реже одного раза в 6 месяцев силами потребителя.

При техническом обслуживании необходимо:

1. Удалить с наружных легкодоступных частей ПЧ пыль, грязь, масло и посторонние предметы, которые могут быть причиной непредвиденных дефектов и неисправностей. Очистку воздухопроводных щелей ПЧ необходимо проводить с особой тщательностью с помощью пылесоса. Не допускается использование для чистки воздухопроводных щелей острых предметов (ножей, отвёрток и т.д.).

2. Проверить, нет ли незатянутых винтов клеммных колодок и панели подключений. При необходимости, затянуть винты. Проверить, нет ли следов перегрева, плавления клеммных колодок.

3. Проверить визуально провода и кабели на наличие нарушений изоляции.

4. Проверить надёжность крепления ПЧ и крепления заземляющих элементов ПЧ.

5.2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

К техническому обслуживанию ПЧ допускаются лица, имеющие право работы на действующих силовых электроустановках с напряжением до 1000 В, прошедшие специальный инструктаж, изучившие настоящее руководство, «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила устройства электроустановок» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». Техническое обслуживание и ремонт ПЧ должны производиться только после снятия напряжения со всех токоведущих частей и подготовки рабочего места согласно «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

5.3 ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ

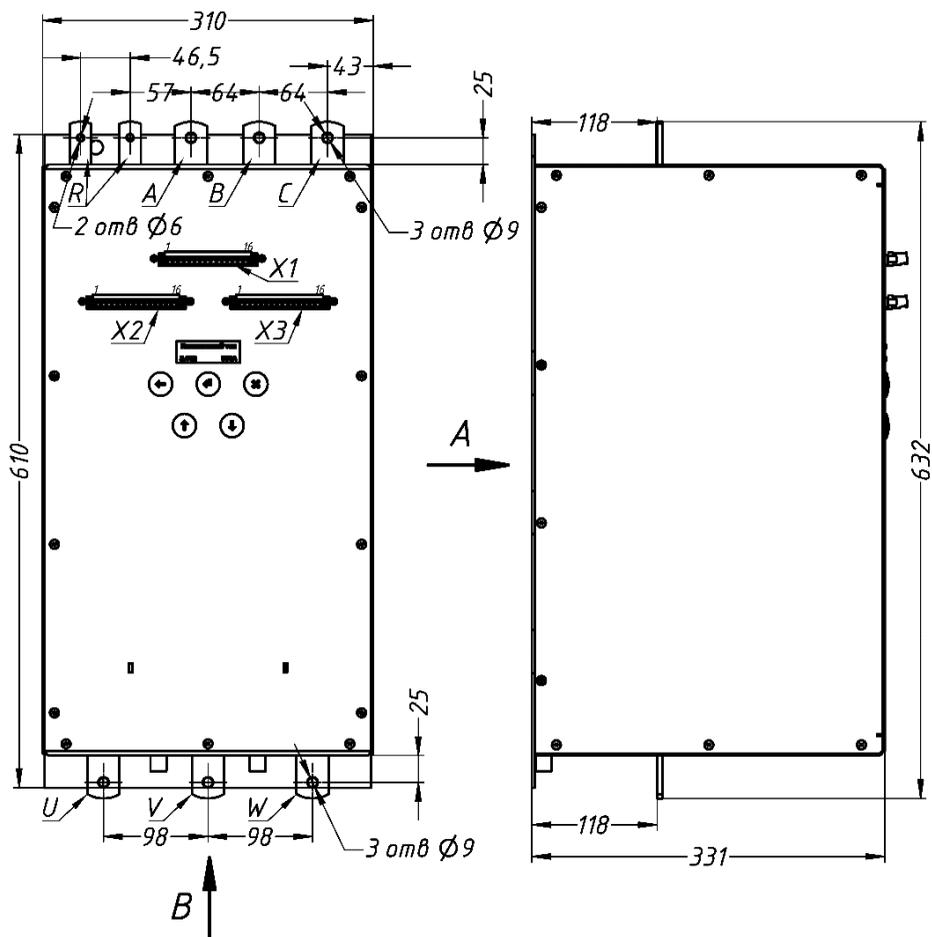
После выполнения проверки и установки ПЧ следует выполнить пробное включение. При пробном включении рекомендуется работа двигателя на холостом ходу. В дальнейшем, при нормальной работе допускается выполнение испытания под нагрузкой. Следует выбирать оптимальный режим работы в соответствии с эксплуатационными требованиями.

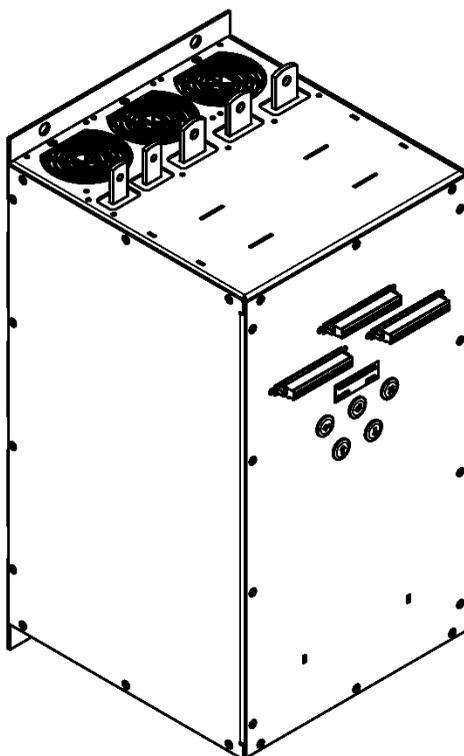
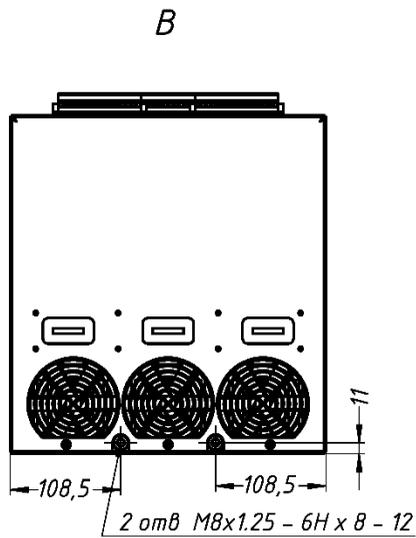
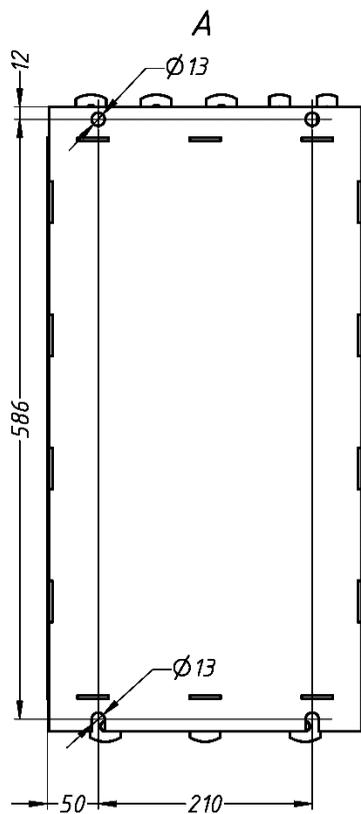
Необходимо учитывать следующее:

- режимом управления по умолчанию является управление с панели управления;
- устанавливаемое значение номинального тока питания должно быть равным значению, указанному на заводской табличке двигателя;
- двигатель должен работать плавно, без свиста и вибраций. При недостаточно хорошем пуске настройки основных функций подлежат смене;
- двигатель должен вращаться в требуемом направлении.

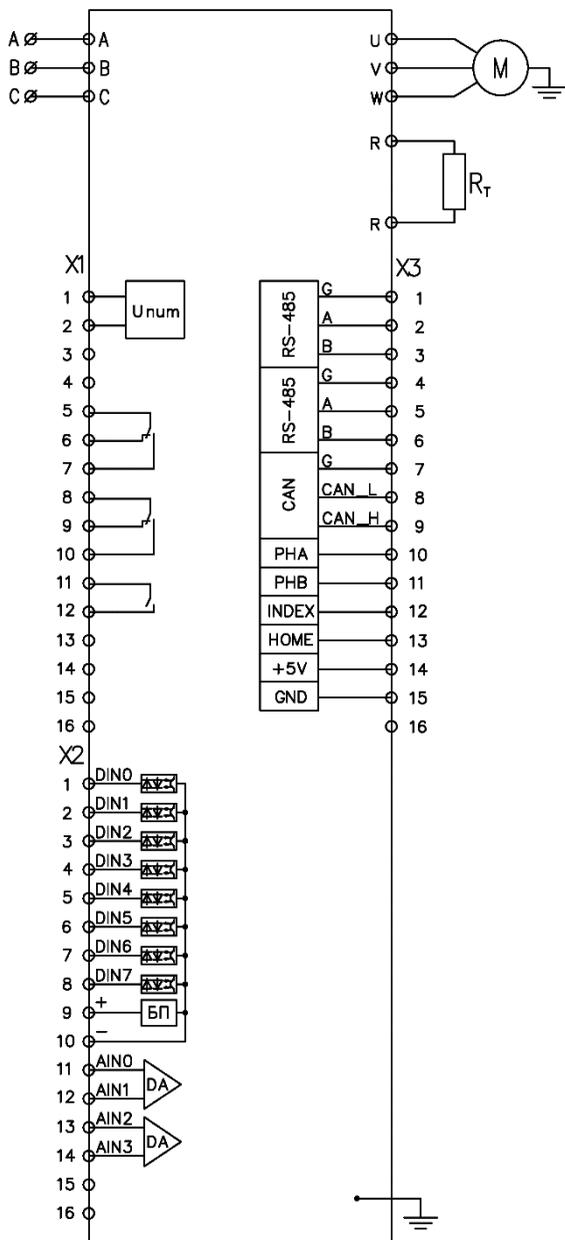
Только убедившись в отсутствии неполадок, двигатель можно принимать в эксплуатацию. Если были обнаружены неисправности частотного преобразователя или двигателя, или на дисплее появился код ошибки **Error X** (Таблицы 2, 6), необходимо немедленно прервать работу и устранить причины в соответствии с кодом неисправности. Если температура окружающей среды ниже минус 10°C, перезапустите оборудование не менее чем через 10 минут после того, как на него будет подано питание, и оно прогреется.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ГАБАРИТНЫЙ И МОНТАЖНЫЙ ЧЕРТЕЖ ПЧ





ПРИЛОЖЕНИЕ 2. СХЕМА ПЧ



A, B, C – клеммы подключения электрической сети (380В, 50Гц). Подключение трехфазного источника питания к входным клеммам двигателя выполняется после подключения к автоматическому выключателю. Трехфазный источник питания не зависит от последовательности фаз и может подключаться в произвольной последовательности.

U, V, W – клеммы подключения асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором. Если двигатель вращается в неверном направлении, необходимо в произвольном порядке поменять две фазы.

R – клеммы для подключения резистора торможения R_T.

X1, X2, X3 – разъемы для цепей управления.

**Общество с Ограниченной
Ответственностью
«Коммутационные, Электронные,
Преобразовательные Системы»**

**Тел: +7 913 931 25 09
E-mail: keps.pro@keps.pro
Сайт: www.keps.pro**