Энергосберегающие технологии

Разработка и производство
систем управления электроприводом

ЭЛЕКТРОТЕКС

ОКП 341612

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ТРАНЗИСТОРНЫЕ
модификации 04
мощностью от 5,5 до 132 кВт

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Содержание настоящего руководства не может копироваться без согласования с ЗАО «ЭЛЕКТРОТЕКС»

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИЯ О БЕЗОПАСНОСТИ 6

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ 10
1.1 Назначение и область применения 10
1.2 Условное обозначение 10
1.3 Устройство и принцип работы 12
1.4 Технические характеристики и функциональные возможности 14
1.5 Конструкция. Габаритные и установочные размеры 16
1.6 Условия транспортирования и хранения 20
1.7 Условия эксплуатации 20
1.8 Электромагнитная совместимость (ЭМС) 21

2. УСТАНОВКА И МОНТАЖ 23
2.1 Общие рекомендации по установке 23
2.2 Порядок подключения 24
2.3 Подключение силовых цепей 27
2.3.1 Управление питанием преобразователя 30
2.3.2 Защита от коротких замыканий и перегрузки по току 30
2.3.3 Рекомендации по выбору и прокладке силового кабеля 32
2.3.4 Подключение нескольких двигателей к одному преобразователю 34
2.4 Подключение сигнальных цепей 35
2.5 Выбор и подключение дополнительного оборудования 39
2.5.1 Улучшение электромагнитной совместимости 39
2.5.2 Улучшение совместимости с сетью и нагрузкой 40
2.5.3 Модули функционального расширения 42
2.6 Пробное включение 43
2.6.1 Проверка подключения 43
2.6.2 Проверка работы и настройка основных параметров 43
2.6.3 Включение преобразователя после длительного простоя 44

3. УПРАВЛЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ 45
3.1 Способы управления и настройки 45
3.2 Местный пульт управления 46
3.3 Управление пуском и остановом преобразователя 48
3.4 Изменение уставки выходной частоты или уставки технологического параметра 50
3.5 Система защит преобразователя 51
3.6 Программируемый функциональный контроллер 54
3.6.1 Общее описание 54
3.6.2 Функциональные блоки дискретных входов 57
3.6.3 Функциональные блоки расписания 59
3.7 Меню пользователя 62
3.7.1 Меню п.1"Просмотр параметров" 65
3.7.2 Меню п.2"Настройка режима" 69
3.7.3 Меню п.3"Настройки ПЧ" 71
3.7.4 Меню п.4"Журнал событий" 110
3.7.5 Меню п.5"Настройки пульта" 110

4. ПРИМЕРЫ НАСТРОЙКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ 114
4.1 Пример настройки для КНС 114
4.2 Пример настроек для станций водозабора 117
4.3 Пример настроек для тягодутьевых механизмов котельных 120
4.4 Пример реализации кнопочного поста управления 123
4.5 Многоскоростное управление 124
4.6 Разгон механизма с выбором люфта 126

5. АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ И РАЗРЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ 127
5.1 Возможные проблемы и способы их устранения 127
5.2 Поиск причин возникновения аварийных ситуаций 128
5.3 Применение настроек связи по умолчанию 133

6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ 135

Приложение А. Рекомендации по настройке ПИД-регулятора 137
А.1 ПИД-регулятор. Общая информация 137
А.2 Рекомендации по настройке параметров ПИД-регулятора 140
А.3 Порядок настройки преобразователя
при использовании ПИД-регулятора 141

УВАЖАЕМЫЙ ПОКУПАТЕЛЬ!

Спасибо за то, что Вы выбрали преобразователь частоты производства ЗАО «ЭЛЕКТРОТЕКС»!

При разработке преобразователя частоты был использован опыт производства и эксплуатации электроприводов, требования и пожелания потребителей, результаты анализа специфических технических требований разнообразных объектов управления, последние достижения в области силовой и микропроцессорной техники. Преобразователь частоты соответствует требованиям технических условий ТУ 3416-002-49719168-2001.

Для того, чтобы правильно использовать преобразователь частоты (далее – преобразователь), пожалуйста, внимательно изучите данное руководство.

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на преобразователи частоты модификации 04 мощностью от 5,5 до 132 кВт и содержит описание принципа работы, устройства преобразователя, устанавливает правила и порядок его установки, подключения и эксплуатации.

Для отличия новых преобразователей модификации 04 от старых преобразователей модификации 04 обратитесь к информации, размещенной на информационной табличке преобразователя. Для старых преобразователей отсутствует поле "код исполнения".

Содержание данного руководства соответствует описанной в нем продукции на момент печати руководства. В интересах политики непрерывного развития и улучшения продукции изготовитель оставляет за собой право изменять без предупреждения характеристики изделия или содержание настоящего руководства.

Изготовитель не отвечает за работоспособность изделия в случае его эксплуатации с нарушением настоящего руководства.

Для отличия приводимых в тексте руководства ссылок на пункт меню пользователя от ссылок на раздел руководства, все номера пунктов меню пользователя обведены в рамку и выделены цветом. Кроме того, при ссылке на пункт меню пользователя перед номером ставится "п.".

Пример:
см. раздел 1.1 – ссылка на раздел 1.1 настоящего руководства;
*см. п.1.1 "**Название**" – ссылка на пункт 1.1 меню пользователя.*

В данном руководстве используются предупредительные символы:

ВНИМАНИЕ! Информация, необходимая для избежания риска повреждения преобразователя или иного оборудования.

ОСТОРОЖНО! Указание на опасность поражения электрическим током при определенных условиях

Знак чувствительности оборудования к разряду статического электричества

Перед установкой, использованием, обслуживанием или проверкой преобразователя частоты ознакомьтесь с мерами безопасности.

ИНФОРМАЦИЯ О БЕЗОПАСНОСТИ

ВНИМАНИЕ!

Преобразователь необходимо рассматривать как комплектующее изделие, поэтому потребитель обязан применять его в соответствии с настоящим руководством и с учетом требований национальных стандартов, указанных в руководстве.

Ответственность за выполнение этих требований несет проектная организация, которая должна учитывать требования по электромагнитной совместимости и специфику объекта.

Предприятие-изготовитель не несет ответственности за выход из строя преобразователя по причине нарушения потребителем правил установки, монтажа и эксплуатации, изложенных в настоящем руководстве.

Остановка преобразователя (команды СТОП и Экстренный СТОП) не гарантируют снятие опасных напряжений с выходных клемм преобразователя или с любых устройств, подключенных к выходу преобразователя. Для обеспечения безопасности персонала и предотвращения неожиданного запуска двигателя при проведении ремонтных и профилактических работ используйте устройства электрического отключения (контакторы, магнитные пускатели), отключающие преобразователь от питающей сети.

Стандартные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором рассчитаны на работу с номинальной скоростью вращения. Со снижением скорости вращения снижается эффективность работы встроенного в двигатель вентилятора охлаждения. Поэтому длительная работа с номинальным моментом нагрузки при низких скоростях вращения в некоторых механизмах (например, в компрессорах) может привести к перегреву двигателя. В таких случаях рекомендуется ограничить минимальное значение выходной частоты преобразователя и/или установить независимый вентилятор охлаждения двигателя.

При необходимости работы двигателя на скоростях выше номинальной рекомендуется проконсультироваться с изготовителем двигателя и приводного механизма.

При настройке параметров работы преобразователя особое внимание уделите функциям, которые могут повлиять на безопасность работы привода в целом (например, автоматический перезапуск, разрешение реверсирования, максимальная выходная частота). При настройке делайте записи всех сделанных изменений.

Для предотвращения несанкционированного изменения настроек преобразователя рекомендуется использовать встроенную систему разграничения уровней доступа.

ВНИМАНИЕ!

Работы по монтажу преобразователя должны производиться организацией, имеющей необходимые разрешения и допуски на проведение работ по монтажу оборудования.
Пусконаладочные работы должны производиться специалистами предприятия–изготовителя или технических центров, указанных в паспорте на преобразователь.

ОСТОРОЖНО!

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

ВНИМАНИЕ!

Эксплуатация преобразователя без проведения периодического технического обслуживания категорически запрещается.

ВНИМАНИЕ!

Эксплуатация преобразователя должна производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

ВНИМАНИЕ!

Во избежание повреждений, транспортируйте преобразователь в упаковке изготовителя.
Не бросайте преобразователь, не подвергайте его ударам.
Небрежное обращение с преобразователем может привести к его повреждению и снятию преобразователя с гарантии.

ВНИМАНИЕ!

После перемещения преобразователя из холодного помещения в теплое на внутренних и внешних поверхностях возможно образование конденсата. Перед подключением необходимо выдержать преобразователь в нормальных климатических условиях не менее 8-10 часов.

ОСТОРОЖНО!

Подключаемые кабели должны быть обесточены.
Подключение и отключение кабелей следует производить только после остановки преобразователя!

ВНИМАНИЕ!

Недопустимо ошибочное подключение на выход преобразователя входного силового кабеля. Такое подключение приведет к выходу преобразователя из строя и снятию преобразователя с гарантии.
Не допускайте подключения конденсаторов для компенсации реактивной мощности к выходу преобразователя.
Не допускайте присоединения к выходу помехоподавляющих фильтров, ограничителей импульсных помех и других устройств, не предназначенных для работы с частотно-регулируемым приводом.

ОСТОРОЖНО!

Корпус преобразователя должен быть заземлен и занулен в соответствии с рекомендуемой схемой подключения.
Винт заземления находится в нижней части боковой панели преобразователя и имеет соответствующую маркировку.
Не допускается использовать для заземления и зануления крепежные винты.

ОСТОРОЖНО!

При проведении работ на электродвигателе отключайте преобразователь от сети! Помните, что при работающем преобразователе двигатель может запуститься в любой момент при поступлении внешнего управляющего сигнала или при наступлении заданного момента времени.

ОСТОРОЖНО!

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ соединять и разъединять разъемные соединения, находящиеся под напряжением.
ЗАПРЕЩАЕТСЯ загораживать подходы к корпусу преобразователя и загораживать воздушные щели в корпусе преобразователя.
ЗАПРЕЩАЕТСЯ несанкционированное проникновение во внутреннее пространство преобразователя.

ВНИМАНИЕ!

Циклическая подача и снятие напряжения питания преобразователя может привести к его повреждению. Длительность цикла "подача напряжения – снятие напряжения – подача напряжения" должна составлять не менее 3мин.

ОСТОРОЖНО!

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ производить проверку сопротивления изоляции ДВИГАТЕЛЯ без отключения его от преобразователя! В противном случае возможен выход преобразователя из строя и снятие преобразователя с гарантии.

Измерение сопротивления изоляции ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ должно проводиться только представителями сервисной службы предприятия-изготовителя в соответствии с рекомендованной методикой!

ВНИМАНИЕ!

Не производите без крайней необходимости отключение питания преобразователя, работающего под нагрузкой!

Не допускается управление штатным пуском и остановом преобразователя с помощью подачи и снятия напряжения питания.

Платы, входящие в состав преобразователя, содержат элементы чувствительные к статическому электричеству. Во избежание повреждения этих элементов при монтаже и обслуживании преобразователя необходимо снять электростатический заряд.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Назначение и область применения

Преобразователь частоты осуществляет преобразование трехфазного напряжения с постоянной частотой и амплитудой в трехфазное напряжение с переменной частотой и амплитудой.

Преобразователь предназначен для бесступенчатого регулирования скорости асинхронных электродвигателей с номинальным напряжением 380В, установленных в приводах компрессоров, насосов, вентиляторов и т.п.

Применение преобразователя позволяет:

- значительно снизить энергетические, ремонтные и эксплуатационные затраты при поддержании прежней производительности машин и механизмов;
- увеличить срок службы электродвигателя и приводного механизма за счет оптимизации его работы в широком диапазоне изменения нагрузок;
- устранить при пуске насосного агрегата гидроудар и динамические перегрузки в трубопроводах;
- снизить эксплуатационные затраты в системах управления насосами, вентиляторами, центрифугами и т.п.;
- экономить энергию в насосных, компрессорных и других агрегатах, работающих с переменной нагрузкой;
- создавать замкнутые системы регулирования с возможностью точного поддержания заданных технологических параметров.

1.2 Условное обозначение

Структура условного обозначения преобразователя:

ПЧ – ТТПТ – х – 380 – 50 – 04 – УХЛ4

- Тип изделия: преобразователь частоты
- Род тока на входе: Т - трехфазный
- Род тока на выходе: Т - трехфазный
- Способ охлаждения: П – принудительное
- Вид полупроводниковых элементов силовой схемы: Т - транзисторы
- Значение номинального выходного тока
- Значение номинального выходного напряжения
- Значение номинальной выходной частоты
- Код модификации конструкции
- Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150

Соответствие условного обозначения преобразователя с номинальной мощностью подключаемого двигателя приведено в таблице 1.2.1.

Таблица 1.2.1

Обозначение преобразователя	Выходная полная мощность, кВА	Номинальный выходной ток, А	Номинальная активная мощность преобразователя (рекомендуемая мощность двигателя)
ПЧ–ТТПТ–12,5–380–50–04–УХЛ4	7,35	12,5	**5,5 кВт**
ПЧ–ТТПТ– 16–380–50– 04–УХЛ4	9,4	16,0	**7,5 кВт**
ПЧ–ТТПТ– 25–380–50– 04–УХЛ4	14,7	25,0	**11 кВт**
ПЧ–ТТПТ– 28–380–50– 04–УХЛ4	18,5	28,0	**15 кВт**
ПЧ–ТТПТ– 40–380–50– 04–УХЛ4	23,5	40,0	**18,5 кВт**
ПЧ–ТТПТ– 50–380–50– 04–УХЛ4	29,4	50,0	**22 кВт**
ПЧ–ТТПТ– 63–380–50– 04–УХЛ4	37,0	63,0	**30 кВт**
ПЧ–ТТПТ– 75–380–50– 04–УХЛ4	47,0	75,0	**37 кВт**
ПЧ–ТТПТ– 100–380–50– 04–УХЛ4	58,8	100,0	**45 кВт**
ПЧ–ТТПТ– 125–380–50– 04–УХЛ4	73,5	125,0	**55 кВт**
ПЧ–ТТПТ– 160–380–50– 04–УХЛ4	94,1	160,0	**75 кВт**
ПЧ–ТТПТ– 200–380–50– 04–УХЛ4	117,6	200,0	**90 кВт**
ПЧ–ТТПТ– 210–380–50– 04–УХЛ4	147,0	210,0	**110 кВт**
ПЧ–ТТПТ– 250–380–50– 04–УХЛ4	147,0	250,0	**132 кВт**

Преобразователи изготавливаются в нескольких вариантах исполнения (см. таблицу 1.2.2). Вариант исполнения указывается на идентификационной табличке, размещенной на боковой панели преобразователя (см. рисунок 1.2.1).

Таблица 1.2.2

Исполнение преобразователя	Вариант исполнения силовой части	Встроенный пульт управления с кнопками	Встроенный пульт управления с энкодером
00	глухозаземленная нейтраль (системы TN-C, TN-C-S)	✓	–
01		–	✓
02		без встроенного пульта	
03	изолированная нейтраль (система IT)	✓	–
04		–	✓
05		без встроенного пульта	

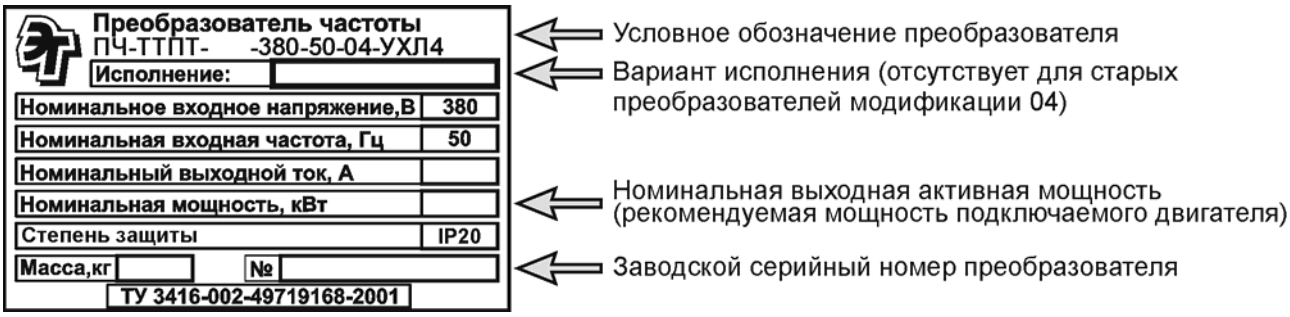


Рисунок 1.2.1 – Идентификационная табличка преобразователя

1.3 Устройство и принцип работы

Преобразователь построен по принципу двухзвенного преобразования энергии с промежуточным звеном постоянного тока и автономным инвертором напряжения.

Функциональная схема преобразователя приведена на рисунке 1.3.1.

Силовая часть преобразователя включает в себя трехфазный мостовой выпрямитель (входной выпрямитель), звено постоянного тока (звено ПТ), трехфазный мостовой инвертор (инвертор) и блок торможения. Входной выпрямитель включает в себя цепь предварительного заряда емкостей звена постоянного тока, обеспечивающую ограничение тока заряда и плавное нарастание напряжения на конденсаторах. В преобразователях мощностью 5,5-37кВт входной выпрямитель является неуправляемым, при этом отключение звена постоянного тока преобразователя осуществляется с помощью встроенного электромагнитного реле. В преобразователях мощностью 45-132кВт входной выпрямитель является полууправляемым и выполняет функцию отключения звена постоянного тока преобразователя.

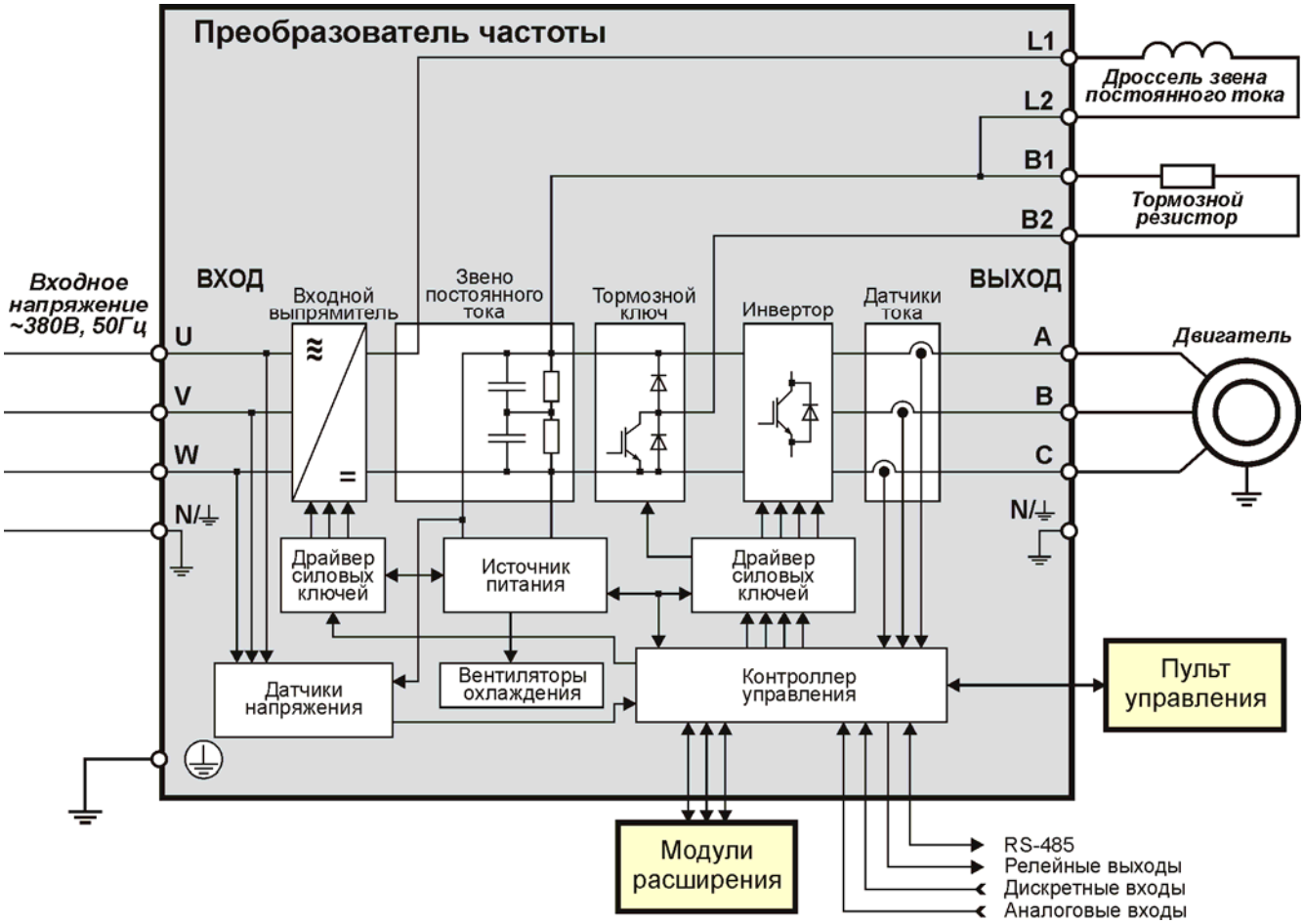


Рисунок 1.3.1 - Функциональная схема преобразователя

Звено постоянного тока представляет собой емкостной фильтр, служащий источником постоянного напряжения для инвертора. Для уменьшения пульсаций тока в звене постоянного тока и снижения гармонических составляющих тока как в обмотках двигателя, так и потребляемого из сети рекомендуется использование внешнего дросселя постоянного тока, подключаемого к клеммам L1 и L2 преобразователя. При отсутствии дросселя постоянного тока клеммы L1 и L2 соединяются перемычкой,

поставляемой в комплекте с преобразователем. Преобразователи частоты мощностью 110-132кВт комплектуются встроенным дросселем звена постоянного тока.

Инвертор, построенный на IGBT-транзисторах, преобразует напряжение звена постоянного тока в переменное напряжение заданной частоты и амплитуды.

Блок торможения представляет собой встроенный ключ управления внешним тормозным резистором, подключаемым к клеммам B1 и B2 преобразователя и предназначен для реализации режима динамического торможения двигателя (при необходимости реализации высоких темпов торможения).

Драйверы силовых ключей входного выпрямителя и инвертора обеспечивают управление соответственно тиристорами и IGBT-транзисторами, формируют сигналы защит, а также осуществляют гальваническую развязку силовых и управляющих цепей. В преобразователях мощностью 5,5-37кВт драйвера силовых ключей входного выпрямителя отсутствуют.

Система датчиков преобразователя включает в себя датчики напряжения на входе и в звене постоянного тока преобразователя, датчики выходного тока, а также датчик температуры силовой части преобразователя.

Источник питания обеспечивает формирование питающих напряжений, необходимых для работы преобразователя. Также имеется гальванически развязанный канал питания 24В (250мА) для питания внешних устройств.

Контроллер управления управляет согласованной работой всех модулей преобразователя и реализует все защитные и сервисные функции.

Взаимодействие преобразователя частоты с внешними управляющими устройствами обеспечивается следующими средствами:

- 2 аналоговых входа (0÷20мА или 0÷10В) с индивидуальной гальванической развязкой, предназначенные для подключения задатчика уставки и/или датчика технологического параметра;
- 8 дискретных входов типа "сухой контакт" с групповой гальванической развязкой, предназначенных для приема управляющих сигналов от устройств автоматики. Функциональное назначение каждого дискретного входа может быть определено пользователем.
- 3 релейных выхода (~250VAC, 3A или 30VDC, 3A), имеющие нормально замкнутые и нормально разомкнутые контакты. Функциональное назначение выходов может быть определено пользователем.
- встроенные источники питания с общей гальванической развязкой:
  - 10В (10мА) для подключения потенциометра формирования сигнала задатчика технологического параметра;
  - 24В (120мА) для питания датчика технологического параметра или внешних устройств пользователя.
- интерфейс RS-485 с гальванической развязкой и поддержкой протокола ModBus, предназначенный для подключения пульта дистанционного управления или внешних управляющих контроллеров.

Кроме того, в преобразователь может быть установлено до 3 дополнительных плат расширения с различной функциональностью. Информация о платах расширения приведена в разделе 2.5.3.

1.4 Технические характеристики и функциональные возможности

Таблица 1.4.1

Основные характеристики	Напряжение на входе (U_{BX})	380 В ± 10%
	Частота напряжения на входе	50(60) Гц ± 2,5%
	Число фаз на входе и выходе	3
	Диапазон изменения амплитуды выходного напряжения	1 … 100 %U_{BX}
	Диапазон изменения частоты основной гармоники выходного напряжения	0,1 … 65 Гц
	Точность поддержания выходной частоты	±0,1 Гц
	Номинальный выходной ток	В соответствии с таблицей 1.2.1
	КПД	не менее 0,97 (в номинальном режиме)
	Коэффициент мощности в номинальном режиме	не менее 0,9 (*обеспечивается только при наличии внешнего дросселя звена постоянного тока. Без дросселя коэффициент мощности не нормируется*)
	Перегрузочная способность	125% номинального тока при продолжительности нагрузки 300с и времени усреднения 10 минут
	U/f характеристика	линейная, квадратичная, характеристика пользователя (11 точек)
	Характеристика разгона/торможения	линейная, характеристика пользователя (4 диапазона), время разгона/торможения 0…5000 сек.
Функции управления	Способ управления	скалярное управление по характеристике U/f
	Режимы работы преобразователя	- ручное управление (по командам с пульта управления); - работа "по расписанию" (автоматический режим); - работа с управлением от внешней релейно-контактной аппаратуры (используются дискретные входы); - внешнее управление от пульта дистанционного управления или внешних управляющих контроллеров.
	Источники задания частоты (или параметра для ПИД-регулирования)	- пульт управления; - внешние управляющие контроллеры; - аналоговые входы (0÷20мА или 0÷10В); - дискретные входы; - расписание.
	Источники команд	- пульт управления; - внешние управляющие контроллеры; - дискретные входы; - расписание.
	Основные функции	- ограничение минимальной и максимальной частоты; - пропуск резонансных частот (3 зоны резонанса); - автоматический перезапуск преобразователя после аварии; - реверс; - ПИД-регулирование; - управление дополнительными двигателями; - генераторное торможение (*только при подключении внешнего тормозного резистора*); - торможение постоянным током; - "подхват" – безударное включение на вращающийся двигатель с поиском скорости вращения; - встроенный программируемый функциональный контроллер, обеспечивающий гибкую настройку дискретных входов и расписания.
	Дополнительные функции	- оценка количества потребляемой энергии; - сохранение до 2 наборов настроек преобразователя.

продолжение на следующей странице…

Таблица 1.4.1 (продолжение)

Функции защиты	Защиты и аварии	- частотное токоограничение; - максимально-токовая защита; - времятоковая (тепловая) защита двигателя (I^2t); - предотвращение обратного вращения; - от недопустимого снижения нагрузки двигателя; - от обрыва датчика обратной связи; - от неверной последовательности срабатывания сигналов на дискретных входах; - от потери связи с пультом дистанционного управления или внешним контроллером; - от перегрева преобразователя; - от межфазных коротких замыканий и однофазных замыканий на землю на выходе преобразователя; - от кратковременного превышения входного напряжения более чем на 20% от номинального; - от исчезновения или недопустимого снижения входного напряжения более чем на 20% от номинального; - от дисбаланса фаз входного напряжения; - от обрыва одной или нескольких фаз входного напряжения; - от дисбаланса выходного тока; - от неисправностей в системе питания цепей управления. Также доступны дискретные входы для подключения внешних сигналов аварии.
	Диагностика	- список активных аварий; - список аварий, возникших с момента последнего включения питания преобразователя; - ведение журнала возникновения аварийных ситуаций (не менее 1000 записей с сохранением в энергонезависимой памяти)
Входы и выходы	Аналоговые входы	2 входа (конфигурируемые, 0…20мА или 0…10В) с групповой гальванической развязкой и программируемыми функциями. Характеристики входов: - 0…20мА (R_{BX} = 220 Ом, макс. неразрушающий ток 30мА); - 0…10В (R_{BX} = 21 кОм, макс. неразрушающее напряжение 24В)
	Дискретные входы	8 программируемых дискретных входов (беспотенциальные, типа "сухой контакт") с групповой гальванической развязкой
	Релейные выходы	3 программируемых выхода (~250VAC, 3A или 30VDC, 3A) с нормально замкнутыми и нормально разомкнутыми контактами
	Интерфейс связи	RS-485 с гальванической развязкой (протокол передачи данных ModBus ASCII, ModBus RTU)
	Модули расширения	подключение до 3 модулей расширения (см. раздел 2.5.3 настоящего руководства)
Конструкция	Тип охлаждения	воздушное принудительное (встроенные вентиляторы, направление потока воздуха снизу вверх)
	Степень защиты оболочки	IP20
	Требования к окружающей среде	при транспортировке: температура от -40°C до +50°C при эксплуатации: температура от 0°C до +40°C, относительная влажность не более 80% при 25°C (без конденсации влаги)
Показатели надежности	Средняя наработка на отказ	не менее 40 000 часов
	Средний ресурс	не менее 100 000 часов
	Среднее время восстановления работоспособного состояния	не более 1 часа
	Гарантийный срок эксплуатации	3 года со дня ввода в эксплуатацию, но не более 3,5 лет с момента отгрузки

1.5 Конструкция. Габаритные и установочные размеры

Преобразователи мощностью 5,5-90кВт выполнены в виде навесного шкафа одностороннего обслуживания со степенью защиты оболочки IP20.

Габаритные и установочные размеры и масса преобразователей мощностью 5,5-90кВт показаны на рисунке 1.5.1 и приведены в таблице 1.5.1.

Для удобства монтажа в комплекте с преобразователем по требованию потребителя может поставляться комплект монтажных частей, код заказа:

- **ЮКЛС.305651.001** – для преобразователей мощностью 5,5-37кВт;
- **ЮКЛС.305651.003** – для преобразователей мощностью 45-90кВт.

Габаритные и установочные размеры и масса преобразователей мощностью 5,5-90кВт для монтажа с использованием комплекта монтажных частей показаны на рисунке 1.5.2 и приведены в таблице 1.5.2.

Преобразователи частоты мощностью 110-132кВт выполнены в виде напольного шкафа одностороннего обслуживания со степенью защиты оболочки IP20. Габаритные и установочные размеры и масса преобразователей мощностью 110-132кВт показаны на рисунке 1.5.3 и приведены в таблице 1.5.3.

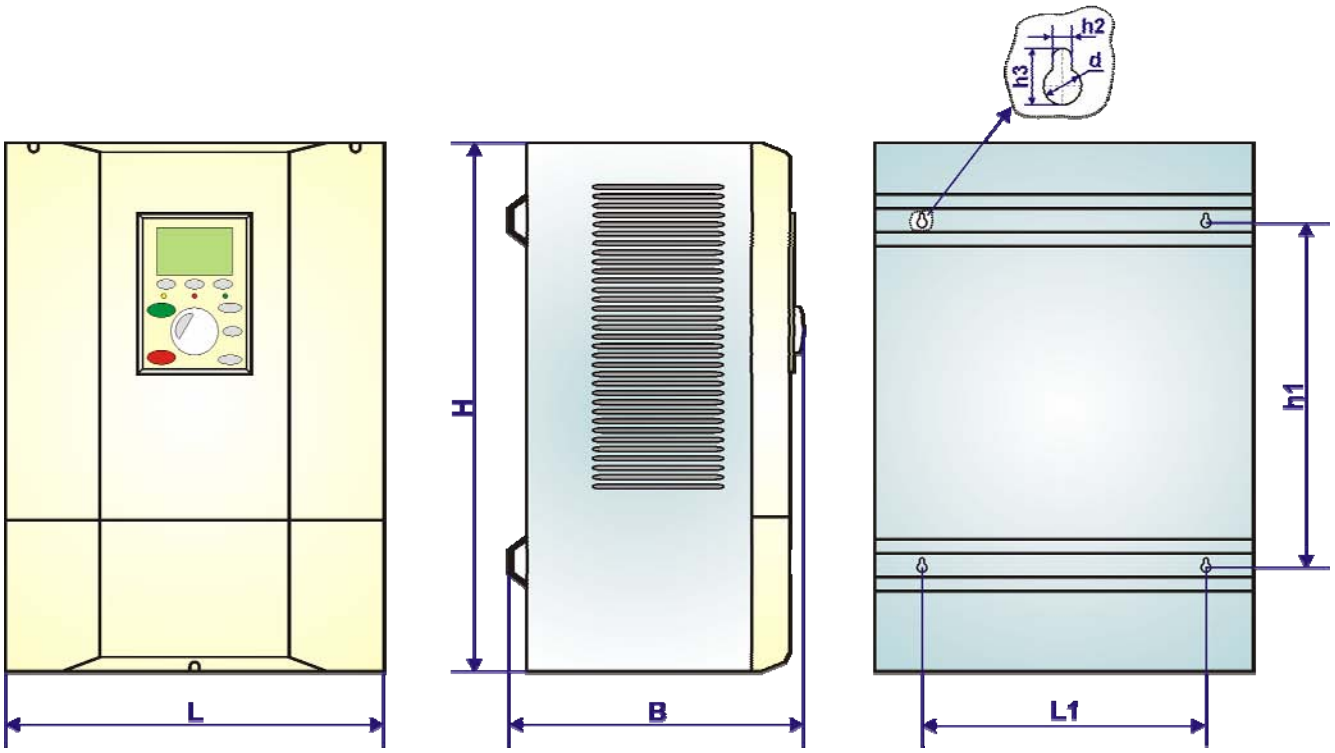


Рисунок 1.5.1 – Габаритные и установочные размеры преобразователей мощностью 5,5-90кВт

Таблица 1.5.1 - Габаритные и установочные размеры преобразователей мощностью 5,5-90кВт

Номинальная активная мощность преобразователя	Габаритные размеры			Установочные размеры					Масса, кг, не более
	Длина (L), мм, не более	Высота (H), мм, не более	Глубина (B), мм, не более	L1, мм	h1, мм	d, мм	h2, мм	h3, мм	
5,5 кВт 7,5 кВт 11 кВт 15 кВт 18,5 кВт 22 кВт	270	370	230	210	270	11	7	19	15
30 кВт 37 кВт	290	410	230	210	320	11	7	19	18
45 кВт 55 кВт	400	560	270	340	470	14	9	23,5	35
75 кВт 90 кВт	410	720	320	330	605	20	11	27,5	60

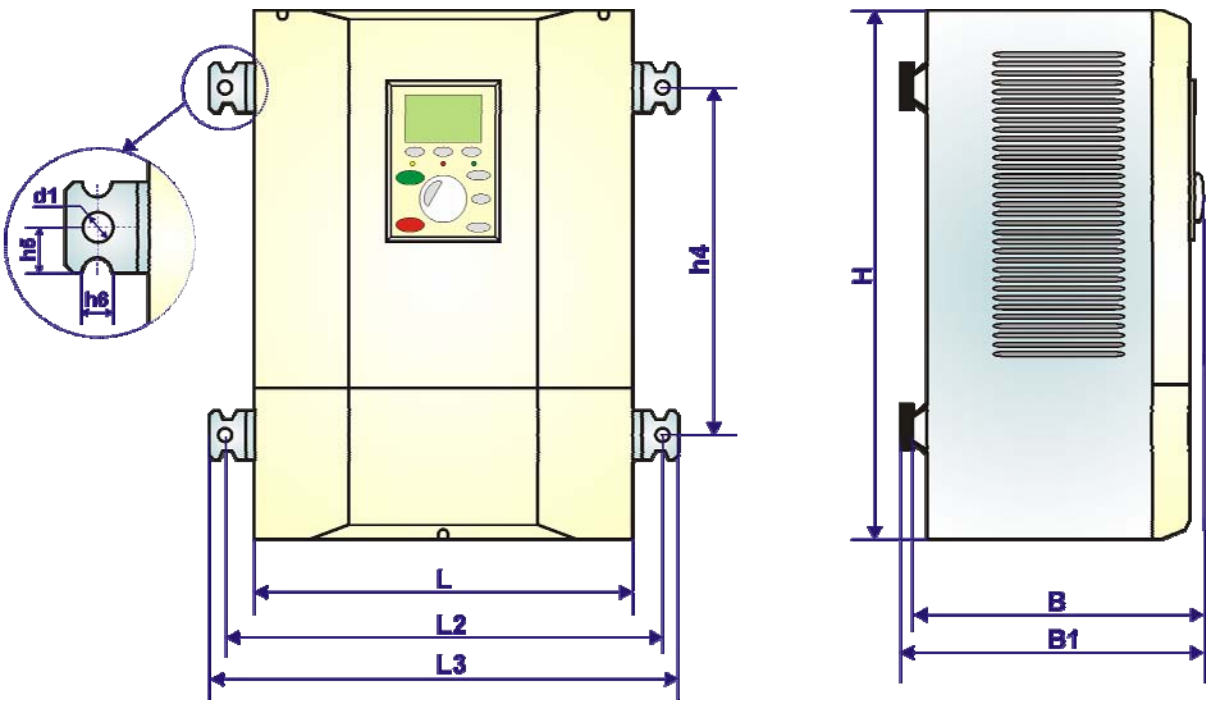


Рисунок 1.5.2 – Габаритные и установочные размеры преобразователей мощностью 5,5-90кВт для монтажа с использованием комплекта монтажных частей

Таблица 1.5.2 - Габаритные и установочные размеры преобразователей мощностью 5,5-90кВт для монтажа с использованием комплекта монтажных частей

Номинальная активная мощность преобразователя	Габаритные размеры			Установочные размеры					Масса, кг, не более
	Длина (L3), мм, не более	Высота (H), мм, не более	Глубина (B1), мм, не более	L2, мм	h4, мм	d1, мм	h5, мм	h6, мм	
5,5 кВт 7,5 кВт 11 кВт 15 кВт 18,5 кВт 22 кВт	320	370	242	300	270	7	13	7	15
30 кВт 37 кВт	320	410	242	300	320	7	13	7	18
45 кВт 55 кВт	443	560	285	415	330	11	23	11	35
75 кВт 90 кВт	453	720	342	425	430	11	23	11	60

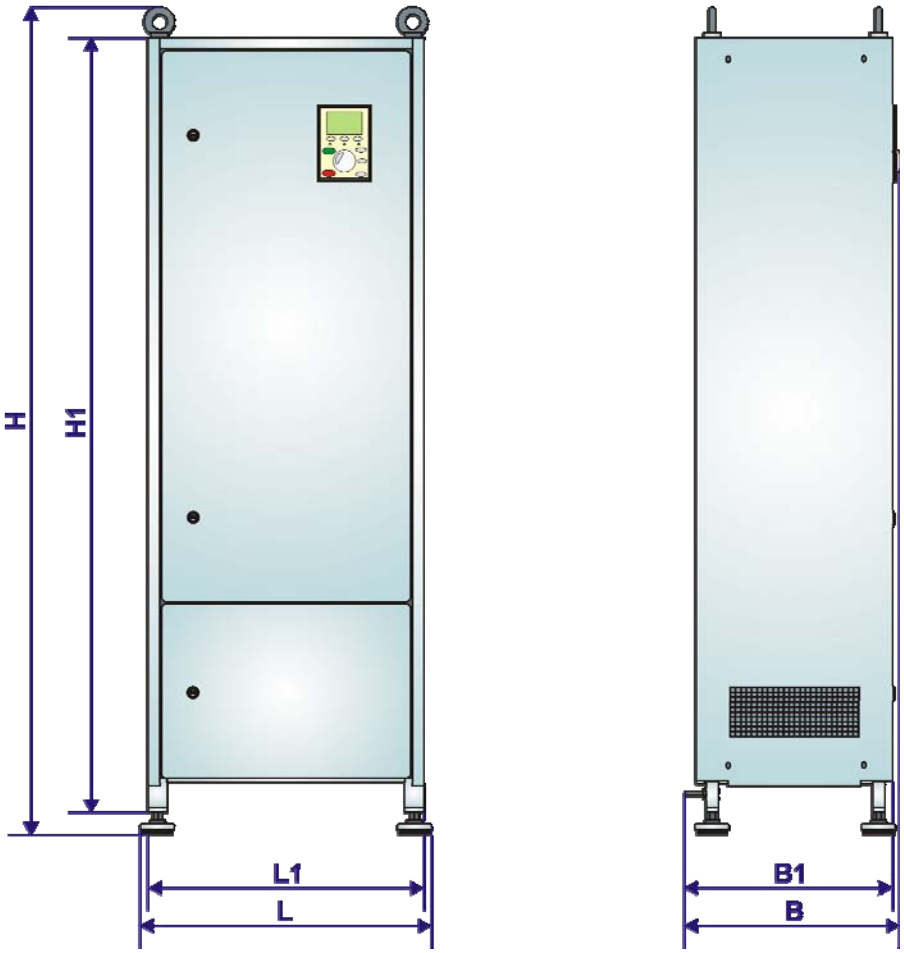


Рисунок 1.5.3 – Габаритные и установочные размеры преобразователей мощностью 110-132кВт

Таблица 1.5.3 - Габаритные и установочные размеры преобразователей мощностью 110-132кВт

Номинальная активная мощность преобразователя	Габаритные размеры						Масса, кг, не более
	Длина, мм, не более		Высота, мм, не более		Глубина, мм, не более		
	L	L1	H	H1	B	B1	
110 кВт 132 кВт	595	572	1710	1600	450	433	120

1.6 Условия транспортирования и хранения

Транспортирование преобразователя производится железнодорожным и автомобильным транспортом в соответствии с правилами перевозок грузов, действующими на указанных видах транспорта.

Условия транспортирования:

- в части воздействия климатических факторов - 5 по ГОСТ 15150. Изделия транспортируются под навесом или в крытом автотранспорте, исключающим попадание влаги при температуре воздуха от минус 40°С до плюс 50°С.
- в части воздействия механических факторов - Л, С по ГОСТ 23216. Преобразователь перевозится с числом перегрузок не более четырех по дорогам с асфальтовым и бетонным покрытием на расстоянии до 1000км, по булыжным и грунтовым дорогам на расстояние до 250км со скоростью до 40км/ч. Допускается перевозка автомобильным транспортом по дорогам с асфальтовым и бетонным покрытием без перегрузок на расстояние свыше 1000км.

Такелажные работы должны выполняться механизированным способом при помощи подъемно-транспортного оборудования.

Условия хранения преобразователя должны соответствовать требованиям категории I по ГОСТ15150. Хранение преобразователя осуществляется на отапливаемых, вентилируемых складах при температуре воздуха от плюс 5°С до плюс 40°С.

1.7 Условия эксплуатации

Климатическое исполнение преобразователя – УХЛ, категория размещения 4 по ГОСТ 15150. Преобразователь должен эксплуатироваться в закрытых отапливаемых, вентилируемых производственных помещениях с отсутствием воздействия прямого солнечного излучения и атмосферных осадков при температуре окружающей среды от 1 до 40°С и относительной влажности воздуха не более 80% при 25°С.

Преобразователь предназначен для стационарного монтажа на стене в виде навесного шкафа (для преобразователей мощностью 5,5-90кВт) или на полу в виде напольных шкафов (для преобразователей мощностью 110-132кВт) при внешних источниках, создающих вибрации с частотой не выше 100 Гц (в соответствии с группой условий эксплуатации М2 по ГОСТ 17516.1). Рабочее положение преобразователя – вертикальное, при этом допускается отклонение от вертикали до 5 градусов в любую сторону.

Место установки преобразователя должно быть защищено от попадания воды, эмульсии, масел и т.п. 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 нетокопроводящей пыли в помещении и в охлаждающем воздухе должно быть не более 0,7 мг/м^3. По содержанию коррозионно-активных агентов допускается эксплуатация в промышленной атмосфере типа II по ГОСТ 15150.

Отклонение напряжения и частоты питающей сети - в соответствии с ГОСТ 13109. **Потребитель должен принять меры по ограничению перенапряжения в точке подключения преобразователя (и фильтра, при его наличии), вызванного грозовыми разрядами и коммутационными перенапряжениями на уровне 125% $U_{НОМ}$ длительностью не более 1 сек**.

1.8 Электромагнитная совместимость (ЭМС).

Преобразователь соответствует требованиям к помехоэмиссии по ГОСТ Р 51317.6.4 и устойчив к электромагнитным помехам по ГОСТ Р 51317.6.2.

Однако на практике электромагнитная совместимость электропривода в целом зависит от условий и качества монтажа. Во многих случаях для минимизации влияния помех, генерируемых преобразователем, на работу различного рода оборудования, или, наоборот, защиты преобразователя от помех, необходимо применение дополнительных мер (прокладка кабелей, установка дополнительных устройств и т.д.). Ниже приведены общие рекомендации по подключению силовых и сигнальных цепей, обеспечивающие снижение уровня излучаемых помех и повышение помехозащищенности преобразователя.

1) Преобразователь частоты, двигатель, а также все дополнительное оборудование должны быть заземлены. Помимо защитной функции, правильное заземление также значительно улучшает электромагнитную совместимость привода.
2) Максимальная эффективность экранирования (как для предотвращения излучения помех, так и для защиты от них) достигается при непрерывной поверхности экранирования. Наилучший вариант экранирования – размещение оборудования в металлическом шкафу, при этом двери шкафа должны иметь надежный контакт с заземленным корпусом (например, с помощью плетеного медного экрана).
3) Подключение двигателя рекомендуется выполнять экранированным силовым кабелем (три фазы и нулевой проводник, плетеный медный экран). Экранирование также может быть выполнено с помощью металлических труб или каналов. Экран кабеля (или кабельный канал) по всей длине не должны иметь разрывов и должны быть заземлены с обеих сторон (подключены к клеммам заземления преобразователя и двигателя). При подключении экрана кабеля рекомендуется обеспечивать максимальный (360°) контакт экрана с заземленной поверхностью (например, с помощью монтажных скоб). Допускается скручивать проводники экрана в жгут, при этом длина жгута не должна превышать его 5-кратной толщины. При подключении скрученными концами экрана эффект высокочастотного экранирования существенно снижается.
   Экраны кабелей питания могут использоваться в качестве проводников заземления, только если проводники экранов имеют соответствующие сечение и длину, отвечающие требованиям техники безопасности.
4) Подключение сигнальных цепей рекомендуется выполнять гибкими экранированными кабелями с многожильными проводниками. Для подключения аналоговых сигналов следует использовать экранированный кабель типа "витая пара".
   Подключение экрана сигнальных кабелей должно осуществляться только со стороны преобразователя. При этом для аналоговых сигналов и линий последовательной связи необходимо использовать специальные клеммы подключения экрана (клеммы 7 и 15, см. рисунок 2.4.1).
5) Для сигнальных кабелей необходимо придерживаться следующих правил:
   - аналоговые сигналы и линии последовательной связи должны прокладываться отдельными кабелями. Не рекомендуется одновременная передача по одному кабелю аналоговых и дискретных или релейных сигналов;
   - не допускается передача по одному кабелю сигналов 24В (в т.ч. сигналов дискретных входов) и сигналов 220В переменного тока (например, подключенных к релейным выходам).

6) При прокладке силовые и сигнальные кабели необходимо разносить как можно дальше друг от друга. При параллельной прокладке кабелей расстояние между ними должно быть не менее 30см. Пересечение силовых и сигнальных кабелей рекомендуется выполнять под углом 90°.

Помимо общих мер по обеспечению электромагнитной совместимости, в каждом конкретном случае при возникновении сбоев в работе оборудования из-за воздействия помех, необходимо анализировать схемы заземления и зануления оборудования, наличие дополнительных устройств и т.п. Возможно, что не все приведенные рекомендации применимы для конкретной ситуации. В зависимости от конкретной ситуации возможно применение различных мер.

Например, при возникновении сбоев в показаниях ультразвукового расходомера, установленного на насосной станции с преобразователем частоты, могут применяться следующие меры:

- подключение оборудования к контуру заземления в соответствии с требованиями, приведенными в разделе 2.3.3 настоящего руководства. При этом точки заземления двигателя и преобразователя должны быть разнесены с точкой заземления расходомера и первичного датчика (чтобы токи от преобразователя и двигателя по контуру заземления не влияли на заземление расходомера);
- пространственное разнесение первичного датчика расхода, расходомера и преобразователя частоты;
- установка ферритовых колец на входные и выходные кабели ПЧ. При этом обязательно в одно кольцо должны быть продеты все жилы кабеля, включая нейтраль (а не по кольцу на каждую фазу).

Кроме того, для улучшения электромагнитной совместимости преобразователя с питающей сетью и нагрузкой может применяться дополнительное оборудование (см. раздел 2.5 настоящего руководства).

2. УСТАНОВКА И МОНТАЖ

2.1 Общие рекомендации по установке

Установка, настройка и обслуживание преобразователя должна производиться только квалифицированным техническим персоналом.

Производите установку преобразователя в соответствии с данным руководством. Небрежное обращение может привести к повреждению преобразователя. Не бросайте преобразователь, не подвергайте его ударам и тряске при переноске. Помещение, где устанавливается преобразователь, должно соответствовать требованиям условий эксплуатации преобразователя (см. раздел 1.7).

Поверхность, на которую устанавливается преобразователь, должна быть из невоспламеняющегося материала и иметь достаточную механическую прочность, чтобы выдержать вес преобразователя.

При работе преобразователь нагревается, поэтому свободное пространство вокруг преобразователя должно составлять не менее 100 мм и гарантировать циркуляцию воздуха и охлаждение.

При установке преобразователя в шкафу необходимо обратить внимание на эффективность охлаждения. Необходимо следить, чтобы поток воздуха от вентилятора шкафа проходил как можно ближе к преобразователю. Пример расположения преобразователя в шкафу приведен на рисунке 2.1.1а. Преобразователь должен быть размещен так, чтобы не попадать в поток воздуха от других преобразователей и тепловыделяющих элементов другого оборудования, в том числе от тормозных резисторов. Желательно избегать размещения одного преобразователя над другим или выдерживать при этом минимальное расстояние между блоками 300 мм. Пример расположения нескольких преобразователей в шкафу показан на рисунке 2.1.1б.

Температура воздуха на входе преобразователя не должна превышать 40°С. Вентилятор принудительного охлаждения шкафа должен быть установлен так, чтобы получить максимальный обдув преобразователя. Производительность вентилятора принудительного охлаждения шкафа должна быть достаточной для обеспечения необходимого объема воздуха, потребляемого преобразователями. Объемы воздуха, потребляемого встроенными в преобразователи вентиляторами охлаждения, приведены в таблице 2.1.1. Для исключения рециркуляции нагретого воздуха снаружи и внутри шкафа рекомендуется устанавливать отражательные щитки.

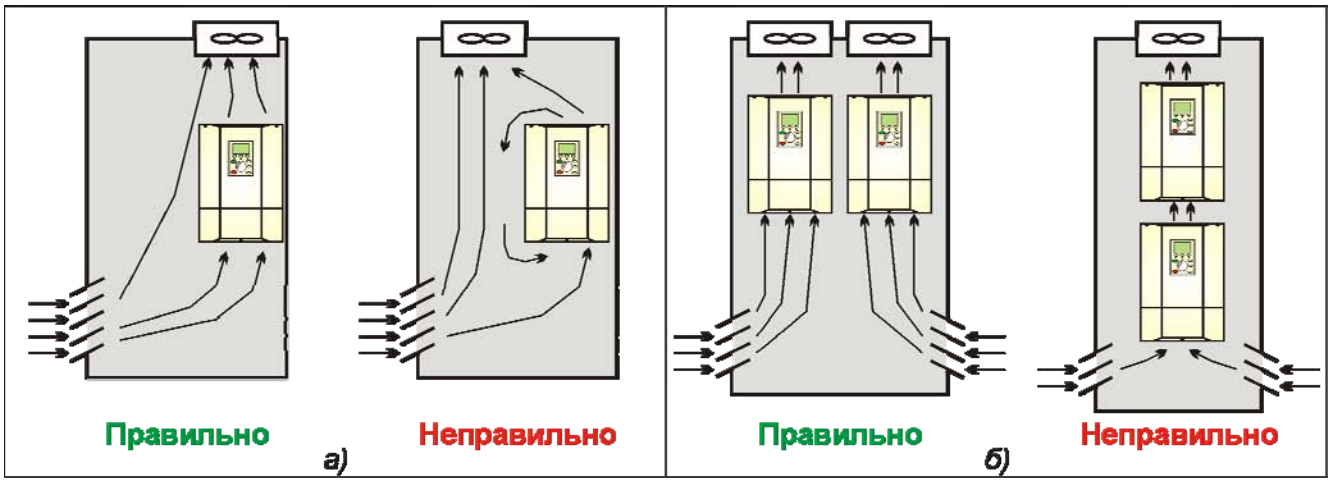


Рисунок 2.1.1 – Примеры размещения в шкафу:
а) один преобразователь; б) несколько преобразователей

Таблица 2.1.1

Номинальная активная мощность преобразователя	Объем потребляемого воздуха
5,5-37 кВт	70 м^3/ч
45-55 кВт	190 м^3/ч
75-90 кВт	250 м^3/ч
110-132 кВт	300 м^3/ч

2.2 Порядок подключения

Клеммы подключения силовых и сигнальных цепей находятся внутри преобразователя (см. рисунок 2.2.1). Для доступа к ним необходимо снять нижнюю часть передней панели преобразователя (для преобразователей мощностью 5,5-90кВт) или открыть двери передней панели (для преобразователей мощностью 110-132кВт).

Порядок подключения преобразователя:

1. Подключите силовые кабели и дополнительное оборудование к преобразователю в соответствии с требованиями, изложенными в разделе 2.3 настоящего руководства. Дополнительное оборудование должно подключаться в соответствии с требованиями, изложенными в руководстве по эксплуатации этого оборудования.
2. Подключите сигнальные цепи в соответствии с требованиями, изложенными в разделе 2.4 настоящего руководства.
3. Убедитесь, что при подключении силовых и сигнальных цепей выполнены рекомендации по обеспечению электромагнитной совместимости, приведенные в разделе 1.8 настоящего руководства.

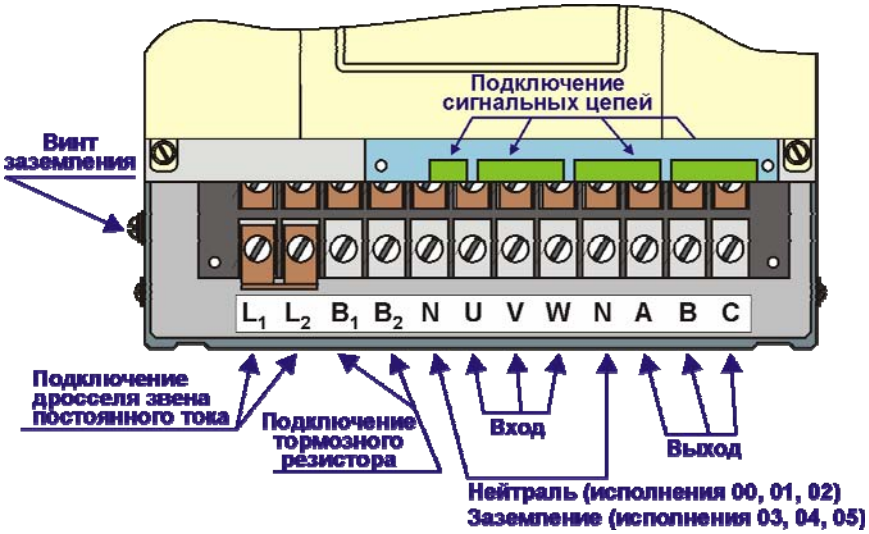


Рисунок 2.2.1а – Расположение клемм подключения силовых и сигнальных цепей в преобразователях мощностью 5,5-37кВт

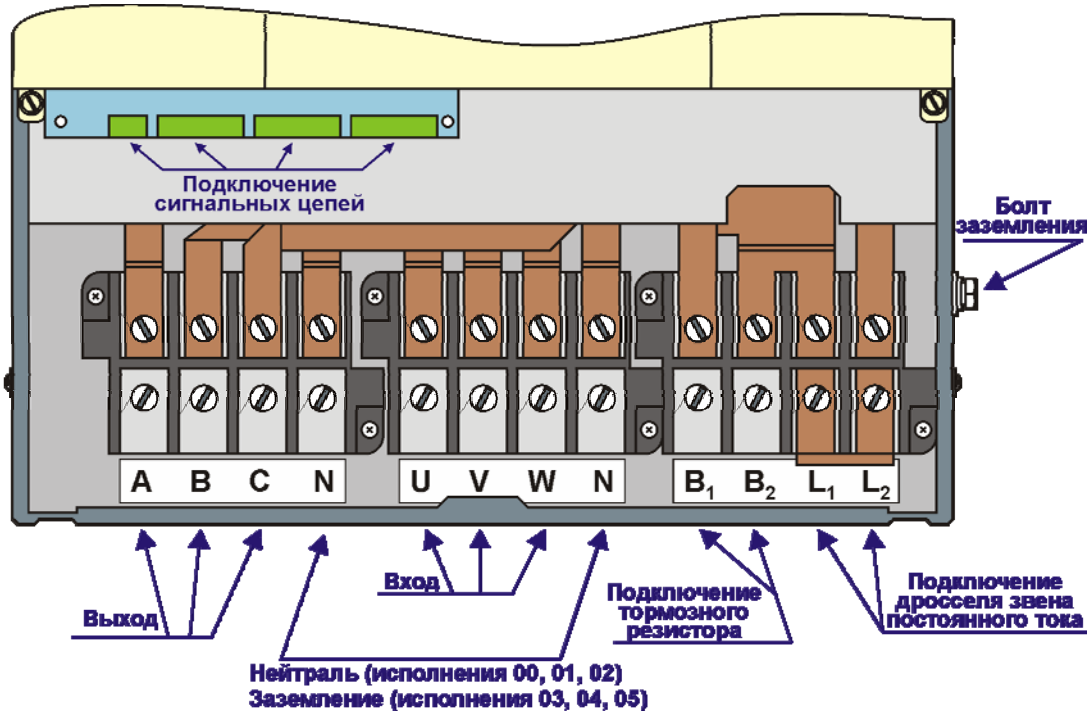


Рисунок 2.2.1б – Расположение клемм подключения силовых и сигнальных цепей в преобразователях мощностью 45-55кВт

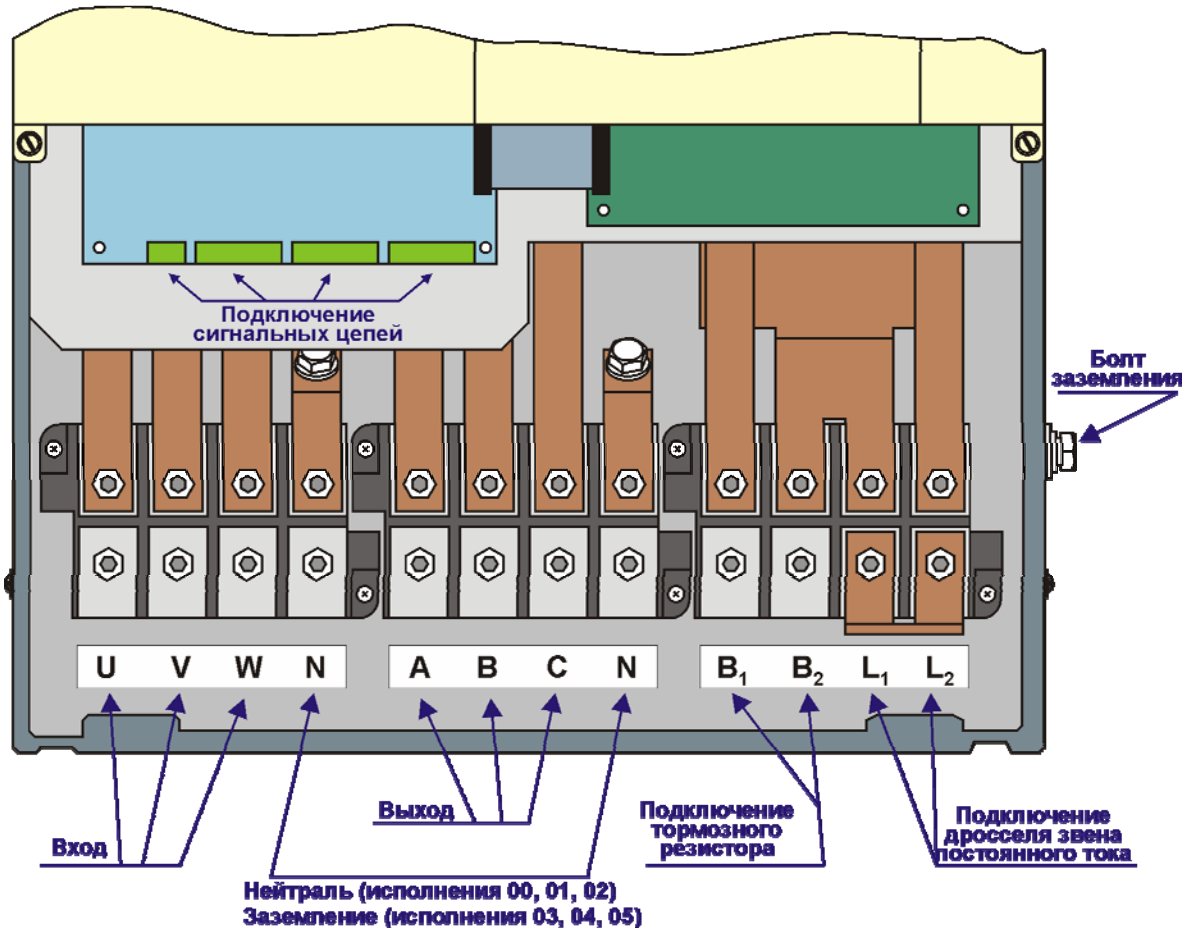


Рисунок 2.2.1в – Расположение клемм подключения силовых и сигнальных цепей в преобразователях мощностью 75-90кВт

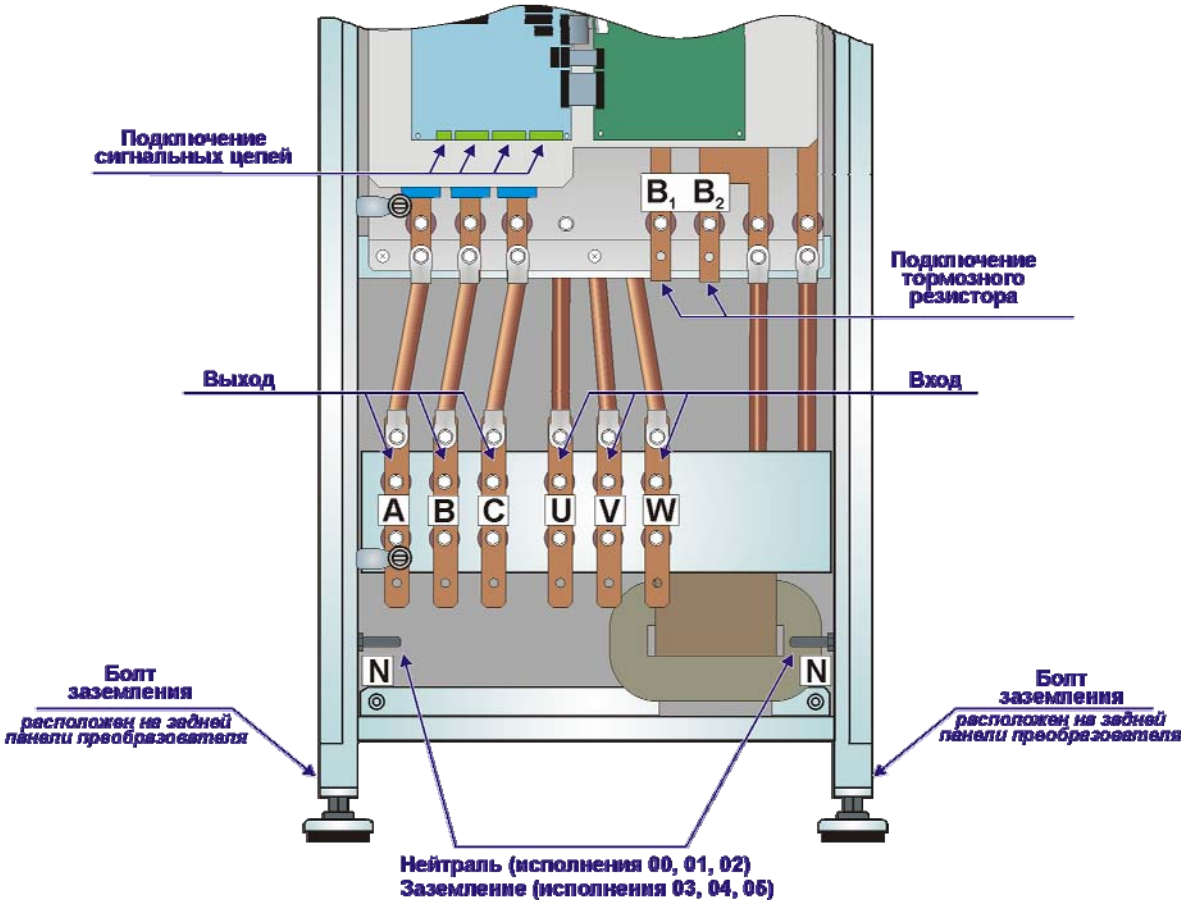


Рисунок 2.2.1г – Расположение клемм подключения силовых и сигнальных цепей в преобразователях мощностью 110-132кВт

2.3 Подключение силовых цепей

Рекомендуемая схема подключения силовых цепей приведена на рисунке 2.3.1. Необходимость использования элементов схемы определяется в зависимости от конкретного применения, в соответствии с рекомендациями, приведенными ниже.

Подключение входного силового кабеля производить к клеммам преобразователя с маркировкой «ВХОД» U, V, W. Порядок чередования фаз входного кабеля значения не имеет.

Подключение выходного силового кабеля производить к клеммам преобразователя с маркировкой «ВЫХОД» A, B, C.

При первом подключении чередование фаз выходного силового провода произвольное. После проверки направления вращения двигателя, в случае, если оно неправильное, следует поменять местами две любые фазы выходного силового провода или изменить чередование фаз в меню управления преобразователем (см. **п.3.1.1.5** **"Чередование фаз"**).

Дополнительное оборудование, устанавливаемое на выходе преобразователя (см. раздел 2.5 настоящего руководства) должно подключаться в соответствии с требованиями, изложенными в руководствах по эксплуатации этого оборудования.

ОСТОРОЖНО!

Для преобразователей частоты исполнений 03, 04 и 05 (предназначенных для работы в сетях с изолированной нейтралью) НЕ ДОПУСКАЕТСЯ подключение к клемме ⏚ проводника нейтрали!

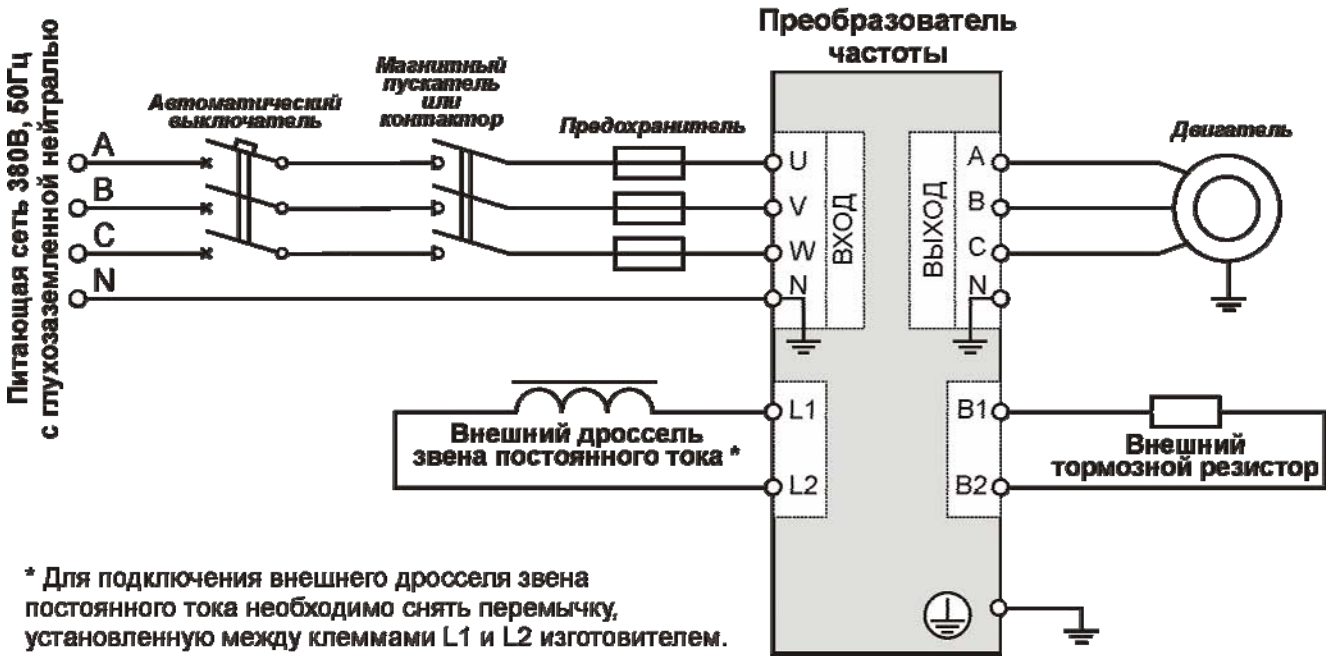
ОСТОРОЖНО!

Подключаемые кабели должны быть обесточены! Подключение следует производить только после остановки преобразователя.

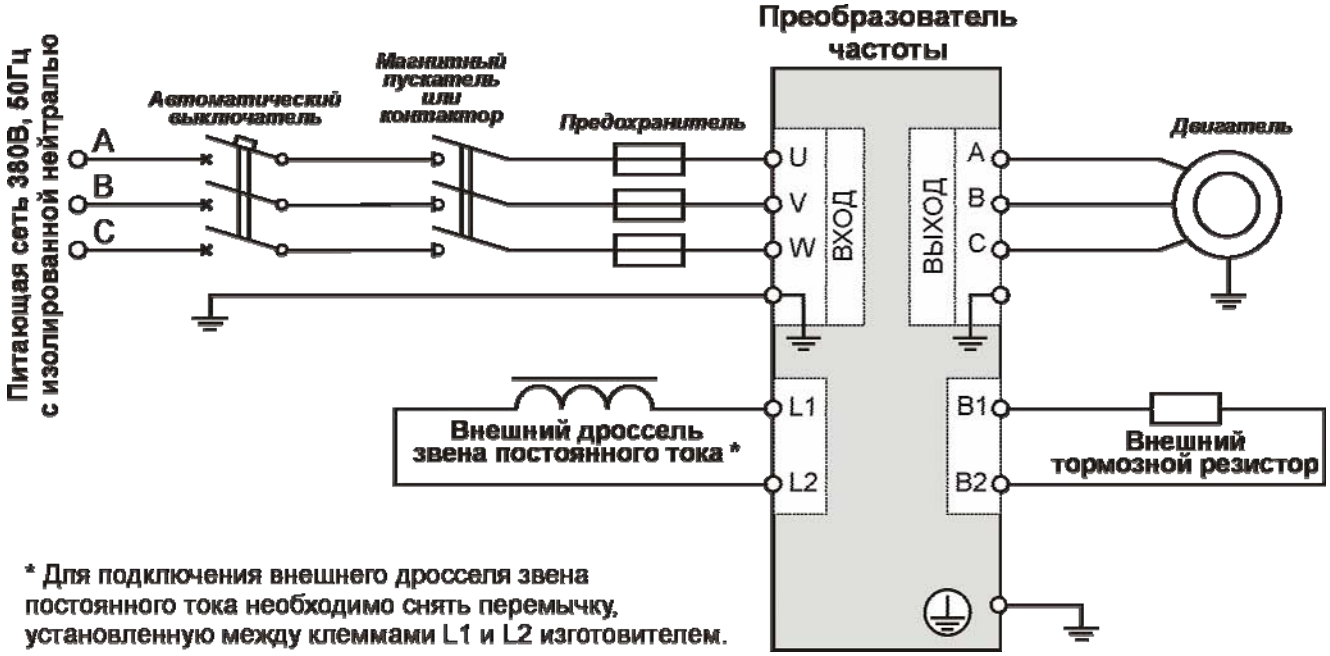
ОСТОРОЖНО!

Недопустимо ошибочное подключение на выход преобразователя входного силового кабеля. Такое подключение приведет к выходу преобразователя из строя и снятию преобразователя с гарантии.

При необходимости управления двигателем напрямую от сети (с шунтированием преобразователя) следует устанавливать выключатели или контакторы с механической блокировкой.



а) – подключение преобразователя частоты (исполнения 00, 01, 02) в сетях с глухозаземленной нейтралью



б) – подключение преобразователя частоты (исполнения 03, 04, 05) в сетях с изолированной нейтралью

Рисунок 2.3.1 – Схема подключения силовых цепей

ВНИМАНИЕ!

Подключение преобразователя к сети переменного тока 380В должно осуществляться через специальную защитную и коммутационную аппаратуру (автоматический выключатель, магнитный пускатель).

ВНИМАНИЕ!

Не допускается подключение к выходу преобразователя конденсаторов для компенсации реактивной мощности.

ВНИМАНИЕ!

Не допускается подключение к выходу преобразователя помехоподавляющих фильтров, ограничителей импульсных помех и других устройств, не предназначенных для работы с частотно-регулируемым приводом.

ВНИМАНИЕ!

Следите, чтобы обрезки провода при монтаже не попадали внутрь корпуса преобразователя. Это может привести к срабатыванию защит и/или выходу преобразователя из строя и снятию его с гарантии.

ОСТОРОЖНО!

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ производить проверку сопротивления изоляции двигателя без отключения его от преобразователя! В противном случае возможен выход преобразователя из строя и снятие преобразователя с гарантии.

Измерение сопротивления изоляции преобразователя должно проводиться только представителями сервисной службы предприятия-изготовителя в соответствии с рекомендованной методикой!

2.3.1 Управление питанием преобразователя

Автоматический выключатель необходим для подачи питания и защиты преобразователя. Номинальный ток для автоматического выключателя не должен превышать номинальный ток преобразователя более чем в 1,5-2 раза, в противном случае не будет обеспечиваться надлежащая защита. Рекомендуется использовать автоматические выключатели с характеристикой электромагнитного расцепителя "B" (ток мгновенного расцепления 3…5 $I_{НОМ}$).

В случае, если питание преобразователя должно включаться и отключаться согласно заданной последовательности работы, рекомендуется также устанавливать магнитный пускатель или контактор.

Рекомендуемые типы автоматических выключателей и магнитных пускателей приведены в таблице 2.3.1.

ВНИМАНИЕ!

Не используйте автоматический выключатель с приводом ручного непосредственного действия для подачи питания преобразователя!
При необходимости обеспечения дистанционного включения питания преобразователя рекомендуется устанавливать автоматический выключатель с приводом дистанционного управления.

ВНИМАНИЕ!

Не допускается управление штатным пуском и остановом преобразователя с помощью подачи и снятия напряжения!
Частые переключения питания могут привести к неисправности преобразователя!

2.3.2 Защита от коротких замыканий и перегрузки по току

Преобразователь содержит встроенные защиты от токовой перегрузки и коротких замыканий в выходных цепях. Для обеспечения защиты оборудования от коротких замыканий в преобразователе, установите автоматический выключатель и/или быстродействующий предохранитель. Рекомендуется использование быстродействующих предохранителей типа aR, gR или grL с высокой отключающей способностью и предназначенных для защиты полупроводниковых приборов.

Рекомендуемые параметры предохранителей приведены в таблице 2.3.2.

Таблица 2.3.1

Номинальная активная мощность преобразователя	Тип выключателя автоматического $U_{НОМ}$ ~380В (перем)		Тип магнитного пускателя $U_{КАТ}$ ~220В (перем)
5,5 кВт	ВА 47-29	Iн=16 А	ПМУ1210М
7,5 кВт	ВА 47-29	Iн=20 А	ПМУ1810М
11 кВт	ВА 47-29	Iн=32 А	ПМУ2510М
15 кВт	ВА 47-29	Iн=40 А	ПМУ3210М
18,5 кВт	ВА 47-29	Iн=50 А	ПМУ4011М
22 кВт	ВА 47-29	Iн=63 А	ПМУ5011М
30 кВт	ВА 47-100	Iн=80 А	ПМУ6511М
37 кВт	ВА 47-100	Iн=100 А	ПМУ8011М
45 кВт	ВА 57-35	Iн=125А	ПМУ10022М
55 кВт	ВА 57-35	Iн=160А	ПМУ15022М
75 кВт	ВА 57-35	Iн=200А	ПМУ17022М
90 кВт			ПМУ20022М
110 кВт	ВА 57-35	Iн=250А	ПМУ30022М
132 кВт	ВА 52-37	Iн=320А	

Таблица 2.3.2

Номинальная активная мощность преобразователя	Номинальный ток предохранителя, А	Защитный показатель предохранителя I^2t, не более
5,5 кВт	25	4000
7,5 кВт	32	
11 кВт	50	
15 кВт	63	
18,5 кВт	80	
22 кВт	100	
30 кВт	125	10000
37 кВт	160	
45 кВт	200	120000
55 кВт	315	
75 кВт	400	240000
90 кВт	400	300000
110 кВт	630	245000
132 кВт	630	

2.3.3 Рекомендации по выбору и прокладке силового кабеля

Для предотвращения поражения электрическим током корпус преобразователя и электродвигателя необходимо заземлить. Для заземления необходимо использовать соответствующий винт или болт, находящийся на боковой панели корпуса преобразователя (см. рисунок 2.2.1) и имеющий маркировку ⏚. Сечение проводника заземления должно быть не менее 4мм^2 для медного проводника и не менее 6мм^2 для алюминиевого. Рекомендуется использование проводников заземления сечением, равным сечению силовых кабелей. Для улучшения электромагнитной совместимости точка заземления должна быть как можно ближе к преобразователю; сопротивление цепи заземления должно составлять не более 4 Ом.

Не допускается последовательное соединение заземляющих выводов преобразователей и/или других устройств. Также не должно образовываться замкнутых контуров заземления.

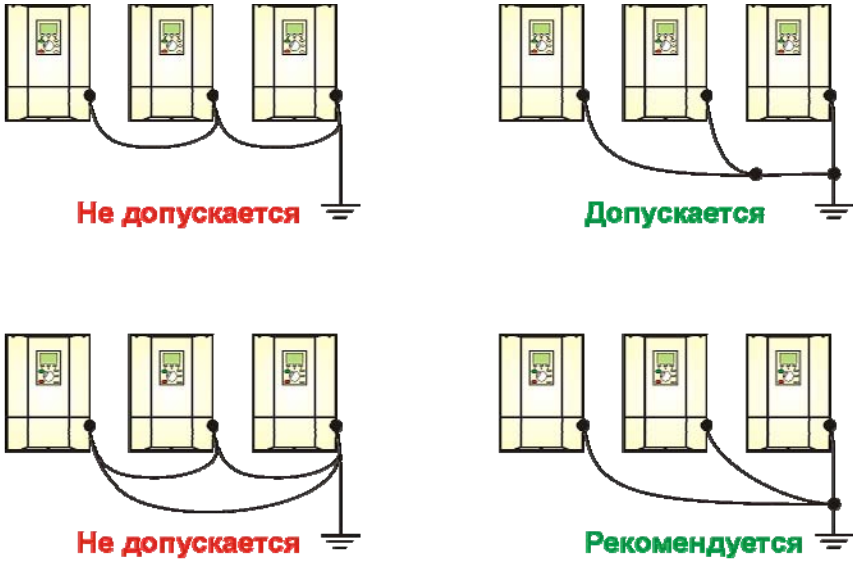


Рисунок 2.3.2 – Схемы подключения заземления

Экраны кабелей питания могут использоваться в качестве проводников заземления, только если проводники экранов имеют соответствующие сечение и длину, отвечающие требованиям техники безопасности.

<u>Подключение питающей сети</u> может осуществляться:

- кабелем с четырьмя проводниками (три фазы и нулевой проводник), наличие экрана необязательно;
- четырьмя изолированными проводниками, проложенными в кабельном канале.

При наличии экрана кабеля и его заземлении, а также при заземлении кабельного канала обязательно должны быть заземлены обе стороны. Одностороннее заземление ухудшит электромагнитную совместимость преобразователя с питающей сетью.

Сечение проводников подключения питающей сети должно выбираться исходя из номинального тока преобразователя и условий прокладки кабеля в соответствии с требованиями "Правил устройства электроустановок".

Подключение двигателя рекомендуется выполнять экранированным силовым кабелем (три фазы и нулевой проводник, плетеный медный экран). Экранирование также может быть выполнено с помощью металлических труб или каналов. Экран кабеля (или кабельный канал) по всей длине не должны иметь разрывов и должны быть заземлены с обеих сторон (подключены к клеммам заземления преобразователя и двигателя).

Сечение проводников подключения двигателя должно выбираться исходя из номинального тока преобразователя и условий прокладки кабеля в соответствии с требованиями "Правил устройства электроустановок". Падение напряжения в кабеле не должно превышать 2%. При больших падениях напряжения в кабеле возможно снижение момента электродвигателя, особенно на низких частотах.

Длина кабеля прямого подключения двигателя не должна превышать 50 метров. Если длина кабеля составляет от 50 до 200 метров, необходима установка выходного дросселя. При длине кабеля более 200м необходима установка выходного синусного фильтра. В случае параллельного подключения к выходу преобразователя нескольких двигателей учитывается суммарная длина кабелей.

Силовые кабели должны иметь изоляцию, соответствующую напряжению не менее 600В и выдерживать температуру не менее 75°С.

Со стороны преобразователя силовые кабели должны иметь наконечники с изоляцией типа "манжета". Затягивать клеммы необходимо с рекомендуемым моментом. Неплотная затяжка может быть причиной неправильной работы и привести к повреждению преобразователя и снятию его с гарантии. Слишком сильная затяжка может повредить клеммную колодку.

Рекомендуемые сечения кабелей и момент затяжки приведены в таблице 2.3.3.

Таблица 2.3.3 - Рекомендуемые сечения кабелей и моменты затяжки клемм

Номинальная активная мощность преобразователя	**Размер клеммного винта**	**Момент затяжки, Н·м**	**Сечение силового кабеля, мм^2**	
			медь	**алюминий**
5,5 кВт	М6	5,4	2,0	2,5
7,5 кВт	М6	5,4	2,0	2,5
11 кВт	М6	5,4	2,5	4,0
15 кВт	М6	5,4	6,0	6,0
18,5 кВт	М6	5,4	6,0	10,0
22 кВт	М6	5,4	10,0	16,0
30 кВт	М6	5,4	16,0	16,0
37 кВт	М6	5,4	16,0	25,0
45 кВт	М6	5,4	25,0	35,0
55 кВт	М6	5,4	35,0	50,0
75 кВт	М8*	14,0	50,0	70,0
90 кВт	М8*	14,0	70,0	95,0
110 кВт	М10	25,0	95,0	120,0
132 кВт	М10	25,0	120,0	2х70,0**

*Примечание: * внутренний шестигранник для затяжки винта*
*** подключение двумя кабелями указанного сечения*

2.3.4 Подключение нескольких двигателей к одному преобразователю

В случае параллельного подключения к выходу преобразователя нескольких электродвигателей необходимо учитывать следующие особенности:

- при выборе дополнительного оборудования необходимо учитывать суммарную длину кабелей подключения двигателей;
- суммарная мощность подключенных двигателей не должна превышать номинальной выходной мощности преобразователя, а суммарный ток двигателей не должен превышать номинального тока преобразователя;
- в настройках параметров двигателя необходимо установить значение номинального тока равным суммарному току двигателей;
- выходной ток преобразователя распределяется между параллельно включенными двигателями в соответствии с нагрузкой и параметрами каждого из двигателей, поэтому встроенные в преобразователь функции максимально-токовой и тепловой (время-токовой) защиты двигателя в таком случае не обеспечивают защиты каждого двигателя по отдельности. Индивидуальная защита двигателей от перегрузки должна осуществляться отдельными термореле;
- функция "подхват" (поиска частоты вращения при включении на вращающийся двигатель) должна быть отключена.

2.4 Подключение сигнальных цепей

Контроллер преобразователя имеет в своем составе модуль взаимодействия с внешними управляющими сигналами. Подключение к модулю осуществляется с использованием разъемов, расположенных внутри преобразователя. Расположение и функциональное назначение клемм приведено на рисунке 2.4.1 и в таблице 2.4.1.

Максимальное сечение соединительных проводов 1,5мм^2 (AWG16), максимальный момент затяжки 0,4Н·м. Для затяжки винтов необходима отвертка типа "—" с шириной лезвия 2мм.

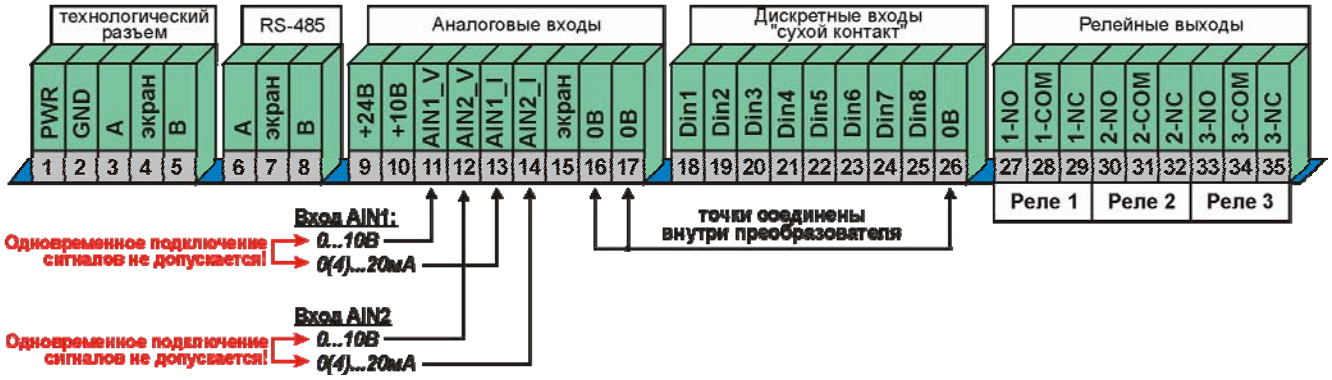


Рисунок 2.4.1 – Расположение клемм подключения сигнальных цепей на плате контроллера управления

Подключение сигнальных цепей рекомендуется выполнять гибкими экранированными кабелями с многожильными проводниками. Для подключения аналоговых сигналов следует использовать экранированный кабель типа "витая пара". Рекомендации по подключению экрана кабеля, а также по прокладке сигнальных кабелей приведены в разделе 1.8 настоящего руководства.

Для сигнальных кабелей необходимо придерживаться следующих правил:

- аналоговые сигналы и линии последовательной связи должны прокладываться отдельными кабелями. Не рекомендуется одновременная передача по одному кабелю аналоговых и дискретных или релейных сигналов.
- не допускается передача по одному кабелю сигналов 24В (в т.ч. сигналов дискретных входов) и сигналов 220В переменного тока (например, подключенных к релейным выходам).

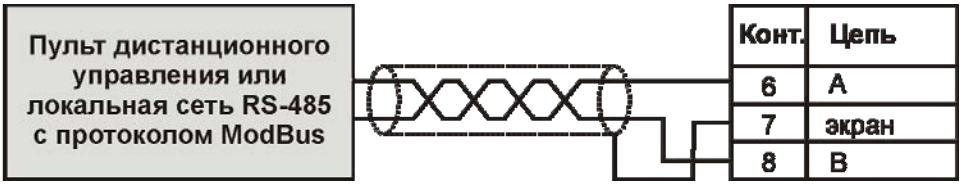
При прокладке силовые и сигнальные кабели необходимо разносить как можно дальше друг от друга. При параллельной прокладке силовых и сигнальных кабелей расстояние между ними должно быть не менее 30см. Пересечение силовых и сигнальных кабелей рекомендуется выполнять под углом 90°.

ОСТОРОЖНО!

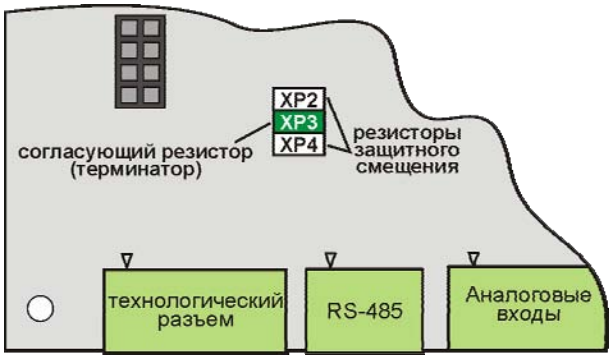
Подключение сигнальных цепей необходимо проводить при отключенном питании входных и выходных устройств!

Таблица 2.4.1 – Назначение и характеристики клемм подключения сигнальных цепей

	Клемма №	Клемма Функция	Характеристика	Функциональное назначение	Схема
RS-485	6	A	Сигнальная линия	Разъем интерфейса RS-485 со встроенными отключаемыми согласующими резисторами. Подключение пульта дистанционного управления (ПДУ) или внешних управляющих контроллеров. Протокол и параметры связи программируются **п.3.7** "**Настройки связи**".	рис. 2.4.2
	7	экран	Экранирующая оплетка кабеля RS-485 (подключается только со стороны преобразователя)		
	8	B	Сигнальная линия		
Аналоговые входы	9	+24В	Выход источника питания 24В 120мА	Подключение питания внешних устройств (например, датчика обратной связи)	рис. 2.4.3 рис. 2.4.4
	10	+10В	Выход источника питания 10В 10мА	Подключение питания внешних устройств (например, резистивного аналогового задатчика)	
	11	Ain1_V	Вход Ain1 (0...10В) Rвх=21 кОм	Подключение входных аналоговых сигналов (датчиков обратной связи, резистивных аналоговых задатчиков и т.п.). **Не допускается одновременное подключение сигналов (0…10В) и (0…20мА) к одному входу.**	
	12	Ain2_V	Вход Ain2 (0...10В) Rвх=21 кОм		
	13	Ain1_I	Вход Ain1 (0...20мА) Rвх=220 Ом		
	14	Ain2_I	Вход Ain2 (0...20мА) Rвх=220 Ом		
	15	экран	Экранирующая оплетка кабеля Ain	Подключение экранирующей оплетки кабеля аналоговых сигналов. Подключается только со стороны преобразователя.	
	16 17	0В	Общая точка источника питания	Общие точки источников питания для дискретных входов и для аналоговых входов объединяются внутри преобразователя.	
Дискретные входы	18 19 20 21 22 23 24 25	Din 1 Din 2 Din 3 Din 4 Din 5 Din 6 Din 7 Din 8	Дискретные входы типа "сухой контакт" с групповой гальванической развязкой, (24В, 8мА)	Прием управляющих сигналов от устройств автоматики. Уровень активного сигнала на входах программируется **п.3.5.2** "**Дискретные входы**". Функциональное назначение каждого дискретного входа программируется **п.3.5.2.5** "**Функц. блоки дискр. вх.**"	рис. 2.4.5
	26	0В	Общая точка источника питания	Общие точки источников питания для дискретных входов и для аналоговых входов объединяются внутри преобразователя.	
Реле 1	27 28 29	1-NO 1-COM 1-NC	~250VAC, 3A или 30VDC, 3A	Релейные выходы. Функциональное назначение выходов программируется **п.3.5.3** "**Релейные выходы**". В нормальном состоянии (при отключенном питании преобразователя) замкнуты контакты NC и COM.	рис. 2.4.6
Реле 2	30 31 32	2-NO 2-COM 2-NC	~250VAC, 3A или 30VDC, 3A		
Реле 3	33 34 35	3-NO 3-COM 3-NC	~250VAC, 3A или 30VDC, 3A		



а)



б)

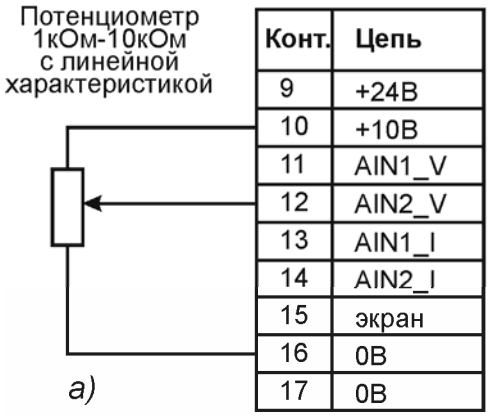
Подключение согласующего резистора (терминатора) необходимо при наличии помех в линии связи и/или при длинном кабеле, если

$$\text{длина кабеля}\,(м) > \frac{33003300}{\text{скорость связи}\,(бит/с)}.$$

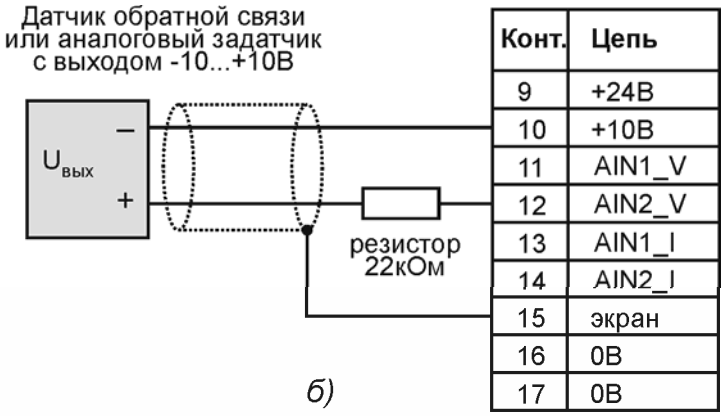
Подключение резисторов защитного смещения необходимо для снижения уровня помех.

Терминаторы и резисторы защитного смещения (при необходимости) должны устанавливаться на обоих концах кабеля в случае наличия в сети двух устройств, и на двух наиболее удаленных друг от друга концах кабеля в случае наличия в сети нескольких устройств.

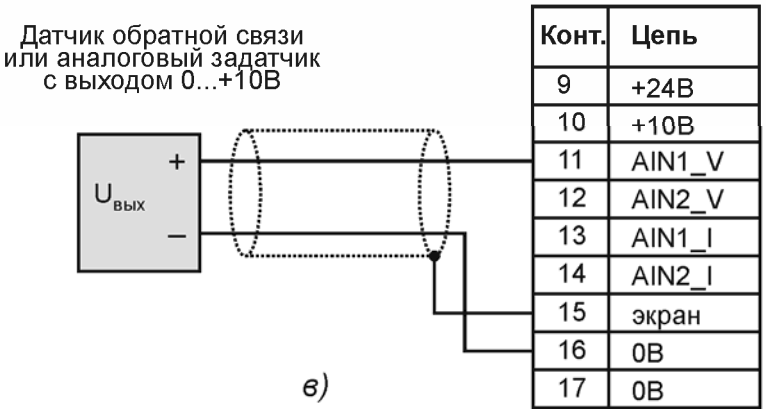
Рисунок 2.4.2 –Подключение интерфейса RS-485:
а) схема подключения; б) расположение перемычек включения согласующего резистора и резисторов защитного смещения



а)



б)



в)

Рисунок 2.4.3 – Пример подключения входов напряжения:
а) резистивный задатчик; б) аналоговый задатчик с выходом напряжения -10…+10В;
в) аналоговый задатчик с выходом напряжения 0…10В

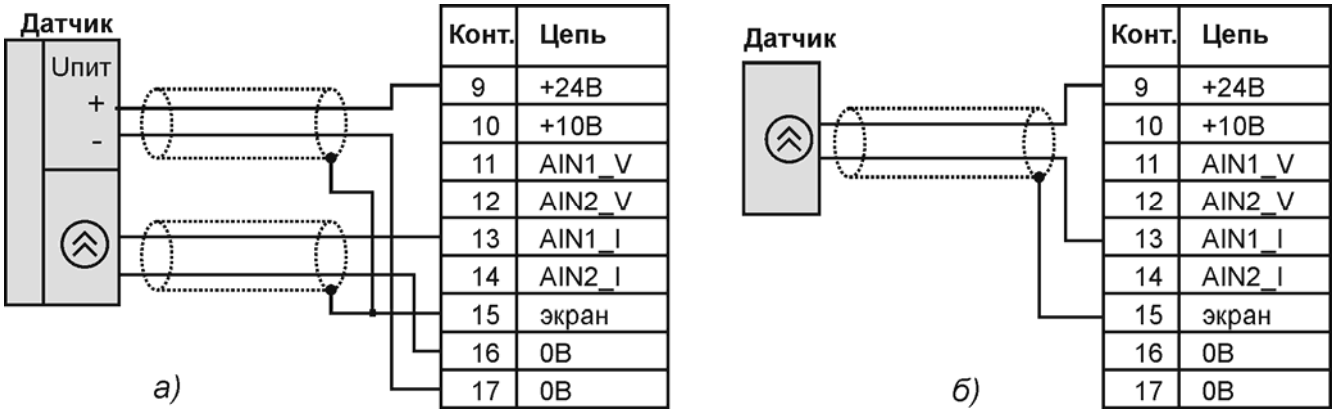


Рисунок 2.4.4 – Пример подключения датчиков обратной связи:
а) датчик с выходом тока (0…5мА или 4…20мА) и четырехпроводным подключением;
б) датчик с выходом тока (0…5мА или 4…20мА) и двухпроводным подключением

Рисунок 2.4.5 – Пример подключения дискретных входов типа "сухой контакт"
Сигналы на дискретных входах могут формироваться как нормально разомкнутыми, так и нормально замкнутыми контактами. При этом необходимо:

- *для нормально разомкнутых контактов установить в* **п.3.5.2** "**Дискретные входы**" *настройку "активация при замыкании";*
- *для нормально замкнутых контактов установить в* **п.3.5.2** "**Дискретные входы**" *настройку "активация при размыкании";*

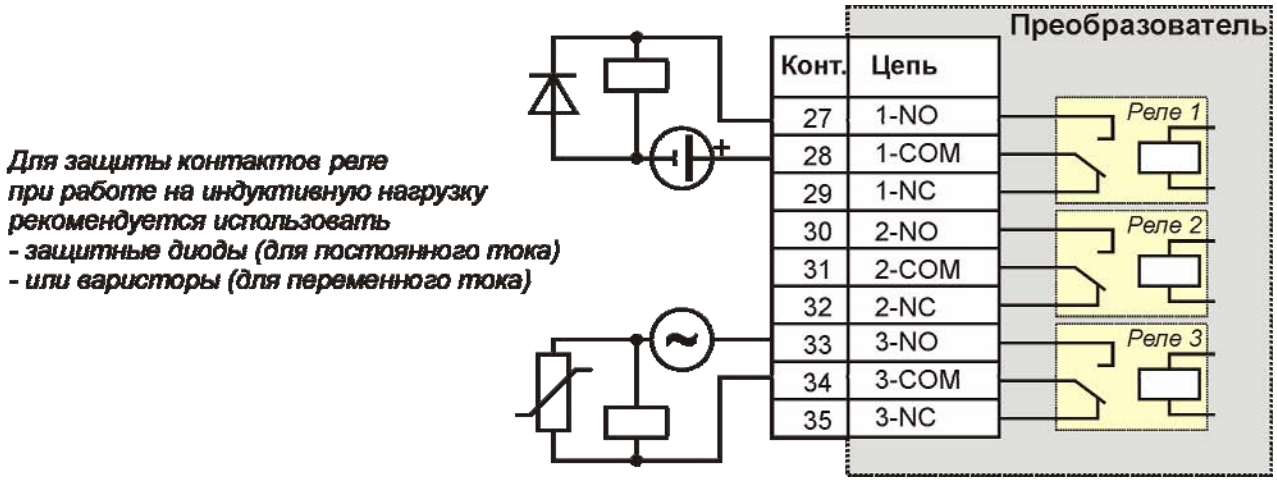


Рисунок 2.4.6 – Пример подключения релейных выходов

2.5 Выбор и подключение дополнительного оборудования

ВНИМАНИЕ!
Выбор дополнительного оборудования должен производиться квалифицированным персоналом с учетом условий эксплуатации преобразователя!

2.5.1 Улучшение электромагнитной совместимости

Для улучшения электромагнитной совместимости к преобразователю может подключаться следующее дополнительное оборудование:

Сетевые дроссели позволяют обеспечить лучшую защиту преобразователя от сетевых перенапряжений и уменьшить гармоники тока, потребляемого преобразователем из сети. Использование сетевых дросселей особенно рекомендуется в следующих случаях:

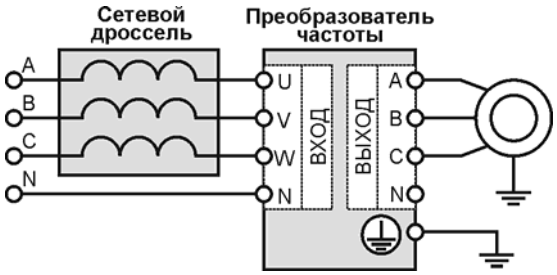


Рисунок 2.5.1

- при параллельном включении нескольких преобразователей с близко расположенными соединениями;
- при наличии в сети питания значительных помех от другого оборудования;
- при асимметрии (дисбалансе) напряжения питания между фазами более 2% номинального напряжения;
- мощность питающей сети в 10 и более раз превышает мощность преобразователя (питание преобразователя от линии с низким полным сопротивлением) или происходят быстрые изменения мощности питающей сети;
- при установке большого количества преобразователей на одной линии;
- для уменьшения перегрузки конденсаторов, повышающих cosϕ, если установка оснащена батареей конденсаторов для повышения коэффициента мощности.

Пассивный фильтр позволяет обеспечить уровень гармоник тока, потребляемого из сети, меньше 16% или 10%, в зависимости от исполнения фильтра. Пассивный фильтр не может применяться в системах питания с изолированной нейтралью! При использовании пассивного фильтра питающая сеть оказывается подключенной к потенциалу земли через конденсаторы фильтра, что опасно и может стать причиной повреждения привода.

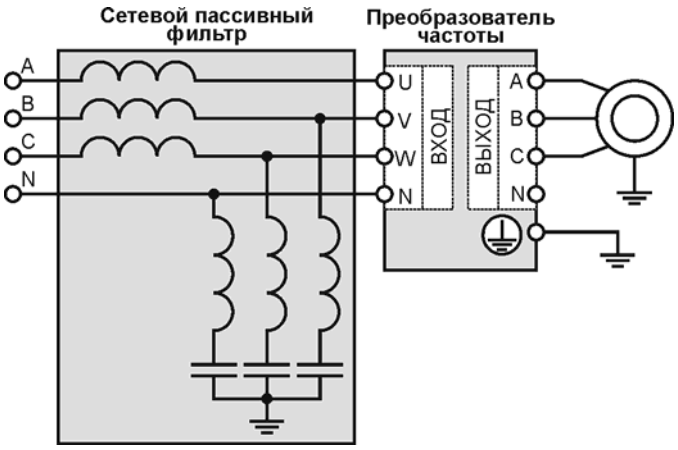


Рисунок 2.5.2

Входной фильтр подавления радиопомех предназначен для уменьшения наведенного излучения в сети ниже пределов, установленных стандартом EN 55011, группа 1, класс A или B (2). Фильтры не могут применяться в сетях и изолированной нейтралью. Входной фильтр не может применяться в системах питания с изолированной нейтралью! При использовании входного фильтра питающая сеть оказывается подключенной к потенциалу земли через конденсаторы фильтра, что опасно и может стать причиной повреждения привода.

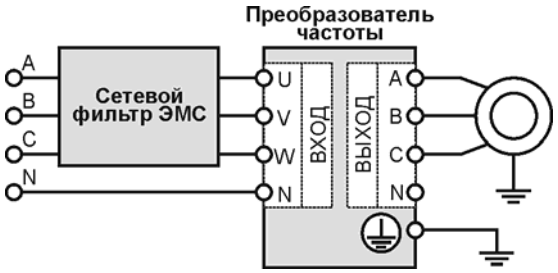


Рисунок 2.5.3

2.5.2 Улучшение совместимости с сетью и нагрузкой

Для улучшения совместимости преобразователя с питающей сетью и с двигателем, увеличения ресурса преобразователя и обеспечения работы в режиме динамического торможения к преобразователю может подключаться следующее дополнительное оборудование:

Дроссель звена постоянного тока необходим для снижения пульсаций выходного тока и уменьшения гармоник тока, потребляемого из сети. Кроме того, наличие дросселя звена постоянного тока позволяет увеличить ресурс силовых конденсаторов звена постоянного тока, а, следовательно, и ресурс преобразователя в целом. Коэффициент мощности преобразователя нормируется только при наличии дросселя звена постоянного тока. Рекомендуемые дроссели звена постоянного тока приведены в таблице 2.5.1.

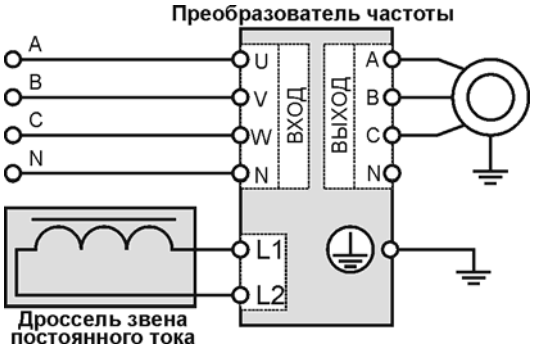


Рисунок 2.5.4

Тормозной резистор является дополнительным устройством, которое превращает в тепло избыточную мощность, возникающую при торможении двигателя, управляемого от преобразователя частоты. Тормозной резистор, как правило, необходим для реализации режима торможения с относительно высоким темпом, особенно в случае механизмов с большим моментом инерции (вентиляторы, центрифуги), а также в механизмах с периодической сменой двигательного и генераторного режима (например, станки-качалки).

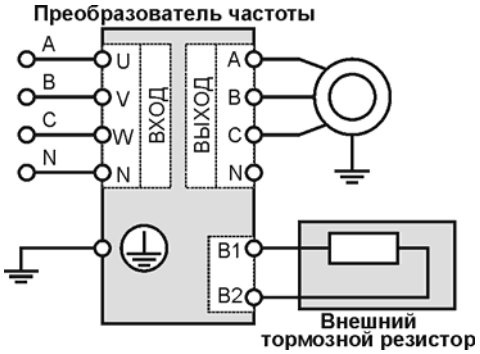


Рисунок 2.5.5

<u>Выбор параметров тормозного резистора осуществляется в соответствии с конкретными условиями работы привода.</u> Общие рекомендации по выбору тормозного резистора приведены в таблице 2.5.1 (минимальное сопротивление тормозного резистора соответствует максимальной мощности торможения). Торможение с высоким темпом при отсутствии тормозного резистора или при некорректном выборе параметров тормозного резистора может привести к аварийному отключению преобразователя с кодом "Высокое Udc".

Таблица 2.5.1

Номинальная активная мощность преобразователя	Дроссель звена постоянного тока		Минимальное сопротивление тормозного резистора, ($U_{раб}$>660В)
	параметры дросселя	рекомендуемый дроссель Schneider Electric	
5,5кВт	1,2 мГн 44 А	VW3 A4 508	16,5 Ом
7,5кВт			
11кВт			
15кВт			
18,5кВт			
22кВт	0,52 мГн 84 А	VW3 A4 510	13,2 Ом
30кВт			8,8 Ом
37кВт			
45кВт	0,22 мГн 171 А	VW3 A4 511	13,2 Ом
55кВт			
75кВт			8,8 Ом
90кВт	0,11 мГн 230 А	—	
110кВт	встроен в преобразователь		4,6 Ом
132кВт			

Дроссель двигателя необходим при длине кабеля между преобразователем и двигателем от 50 до 200м. Дроссель двигателя позволяет:

- ограничить скорость нарастания выходного напряжения (dV/dt) до значения 500 В/мкс;
- ограничить пиковые перенапряжения на двигателе до безопасных значений и снизить риск повреждения изоляции двигателя;
- отфильтровать помехи, обусловленные срабатыванием контактора, находящегося между фильтром и двигателем;
- уменьшить ток утечки на землю двигателя.

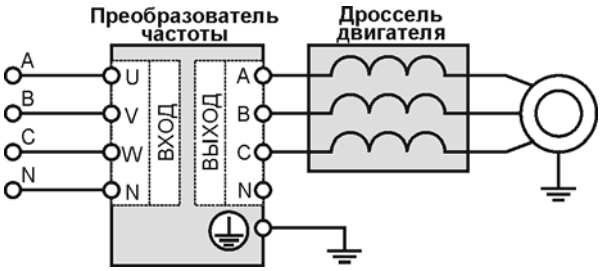


Рисунок 2.5.6

Выходной синусный фильтр используется в случаях, требующих:

- большой длины кабелей между преобразователем и двигателем (от 200 до 1000м);
- применения промежуточного трансформатора между преобразователем и двигателем;
- параллельного включения нескольких двигателей на выходе преобразователя.

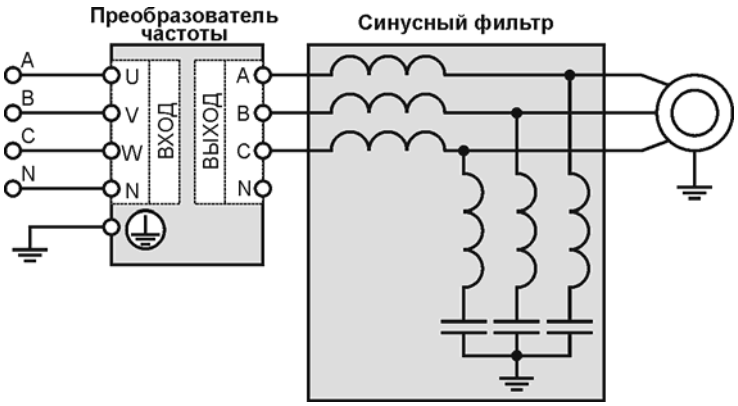


Рисунок 2.5.7

Выходной синусный фильтр не может применяться в системах питания с изолированной нейтралью! При использовании фильтра выход преобразователя оказывается подключенным к потенциалу земли через конденсаторы фильтра, что опасно и может стать причиной повреждения привода.

2.5.3 Модули функционального расширения

В преобразователь может быть установлено до 3 модулей функционального расширения (см. таблицу 2.5.2). Список модулей расширения, доступных для заказа в настоящий момент, уточняйте на сайте предприятия www.etx.ru.

Слоты подключения плат расширения расположены на контроллере преобразователя. Для доступа к слотам подключения модулей расширения необходимо снять нижнюю и верхнюю части лицевой панели преобразователя (см. рисунок 2.2.1) Установка модуля расширений должна производиться только при отключенном преобразователе в соответствии с инструкцией по эксплуатации модуля. При установке модуля расширения в меню преобразователя отображается пункт **п.3.5.4** "**Модули расширения**" с соответствующими настройками. Описание настроек модуля расширения приведено в руководстве по эксплуатации модуля.

Таблица 2.5.2

Наименование модуля расширения	Функциональное назначение
ExtBrd_AIN2	2 аналоговых входа с групповой гальванической развязкой: - 0…20мА (R_{BX} = 220 Ом, макс. неразрушающий ток 30мА) - 0…10В (R_{BX} = 21 кОм, макс. неразрушающее напряжение 24В)
ExtBrd_DINPA8	8 дискретных входов с групповой гальванической развязкой (конфигурируемые: беспотенциальные, типа "сухой контакт" или потенциальные (16-24В, втекающий ток 8мА))
ExtBrd_DOut3	3 релейных выхода (~250VAC, 3A или 30VDC, 3A) с нормально замкнутыми и нормально разомкнутыми контактами
ExtBrd_DOut8	8 дискретных выходов типа "открытый коллектор" с групповой гальванической развязкой (24В, 50мА)
ExtBrd_Enc	подключение датчика скорости вращения двигателя (типа "инкрементальный энкодер" с выходами "открытый коллектор" или "Push-Pull" 24В)
ExtBrd_Aout2	2 токовых выхода 4…20мА с индивидуальной гальванической развязкой
ExtBrd_PT100x2	подключение двух датчиков температуры типа PT100 (двух- или четырехпроводное подключение)
ExtBrd_USB1	подключение преобразователя частоты к персональному компьютеру с интерфейсом USB
ExtBrd_ProfiBUS	Преобразователь протоколов ModBus – ProfiBus DP (физический интерфейс RS485)

2.6 Пробное включение

2.6.1 Проверка подключения

Перед первым включением преобразователя необходимо тщательно проверить выполнение следующих требований:

- подключение силовых цепей преобразователя осуществлено в соответствии с требованиями, приведенными в разделе 2.3 настоящего руководства; силовые кабели правильно присоединены и надежно зафиксированы;
- подключение дополнительного оборудования к преобразователю осуществлено в соответствии с требованиями, изложенными в руководствах по эксплуатации этого оборудования и в разделах 2.3 и 2.4 настоящего руководства;
- подключение сигнальных цепей преобразователя осуществлено в соответствии с требованиями, приведенными в разделе 2.4 настоящего руководства и в соответствии с конкретным объектом применения преобразователя;
- отсутствуют короткие замыкания во входных и выходных силовых и сигнальных цепях;
- преобразователь заземлен.

Если преобразователь не использовался длительное время или с момента отгрузки до первого включения прошло более 6 месяцев, необходимо выполнить рекомендации, приведенные в разделе 2.6.3 настоящего руководства.

2.6.2 Проверка работы и настройка основных параметров

Первое включение преобразователя рекомендуется производить при отключенном двигателе (отсоединенных выходных силовых кабелях). После подачи силового питания и включения преобразователя необходимо убедиться в том, что отсутствуют аварийные ситуации и преобразователь находится в режиме "останов" (индикатор "РАБОТА" мигает, остальные индикаторы не горят, см. раздел 3.2 настоящего руководства). В случае если преобразователь находится в другом состоянии, необходимо перевести его в состояние "останов" двойным нажатием на кнопку СТОП пульта управления.

В случае наличия аварийных ситуаций необходимо обратиться к разделу 5 руководства.

Перед настройкой преобразователя для конкретного применения рекомендуется осуществить сброс всех настроек в значения по умолчанию (см. **п.3.9** **"Упр.настройками"**).

При настройке необходимо обратить особое внимание на следующие установки:

- Для корректной работы встроенных защитных функций установленное значение номинального тока двигателя (см. **п.3.2.2** **"Ном.ток"**) должно соответствовать номинальному току подключенного двигателя; при подключении к одному преобразователю нескольких двигателей, установленный номинальный ток должен быть равен сумме номинальных токов двигателей.
- Установки защит двигателя (см. **п.3.3.3** **"Защиты"**) должны соответствовать конкретному применению преобразователя. Для обеспечения устойчивой и безопасной работы двигателя может возникнуть необходимость настройки минимальной и максимальной допустимой частот вращения вала двигателя

(см. **п.3.1.1.2** **"Мин.частота"** и **п.3.1.1.3** **"Макс.частота"**), а также резонансных частот привода (см. **п.3.1.1.6** **"Резонансные частоты"**).

- При настройке параметров работы преобразователя особое внимание уделите функциям, которые могут повлиять на безопасность работы привода в целом (например, автоматический перезапуск и разрешение реверсирования).

После успешного первого включения преобразователя при отключенном двигателе и осуществления всех указанных выше настроек необходимо подключить выходные силовые кабели к двигателю и/или дополнительному оборудованию, установленному на выходе преобразователя.

Первый запуск преобразователя с подключенным двигателем рекомендуется производить при установленных источнике команд **"пульт"** и источнике уставки "**пульт**" (см. **п.2** **"Настройка режима"**). При этом рекомендуется задать малую уставку частоты (например, 5Гц).

После подачи команды "пуск" двойным нажатием кнопки ПУСК пульта управления необходимо убедиться в правильном направлении вращения подключенного двигателя. В случае неверного направления вращения необходимо изменить заданную последовательность чередования фаз выходного напряжения (см. **п.3.1.1.5** **"Чередование фаз"**), или поменять местами две любые фазы выходного силового провода.

При пробном запуске преобразователя необходимо обращать особое внимание на следующее:

- привод не должен производить чрезмерных шумов и вибраций;
- величина тока двигателя не должна превышать номинального значения;
- изменение задания выходной частоты должно вызывать изменение скорости вращения двигателя в установленном допустимом диапазоне частот вращения от минимальной до максимальной.

После успешного осуществления пробного запуска для получения желаемых характеристик привода следует осуществить настройку всех параметров работы преобразователя, а также всех дополнительных защитных функций. Подробное описание и рекомендации по настройке параметров работы и защитных функций приведены в разделе 3.7 настоящего руководства для соответствующих пунктов меню пульта управления. Примеры настройки преобразователя для некоторых типовых применений приведены в разделе 4 настоящего руководства.

Для предотвращения несанкционированного изменения настроек преобразователя рекомендуется использовать встроенную систему разграничения уровней доступа.

2.6.3 Включение преобразователя после длительного простоя

Если преобразователь не использовался длительное время (более 6 месяцев) или с момента отгрузки до первого включения прошло более 6 месяцев необходимо осуществить операцию формовки конденсаторов звена постоянного тока преобразователя. Формовка осуществляется путем подачи напряжения питания преобразователя при отсоединенных выходных силовых кабелях и выдержки преобразователя под напряжением в течение 1 часа. При этом преобразователь должен находиться в состоянии "останов".

3. УПРАВЛЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

3.1 Способы управления и настройки

Управление и настройка преобразователя может производиться одним из следующих способов:

- с местного пульта управления, расположенного на передней панели преобразователя (для исполнений преобразователя 00, 01, 03 и 04);
- с пульта дистанционного управления (ПДУ), представляющего собой выносной блок, подключаемый с помощью специального кабеля к каналу связи RS-485;
- от внешней системы управления или персонального компьютера (используется канал связи RS-485).

Текущие настройки преобразователя могут быть сохранены в памяти контроллера и загружены из нее. Возможно сохранение до двух наборов настроек (профилей). Кроме того, возможен сброс всех настроек в значения по умолчанию (заводские настройки).

Местный пульт управления является съемным и при необходимости может быть демонтирован с передней панели преобразователя. При отсутствии местного пульта управления преобразователь частоты продолжит работать в соответствии с заданными настройками; при этом конфигурирование и диагностика режимов работы преобразователя может осуществляться с пульта дистанционного управления или от внешней системы управления по каналу связи RS-485.

Описание протокола связи ModBus, используемого в преобразователе, предоставляется потребителю по запросу, а также может быть загружено с сайта производителя www.etx.ru.

3.2 Местный пульт управления

Преобразователь может комплектоваться местным пультом управления в одном из следующих вариантов:

- с поворотным энкодером управления – исполнения преобразователя 01 и 04 (см. рисунок 3.2.1а);
- с управляющими кнопками – исполнения преобразователя 00 и 03 (см. рисунок 3.2.1б).

а) *б)*

Рисунок 3.2.1 - Пульт управления
а) с энкодером управления (исполнения преобразователя 01 и 04);
б) с управляющими кнопками (исполнения преобразователя 00 и 03)

При включении преобразователя на экран пульта управления выводится главное меню. В меню имеется строка функций и строка статуса. Строка функций содержит три поля функциональных команд, доступных в текущий момент для выполнения кнопкой выбора, расположенной под соответствующим полем. Строка состояния имеет три поля, в которых отображаются значения текущих параметров преобразователя, выбранных пользователем (см. **п.5.3** "**Строка состояния**"). Пример строки функций и строки состояния показан на рисунке 3.2.1б.

При нажатии кнопки ••• "**Инфо**" или ОТМЕНА (при нахождении в главном меню), а также если в течение заданного времени не будет нажата ни одна кнопка, то отображается экран состояния (пример экрана состояния показан на рисунке 3.2.1а). На экране состояния крупным шрифтом отображаются поля, заданные для отображения в строке состояния. Выход из экрана состояния осуществляется при нажатии на любую кнопку.

Для дисплея пульта управления могут быть настроены яркость и контрастность, а также автоматическое отображение экрана состояния и автоматическое гашение подсветки дисплея в случае длительного отсутствия нажатия на кнопки (см. **п.5.4** "**Настройки экрана**").

Световые индикаторы "РЕЖИМ", "АВАРИЯ" и "РАБОТА" отображают состояние преобразователя в соответствии с таблицей 3.2.1.

Таблица 3.2.1

Состояние преобразователя	**Индикация в строке состояния**	**Индикатор**		
		РЕЖИМ (желтый)	**АВАРИЯ (красный)**	**РАБОТА (зеленый)**
Преобразователь остановлен.	Останов	◎	◎	◐
Преобразователь остановлен. Ожидание паузы повторного включения.	Ожидание	☀	◎	◐
Преобразователь готов к работе.	Готовность	●	◎	◐
Производится поиск скорости вращения двигателя.	Подхват	◐	◎	◐
Преобразователь работает, но не вышел на режим.	Работа	◐	◎	●
Преобразователь работает, вышел на режим.	Работа	●	◎	●
Возникла аварийная ситуация "НИЗКОЕ Uвх". Осуществляется питание преобразователя за счет кинетической энергии привода.	Удержание	☀	☀	◎
Поступила команда "останов". Осуществляется торможение двигателя.	Торможение	☀	◎	●
Возникла аварийная ситуация, требующая реакции "штатный останов". Осуществляется торможение двигателя.	Торможение	☀	☀	●
Преобразователь остановлен и заблокирован. Пуск двигателя запрещен.	Блокировка	◎	☀	◎
Авария.	Авария	◎	●	◎
Критическая авария.	Кр.авария	◎	●	◎
Преобразователь остановлен. Ожидание паузы повторного включения после аварии.	Ожидание	◎	☀	☀
Нет связи пульта с контроллером преобразователя.	Нет связи	☀	☀	☀
Преобразователь переведен в сервисный режим.	Сервис	●	●	●

◎ *- индикатор не горит*

☀ *- индикатор мигает*

● *- индикатор горит*

☀ ☀ *- индикаторы мигают поочередно*

3.3 Управление пуском и остановом преобразователя

Для управления преобразователем предусмотрены следующие команды:
- ПУСК,
- РЕВЕРС,
- СТОП,
- ЭКСТРЕННЫЙ СТОП,
- СБРОС АВАРИИ.

Команды могут поступать от следующих источников:
- пульт управления;
- внешняя сеть;
- дискретные входы;
- расписание.

Команда "ПУСК" приводит к запуску преобразователя в работу (при отсутствии аварийных ситуаций и команд "СТОП" или "ЭКСТРЕННЫЙ СТОП").

Команда "РЕВЕРС" приводит к изменению знака уставки частоты (см. рисунок 3.3.1). Например, если задана уставка 29Гц, то при поступлении команды "РЕВЕРС" преобразователь частоты перейдет на частоту –29Гц; и наоборот, если задана уставка –35Гц то преобразователь перейдет на частоту 35Гц.

В том случае, если реверсирование запрещено (см. **п.3.1.1.4** "**Разрешенные направления**" – установка "только прямое" или "только обратное"), то при поступлении команды "РЕВЕРС" выходная частота преобразователя будет снижена до нуля в соответствии с заданной характеристикой разгона/торможения.

Команды "ПУСК" и "РЕВЕРС" принимаются преобразователем только от выбранного источника команд. Выбор текущего источника команд осуществляется в **п.2.5** "**Источник команд**", а также по сигналам на дискретных входах и по заданному расписанию.

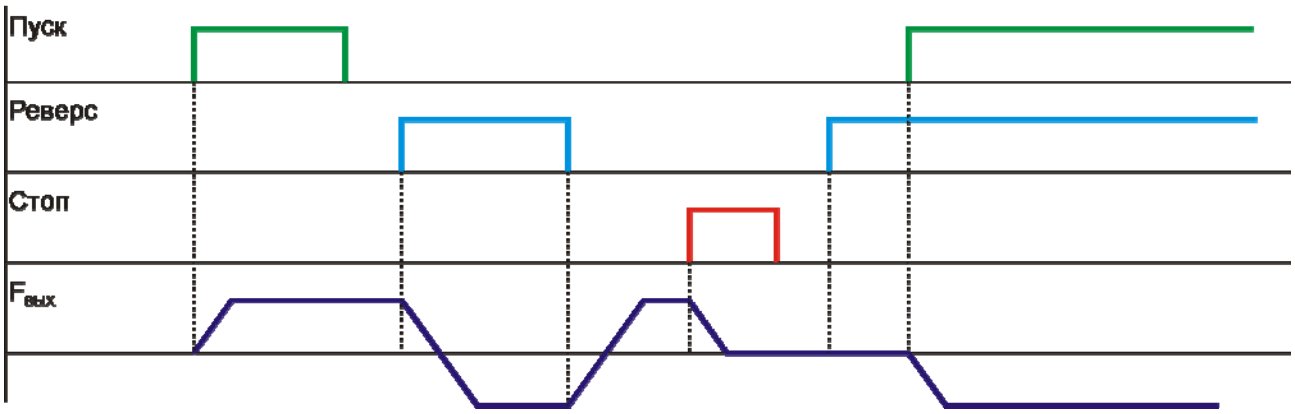


Рисунок 3.3.1 - Команда "РЕВЕРС" при неизменном значении задания частоты

Команда "СТОП" приводит к останову преобразователя в соответствии с заданными настройками останова. Команда "ЭКСТРЕННЫЙ СТОП" приводит к отключению преобразователя и останову двигателя самовыбегом. Обе эти команды приводят к блокировке последующего пуска преобразователя до тех пор, пока они будут активны.

Для удобства пользователя предусмотрена возможность просмотра источников активных команд "СТОП" и "ЭКСТРЕННЫЙ СТОП" (см. п.1.3 "Активные команды СТОП").

Команда "СБРОС АВАРИИ" приводит к очистке флага "ручной сброс аварии" и восстановлению максимального заданного количества попыток перезапуска.

Команды "СТОП", "ЭКСТРЕННЫЙ СТОП" и "СБРОС АВАРИИ" принимаются преобразователем от любого источника команд, независимо от выбранного в **п.2.5** "**Источник команд**".

Команды "ПУСК" и "СТОП" ("ЭКСТРЕННЫЙ СТОП") от любого источника команд (кроме пульта управления) могут формироваться независимо друг от друга, т.е.все команды могут быть одновременно активны или не активны. Логика обработки команд "Пуск", "Стоп" и "Экстренный стоп" поясняется на рисунке 3.3.2 и в таблице 3.3.1.

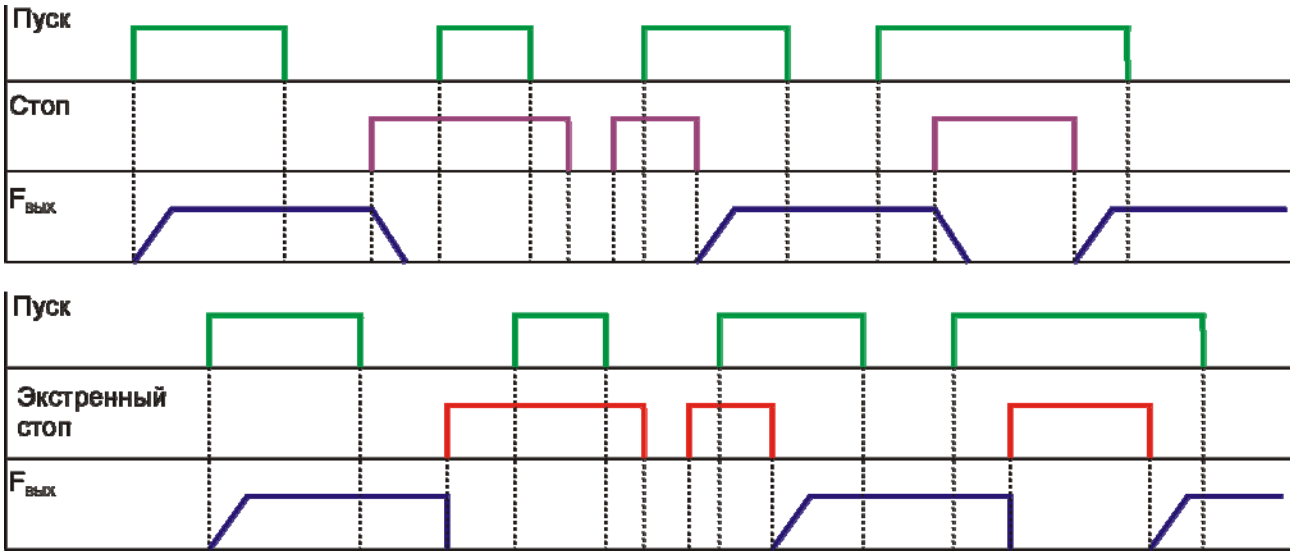


Рисунок 3.3.2

Таблица 3.3.1

Команда			Реакция преобразователя
Пуск	Стоп	Экстренный стоп	
0	0	0	Преобразователь сохраняет предыдущее состояние.
1	0	0	Пуск преобразователя в работу
X	1	0	Останов преобразователя в соответствии с настройками для штатного останова. Блокировка пуска преобразователя.
X	X	1	Отключение преобразователя и останов двигателя самовыбегом. Блокировка пуска преобразователя.

0 – команда неактивна, 1 – команда активна, X – любое состояние

Для пульта управления предусмотрена упрощенная логика формирования данных команд. Формируя команду "ПУСК", пульт управления автоматически снимает свои команды "СТОП" и "ЭКСТРЕННЫЙ СТОП", и наоборот.

Команда "ПУСК" от пульта управления формируется при двойном нажатии на кнопку ПУСК. Если команда "ПУСК" от пульта уже была сформирована, то при нажатии на кнопку ПУСК выводится соответствующее сообщение и появляется возможность снятия команды "ПУСК" от пульта (кнопка ••• "**Выкл.ПУСК**").

Команда "СТОП" от пульта управления формируется при двойном нажатии на кнопку СТОП. При этом будет осуществляться штатный останов преобразователя в соответствии с заданными настройками останова.

Если команда "СТОП" от пульта уже была сформирована, то при нажатии на кнопку СТОП выводится соответствующее сообщение и появляется возможность снятия команды "СТОП" от пульта (кнопка ••• "**Выкл.СТОП**").

Для формирования команды "ЭКСТРЕННЫЙ СТОП" от пульта управления необходимо нажать кнопку СТОП, а затем кнопку • "**Экстр.СТОП**". При этом преобразователь будет отключен, и останов двигателя будет осуществляться самовыбегом.

Если команда "ЭКСТРЕННЫЙ СТОП" от пульта уже была сформирована, то при нажатии на кнопку СТОП выводится соответствующее сообщение и появляется возможность снятия команды "ЭКСТРЕННЫЙ СТОП" от пульта (кнопка ••• "**Выкл.СТОП**").

Длительное удержание кнопки ПУСК или кнопки СТОП воспринимается как двойное нажатие; при этом во время удержания кнопки выводится экран с информацией о состоянии команд "Пуск", "Стоп" и "Экстренный стоп" от пульта.

3.4 Изменение уставки выходной частоты или уставки технологического параметра

Преобразователь может работать в одном из двух режимов регулирования:

- **регулирование по частоте** – прямое управление выходной частотой преобразователя.
- **регулирование по параметру** – работа преобразователя частоты в замкнутом контуре управления с использованием встроенного ПИД-регулятора с обратной связью по сигналу с датчика технологического параметра.

Выбор режима регулирования может быть осуществлен одним из следующих способов:

- с пульта управления (см. **п.2.3** "**Регулирование**");
- по команде от дискретных входов (функция "Отключение ПИД")
- по команде расписания (функция "Отключение ПИД").

Значение уставки выходной частоты и уставки технологического параметра может поступать от одного из следующих источников:

- пульт управления;
- внешняя сеть;
- аналоговый вход AIN1;
- аналоговый вход AIN2;
- аналоговые входы AIN1+AIN2;
- дискретные входы;
- расписание.

Выбор текущего источника уставки осуществляется в **п.2.4** "**Источник уставки**", а также по командам от дискретных входов (функция "Изм. источник уставки") или по расписанию (функция "Изм. источник уставки").

3.5 Система защит преобразователя

Для обеспечения нормального функционирования преобразователя, все важные параметры непрерывно контролируются процессором платы управления. Если значение одного или нескольких параметров выйдет за пределы безопасного диапазона, возникает аварийная ситуация. Информация о возникшей аварийной ситуации отображается на пульте управления и может быть также получена внешними управляющими контроллерами по протоколу ModBUS. Кроме того, в журнале событий заносится запись об аварийной ситуации с указанием всех необходимых характеристик аварийной ситуации.

Тип реакции преобразователя на возникновение аварийной ситуации описывается с помощью флагов аварий (см. таблицу 3.5.1).

При одновременном возникновении аварийных ситуаций с различными типами реакций, будут установлены все соответствующие флаги аварий, а реакция преобразователя будет определяться типом с наивысшим приоритетом (см. таблицу 3.5.1).

Список аварийных ситуаций и их характеристики приведены в таблице 3.5.2. Рекомендации по поиску и устранению причин возникновения аварийных ситуаций приведены в разделе 5 настоящего руководства.

Таблица 3.5.1

Флаги аварий	**Приоритет реакции**	**Описание реакции**
Предупреждение	—	При возникновении аварийной ситуации осуществляется информирование пользователя (занесение записи в журнал событий), однако преобразователь продолжает работать в штатном режиме.
Штатный останов	0 (минимум)	Если преобразователь находился в состоянии "Работа" или "Торможение", то будет осуществляться останов двигателя в соответствии с заданными настройками разгона/торможения. После окончания останова двигателя будет произведен переход в состояние "Авария". Если преобразователь находился в состоянии "Готовность", то будет произведен переход в состояние "Блокировка".
Аварийный останов	1	Если преобразователь находился в состоянии "Работа" или "Торможение", то будет произведен переход в состояние "Авария", при этом происходит отключение преобразователя и останов двигателя самовыбегом. Если преобразователь находился в состоянии "Готовность" будет произведен переход в состояние "Блокировка".
Авария	2 (максимум)	Независимо от текущего состояния преобразователя (кроме "Авария" и "Кр.авария") будет произведен переход в состояние "Авария" при этом происходит отключение преобразователя и останов двигателя самовыбегом.
Ручной сброс аварии	—	Если для аварийной ситуации установлен тип реакции "Крит.штат.останов", "Крит.авар.останов" или "Критическая авария", то устанавливается флаг "ручной сброс аварии". Реакция преобразователя на аварийную ситуацию аналогична описанным выше ("Штатный останов", "Аварийный останов" и "Авария"), однако происходит переход преобразователя в состояние "Кр.авария".

Таблица 3.5.2

Код аварии	Краткое описание	Реакция
ПЕРЕГРЕВ ПРОФИЛЯ	Перегрев охладителей силовых модулей преобразователя	Авария
НИЗКАЯ ТЕМП. ПРОФ.	Переохлаждение охладителей силовых модулей преобразователя	Авария
АВАРИЯ ТОРМ. КЛЮЧА	Авария драйверов тормозного ключа	Критическая авария
АВАРИЯ ДРАЙВЕРОВ	Авария драйверов силовых модулей преобразователя	Критическая авария
АПП. ЗАЩИТА ТОКА	Аппаратная защита по превышению выходного тока преобразователя	Критическая авария
КРИТИЧЕСКИЙ ТОК	Программная защита по превышению выходного тока преобразователя (настройку см. **п.3.3.1** **"Критический ток"**)	Авария
ПЕРЕГРЕВ ПО I2T	Перегрев двигателя (превышение максимального значения I^2t, настройку см. **п.3.3.3** **"Тепловая защита"**)	Авария
ПЕРЕКОС ВЫХ. ТОКА	Дисбаланс токов в фазах на выходе преобразователя (настройку см. **п.3.3.4** **"Перекос тока"**)	Авария
ПРЕВЫШЕНИЕ UBX	Недопустимо высокое напряжение питающей сети ($U_{вх}$>456В)	Авария
НИЗКОЕ UBX	Недопустимо низкое напряжение питающей сети ($U_{вх}$<304В)	Предупреждение
ПЕРЕКОС UBX	Дисбаланс амплитуд напряжения более 85В в фазах питающей сети	Аварийный останов
ПЕРЕКОС ФАЗ UBX	Угол сдвига фаз напряжений питающей сети существенно отличается от 120°	Предупреждение
НЕСТАБИЛЬНОЕ UBX	Амплитуда напряжения питающей сети нестабильна	Предупреждение
НЕСТАБ. ФАЗА UBX	Фаза (или частота) напряжения питающей сети нестабильна	Предупреждение
ПРЕВЫШЕНИЕ UDC	Превышение максимального напряжения в звене постоянного тока преобразователя	Авария
НИЗКОЕ UDC	Недопустимо низкое напряжение в звене постоянного тока преобразователя	Аварийный останов
ПОТЕРЯ НАГРУЗКИ	Недопустимое снижение нагрузки двигателя (настройку см. **п.3.3.5** **"Потеря нагрузки"**)	Настраивается пользователем
НЕПР. ПОСЛ. DIN	Неверная последовательность сигналов на дискретных входах (настройку см. **п.3.5.2.3** **"Контроль послед."**)	Настраивается пользователем
АВАРИЯ РАСПИСАНИЯ	Невозможность работы по расписанию из-за неисправности встроенных часов реального времени.	Штатный останов
ВНЕШНЯЯ АВАРИЯ 1	Активизация функции дискретного входа "Внешняя авария 1" (настройку см. **п.3.3.10** **"Реакция на аварию"** и **п.3.5.2.5** **"Функц.блоки дискр.вх"**)	Настраивается пользователем
ВНЕШНЯЯ АВАРИЯ 2	Активизация функции дискретного входа "Внешняя авария 2" (настройку см. **п.3.3.10** **"Реакция на аварию"** и **п.3.5.2.5** **"Функц.блоки дискр.вх"**)	Настраивается пользователем

продолжение на следующей странице…

Таблица 3.5.2 (продолжение)

Код аварии	Краткое описание	Реакция
АВАРИЯ АН. ВХОДА	Сигнал на аналоговом входе вышел за допустимые пределы (настройку см. **п.3.3.6** **"Аварии аналог.входов"**)	Настраивается пользователем
ПОТЕРЯ СВЯЗИ RS485 (Нет связи)	Авария связи контроллера ПЧ с ПДУ или с внешним управляющим контроллером (настройку см. **п.3.3.7** **"Потеря связи"**)	Настраивается пользователем
ПОТЕРЯ ВНУТР.СВЯЗИ	Авария связи контроллера ПЧ с местным пультом управления (настройку см. **п.3.3.7** **"Потеря связи"**)	Настраивается пользователем

Просмотр информации об аварийных ситуациях осуществляется в меню **п.1.3.2** **"Просмотр аварий"**, а также с помощью кнопки быстрого доступа "**Аварии**".

Для удобства диагностики аварийных ситуаций предусмотрена возможность просмотра списка активных в данный момент аварий и списка аварий, возникших с момента последнего включения питания преобразователя или с момента очистки списка последних аварий. В списке последних аварий отображаются и активные, и неактивные аварии; неактивные аварии отмечаются знаком "—". Очистка списка последних аварий может быть произведена с помощью кнопки "**Очист.**".

При просмотре аварий переключение между списками осуществляется с помощью кнопки "**След**" ("следующий"). Списки аварий обновляются автоматически.

Выход преобразователя из состояния "Авария" происходит при исчезновении аварийных ситуаций (отсутствие установленных флагов "ШТАТНЫЙ ОСТАНОВ", "АВАРИЙНЫЙ ОСТАНОВ" и "АВАРИЯ"), а также при разрешенном перезапуске двигателя и наличии попыток перезапуска. При выходе из состояния "АВАРИЯ" преобразователь осуществляет выдержку времени паузы повторного включения после аварии (состояние "ОЖИДАНИЕ"), после чего при наличии команды "ПУСК" и отсутствии команды "СТОП" осуществляется автоматический запуск двигателя. При этом счетчик попыток оставшихся перезапуска уменьшается на 1. Автоперезапуск возможен только при наличии неиспользованных попыток перезапуска и по истечении всех необходимых временных задержек (см. **п.3.3.9** **"Задержка повт.пуска"**).

Количество оставшихся (неиспользованных) попыток перезапуска отображается в **п.1.4.1** **"Попытки перезапуска"**. Сброс количества оставшихся попыток в максимальное значение осуществляется в меню преобразователя (кнопкой "**Сбр.ав**" в **п.1.3.2** **"Просмотр аварий"**), сигналом на дискретном входе или командой "сброс аварии" от внешнего управляющего контроллера.

Если перезапуск запрещен или попытки перезапуска отсутствуют (см. **п.3.3.3** **"Автоперезапуск"**), то преобразователь останется в состоянии "Авария" до момента сброса аварии. Сброс аварии осуществляется в меню преобразователя (кнопкой "**Сбр.ав**" в меню **п.1.3.2** **"Просмотр аварий"**), сигналом на дискретном входе или командой от внешнего управляющего контроллера. При сбросе аварии также осуществляется сброс счетчика попыток автоматического перезапуска.

Выход преобразователя из состояния "КР.АВАРИЯ" происходит только после сброса аварии.

Перед сбросом аварии и повторным запуском двигателя, убедитесь, что причины возникновения ее были устранены, и что повторный запуск не сможет повредить механизмы электропривода.

3.6 Программируемый функциональный контроллер

3.6.1 Общее описание

Для настройки работы преобразователя частоты по командам от дискретных входов или по событиям расписания используется встроенный функциональный контроллер.

В состав функционального контроллера входят:

- 16 функциональных блоков FD для работы с дискретными входами;
- 16 функциональных блоков FR для работы с расписанием.

Функция, выполняемая функциональным блоком, выбирается пользователем. Список доступных функций приведен в таблице 3.6.1.

Каждый функциональный блок имеет 4 входа:

- блоки FD – для подключения дискретных входов; активация функционального блока может производиться в зависимости от состояния входов согласно логическим функциям "И" и "ИЛИ";
- блоки FR – для подключения событий расписания; активация/деактивация функционального блока происходит при наступлении событий расписания.

Один и тот же дискретный вход или событие расписания могут быть подключены к неограниченному количеству функциональных блоков.

Функциональные блоки расписания и дискретных входов могут использоваться независимо друг от друга, в том числе и одновременно. При активации функциональных блоков приоритеты распределяются следующим образом:

- при одновременной активации нескольких функциональных блоков дискретных входов FD с одинаковыми функциями приоритет будет у блока с большим номером.
- при одновременной активации нескольких функциональных блоков расписания FR с одинаковыми функциями приоритет будет у блока с большим номером.
- при одновременной активации функциональных блоков дискретных входов FD и блоков расписания FR с одинаковыми номерами и одинаковыми функциями приоритет будет определяться заданной настройкой приоритета.

Примечание: При одновременной активации функциональных блоков с функциями "задать частоту" и/или "идти к частоте" и/или "идти к диапазону" будет выполнено действие, задаваемое блоком с большим номером.

Таблица 3.6.1

Функция	**Описание**
Пуск	Формируется команда "ПУСК"
Стоп	Формируется команда "СТОП"
Экстренный стоп	Формируется команда "ЭКСТРЕННЫЙ СТОП"
Сброс аварии	Формируется команда "СБРОС АВАРИИ"
Реверс	Формируется команда "РЕВЕРС"
Задать частоту	Задается уставка частоты (для режима регулирования «по частоте»). После выключения функции преобразователь продолжит разгон или торможение до достижения заданного значения.
Идти к частоте	Преобразователь частоты осуществляет разгон или торможение до тех пор, пока выходная частота не достигнет заданного значения. При выключении функции частота перестает изменяться и остается на последнем достигнутом уровне. Функция работает только в режиме регулирования "по частоте".
Идти к диапазону	Если выходная частота преобразователя уже находится в заданном диапазоне, то она останется неизменной. Если выходная частота находится вне заданного диапазона, то будет осуществляться разгон или торможение до ближайшей границы диапазона. При выключении функции частота перестает изменяться и остается на последнем достигнутом уровне. Функция работает только в режиме регулирования "по частоте".
Огр.частоты	Ограничение допустимого диапазона выходной частоты. При активной функции параметры ограничения выходной частоты, заданные в **п.3.1.1** **"Настройки частоты"** будут игнорироваться.
Фиксация частоты	Фиксация текущего значения выходной частоты. Использование функции в режиме регулирования "по параметру" не рекомендуется!
Внешняя авария 1	Формируется команда "Внешняя авария 1". Реакция на аварию настраивается пользователем (см. **п.3.3.10** **"Реакция на аварию"**).
Внешняя авария 2	Формируется команда "Внешняя авария 2". Реакция на аварию настраивается пользователем (см. **п.3.3.10** **"Реакция на аварию"**).

продолжение на следующей странице…

Таблица 3.6.1 – продолжение

Функция	**Описание**
Задать параметр	Задается уставка параметра(для режима регулирования «по параметру»). При выключении функции преобразователь продолжит разгон или торможение до достижения заданного значения параметра.
Отключение ПИД	Отключение ПИД-регулятора (переключение в режим прямого регулирования частоты).
Сброс интеграла ПИД	Обнуление интегральной составляющей ПИД-регулятора
Блокировка ПИД	Блокировка ПИД-регулятора (фиксация значения выходной частоты, установленной ПИД-регулятором)
Альт.параметры ПИД	Переключение на альтернативный набор параметров ПИД
Источник уставки	Изменение источника уставки
Источник команд	Изменение источника команд

3.6.2 Функциональные блоки дискретных входов

Функциональные блоки дискретных входов влияют на работу преобразователя только в том случае, если в см. **п.3.5.2.5** **"Функц.блоки дискр.вх"** установлено разрешение на их использование.

Функциональный блок дискретных входов FD может находиться в следующих состояниях (см. **п.3.5.2.5** **"Функц.блоки дискр.вх"**):

- ***всегда ВЫКЛ*** - функциональный блок всегда выключен независимо от состояния подключенных к нему дискретных входов;
- ***всегда ВКЛ*** - функциональный блок всегда включен независимо от состояния подключенных к нему дискретных входов. Такая настройка может быть использована для настройки условий (действий) по умолчанию при отсутствии активированных дискретных входов (рекомендуется использовать блоки FD с наименьшими номерами).
- ***от DIN*** - активация блока происходит в зависимости от состояния подключенных к нему дискретных входов. Если к функциональному блоку подключен только один дискретный вход, то активация блока FD будет производиться при активации этого дискретного входа. Если к блоку FD подключено несколько дискретных входов, то активация блока будет производиться в соответствии с выбранной логической функцией:

  логическое И: *FD = вход_1·вход_2·вход_3·вход_4.*

  логическое ИЛИ: *FD = вход_1+вход_2+вход_3+вход_4.*

  При этом для каждого входа, подключенного к функциональному блоку, может быть установлена дополнительная инверсия. Таким образом, формулы могут приобретать, например, следующий вид:

$$FD = \overline{вход_1} \cdot вход_2 \cdot \overline{вход_3} \cdot \overline{вход_4};$$

или $$FD = вход_1 + \overline{вход_2} + \overline{вход_3} + вход_4$$

При одновременной активации нескольких функциональных блоков FD с одинаковыми функциями приоритет будет у блока с большим номером. При одновременной активации функциональных блоков с функциями "задать частоту" и/или "идти к частоте" и/или "идти к диапазону" будет выполнено действие, задаваемое блоком с большим номером.

Обработка функциональных блоков осуществляется только при установленном разрешении на их использование (см. **п.3.5.2.5** **"Функц.блоки дискр.вх"**).

Для настройки функциональных блоков FD рекомендуется следующий порядок действий:

1) составить таблицу истинности, описывающую действия преобразователя в зависимости от состояния (или комбинации состояний) дискретных входов;
2) задать необходимые настройки условий активации дискретных входов (см. **п.3.5.2.2** **"Дискретные входы: условия активации"**);
3) выбрать необходимые функции для функциональных блоков FD в соответствии с таблицей 3.6.1 и задать соответствующие настройки функциональных блоков;
4) установить разрешение на использование функциональных блоков дискретных входов; при необходимости – установить необходимые источник уставки и источник команд.

Рассмотрим пример настройки функциональных блоков дискретных входов.

Предположим, что необходимо организовать кнопочный пост управления со следующим назначением кнопок:

- SB1: пуск на минимальную частоту (20Гц) в прямом направлении при нажатой кнопке. Останов при отжатой кнопке.
- SB2: пуск на минимальную частоту (10Гц) в обратном направлении при нажатой кнопке. Останов при отжатой кнопке.
- SB3: при нажатой кнопке - разгон до +35Гц или до -35Гц в зависимости от текущего направления вращения (определяемого кнопками SB1 и SB2); возвращение на минимальную частоту при отжатой кнопке;
- SB4: при нажатой кнопке - разгон до +50Гц или до -50Гц в зависимости от текущего направления вращения (определяемого кнопками SB1 и SB2); при отжатой кнопке – возвращение на минимальную частоту или на 35 Гц (в зависимости от состояния кнопки SB3);
- SB5: экстренный останов при нажатии кнопки и блокировка работы двигателя до момента отжатия кнопки.

Кнопки могут быть как с фиксацией, так и без фиксации. Предполагаем, что все кнопки имеют нормально разомкнутые контакты, поэтому в **п.3.5.2.2** **"Дискретные входы: условия активации"** для всех входов задаем настройку "активация при замыкании". Также устанавливаем в **п.3.5.2.5** **"Функц.блоки дискр.вх."** разрешение на их использование.

Для корректной работы кнопочного поста в данном примере необходима настройка **п.2.4** **"Источник уставки: дискретные входы"** и **п.2.5** **"Источник команд: дискретные входы"**.

Для выполнения настройки разделим выполняемые кнопками действия на элементарные функции в соответствии с таблицей 3.6.1:

Таблица 3.6.2

Кнопка	Действия при нажатой кнопке	Действия при отжатой кнопке
SB1	ПУСК, Задать частоту 20Гц	СТОП
SB2	ПУСК РЕВЕРС Задать частоту 20Гц	СТОП
SB3	Задать частоту 35Гц	
SB4	Задать частоту 50Гц	
SB5	Экстренный СТОП	

Для каждой элементарной функции произвольно выбираем функциональный блок FD. Для корректной работы необходимо чтобы приоритет блока "задать частоту 50Гц" был больше, чем у блока "Задать частоту 35Гц". Это обеспечивается подключением функции "задать частоту 50Гц" к функциональному блоку с большим номером.

Действия, выполняемые при отжатой кнопке, соответствуют наличию инверсии при обработке входа; действия, выполняемые при нажатой кнопке соответствуют отсутствию инверсии.

Таким образом, получаем следующие необходимые настройки функциональных блоков:

Таблица 3.6.3

	FD1 "ПУСК"	FD2 "РЕВЕРС"	FD3 "СТОП"	FD4 "Установить частоту 20Гц"	FD5 "Установить частоту 35Гц"	FD6 "Установить частоту 50Гц"	FD7 "Экстренный стоп"
вход 1	DIN1		DIN1 (инв)	DIN1	DIN3	DIN4	DIN5
вход 2	DIN2	DIN2	DIN2 (инв)	DIN2			
вход 3							
вход 4							
Объединение входов по	*ИЛИ*		*И*	*ИЛИ*			
Управление	от DIN	от DIN	от DIN	от DIN	от DIN	от DIN	от DIN

3.6.3 Функциональные блоки расписания

Функциональные блоки расписания влияют на работу преобразователя только в том случае, если в **п.3.6.1** **"Функц.блоки расписания"** установлено разрешение на их использование.

Функциональный блок расписания FR может находиться в следующих состояниях (см. **п.3.6.1** **"Функц.блоки расписания"**):

- ***всегда ВЫКЛ*** - функциональный блок всегда выключен независимо от срабатывания событий расписания;
- ***всегда ВКЛ*** - функциональный блок всегда включен независимо от срабатывания событий расписания;
- ***от событий*** - активация блока происходит в зависимости от срабатывания заданных событий расписания. Событие расписания может либо включать, либо выключать функциональный блок. При настройке функциональных блоков FR рекомендуется тщательно следить за тем, чтобы имелись события, выключающие функциональный блок!

В случае если несколько событий, подключенных к одному блоку FR, срабатывают одновременно, причем одно из них включает блок, а другое выключает, то приоритет будет у события, подключенного к входу с максимальным номером.

При одновременной активации нескольких функциональных блоков FR с одинаковыми функциями приоритет будет у блока с большим номером. При одновременной активации функциональных блоков с функциями "задать частоту" и/или "идти к частоте" и/или "идти к диапазону" будет выполнено действие, задаваемое блоком с большим номером.

При включении питания преобразователя или при смене источника команд или уставки будут выполнены все действия, определяемые событиями расписания на данный момент времени.

Для настройки расписания работы преобразователя рекомендуется следующий порядок действий:

1) составить таблицу, описывающую действия преобразователя в соответствии с необходимым расписанием;
2) настроить параметры срабатывания событий расписания;
3) выбрать необходимые функции для функциональных блоков FR в соответствии с таблицей 3.6.1 и задать соответствующие настройки функциональных блоков;
4) установить разрешение на использование функциональных блоков расписания; при необходимости – установить необходимые источник уставки и источник команд.

Если при установленном разрешении на использование функциональных блоков расписания (см. **п.3.6.1** **"Функц.блоки расписания"**) возникает неисправность встроенных часов реального времени, то независимо от выбранных источников уставки и команд будет сформирована аварийная ситуация "АВАРИЯ РАСПИСАНИЯ".

Рассмотрим пример настройки функциональных блоков расписания.

Предположим, необходимо задать следующий график ежедневной работы преобразователя:

00:10 – останов преобразователя;
05:40 – пуск преобразователя с уставкой давления 4,5атм;
07:00 – уставка давления 5атм;
10:30 – уставка давления 4,5атм;
17:45 – уставка давления 5,5атм;
20:00 – уставка давления 4,5атм.

Для корректной работы по расписанию необходима настройка **п.2.4** **"Источник уставки: расписание"** и **п.2.5** **"Источник команд: расписание"**. Кроме того, в **п.3.6.1** **"Функц.блоки расписания"** должно быть установлено разрешение на использование функциональных блоков FR.

Для выполнения настройки разделим выполняемые событиями действия на элементарные функции в соответствии с таблицей 3.6.1:

Таблица 3.6.4

Событие	Время срабатывания	Действия при срабатывании события
S1	00:10, ежедневно	ОСТАНОВ
S2	05:40, ежедневно	ПУСК, задать параметр 4,5атм
S3	07:00, ежедневно	Задать параметр 5,0атм
S4	10:30, ежедневно	Задать параметр 4,5атм
S5	17:45, ежедневно	Задать параметр 5,5атм
S6	20:00, ежедневно	Задать параметр 5,0атм

Для каждой элементарной функции произвольно выбираем функциональный блок FR. Для корректной работы рекомендуется при применении каждой уставки параметра отключать предыдущее значении уставки или учитывать приоритетность функциональных блоков с большими номерами.

Таким образом, получаем следующие необходимые настройки функциональных блоков:

Таблица 3.6.5

	FR1 "ПУСК"	**FR2 "ОСТАНОВ"**	**FR3 "Задать параметр 4,5атм"**	**FR4 "Задать параметр 5,0атм"**	**FR5 "Задать параметр 5,5атм"**
Управление	от событий	от событий	от событий	от событий	от событий
вход 1	S1 – ВЫКЛ	S1 – ВКЛ	S2 – ВКЛ	S3 – ВКЛ	S5 – ВКЛ
вход 2	S2 – ВКЛ	S2 – ВЫКЛ	S3 – ВЫКЛ	S4 – ВЫКЛ	S6 – ВЫКЛ
вход 3			S4 – ВКЛ	S6 – ВКЛ	
вход 4			S5 – ВЫКЛ	S1 – ВЫКЛ	

Альтернативный вариант настройки с использованием приоритетов функциональных блоков:

Таблица 3.6.6

	FR1 "ПУСК"	**FR2 "ОСТАНОВ"**	**FR3 "Задать параметр 4,5атм"**	**FR4 "Задать параметр 5,0атм"**	**FR5 "Задать параметр 5,5атм"**
управление	от событий	от событий	ВСЕГДА ВКЛ	от событий	от событий
вход 1	S1 – ВЫКЛ	S1 – ВКЛ		S3 – ВКЛ	S5 – ВКЛ
вход 2	S2 – ВКЛ	S2 – ВЫКЛ		S4 – ВЫКЛ	S6 – ВЫКЛ
вход 3				S6 – ВКЛ	
вход 4				S1 – ВЫКЛ	

Здесь функциональный блок FR3 включен всегда, поэтому по умолчанию применяется задание параметра 4,5атм. При активации блоков FR4 и FR5 будет применяться задание параметра, определяемое этими блоками (в соответствии с настройками приоритетов функциональных блоков).

Предположим, что в 17:25 произошло отключение питания преобразователя. Если питание будет восстановлено в 18:00, то преобразователь будет запущен в работу с уставкой параметра, определяемой событием S5 (т.е. 5,5 атм). Если питание будет восстановлено только в 00:11, то будет применена команда ОСТАНОВ.

3.7 Меню пользователя

Описание меню соответствует следующим версиям программного обеспечения:
- пульт управления PG-v5.1.00.xxxx
- контроллер преобразователя FC-v5.1.00.xxxx.
Просмотреть версии ПО можно в **п.1.8** "**Идентификация**".

Структурная организация меню пользователя преобразователя приведена в таблице 3.7.1. Название пунктов меню приводится в таком виде, в котором оно отображается на экране пульта управления. Символом "🗗" отмечено, что данный пункт имеет подменю, не отображенное в данной структуре. Для каждого пункта меню указана ссылка на номер страницы настоящего руководства с описанием пункта.

Таблица 3.7.1

Индикация	Страница описания
1. Просмотр параметров	65
1.1 Электрические	65
1.1.1 Уставка частоты	65
1.1.2 Вых. частота	65
1.1.3 Выходной ток	65
1.1.4 Вых. напряжение	65
1.1.5 Вых. актив. мощность	65
1.1.6 Коэфф. мощности	65
1.1.7 Напряжение DC	65
1.1.8 Входные напряжения	65
1.1.9 Выходные фазные токи	65
1.1.10 Потр.энергия за сеанс	65
1.1.11 Общая потр.энергия	65
1.2 Режим работы	65
1.2.1 Уст.частоты	65
1.2.2 Вых.частота	65
1.2.3 Уставка параметра	65
1.2.4 Параметр	65
1.2.5 Регулирование:	65
1.2.6 Источник уставки:	65
1.2.7 Источник команд:	65
1.3 Статус	66
1.3.1 Состояние ПЧ	66
1.3.2 Просмотр аварий	66
1.3.3 Активные команды СТОП	66
1.3.4 Флаги Контроллера	66
1.3.5 Флаги инвертора	66
1.4 Защиты	66
1.4.1 Попытки перезапуска	66
1.4.2 Температура профиля	66
1.4.3 Перегрев двигателя	66
1.4.4 Разрешенные защиты 🗗	66
1.5 Входы/выходы	66
1.5.1 Аналоговые входы 🗗	66
1.5.2 Дискретные входы 🗗	67
1.5.3 Релейные выходы 🗗	67
1.6 Функциональные блоки 🗗	67
1.7 Дата/время 🗗	68
1.8 Идентификация 🗗	68

продолжение на следующей странице…

Таблица 3.7.1 (продолжение)

Индикация	Страница описания
2. Настройка режима	69
2.1 Уставка частоты	69
2.2 Уставка параметра	69
2.3 Регулирование	69
2.4 Источник уставки	70
2.5 Источник команд	70
3. Настройки ПЧ	71
3.1 Параметры регулирования	71
3.1.1 Настройки частоты	71
Стартовая частота	71
Мин.частота	71
Макс.частота	71
Разрешенные направления	72
Чередование фаз	72
Резонансные частоты 🗗	72
3.1.2 Разгон/торможение	73
Тип кривой разгона	73
Тип кривой торможения	74
Тип останова	74
Линейная кривая 🗗	74
Кривая пользователя 🗗	74
Тормоз пост.тока 🗗	75
3.1.3 Настройки U/f	75
Тип характеристики	75
Напряжение при 0Гц	78
Квадратичн.коэфф.	78
Хар-ка пользователя 🗗	79
3.1.4 ПИД-регулятор	81
3.1.4.1 Общие настройки	83
Технолог. параметр 🗗	83
Источник обр.связи	83
Инверсия выхода	83
Ограничения по входу 🗗	83
Ограничения по выходу 🗗	84
Инд.вых.на режим	84
3.1.4.2 Основные параметры 🗗	85
3.1.4.3 Альтернат. параметры 🗗	85
3.1.5 Подхват 🗗	86
3.2 Параметры двигателя	88
Ном. мощность	88
Ном. ток	88
Ном. напряжение	88
Ном. частота статора	88
Ном. cos(fi)	88

продолжение на следующей странице…

Таблица 3.7.1 (продолжение)

Индикация	Страница описания
3.3 Защиты	89
3.3.1 Критический ток	89
3.3.2 Токоограничение 🗗	89
3.3.3 Тепловая защита 🗗	90
3.3.4 Перекос тока 🗗	82
3.3.5 Потеря нагрузки 🗗	82
3.3.6 Аварии аналог. входов 🗗	93
3.3.7 Потеря связи 🗗	94
3.3.8 Автоперезапуск 🗗	94
3.3.9 Задержка повт.пуска 🗗	95
3.3.10 Реакция на аварии 🗗	96
3.4 Доп.двигатель 🗗	97
3.5 Входы/выходы	100
3.5.1 Аналоговые входы 🗗	100
3.5.2 Дискретные входы 🗗	103
3.5.3 Релейные выходы 🗗	105
3.6 Расписание 🗗	106
3.7 Настройки связи	108
3.7.1 Настройки RS485 (ПЧ)	108
3.7.2 Настройки RS485 (пульт)	108
3.8 Дата/время	108
3.9 Управление настройками	109
4. Журнал событий 🗗	110
5. Настройки пульта	110
5.1 Уровень доступа	110
5.2 Настройки связи с ПЧ	111
5.3 Строка состояния	112
5.4 Настройки экрана	113

3.7.1 Меню п.1"Просмотр параметров"

В данном меню можно просмотреть текущие значения параметров, характеризующих работу преобразователя.

п.1.1 Электрические:

Уст. частоты – текущее значение уставки выходной частоты;
Вых.частота - текущее значение выходной частоты преобразователя;
Выходной ток - текущее эффективное значение выходного тока преобразователя (тока двигателя), усредненное по трем фазам
Вых.напряжение - текущее эффективное значение выходного фазного напряжения преобразователя (напряжение на двигателе), усредненное по трем фазам;
Вых.актив.мощность - текущее значение выходной активной мощности (активной мощности, потребляемой двигателем);
Коэфф.мощности - текущее значение коэффициента мощности двигателя (отношение активной и полной мощности, потребляемой двигателем);
Напряжение DC - текущее значение напряжения в звене постоянного тока преобразователя;
Входные напряжения - текущие эффективные значения линейного напряжения на входе преобразователя (U_{U-V}, U_{V-W}, U_{W-U});
Выходные фазные токи - текущее эффективное значение выходного тока преобразователя (тока двигателя) в каждой из фаз A,B,C;
Потр. энергия за сеанс – оценка количества электроэнергии, потребленной двигателем с момента последнего включения питания преобразователя;
Общая потр. энергия – оценка общего количества электроэнергии, потребленной двигателем с момента изготовления преобразователя.

Значения показаний потребленной электроэнергии предназначены исключительно для справочных целей и не могут быть использованы для целей коммерческого учета! Преобразователь частоты не является средством измерения, поэтому метрологические характеристики измерений токов и напряжений не нормируются!

п.1.2 Режим работы

Уст. частоты – текущее значение уставки выходной частоты;
Вых.частота - текущее значение выходной частоты преобразователя;
Уставка параметра – текущее значение уставки технологического параметра;
Параметр - текущее значение показаний датчика технологического параметра;
Регулирование – текущий режим регулирования:
частота - поддержание выходной частоты преобразователя;
параметр - поддержание внешнего технологического параметра
Настройка режима регулирования осуществляется в **п.2.3** "**Регулирование**", а также по сигналам на дискретных входах и по заданному расписанию;
Источник уставки – текущий выбранный источник задания значения выходной частоты и уставки технологического параметра Выбор текущего источника уставки осуществляется в **п.2.4** "**Источник уставки**", а также по сигналам на дискретных входах и по заданному расписанию;
Источник команд – текущий выбранный источник команд "ПУСК" и "РЕВЕРС". Выбор текущего источника команд осуществляется в **п.2.5** "**Источник команд**", а также по сигналам на дискретных входах и по заданному расписанию.

п.1.3 Статус:

Состояние ПЧ – текущее состояние преобразователя (см. таблицу 3.2.1);

Просмотр аварий – просмотр состояния защит преобразователя:

Активные аварии – просмотр списка активных аварий;

Последние аварии – просмотр списка аварий, возникших с момента последнего включения питания преобразователя или с момента очистки списка последних аварий. Очистка списка последних аварий может быть произведена с помощью кнопки выбора "**Очист.**". В списке последних аварий неактивные аварии обозначаются знаком "–"

Флаги аварий – просмотр характеристик активных в настоящий момент аварий (см. таблицу 3.5.1).

Переключение между списками осуществляется с помощью кнопки выбора "**След**". Списки аварий обновляются автоматически. Сброс состояния аварии осуществляется кнопкой "**Сбр.ав**".

Подробное описание системы защит преобразователя частоты приведено в разделе 3.5 настоящего руководства.

Активные команды СТОП – просмотр списка источников команды СТОП. Обновление списка осуществляется кнопкой "**Обнов.**"

Флаги контроллера – сервисное меню, предназначенное для диагностики внутренних переменных преобразователя;

Флаги инвертора – сервисное меню, предназначенное для диагностики внутренних переменных преобразователя.

п.1.4 Защиты

Попытки перезапуска – оставшееся количество неизрасходованных попыток перезапуска;

Темп.профиля – текущая температура охладителя силовых модулей преобразователя;

Перегрев двигателя - текущая величина перегрева двигателя (I^2t) в процентах от максимального значения. При значении перегрева 100% возникает аварийная ситуация "ПЕРЕГРЕВ ПО I^2t". Описание и настройку тепловой защиты двигателя см. **п.3.3.3** "**Тепловая защита**".

Разрешенные защиты – просмотр списка защит, разрешенных пользователем.

п.1.5 Входы/выходы

п.1.5.1 Аналоговые входы

Аналоговый вход AIN1

- *Частота* – значение выходной частоты преобразователя, соответствующее сигналу на аналоговом входе AIN1;
- *Параметр* – значение технологического параметра, соответствующее сигналу на аналоговом входе AIN1;
- *АЦП* – значение сигнала на аналоговом входе AIN1 во внутреннем масштабе преобразователя;
- *Ошибка частоты* – выход значения частоты на входе AIN1 за установленные границы;
- *Ошибка параметра* – выход значения параметра на входе AIN1 за установленные границы.

Настройка параметров аналогового входа AIN1 осуществляется в **п.3.5.1** "**Вход AIN1**".

Аналоговый вход AIN2

- *Частота* – значение выходной частоты преобразователя, соответствующее сигналу на аналоговом входе AIN2;
- *Параметр* – значение технологического параметра, соответствующее сигналу на аналоговом входе AIN2;
- *АЦП* – значение сигнала на аналоговом входе AIN2 во внутреннем масштабе преобразователя;
- *Ошибка частоты* – выход значения частоты на входе AIN2 за установленные границы;
- *Ошибка параметра* – выход значения параметра на входе AIN2 за установленные границы.

Настройка параметров аналогового входа AIN1 осуществляется в **п.3.5.1** "**Вход AIN2**".

п.1.5.2 ***Дискретные входы*** – просмотр состояния дискретных входов. Активированные входы обозначены символом ☑. Настройка функциональных блоков дискретных входов и условий их активации осуществляется в **п.3.5.2** "**Дискретные входы**".

п.1.5.3 ***Релейные выходы*** – просмотр параметров и текущего состояния релейных выходов. Для каждого выхода указываются следующие значения:

- *Функция* – функция, установленная для релейного выхода;
- *Инверсия* – наличие инвертирования при активизации функции;
- *Состояние* – текущее состояние релейного выхода (ВКЛ – замкнуты контакты реле NO-COM, ВЫКЛ – замкнуты контакты реле NC-COM).

Настройка релейных выходов осуществляется в **п.3.5.3** "**Релейные выходы**".

п.1.6 Функциональные блоки

п.1.6.1 ***Функц.блоки дискр.входов*** – просмотр настроек и текущего состояния функциональных блоков дискретных входов FD. Для каждого блока указываются следующие значения:

- *Функция* – функция, установленная для функционального блока FD;
- *Состояние* – текущее состояние функционального блока FD (ВКЛ – блок активирован, ВЫКЛ – блок не активирован).

Настройка функций функциональных блоков дискретных входов осуществляется в **п.3.5.2.5** "**Функц.блоки дискр.вх.**".

п.1.6.2 ***Функц.блоки расписания*** – просмотр настроек и текущего состояния функциональных блоков расписания FR. Для каждого блока указываются следующие значения:

- *Функция* – функция, установленная для функционального блока FR;
- *Состояние* – текущее состояние функционального блока FR (ВКЛ – блок активирован, ВЫКЛ – блок не активирован).

Настройка функций функциональных блоков расписания осуществляется в **п.3.6.2** "**Функц.блоки расписания**". Настройка событий, при наступлении которых будут активироваться функциональные блоки расписания осуществляется в **п.3.6.1** "**Настройка событий**".

п.1.7 Дата/время – просмотр даты и времени, установленных в преобразователе (установка даты и времени - см. **п.3.8** "**Дата/время**").

п.1.8 Идентификация – просмотр информации о преобразователе частоты:

Версия ПО пульта – версия программного обеспечения пульта управления;

Версия ПО контроллера – версия программного обеспечения контроллера преобразователя;

Серийный номер контр. – серийный номер контроллера преобразователя;

Ном.мощность ПЧ – номинальная мощность преобразователя частоты.

3.7.2 Меню п.2"Настройка режима"

В данном меню осуществляется настройка режима работы преобразователя.

п.2.1 Уставка частоты – значение уставки выходной частоты преобразователя Задаваемое здесь значение частоты будет поддерживаться преобразователем при выбранном режиме регулирования "частота" (см. **п.2.3** "**Регулирование**") и выбранном источнике уставки "пульт".

Значение по умолчанию	Уставка частоты: +0,00 Гц

п.2.2 Уставка параметра – значение уставки технологического параметра для встроенного ПИД-регулятора. Задаваемое здесь значение технологического параметра будет поддерживаться преобразователем при выбранном режиме регулирования "параметр" (см. **п.2.3** "**Регулирование**") и выбранном источнике уставки "пульт". Настройка отображаемой размерности и диапазона изменения параметра осуществляется в **п.3.1.6.1** "**ПИД-регулятор: общие настройки**"

Значение по умолчанию	Уставка параметра: +0 atm

п.2.3 Регулирование – выбор режима регулирования преобразователя.
Преобразователь может работать в одном из двух режимов регулирования:

- **Регулирование: частота** – прямое управление выходной частотой преобразователя.
- **Регулирование: параметр** – работа преобразователя частоты в замкнутом контуре управления с использованием встроенного ПИД-регулятора и обратной связи по сигналу с датчика технологического параметра. Настройка параметров ПИД-регулятора и датчика обратной связи осуществляется в **п.3.1.4** "**ПИД-регулятор**".

Переключение режима регулирования также возможно по командам от дискретных входов (при активизации функции дискретных входов "Отключение ПИД") или по расписанию (при активизации функции расписания "Отключение ПИД") (см.рисунок 3.7.1).

Значение по умолчанию	Регулирование: частота

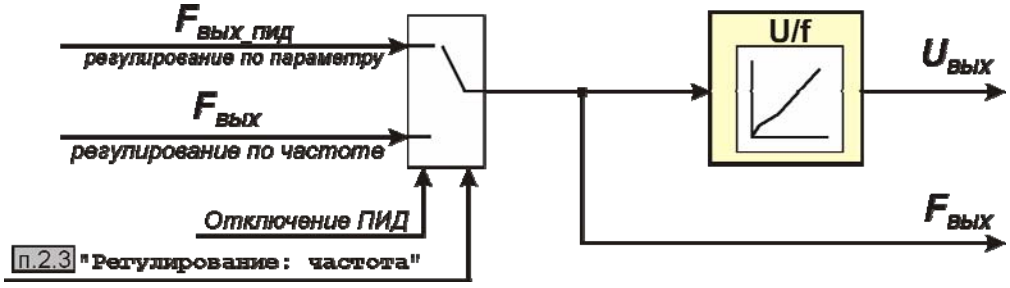


Рисунок 3.7.1

п.2.4 Источник уставки – выбор источника, от которого будут приниматься значения уставки выходной частоты и уставки технологического параметра.
Доступны следующие источники:
- пульт управления;
- внешняя сеть;
- аналоговый вход AIN1;
- аналоговый вход AIN2;
- аналоговые входы AIN1+AIN2;
- дискретные входы;
- расписание.

Изменение источника уставки также возможно по командам от дискретных входов (при активации функционального блока дискретных входов "Изм. источник уставки") или по расписанию (при активации функционального блока расписания "Изм. источник уставки").

При выбранном источнике уставки "расписание" и запрете использования функциональных блоков расписания (см. **п.3.6** "**Расписание**") уставка будет оставаться неизменной. При выбранном источнике уставки "дискретные входы" и запрете использования функциональных блоков дискретных входов (см. **п.3.5.2** "**Дискретные входы**") уставка будет оставаться неизменной.

Значение по умолчанию	Источник уставки: пульт

п.2.5 Источник команд – выбор источника, от которого будут приниматься команды управления преобразователем. Для управления преобразователем предусмотрены следующие команды: ПУСК, РЕВЕРС, СТОП, ЭКСТРЕННЫЙ СТОП, СБРОС АВАРИИ.
Команды могут поступать от следующих источников:
- пульт управления;
- внешняя сеть;
- дискретные входы;
- расписание.

Подробное описание команд и логики их обработки преобразователем приведено в разделе 3.3 настоящего руководства.

Изменение источника команд также возможно по командам от дискретных входов (при активации функционального блока дискретных входов "Изм. источник команд") или по расписанию (при активации функционального блока расписания "Изм. источник команд").

При выбранном источнике команд "расписание" и запрете использования функциональных блоков расписания (см. **п.3.6** "**Расписание**") состояние преобразователя изменяться не будет. При выбранном источнике команд "дискретные входы" и запрете использования функциональных блоков дискретных входов (см. **п.3.5.2** "**дискретные входы**") состояние преобразователя изменяться не будет.

Значение по умолчанию	Источник команд: пульт

3.7.3 Меню п.3"Настройки ПЧ"

В данном меню осуществляется настройка всех параметров работы и защит преобразователя.

п.3.1 Параметры регулирования – задание параметров регулирования ПЧ.

п.3.1.1 Настройки частоты

- *Старт. частота* – установка значения выходной частоты преобразователя, с которой начинается пуск двигателя.
  Так как пуск двигателя осуществляется плавным повышением амплитуды и частоты выходного напряжения преобразователя, то в некоторых приводах при низких частотах напряжения двигатель не может создать необходимый пусковой момент и тронуться с места. Для уменьшения времени пуска в таких приводах начальный участок траектории разгона может быть пропущен при установке необходимого значения стартовой частоты.
  Увеличение значения стартовой частоты обеспечивает повышение пускового момента, однако чрезмерно большие значения могут привести к возникновению перегрузки по току и аварийному отключению преобразователя.

Значение по умолчанию	Старт. частота: 0,50 Гц

- *Мин.частота* – установка минимального значения рабочей выходной частоты преобразователя (0…65 Гц). При работе выходная частота не опустится ниже заданного в этом пункте меню значения, независимо от выбранного режима регулирования ("частота" или "параметр", см. **п.2.3** "**Регулирование**"). Например, если будет установлена минимальная частота 35Гц, а значение уставки частоты равно 5Гц, то в соответствии с настройками будет осуществлен разгон или торможение преобразователя на частоту 35Гц.
  Ограничение минимальной частоты вращения действует как при прямом, так и при обратном направлении вращения привода.

Значение по умолчанию	Мин. частота: 0,0 Гц

- *Макс.частота* – установка максимального значения рабочей выходной частоты преобразователя (0…65 Гц). При работе выходная частота не превысит заданного в этом пункте меню значения, независимо от выбранного режима регулирования ("по частоте" или "по параметру", см. **п.2.3** "**Регулирование**"). Например, если будет установлена максимальная частота 45Гц, а значение уставки частоты равно 50Гц, то в соответствии с настройками будет осуществлен разгон или торможение преобразователя на частоту 45Гц.
  Ограничение максимальной частоты вращения действует как при прямом, так и при обратном направлении вращения привода.

Значение по умолчанию	Макс. частота: 50,0 Гц

Значения ограничения минимальной и максимальной выходной частоты также могут быть заданы дискретным входом или событием расписания с подключенным функциональным блоком "**огр.частоты**". При этом выходная частота будет ограничиваться в соответствии с диапазоном, определяемым дискретным входом (или событием расписания) в соответствии с настройками приоритета.

- *Разрешенные направления* – настройка разрешенных направлений вращения двигателя.
  - ➲ *Любое* – разрешено вращение в любом направлении;
  - ➲ *Запрет прямого* – запрещено вращение в прямом направлении;
  - ➲ *Запрет обратного* – запрещено вращение в обратном направлении.

  Прямому направлению вращения соответствует положительное значение уставки частоты; обратному направлению – отрицательное значение уставки.

Значение по умолчанию	Разрешенные направления: Любое

- *Чередование фаз* – настройка последовательности чередования фаз выходного напряжения преобразователя. Изменение последовательности чередования фаз приводит к изменению направления вращения двигателя при положительном значении уставки частоты.

Значение по умолчанию	чередование фаз: A-B-C

- *Резонансные частоты*

  При работе преобразователя существует возможность пропускать при разгоне и торможении двигателя частоты, при которых в механизме наблюдаются вибрации и резонансные явления. Пропуск резонансных частот осуществляется независимо от выбранного режима регулирования ("по частоте" или "по параметру", см. **п.2.3** "**Регулирование**"). Возможно задание до 3 точек резонанса с указанием ширины резонансной зоны. Настройка резонансной частоты имеет вид:

  резонансная частота + зона резонанса

  В случае задания уставки частоты, попадающей в зону резонанса, выходная частота преобразователя будет установлена в значение, равное нижней (при повышении выходной частоты) или верхней границе (при снижении выходной частоты) зоны резонанса. Пример работы преобразователя при задании уставки выходной частоты в зоне резонанса показан на рисунке 3.7.2.

  При разгоне и торможении двигателя выходная частота преобразователя будет проходить через зону резонанса. Скорость прохождения зоны резонанса определяется настройками кривых разгона и торможения двигателя.

  Заданные резонансные частоты пропускаются как при прямом, так и при обратном вращении двигателя.

Значение по умолчанию	Диапазон 1 нижняя граница: 0,00 Гц ширина диапазона: 0,00 Гц Диапазон 2 нижняя граница: 0,00 Гц ширина диапазона: 0,00 Гц Диапазон 3 нижняя граница: 0,00 Гц ширина диапазона: 0,00 Гц

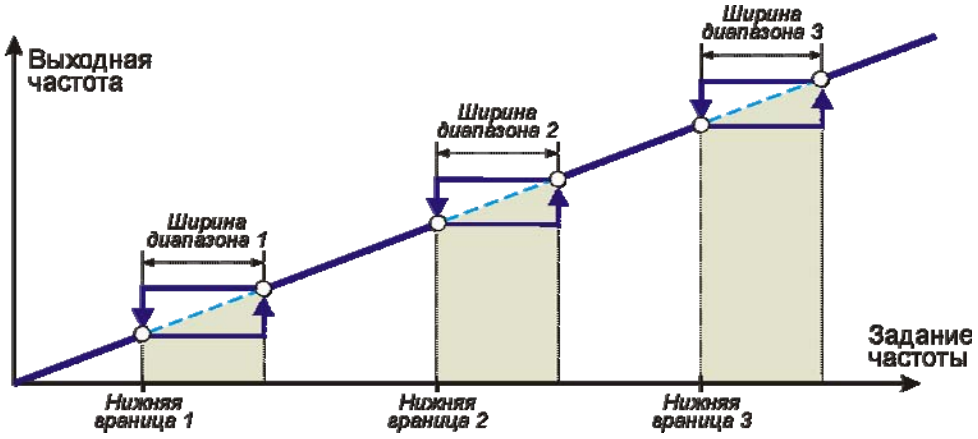


Рисунок 3.7.2 – Пример прохождения резонансной частоты

п.3.1.2 Разгон/торможение

Разгон и торможение двигателя осуществляться в соответствии с заданной пользователем характеристикой. Настройка скоростей разгона и торможения оказывает влияние на работу преобразователя во всех режимах работы. При работе преобразователя в режиме регулирования "по параметру" возможно игнорирование настроек характеристик разгона/торможения (подробнее – см. **п.3.1.6** "**ПИД-регулятор**").

Изменения в настройках характеристик разгона и торможения применяются только при остановленном преобразователе.

п.3.1.2.1 ***Тип кривой разгона*** – выбор характеристики, по которой будет изменяться выходная частота преобразователя при разгоне:

- ***Линейная*** – разгон будет осуществляться с постоянным темпом во всем диапазоне частот. Настройка линейной характеристики осуществляется в **п.3.1.2.4** "**Линейная кривая**".
- ***Кривая пользователя*** – разгон будет осуществляться с темпом, соответствующим текущему диапазону выходной частоты. Настройка кривой пользователя осуществляется в **п.3.1.2.5** "**Кривая пользователя**".

Значение по умолчанию	Тип кривой разгона: Линейная

п.3.1.2.2 ***Тип кривой торможения*** – выбор характеристики, по которой будет изменяться выходная частота преобразователя при торможении:

- ***Линейная*** – торможение будет осуществляться с постоянным темпом во всем диапазоне частот. Настройка линейной характеристики осуществляется в **п.3.1.2.4** "**Линейная кривая**".
- ***Кривая пользователя*** – торможение будет осуществляться с темпом, соответствующим текущему диапазону выходной частоты. Настройка кривой пользователя осуществляется в **п.3.1.2.5** "**Кривая пользователя**".

Значение по умолчанию	Тип кривой торможения: Линейная

п.3.1.2.3 ***Тип останова*** – выбор характеристики, по которой будет осуществляться останов двигателя при поступлении команды "СТОП":

- ***По выбранной кривой*** – останов двигателя будет осуществляться в соответствии с заданным типом кривой торможения;
- ***Тормоз пост.тока*** – останов двигателя будет осуществляться в соответствии с заданным типом кривой торможения и включением тормоза постоянного тока в соответствии с заданными настройками (см. **п.3.1.2.6** "**Тормоз пост.тока**")
- ***Самовыбег*** – при поступлении команды "СТОП" преобразователь отключается и останов двигателя происходит самовыбегом.

Значение по умолчанию	Тип останова: по выбранной кривой

п.3.1.2.4 ***Линейная кривая*** – Настройка линейной характеристики разгона/торможения двигателя:
- *Темп разгона* – темп увеличения выходной частоты, Гц/с;
- *Темп торм.* – темп снижения выходной частоты, Гц/с.

Настройки темпов разгона и торможения для линейной кривой действуют во всем диапазоне выходных частот преобразователя.

п.3.1.2.5 ***Кривая пользователя*** – Настройка пользовательской характеристики разгона/торможения двигателя. Весь диапазон изменения выходной частоты (от 0 до максимальной частоты преобразователя) разбивается на 4 интервала, границы которых определяет пользователь (см.рисунок 3.7.3). Для каждого интервала можно установить необходимые темпы увеличения и снижения выходной частоты преобразователя.

Рисунок 3.7.3

Верхняя граница одного диапазона одновременно является нижней границей следующего диапазона. Если для какого-либо диапазона верхняя граница будет задана меньше, чем нижняя, то этот диапазон и все диапазоны с меньшим порядковым номером будут проигнорированы.

Значение по умолчанию	Диапазон 1: Нижняя граница: 0,00Гц Верхняя граница: 0,00Гц Темп разгона: 0,5 Гц/с Темп торм.: 0,5 Гц/с Диапазон 2: Нижняя граница: 0,00Гц Верхняя граница: 0,00Гц Темп разгона: 0,5 Гц/с Темп торм.: 0,5 Гц/с Диапазон 3: Нижняя граница: 0,00Гц Верхняя граница: 0,00Гц Темп разгона: 0,5 Гц/с Темп торм.: 0,5 Гц/с Диапазон 4: Нижняя граница: 0,00Гц Верхняя граница: до Fmax Темп разгона: 0,5 Гц/с Темп торм.: 0,5 Гц/с

п.3.1.2.6 ***Тормоз пост. тока*** – Настройка параметров торможения двигателя постоянным током.

Режим торможения постоянным током необходим в случае, если после снижения выходной частоты преобразователя до нулевого значения двигатель продолжает вращаться. Торможение постоянным током обеспечивает быстрый останов и фиксацию вала двигателя на нулевой частоте за счет формирования тормозного момента постоянным током, протекающим в обмотках двигателя. Энергия торможения при этом рассеивается в обмотках двигателя. Следует помнить, что при низких частотах вращения двигателя существенно ухудшаются условия охлаждения обмоток и при неверных настройках режима торможения постоянным током (слишком высокое значение тока торможения и большая длительность торможения) возможен перегрев обмоток двигателя и даже выход двигателя из строя! С учетом этого необходимо откорректировать настройки параметров тепловой защиты двигателя (см. **п.3.3.3.3** **"Тепловая защита: ток при 0Гц"**).

При переходе в режим торможения постоянным током осуществляется отключение выходного напряжения преобразователя и выдержка паузы, необходимой для размагничивания двигателя, после чего к двигателю в течение заданного времени торможения прикладывается постоянный ток заданной амплитуды (см.рисунок 3.7.4).

Для настройки режима торможения постоянным током доступны следующие параметры:

- *Начальная частота* – При поступлении команды "СТОП" после снижения выходной частоты до установленного здесь значения будет произведен переход в режим торможения постоянным током. Следует помнить, что торможение постоянным током наиболее

эффективно при частотах, близких к частоте номинального скольжения. При номинальной частоте вращения даже торможение постоянным током с амплитудой *150% $I_{ном}$* обеспечивает не более 2-3% максимального тормозного момента.

- *Ток торможения* - Значение тока двигателя (в процентах от номинального), при котором будет осуществляться торможение двигателя. Возможно задание тока торможения в диапазоне 30…150% $I_{ном}$. Увеличение амплитуды тока повышает эффективность торможения, однако может привести к существенному нагреву обмоток двигателя
- *Задержка включения* – время задержки включения постоянного тока после достижения частоты начала торможения. Рекомендуется установить значение задержки равное 3…4 постоянным времени ротора двигателя.
- *Время торможения* – установка времени, в течение которого будет осуществляться торможение двигателя постоянным током. Возможно задание времени в диапазоне 0…60с. При установке времени торможения 0с режим торможения постоянным током будет отключен.

Значение по умолчанию	Начальная частота: 1.00Гц Ток торможения: 30%Iном Задержка включения: 2с Время торможения: 0с

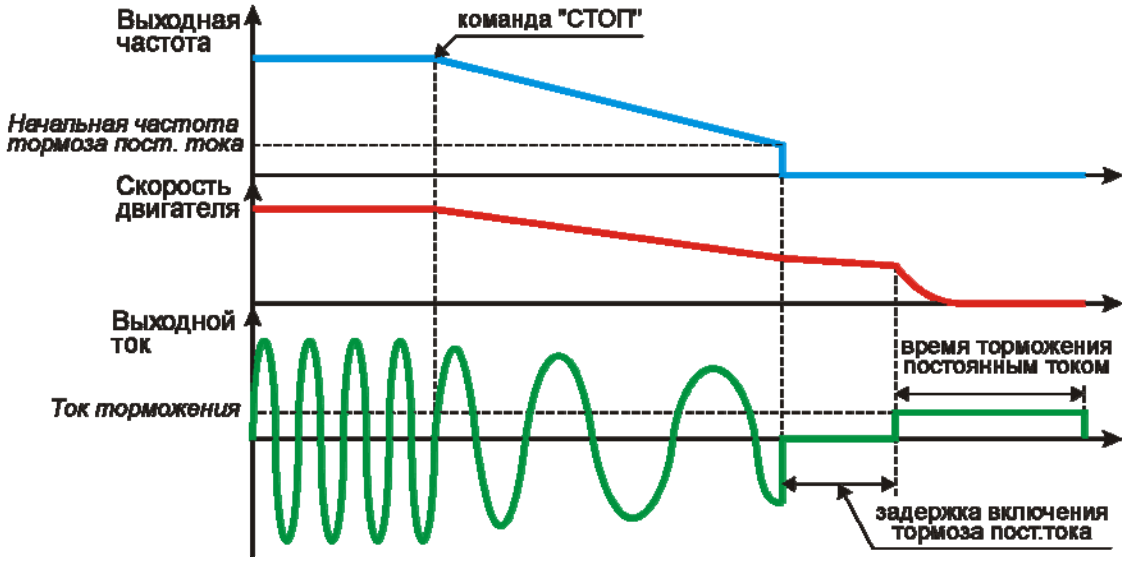


Рисунок 3.7.4

п.3.1.3 Настройки U/f

Характеристика U/F определяет зависимость амплитуды выходного напряжения от выходной частоты для всех режимов работы преобразователя. Изменения в настройке характеристики U/f применяются только при остановленном преобразователе.

Для настройки характеристики U/f доступны следующие параметры:

- *Тип характеристики U/f*:
  - ➲ *линейная* - обеспечивается линейное соотношение между частотой и напряжением (см. рисунок 3.7.5 а, в). Характеристика используется в механизмах с постоянным моментом нагрузки на валу (т.е. не зависящим от скорости рабочего органа).
    Такой механической характеристикой обладают механизмы, преодолевающие трение (прокатные станы, бумагоделательные машины и др.), совершающие подъем грузов или работу при неупругих деформациях (гибочные и пакетирующие механизмы). Мощность, потребляемая двигателем, в таких механизмах с ростом скорости изменяется линейно.
  - ➲ *квадратичная* - напряжение двигателя изменяется по квадратичной зависимости по мере возрастания частоты от 0 Гц до номинальной частоты двигателя (см. рисунок 3.7.5 б, г). Характеристика используется в механизмах с моментом нагрузки, зависящим от скорости.
  - ➲ *кривая пользователя* - произвольная зависимость напряжения от частоты, задаваемая пользователем по 10 точкам (см. рисунок 3.7.6).

Все характеристики U/f обеспечивают изменение напряжения в диапазоне 0…100% от значения номинального напряжения двигателя (см. **п.3.2.3** **"Ном.напряжение"**). Для линейной и квадратичной характеристик величина 100% напряжения прикладывается к двигателю при частоте, равной номинальной частоте статора (см. **п.3.2.4** **"Ном.частота статора"**). При частотах, больших номинальной частоты статора, осуществляется ослабление поля двигателя (т.е. момент, развиваемый двигателем, снижается при сохранении постоянной потребляемой мощности).

Значение по умолчанию	Тип характеристики U/f: Линейная

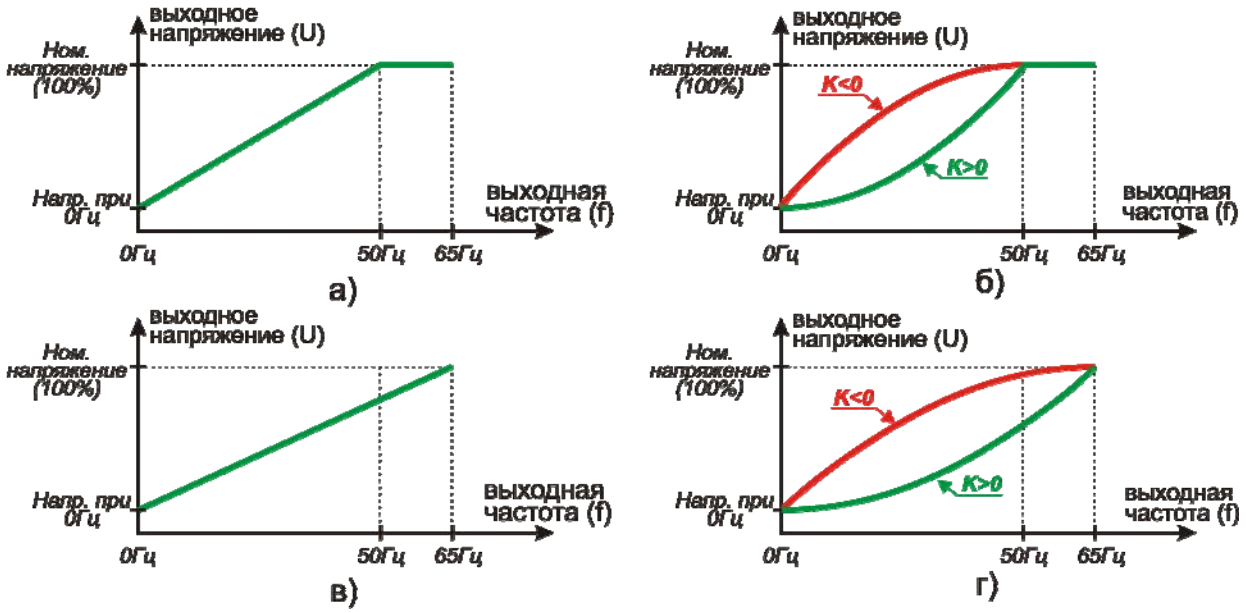


Рисунок 3.7.5 – Характеристики U/f:
- при номинальной частоте статора 50Гц: а) линейная; б) квадратичная
- при номинальной частоте статора 65Гц: в) линейная; г) квадратичная.

- *Напр. при 0 Гц*: - величина выходного напряжения преобразователя при частоте 0Гц. Настройка влияет на начальное напряжение для линейной и квадратичной характеристик U/f. С увеличением значения напряжения при 0Гц увеличивается пусковой момент, создаваемый преобразователем, однако при пуске на ненагруженный двигатель возрастает вероятность аварийного отключения преобразователя по превышению выходного тока.

Значение по умолчанию	`Напр. при 0 Гц: 1%`

- *Квадратичн.коэфф.* – коэффициент квадратичной зависимости U/f.
  Диапазон изменения коэффициента -1,00…+1,00.
  Положительные значения коэффициента соответствуют прямой квадратичной зависимости. Характеристика с положительными коэффициентами используется в механизмах, преодолевающих сопротивление воздуха, газа или жидкости (вентиляторы, центрифуги, дымососы, центробежные насосы, турбовоздуходувки и т.п.). Для таких механизмов момент нагрузки пропорционален квадрату скорости, а потребляемая мощность – скорости в 3-й степени. При частотах ниже номинальной двигатель работает с уменьшенным магнитным потоком. При этом обеспечивается меньший критический момент, чем при линейном соотношении U/f.
  Отрицательные значения коэффициента соответствуют обратной квадратичной зависимости. Характеристика с отрицательными коэффициентами используется в механизмах, в которых момент нагрузки обратно пропорционален скорости, а потребляемая мощность примерно постоянна. Такая характеристика присуща некоторым токарным и расточным станкам, моталкам прокатных

станов и др. При частотах ниже номинальной двигатель работает с увеличенным магнитным потоком. При этом обеспечивается больший критический момент, чем при линейном соотношении U/f.

При значении коэффициента 0 квадратичная характеристика эквивалентна линейной.

Значение по умолчанию	`Квадратичн. коэфф: +1.00`

- *Хар-ка пользователя* – настройка пользовательской характеристики U/f.

Характеристика задается пользователем по 10 точкам (см. рисунок 3.7.6). Для каждой точки могут быть произвольно настроены значение частоты и напряжения при этой частоте. Для точки 0 установлена фиксированная частота 0Гц.

Частоты в характеристике U/f должны располагаться в порядке возрастания. Если в какой-либо точке будет установлена частота большая или равная частоте в следующей точке, то эта точка считается последней в характеристике. При частотах, больших, чем последняя точка в характеристике пользователя, к двигателю будет прикладываться напряжение, заданное для этой точки.

Значения напряжений в характеристике U/f могут задаваться произвольно. При изменении значения выходной частоты амплитуда выходного напряжения изменяется линейно между двумя соседними точками.

С увеличением напряжения в соотношении U/f возрастает момент двигателя. При подаче на двигатель большого значения напряжения при низких частотах возможен выход двигателя из строя из-за превышения тока обмоток. Снижение напряжения, подаваемого на двигатель, позволит повысить его ресурс и надежность работы привода, но снизит максимальное значение момента, которое сможет развить двигатель.

Настройка характеристики пользователя по умолчанию полностью соответствует линейной характеристике U/f.

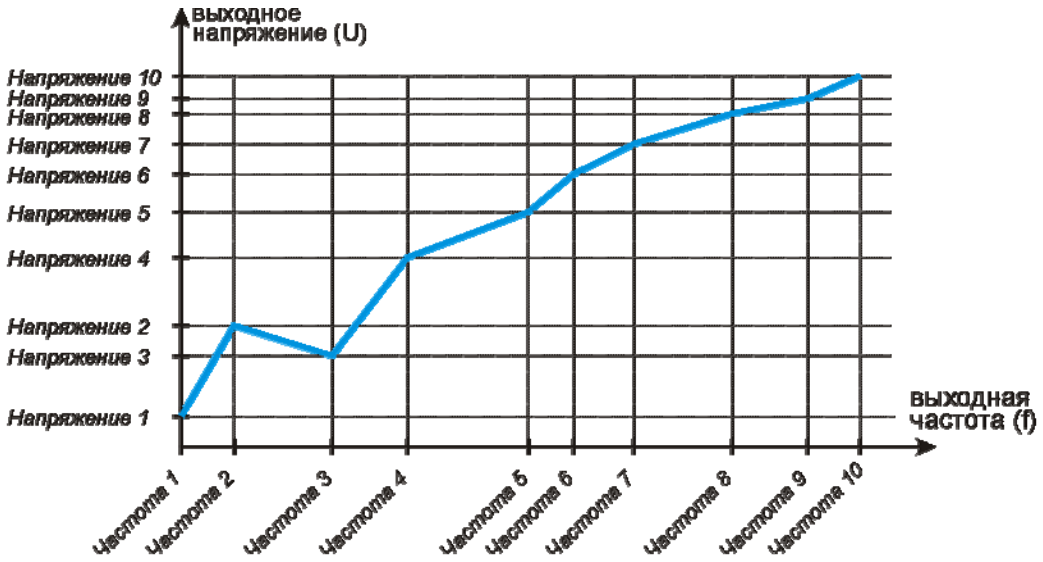


Рисунок 3.7.6 – Пример пользовательской характеристики U/f

Значение по умолчанию	Точка 0	Частота:	0,00Гц
		Напряжение:	1,3%
	Точка 1	Частота:	6,25Гц
		Напряжение:	13,6%
	Точка 2	Частота:	12,5Гц
		Напряжение:	25,9%
	Точка 3	Частота:	18,75Гц
		Напряжение:	38,3%
	Точка 4	Частота:	25,00Гц
		Напряжение:	50,6%
	Точка 5	Частота:	31,25Гц
		Напряжение:	62,9%
	Точка 6	Частота:	37,50Гц
		Напряжение:	75,3%
	Точка 7	Частота:	43,75Гц
		Напряжение:	87,6%
	Точка 8	Частота:	50,00Гц
		Напряжение:	100%
	Точка 9	Частота:	50,00Гц
		Напряжение:	100%
	Точка 10	Частота:	50,00Гц
		Напряжение:	100,0%

п.3.1.4 ПИД-регулятор

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

ПИД-регулятор используется для автоматического регулирования технологического параметра, воздействуя на него посредством изменения выходной частоты преобразователя. Фактическое значение технологического параметра измеряется внешним датчиком. Сигнал обратной связи сравнивается с сигналом задания, и поступает на вход регулятора. На выходе регулятора формируется задание по выходной частоте преобразователя в соответствии с формулой

$$F_{ВЫХ_ПИД}(t) = K_П \varepsilon(t) + \frac{1}{T_{ИНТ}} \int \varepsilon(t)dt + T_{ДИФ} \frac{d\varepsilon(t)}{dt},$$

где

Величина		Физический смысл
$\varepsilon(t)$	рассогласование	Разница между уставкой параметра и показанием обратной связи
$K_П$	коэффициент передачи регулятора	При ступенчатом изменении величины рассогласования на 100% выходной сигнал ПИД-регулятора изменится на $K_П$ %.
$T_{ИНТ}$	постоянная времени интегрирования	Время, за которое выходной сигнал ПИД-регулятора изменится от 0 до 100% при ступенчатом изменении величины рассогласования на 100%
$T_{ДИФ}$	постоянная времени дифференцирования	Если за время $T_{ДИФ}$ величина рассогласования изменится на 100%, то выходной сигнал ПИД-регулятора будет равен 100%.

Структурная схема ПИД-регулятора приведена на рисунке 3.7.7.
Рекомендации по настройке параметров ПИД-регулятора приведены в приложении А настоящего руководства.

Уставка параметра для ПИД-регулятора выбирается в соответствии с настройками источника уставки (см. **п.2.4** **"Источник уставки"**) или по командам от функциональных блоков расписания или дискретных входов.
Значение уставки параметра ограничивается по минимальному и максимальному значению (см. **п.3.1.4.1.4** **"Ограничения по входу"**); кроме того, уставка параметра может быть применена сразу (ступенчато), или же в соответствии с настройками ограничения темпа изменения уставки (см. **п.3.1.4.1.4** **"Ограничения по входу"**).

Значение обратной связи может быть получено от одного из аналоговых входов, а также по сумме или разнице показаний аналоговых входов (см. **п.3.1.4.1.2** **"Источник обр.связи"**).

Для настройки ПИД-регулятора доступны два набора параметров ($K_П$, $T_{ИНТ}$, $T_{ДИФ}$); переключение между наборами параметров производится по командам от функциональных блоков расписания или дискретных входов. Переключение может осуществляться как при остановленном, так и при включенном преобразователе.

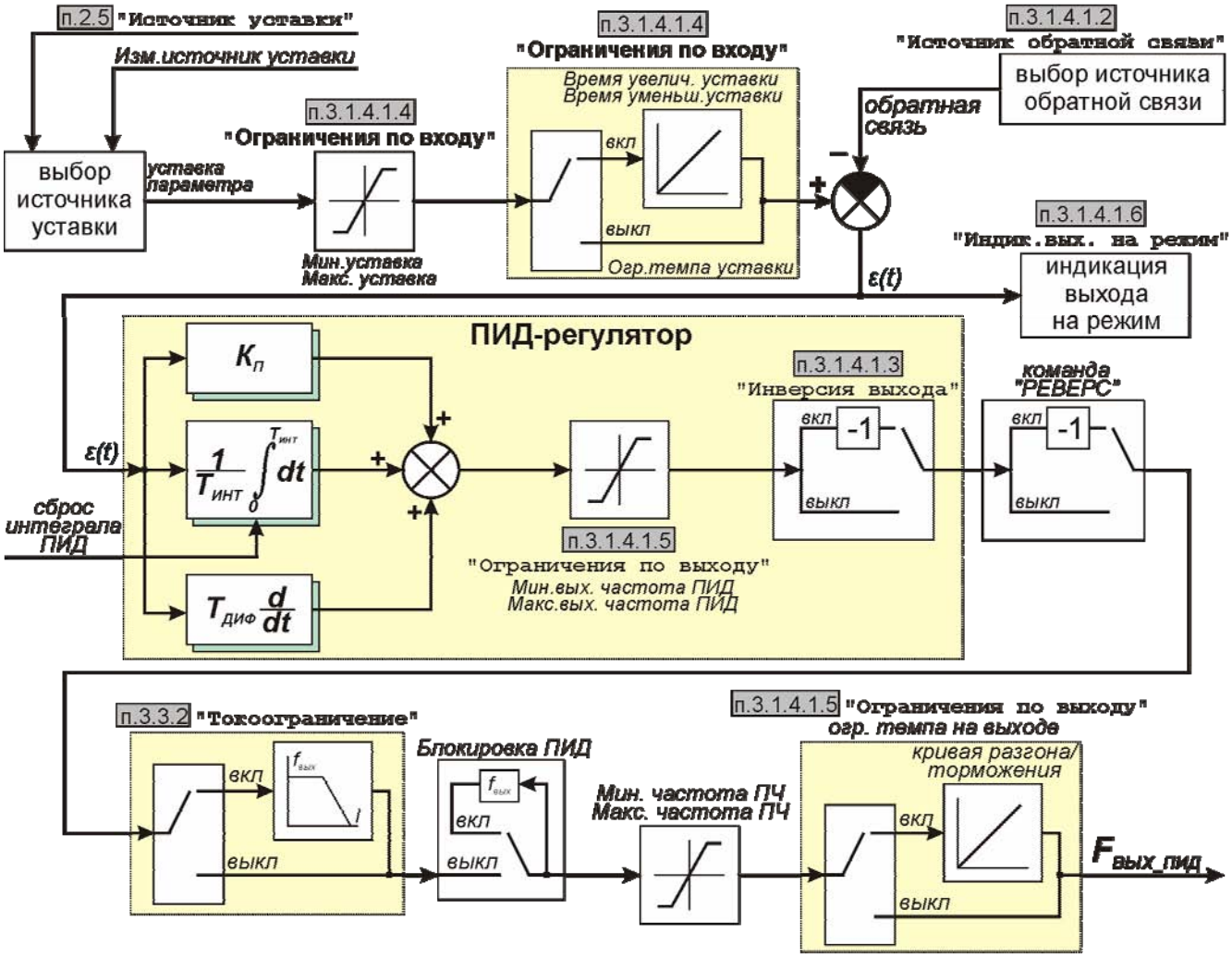


Рисунок 3.7.7 – Структурная схема ПИД-регулятора

Для настройки соответствия направления изменения выходной частоты при изменении технологического параметра используется инверсия выхода.
Инверсия выхода должна быть включена для механизмов, где при увеличении частоты вращения происходит снижение регулируемого параметра (например, насосы откачки с погружным датчиком давления).
Для механизмов, где увеличение технологического параметра происходит при увеличении частоты вращения двигателя (например, насосы с датчиком давления в трубопроводе) инверсия выхода должна быть выключена.
Инверсия выхода может быть включена в **п.3.1.4.1.3** **"Инверсия выхода"**, а также по команде "РЕВЕРС".

Значение выходной частоты преобразователя, определяемое ПИД-регулятором, ограничивается по максимальному и минимальному значению (см. **п.3.1.4.1.5** **"Ограничения по выходу"**). Кроме того, на выходную частоту действуют общие ограничения по диапазону выходной частоты, заданные с пульта или от дискретных входов.

Значение выходной частоты преобразователя, определяемое ПИД-регулятором, может прикладываться к двигателю как непосредственно, так и с учетом настроек кривой разгона/торможения (см. **п.3.1.4.1.5** **"Ограничение по выходу"**).

НАСТРОЙКА ПИД-РЕГУЛЯТОРА

п.3.1.4.1 Общие настройки

- ***п.3.1.4.1.1 Технолог. параметр***
  - *Ед.изм.параметра* – установка размерности, в которой будет отображаться величина измеряемого технологического параметра. Для задания размерности используются до 3 любых символов. Переключение между русским, латинским и цифровым наборами символов осуществляется кнопкой ; переключение между регистрами символов (СТРОЧНЫЙ/прописной) осуществляется кнопкой "Рег.".
  - *Масштаб параметра* – масштаб (максимальных пределов изменения) технологического параметра; выбирается из списка:

    ±10000; ±1000.0; ±100.00; ±10.000; ±1.0000

Изменение единицы измерения и/или масштаба параметра влияют на все пункты меню, в которых осуществляется настройка параметра. При изменении масштаба введенные ранее значения будут отмасштабированы следующим образом: например при масштабе ±10,000 было задано значение параметра +7,5; после изменения масштаба на ±1000,0 значение параметра станет равным +750,0.

Значение по умолчанию	`Ед.изм.параметра: atm` `Масштаб: ±10.000`

- ***п.3.1.4.1.2 Источник обр. связи*** – выбор источника обратной связи для ПИД-регулятора:
  - ➲ ***Аналог.вход AIN1*** - сигнал на аналоговом входе AIN1;
  - ➲ ***Аналог.вход AIN2*** - сигнал на аналоговом входе AIN2;
  - ➲ ***Аналог.входы AIN1+AIN2*** - сумма сигналов на аналоговых входах AIN1 и AIN2. Для получения разницы сигналов необходимо установить в калибровках соответствующего аналогового входа отрицательное значение множителя.

  Настройка аналоговых входов осуществляется в **п.3.5.1** **"Аналоговые входы"**.

Значение по умолчанию	`Источник обр.связи: Аналог.вход AIN1`

- ***п.3.1.4.1.3 Инверсия выхода*** – Включение/отключение инверсии выходного сигнала ПИД-регулятора. Инверсия выхода должна быть включена для механизмов, где при увеличении частоты вращения происходит снижение регулируемого параметра (например, насосы откачки с погружным датчиком давления). Для механизмов, где увеличение технологического параметра происходит при увеличении частоты вращения двигателя (например, насосы с датчиком давления в трубопроводе) инверсия выхода должна быть выключена.

Значение по умолчанию	`Инверсия выхода: ВЫКЛ`

- ***п.3.1.4.1.4*** ***Ограничения по входу*** – настройка ограничений на входе ПИД-регулятора:
  - *Мин. уставка* – настройка минимального значения уставки технологического параметра;
  - *Макс. уставка* – настройка максимального значения уставки технологического параметра;
  - *Огр. темпа уставки* – включение ограничения темпа изменения уставки технологического параметра. При выключенном ограничении полученное от источника уставки значение будет сражу же подано на вход ПИД-регулятора. При включенном ограничении уставка будет плавно изменяться от текущего до требуемого значения в соответствии с заданным темпом.
  - *Время увелич. уставки:* – настройка времени изменения уставки параметра от минимального до максимального значения (при использовании ограничения темпа уставки). Диапазон настройки 1…3600с.
  - *Время уменьш. уставки:* – настройка времени изменения уставки параметра от максимального до минимального значения (при использовании ограничения темпа уставки). Диапазон настройки 1…3600с.

Значение по умолчанию	Мин.уставка: +0 atm Макс.уставка: +10.000 atm Огр.темпа уставки: ВЫКЛ Время увелич.уставки: 100с Время уменьш.уставки: 100с

- ***п.3.1.4.1.5*** ***Ограничения по выходу*** – настройка ограничений на выходе ПИД-регулятора:
  - *Огр.темпа на выходе* – включение ограничения темпа изменения выходной частоты, задаваемой ПИД-регулятором. При выключенном ограничении темп разгона и торможения двигателя будет определяться исключительно настройками параметров ПИД-регулятора. При включенном ограничении разгон и торможение двигателя будут осуществляться с учетом заданных характеристик разгона/торможения (см. **п.3.1.2** "**Разгон/Торможение**").
  - *Мин.вых. частота ПИД* – настройка минимально допустимой выходной частоты при работе ПИД-регулятора. Диапазон настройки -65,00…65,00Гц.
  - *Макс.вых. частота ПИД* – настройка максимально допустимой выходной частоты при работе ПИД-регулятора. Диапазон настройки -65,00…65,00Гц.

Значение по умолчанию	Огр.темпа на выходе: ВКЛ Мин.вых. частота ПИД: 0Гц Макс.вых. частота ПИД: +50Гц

- ***п.3.1.4.1.6*** ***Индик.выхода на режим*** – настройка значения рассогласования, при которой будет производиться индикация выхода преобразователя на заданный режим работы. Индикация осуществляется светодиодом "режим" на пульте управления.

Значение по умолчанию	`Инд. выхода на режим: +0,1 atm`

п.3.1.4.2 ***Основные параметры*** – настройка основного (используемого по умолчанию) набора параметров ПИД-регулятора.

- *Пропорц. коэффициент* – коэффициент передачи регулятора ($K_П$), диапазон изменения 0…1000%;
- *Время интегрирования* – постоянная времени интегрирования ($T_{ИНТ}$), диапазон изменения 0…300,00с;
- *Время дифференцирования* – постоянная времени дифференцирования ($T_{ДИФ}$), диапазон изменения 0…30000 мс.

Значение по умолчанию	`Пропорц.коэффициент: 50%`
	`Время интегрирования: 20,00 с`
	`Время дифференцирования: 0 мс`

п.3.1.4.3 ***Альтернат. параметры*** – настройка альтернативного набора параметров ПИД-регулятора.

- *Пропорц. коэффициент* – коэффициент передачи регулятора ($K_П$), диапазон изменения 0…1000%;
- *Время интегрирования* – постоянная времени интегрирования ($T_{ИНТ}$), диапазон изменения 0…300,00с;;
- *Время дифференцирования* – постоянная времени дифференцирования ($T_{ДИФ}$), диапазон изменения 0…30000 мс;

Переключение на альтернативный набор параметров производится по команде "Альт.параметры ПИД" от функциональных блоков расписания или дискретных входов.

Значение по умолчанию	`Пропорц.коэффициент: 50%`
	`Время интегрирования: 20,00 с`
	`Время дифференцирования: 0 мс`

п.3.1.5 Подхват

Подхват – это специальный режим пуска на вращающийся двигатель, в котором преобразователь автоматически определяет текущую частоту вращения вала двигателя и формирует выходное напряжение таким образом, чтобы не возникло токовых перегрузок. После осуществления "подхвата" двигатель плавно выводится на заданный рабочий режим (см. рисунок 3.7.8).

Режим подхвата может быть востребован при работе электропривода на механизмы с высокими моментами инерции или с активным моментом нагрузки, когда при кратковременной блокировке преобразователя частоты сигналами управления или при срабатывании защит не происходит быстрого останова двигателя самовыбегом.

Режим подхвата (если разрешено использование) активируется

- при поступлении команды "ПУСК" (только при настройке типа останова " самовыбег", см. **п.3.1.2.3** **"Тип останова"**);
- при автоматическом повторном включении после истечении паузы повторного включения после останова и/или паузы после аварии (см. **п.3.3.9** **"Задержка повт. пуска"**).

При подхвате регулятор тока поддерживает заданное значение тока подхвата, а регулятор частоты сканирует диапазон частот от максимальной до нуля. Если в процессе сканирования частоты выполняются условия определения скорости вращения двигателя или регулятор частоты дошел до 0Гц, то подхват считается завершенным.

При некорректных настройках регуляторов возможна ситуация, когда условия определения скорости вращения не выполняются и алгоритм подхвата "зависает" на некоторой частоте. В этом случае по истечении максимальной длительности подхвата также считается, что скорость двигателя определена и подхват закончен; при этом при переходе к выходу двигателя на режим не исключается возможность возникновения токовой перегрузки и аварийного отключения преобразователя.

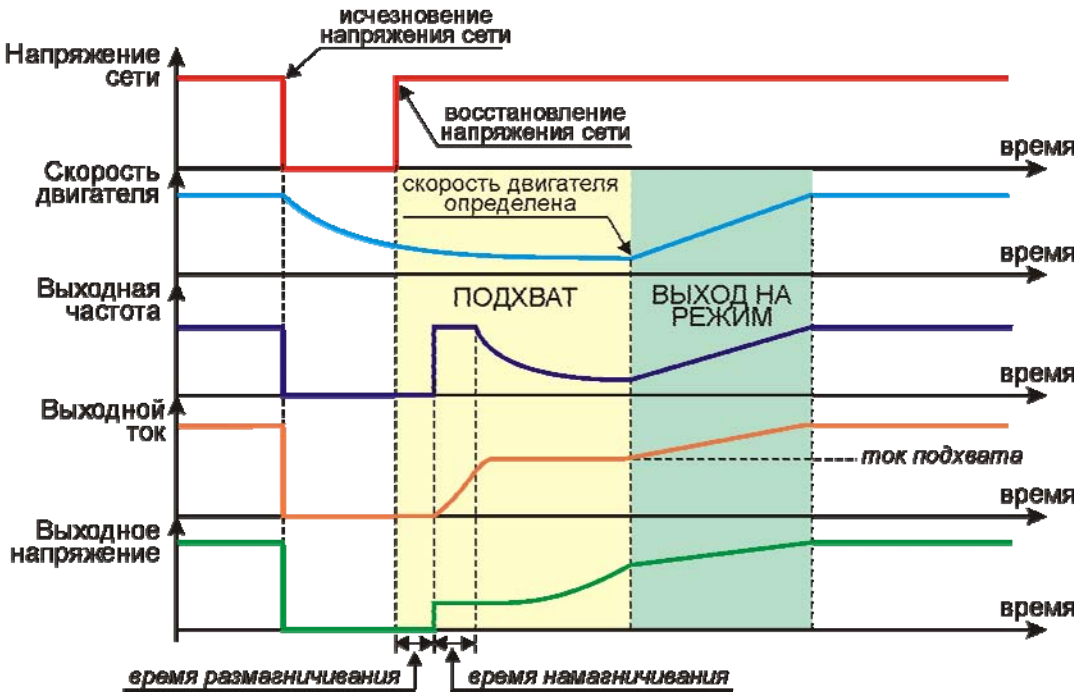


Рисунок 3.7.8

Для настройки функции поиска скорости доступны следующие параметры:

- *Исп.подхват* – установка разрешения использования функции подхвата при пуске преобразователя.
- *Время размагн.:* - настройка паузы, необходимой для полного размагничивания двигателя перед поиском скорости. Диапазон изменения – 0…30,0с. Рекомендуется установить значение времени размагничивания равным 3-4 постоянным времени ротора двигателя. Если подхват используется после длительных (более 3-4с) провалов напряжения сети, то для уменьшения времени перед пуском двигателя допускается установка времени размагничивания 0с.
- *Время намагн.:* - настройка времени предварительного намагничивания двигателя перед поиском скорости. Диапазон изменения – 0…30,0с. Рекомендуется установить значение времени намагничивания равным 3-4 постоянным времени ротора двигателя.
- *Огр.времени* – настройка максимального времени работы преобразователя в режиме "подхват". Диапазон изменения – 0…30,0с.
- *Коэфф.рег.частоты* – коэффициент, определяющий быстродействие регулятора частоты в режиме подхвата. Увеличение коэффициента повышает быстродействие регулятора, однако при этом возможно возникновение перерегулирования и/или колебательности при поиске скорости.
- *Коэфф.рег.тока* - коэффициент регулирования тока двигателя в режиме подхвата (1…1000%). Определяет быстродействие регулятора тока. При изменении тока на 100% выходное напряжение преобразователя изменится на установленное здесь значение.
- *Ток подхвата* – значение тока статора двигателя, при котором будет осуществляться поиск скорости вращения. Диапазон изменения – 0,3…2,0·$I_{ном}$.

ВНИМАНИЕ! Для корректной работы режима "подхват" необходимо выполнение следующих условий:

- Должен быть разрешен автоматический повторный пуск двигателя. Количество оставшихся попыток перезапуска должно быть не нулевым (см. **п.3.3.3** **"Автоперезапуск"**)
- должно быть установлено корректное значение номинального тока двигателя (см. **п.3.2** **"Параметры двигателя: ном.ток"**. Значение номинального тока двигателя также может быть задано дискретными входами или от пульта дистанционного управления).

Режим подхвата работает некорректно при параллельном подключении нескольких двигателей к выходу ПЧ.

Значение по умолчанию	Исп.подхват:	ВЫКЛ
	Время размагн.:	1.5с
	Время намагн.:	0.0с
	Огр.времени:	20.0с
	Коэфф.рег.частоты:	118Гц/с
	Коэфф.рег.тока:	45%
	Ток подхвата:	0.75·Iном

п.3.2 Параметры двигателя – задание параметров двигателя, подключенного к преобразователю. Значения параметров должны заполняться в соответствии с данными, указанными на двигателе.

Ном.мощность – номинальная мощность двигателя, кВт;

Ном.ток – значение номинального тока двигателя. Заданное здесь значение будет использовано в настройках защит преобразователя (см. **п.3.3** "**Защиты**"), а также при определении всех настроек, задаваемых в зависимости от номинального тока. Диапазон вводимых значений ограничен значением номинального тока преобразователя.

Ном.напряжение – номинальное фазное напряжение двигателя (0…300 В). Заданное здесь значение будет использовано в качестве 100% в настройках характеристик U/f (см. **п.3.1.3** "**Настройки U/f**"). При этом значение выходного напряжения не может превышать значения входного напряжения преобразователя.

Ном.частота статора – номинальное значение частоты напряжения статора двигателя (0…65 Гц);

Ном. cos (fi) – номинальное значение cos(φ) двигателя.

Значение по умолчанию	Ном.мощность: *соответствует ном. мощности ПЧ* Ном.ток: *соответствует ном. току ПЧ* Ном.напряжение: 220 В Ном.частота статора: 50 Гц Ном.cos(fi): 0,8000

п.3.3 Защиты – Настройка параметров защит преобразователя. Система защит преобразователя подробно описана в разделе 3.5 настоящего руководства.

Защиты преобразователя включают в себя:
- максимально-токовую защиту;
- защиту от дисбаланса токов фаз двигателя;
- время-токовую защиту (тепловая защита I^2t);
- частотное токоограничение;
- защита от недопустимого снижения нагрузки двигателя;
- аварии при выходе сигналов на аналоговых входах за допустимые пределы;
- аварии при потере связи преобразователя с пультом управления или внешними контроллерами.

п.3.3.1 Критический ток – настройка коэффициента (0,00…1,5 $I_{НОМ}$), определяющего мгновенное значение тока двигателя, при превышении которого будет осуществлен аварийный останов с кодом аварии "Критический ток" (максимально-токовая защита).

Значение по умолчанию	Критический ток: 1,25 Iном

п.3.3.2 Токоограничение – настройка параметров частотного токоограничения.
- *Разрешить:* - включение/отключение режима частотного токоограничения. При включении режима, токоограничение будет влиять на работу преобразователя при регулировании как "по частоте", так и "по параметру".
- *Мин. частота огр.тока* - значение выходной частоты преобразователя, выше которой будет осуществляться ограничение тока двигателя. Диапазон настройки 0,00…65,5 Гц.
- *Предел тока:* - коэффициент (0,00…1,5 $I_{НОМ}$), определяющий уровень, на котором будет ограничиваться ток двигателя. При достижении током установленного значения преобразователь прекратит разгон двигателя до тех пор, пока ток не начнет снижаться. В случае превышения током уровня токоограничения преобразователь начнет торможение. После спада тока ниже заданного значения торможение прекратится, и разгон снова продолжится.

Значение по умолчанию	Разрешить: ДА Мин.частота огр.тока: 20,00Гц Предел тока: 1,00 Iном

п.3.3.3 Тепловая защита

Для двигателей с самоохлаждением со снижением скорости вращения эффективность встроенного вентилятора-наездника снижается. Поэтому возможен перегрев двигателя даже при токах, существенно ниже номинального значения.

Для защиты двигателя от перегрева в преобразователе предусмотрена настраиваемая тепловая (время-токовая, I^2t) защита.

При настройке параметров тепловой защиты задается характеристика зависимости тока двигателя от выходной частоты (см. рисунок 3.7.9). Работа в пределах области, описываемой характеристикой, может быть долговременной, без возникновения перегрева двигателя.

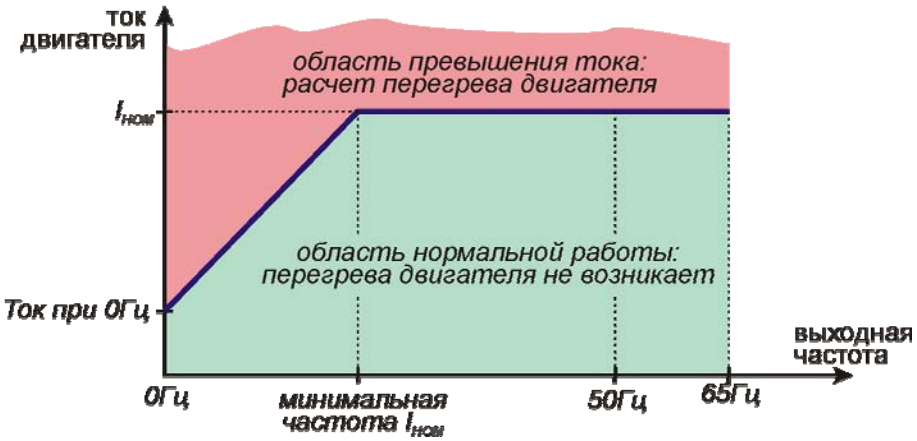


Рисунок 3.7.9.

Тепловая модель двигателя задается следующими коэффициентами:

- *Ток при 0 Гц:* – коэффициент (0,00…1,00 $I_{НОМ}$), определяющий значение допустимого тока двигателя при выходной частоте 0Гц.
- *Мин.частота $I_{НОМ}$:* – минимальное значение выходной частоты преобразователя, при которой протекание номинального тока не вызывает перегрева двигателя. Диапазон настройки 0,00…65,5 Гц.
- *Коэфф.перегрузки* – значение максимально допустимого перегрева двигателя (0…1000%) .
- *Время перегрузки:* – время (0…30000сек), в течение которого работа с максимально допустимым перегревом не приводит к аварии "Перегрев по I2t".

Текущее значение перегрева определяется по формуле:

$$Перегрев = \sum \left[\left(\frac{I_{ДВ}}{I_{ТМ}} \right)^2 - 1 \right] \cdot \Delta t ,$$

где

$I_{ДВ}$ – действующее значение тока двигателя, усредненное по 3 фазам,

$I_{ТМ}$ – ток тепловой модели двигателя для текущей частоты;

Δt – период расчета тепловой модели двигателя.

Текущее значение перегрева двигателя в процентах от заданного максимально допустимого перегрева отображается в **п.1.4.3 "Перегрев двигателя".**

Если текущее значение тока двигателя превышает ток тепловой модели для текущей частоты, то происходит накопление величины перегрева. В противном случае величина перегрева снижается.

Максимально допустимый перегрев двигателя определяется согласно формуле:

$$\begin{matrix}\textit{Допустимый}\\ \textit{перегрев}\end{matrix} = \left[\left(\begin{matrix}\textit{Коэфф.}\\ \textit{перегрузки}\end{matrix}\right)^2 - 1\right] \times \begin{matrix}\textit{Время}\\ \textit{перегрузки}\end{matrix}$$

При этом варианты настроек

- *Коэфф.перегрузки: 120%; Время перегрузки: 870сек*
  (превышение номинального тока в 1,2 раза в течение 14,5 минут;
- *Коэфф.перегрузки: 150%; Время перегрузки: 300сек*
  (превышение номинального тока в 1,5 раза в течение 5 минут);
- *Коэфф.перегрузки: 220%; Время перегрузки: 100сек*
  (превышение номинального тока в 2,2 раза в течение 1,7 минуты);

являются тремя различными способами задания одного и того же максимально допустимого перегрева. Однако при одной и той же фактической перегрузке время срабатывания защиты будет отличаться в зависимости от заданной настройки.

Примеры время-токовых характеристик защиты, получаемых при различных настройках параметров тепловой модели приведены на рисунке 3.7.10.

Если величина текущего перегрева превысит допустимое значение, будет осуществлен аварийный останов преобразователя с кодом "Перегрев по I2t".

После останова преобразователя по аварии "Перегрев по I2t", двигатель может быть автоматически перезапущен в работу после истечения времени паузы, настраиваемой в **п.3.3.9** **"Задержка повт.пуска после перегрева".**

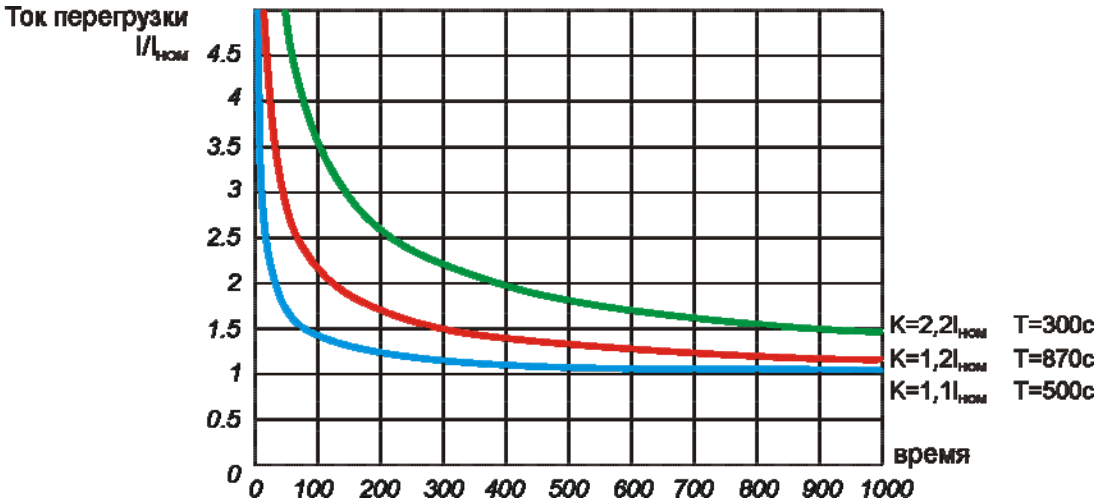


Рисунок 3.7.10

При параллельном подключении нескольких двигателей к выходу преобразователя функция тепловой защиты не обеспечивает защиты каждого двигателя. В таком случае рекомендуется отключить данную защиту; при этом для каждого двигателя должно быть установлено отдельное тепловое реле.

Для отключения функции тепловой защиты необходимо задать значения:
Коэфф.перегрузки: 1000%; Время перегрузки: 30000сек.

Значение по умолчанию	Ток при 0Гц:	0,50 Iном
	Мин. частота Iном:	40,00Гц
	Коэфф.перегрузки:	125%
	Время перегрузки:	300с

п.3.3.4 Перекос тока - Настройка параметров контроля дисбаланса токов фаз двигателя. В случае, если разница действующих значений токов фаз будет превышать значение максимальное значение в течение заданного времени, будет осуществлен аварийный останов преобразователя с кодом "перекос вых.тока".
Для настройки контроля дисбаланса токов доступны следующие параметры:

- *Макс.перекос* – настройка максимально допустимого значения перекоса токов фаз. Диапазон настройки 0,00…1,00 $I_{НОМ}$.
- *Макс.время перекоса* – время, в течение которого дисбаланс токов фаз двигателя не приведет к срабатыванию защиты. Диапазон настройки 0…300с

Значение по умолчанию	Макс. перекос:	0,10·Iном
	Макс.время перекоса:	60с

п.3.3.5 Потеря нагрузки - Настройка параметров контроля нагрузки на валу двигателя. Неисправность приводного механизма или работа привода в недопустимом режиме (например, пропадание жидкости или возникновение режима кавитации в насосном оборудовании, а также обрыв ремня или срыв муфты в вентиляторах), часто характеризуется резким снижением нагрузки на валу двигателя. Преобразователь может определить подобную ситуацию и, при необходимости, остановить двигатель для предотвращения поломки механизма.
Для настройки контроля нагрузки доступны следующие параметры:

- *контролировать* – включение/отключение функции контроля нагрузки;
- *Частота выше:* - установка значения выходной частоты преобразователя, выше которой будет осуществляться контроль нагрузки на валу двигателя. Диапазон настройки 0,00…65,00Гц.

- *Мощность ниже:* - установка значения выходной активной мощности, ниже которой начинается отсчет времени перед срабатыванием аварийной ситуации "потеря нагрузки". Диапазон настройки 0…100%·$P_{НОМ}$, где $P_{НОМ}$ - номинальная мощность двигателя, определяемая по формуле:

$$P_{НОМ} = 3 \cdot I_{НОМ} \cdot U_{НОМ} \cdot \cos(fi),$$

где $I_{НОМ}$, $U_{НОМ}$, cos(fi) – параметры двигателя, заданные в **п.3.2** **"Параметры двигателя".**

- *Время срабатывания* – настройка времени, в течение которого допускается снижение потребляемой мощности без возникновения аварийной ситуации "потеря нагрузки". Диапазон настройки 0…300с.

Реакция преобразователя на срабатывание аварийной ситуации "потеря нагрузки" настраивается в **п.3.3.10** **"Реакция на аварии"**

Значение по умолчанию	Контролировать: нет Частота выше: 40Гц Мощность ниже: 20% Рном Время срабатывания: 60с

п.3.3.6 Аварии аналог.входов – при выходе сигнала на аналоговом входе за пределы допустимого диапазона (например, в случае обрыва датчика обратной связи или при превышении технологическим параметров максимально допустимого значения) срабатывает аварийная ситуация "Авария ан.входа". Реакция преобразователя на срабатывание аварийной ситуации настраивается в **п.3.3.10** **"Реакция на аварии"**. Для каждого аналогового входа AIN1 и AIN2 настраиваются следующие параметры:

- *Авария по частоте* – Включение/отключение контроля за возникновением аварийной ситуации "Авария ан.входа" при выходе измеренного значения частоты за допустимые границы. Рекомендуется использовать при работе в режиме регулирования "по частоте" при использованию показаний аналогового входа в качестве задатчика.
- *Мин.доп.частота* – настройка минимального значения частоты, полученной от аналогового входа, при снижении ниже которой сработает аварийная ситуация "Авария ан.входа".
- *Макс.доп.частота* - настройка максимального значения частоты, полученной от аналогового входа, при превышении которой сработает аварийная ситуация "Авария ан.входа".
- *Авария по параметру* – Включение/отключение контроля за возникновением аварийной ситуации "Авария ан.входа" при выходе измеренного значения параметра за допустимые границы. Рекомендуется использовать при работе в режиме регулирования "по параметру".
- *Мин.доп.параметр* – настройка минимального значения параметра, полученной от аналогового входа, при снижении ниже которой сработает аварийная ситуация "Авария ан.входа".

- *Макс.доп.параметр* - настройка максимального значения параметра, полученной от аналогового входа, при превышении которой сработает аварийная ситуация "Авария ан.входа".

Диапазон настройки минимального и максимального значений параметра зависит от выбранного масштаба параметра (см **п.3.1.4.1.1 "Технологический параметр"**). При изменении масштаба параметра значения будут автоматически отмасштабированы.

Значение по умолчанию	Авария по частоте: ЗАПР Мин.доп.частота: +0.00 Гц Макс.доп.частота: +50.00 Гц Авария по параметру: ЗАПР Мин.доп.параметр: +0.000 atm Макс.доп.параметр: +10.000 atm

При работе в режиме регулирования "по частоте" рекомендуется установить настройки "Авария по частоте: ЗАПР" и "Авария по параметру: РАЗР".

При работе в режиме регулирования "по частоте" и использованию показаний аналогового входа в качестве задатчика (Источник уставки = AIN1 или AIN2 или AIN1+AIN2) рекомендуется установить настройки"Авария по частоте: РАЗР" и "Авария по параметру: ЗАПР".

п.3.3.7 Потеря связи – При отсутствии связи с местным пультом управления и/или с пультом дистанционного управления или внешними управляющими контроллерами, подключенными по интерфейсу RS485 преобразователь может сформировать аварийную ситуацию "Потеря связи". Реакция преобразователя на возникновение аварийной ситуации настраивается в **п.3.3.10 "Реакция на аварии"**.

- ***п.3.3.7.1 Потеря внутр. связи*** – настройка условия возникновения аварийной ситуации "Потеря внутр. связи"
  - *Контролировать* – включение/отключение контроля потери связи с местным пультом управления;
  - *Время срабатывания* – настройка максимальной длительности отсутствия связи, по истечении которой будет сформирована аварийная ситуация "Потеря внутр. связи". Диапазон настройки 0…300с

- ***п.3.3.7.2 Потеря связи RS485*** – настройка условия возникновения аварийной ситуации "Потеря связи RS485"
  - *Контролировать* – включение/отключение контроля потери связи по интерфейсу RS485;
  - *Время срабатывания* – настройка максимальной длительности отсутствия связи, по истечении которой будет сформирована аварийная ситуация "Потеря связи RS485". Диапазон настройки 0…300с

Значение по умолчанию	Потеря внутр. связи Контролировать: НЕТ Время срабатывания: 2с Потеря связи RS485 Контролировать: НЕТ Время срабатывания: 2с

п.3.3.8 Автоперезапуск.

При выходе из состояния "Авария" преобразователь осуществляет выдержку времени паузы повторного включения после аварии (состояние "Ожидание"), после чего при наличии команды "пуск" и отсутствии команды "стоп" осуществляется автоматический запуск двигателя. Автоперезапуск возможен только при наличии неиспользованных попыток перезапуска и по истечении всех необходимых временных задержек (см. **п.3.3.9** **"Задержка повт.пуска"**).

Количество оставшихся (неиспользованных) попыток перезапуска отображается в **п.1.4.1** **"Попытки перезапуска"**. Сброс количества оставшихся попыток в максимальное значение осуществляется в меню преобразователя (кнопкой "Сбр.ав" в **п.1.3.2** **"Просмотр аварий"**), сигналом на дискретном входе или командой "сброс аварии" от внешнего управляющего контроллера.

- *Разрешить* – включение/отключение функции автоматического повторного пуска двигателя;
- *Макс. число попыток* – установка максимального количества попыток перезапуска двигателя. Диапазон настройки 0…99 попыток.
- *Восст. одной попытки* – настройка времени нормальной непрерывной работы преобразователя, по истечении которого будет восстановлена одна попытка перезапуска. Диапазон настройки 0…3600с. При настройке 0с попытки перезапуска восстанавливаться не будут.

Значение по умолчанию	Разрешить: ДА Макс.число попыток: 3 Восст. одной попытки: 200с

п.3.3.9 Задержка повт.пуска – настройка пауз перед повторным пуском двигателя. Заданные паузы выдерживаются как при автоматическом повторном запуске, так и при пуске по командам от расписания, дискретных входов или с пульта управления.

- *…после останова* – настройка паузы повторного пуска после останова двигателя командой "СТОП" или "ПРЯМОЙ СТОП". Диапазон настройки 0…3600с;
- *…после аварии* – настройка паузы повторного пуска после исчезновения аварийной ситуации (кроме аварий "Перегрев по I2t" и "Непр.посл.DIN"). Диапазон настройки 0…3600с;

- *…после перегрева* – настройка паузы повторного пуска после возникновения аварии "Перегрев по I2t". Диапазон настройки 0…3600с. Значение паузы после перегрева должно быть достаточным для фактического остывания двигателя.
- *… после аварии DIN* – настройка паузы повторного пуска после аварии "Непр.посл.DIN"). Диапазон настройки 0…3600с.

Значение по умолчанию	Задержка повт. пуска … после останова 5с … после аварии 5с … после перегрева 600с … после аварии DIN 5с

п.3.3.10 Реакция на аварии – настройка реакции преобразователя на возникновение аварийных ситуаций. Описание доступных реакций приведено в таблице 3.5.1 (см. раздел 3.5 настоящего руководства).

- *… потеря нагрузки* – настройка реакции преобразователя на аварийную ситуацию "потеря нагрузки" (см. **п.3.3.5** **"Потеря нагрузки"**);
- *… непр. посл.DIN* – настройка реакции преобразователя на неправильную последовательность активации дискретных входов (см. **п.3.5.2** **"Дискретные входы"**);
- *… внешняя авария 1* - настройка реакции преобразователя на активацию функции "внешняя авария 1". Функция может быть активирована дискретным входом или событием расписания;
- *… внешняя авария 2* - настройка реакции преобразователя на активацию функции "внешняя авария 2". Функция может быть активирована дискретным входом или событием расписания;
- *… авария AIN* - настройка реакции преобразователя на аварийную ситуацию "Авария ан.входа" (см. **п.3.3.6** **"Аварии аналог.входов"** и **п.3.5.1** **"Аналоговые входы"**);
- *… потеря внутр. связи* - настройка реакции преобразователя на аварийную ситуацию "Потеря внутр. связи" (см. **п.3.3.7** **"Потеря связи"**);
- *… потеря связи RS485* - настройка реакции преобразователя на аварийную ситуацию "Потеря связи RS485" (см. **п.3.3.7** **"Потеря связи"**);

Значение по умолчанию	Реакция на аварию … потеря нагрузки КРИТ.ШТАТ.ОСТАНОВ … непр.посл.DIN КРИТ.ШТАТ.ОСТАНОВ … внешняя авария 1 КРИТИЧЕСКАЯ АВАРИЯ … внешняя авария 2 ШТАТНЫЙ ОСТАНОВ … авария AIN КРИТ.ШТАТ.ОСТАНОВ … потеря внутр. связи ШТАТНЫЙ ОСТАНОВ … потеря связи RS485 ШТАТНЫЙ ОСТАНОВ

п.3.4 Доп.двигатель

В режиме регулирования "по параметру" возможно возникновение ситуации, когда производительности механизма, подключенного к преобразователю, окажется недостаточно для поддержания заданного технологического параметра. В такой ситуации преобразователь может автоматически сформировать сигнал на включение дополнительного двигателя (при наличии в системе каскадирования). При избыточной производительности двух механизмов преобразователь автоматически отключит дополнительный двигатель.

Дополнительный двигатель будет включен при соблюдении следующих условий:

1) выходная частота преобразователя равна или больше значения, минимальной частоты включения дополнительного двигателя ("*частота выше*")*;*
2) разница уставки и значения параметра, измеренного датчиком обратной связи, равна или больше минимального значения "*дельта параметра*"*;*
3) условия (1) и (2) выполняются в течение заданного времени "*задержка включения*".

Для устранения возможного резкого изменения регулируемого параметра (например, для исключения гидроудара) непосредственно перед включением дополнительного двигателя преобразователь может снизить выходную частоту до заданного значения ("*частота перехода.*"). Снижение частоты производится в течение определенного времени ("*время перехода*") в соответствии с настройками разгона/торможения. При этом сигнал на включение дополнительного двигателя будет сформирован либо при снижении выходной частоты до значения "*частота перехода*", либо по истечении времени перехода (в зависимости от того, что наступит раньше). Если не требуется снижения частоты и введения паузы перед включением дополнительного двигателя, достаточно установить параметр "*время перехода*" в нулевое значение. В этом случае включение будет производиться сразу же после выполнения условий (1)-(3).

Дополнительный двигатель будет выключен при соблюдении следующих условий:

4) выходная частота преобразователя равна или меньше значения максимальной частоты выключения дополнительного двигателя ("*частота ниже*")*;*
5) разница значения параметра, измеренного датчиком обратной связи, и уставки параметра равна или больше минимального значения "*дельта параметра*";
6) условия (4) и (5) выполняются в течение заданного времени "*задержка выключения*".

Для устранения возможного резкого изменения регулируемого параметра (например, для исключения гидроудара) непосредственно перед выключением дополнительного двигателя преобразователь может повысить выходную частоту до заданного значения ("*частота перехода*"). Повышение частоты производится в течение определенного времени ("*время перехода*") в соответствии с настройками разгона/торможения. При этом сигнал на выключение дополнительного двигателя будет сформирован либо при повышении выходной частоты до значения "*частота перехода*", либо по

истечении времени перехода (в зависимости от того, что наступит раньше). Если не требуется повышения частоты и введения паузы перед выключением дополнительного двигателя, достаточно установить параметр "*время перехода*" в нулевое значение. В этом случае выключение будет производиться сразу же после выполнения условий (4)-(6).

При работе преобразователя в режиме регулирования "по частоте" (ПИД-регулятор выключен) также возможно использование дополнительного двигателя. При этом разница уставки и значения технологического параметра не контролируется (условия (2) и (5) игнорируются). Т.е. включение дополнительного двигателя произойдет при достижении выходной частотой значения "*частота выше*", а отключение – при достижении значения "*частота ниже*".

Для использования функции управления дополнительным двигателем необходимо наличие релейного выхода с функцией "доп.двигатель" (см. **п.3.5.3** **"Релейные выходы"**).

Для настройки условий включения и выключения дополнительного двигателя доступны следующие параметры:

***п.3.4.1* Использовать:**

Установка разрешения на использование дополнительного двигателя.

***п.3.4.2* Настройки включения**

- *Частота выше* – минимальное значение частоты, выше которой разрешается формирование сигнала на включение дополнительного двигателя. Диапазон настройки 0,00…65,00Гц.
- *Дельта параметра* – минимальное значение разницы уставки и значения параметра, измеренного датчиком обратной связи, при превышении которого в течение заданного времени будет сформирован сигнал на включение дополнительного двигателя. Диапазон настройки определяется заданным масштабом параметра (см. ***п.3.1.4.1.1*** **"Технологический параметр"**). При работе в режиме регулирования "по частоте" данная настройка игнорируется.
- *Задержка включения* – время, в течение которого выходная частота преобразователя и сигнал рассогласования должны превышать заданные значения, для того, чтобы был сформирован сигнал на включение дополнительного двигателя. Диапазон настройки 0…600с.
- *Частота перехода* – значение выходной частоты преобразователя, на которую будет осуществлен переход перед формированием сигнала на включение дополнительного двигателя. Диапазон настройки 0,00…65,00Гц.
- *Время перехода* – время, в течение которого выходная частота будет изменяться от текущего значения до значения "частоты перехода". Сигнал на включение дополнительного двигателя будет сформирован при достижении значения "*частоты перехода*", либо по истечении заданного времени перехода.

п.3.4.3 Настройки выключения

- *Частота ниже* – максимальное значение частоты, ниже которой разрешается формирование сигнала на выключение дополнительного двигателя. Диапазон настройки 0,00…65,00Гц.
- *Дельта параметра* – минимальное значение разницы уставки и значения параметра, измеренного датчиком обратной связи, при превышении которого в течение заданного времени будет сформирован сигнал на выключение дополнительного двигателя. Диапазон настройки определяется заданным масштабом параметра (см. ***п.3.1.4.1.1*** **"Технологический параметр"**). При работе в режиме регулирования "по частоте" данная настройка игнорируется.
- *Задержка выключения* – время, в течение которого выходная частота преобразователя должны быть ниже, а дельта параметра – больше заданных значений, для того, чтобы был сформирован сигнал на выключение дополнительного двигателя. Диапазон настройки 0…600с.
- *Частота перехода* – значение выходной частоты преобразователя, на которую будет осуществлен переход перед формированием сигнала на выключение дополнительного двигателя. Диапазон настройки 0,00…65,00Гц.
- *Время перехода* – время, в течение которого выходная частота будет изменяться от текущего значения до значения "*частоты перехода*". Сигнал на выключение дополнительного двигателя будет сформирован при достижении значения "*частоты перехода*", либо по истечении заданного времени перехода.

Значение по умолчанию	Использовать: НЕТ Настройки включения Частота выше: +48,00Гц Дельта параметра: +0,010atm Задержка включения: 120с Частота перехода: +22,00Гц Время перехода: 30с Настройки выключения Частота ниже: +20,00Гц Дельта параметра: +0,010atm задержка выключения: 120с Частота перехода :+22,00Гц Время перехода: 30с

п.3.5 Входы/выходы

п.3.5.1 Аналоговые входы – настройка параметров и калибровка аналоговых входов. Для каждого аналогового входа (AIN1 и AIN2) доступны следующие настройки:

Время фильтра – постоянная времени для фильтрации сигналов на аналоговом входе. Сигнал будет усредняться в течение заданного времени. Диапазон настройки 0…30000мс.

Значение по умолчанию	`Время фильтра: 100мс`

Калибровка по частоте - калибровка аналогового входа по показаниям частоты (используется в режиме регулирования "по частоте" при выбранном источнике уставки "Аналог.вход AIN1" или "Аналог.вход AIN2").

- *Нижний передел* – значение нижнего предела показаний аналогового входа по частоте. Значение определяется согласно методике калибровки, описанной ниже.
- *Верхний предел* – значение верхнего предела показаний аналогового входа по частоте. Значение определяется согласно методике калибровки, описанной ниже.
- *Частота* – просмотр показаний аналогового входа с учетом заданной калибровки по частоте.

Значение по умолчанию	`Нижний предел: +0,00Гц` `Верхний предел: +50,00Гц`

МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ АНАЛОГОВОГО ВХОДА ПО ЧАСТОТЕ.

Вариант калибровки 1 (расчетно-экспериментальный):

1.1) Задаться желаемыми значениями показаний минимальной и максимальной частоты $F_{МИН}$ и $F_{МАКС}$

1.2) Записать установленные значения пределов:

$$A_{МИН} = нижний\ предел;$$
$$A_{МАКС} = верхний\ предел.$$

1.3) Подать на вход сигнал, соответствующий минимальному значению частоты. Записать показания аналогового входа $Э_{МИН}$

1.4) Подать на вход сигнал, соответствующий максимальному значению частоты. Записать показания аналогового входа $Э_{МАКС}$

1.5) Рассчитать новые значения нижнего и верхнего пределов:

$$K = \frac{F_{МАКС} - F_{МИН}}{Э_{МАКС} - Э_{МИН}};$$
$$Нижний\ предел = F_{МИН} - (Э_{МИН} - A_{МИН}) \cdot K; ;$$
$$Верхний\ предел = F_{МИН} + (A_{МАКС} - Э_{МИН}) \cdot K.$$

Ввести полученные значения в соответствующие пункты меню.

1.6) Убедиться, что при минимальном и максимальном значениях сигнала на аналоговом входе показания входа соответствуют желаемым значениям. При необходимости повторить п.1.2-1.6.

Вариант калибровки 2 (экспериментальный):

2.1) Подать на вход сигнал, соответствующий минимальному значению частоты. Экспериментально подобрать значение "*Нижний передел"*, при котором показания аналогового входа соответствуют желаемому значению.

2.2) Подать на вход сигнал, соответствующий максимальному значению частоты. Экспериментально подобрать значение "*Верхний передел"*, при котором показания аналогового входа соответствуют желаемому значению.

2.3) Убедиться, что при минимальном и максимальном значениях сигнала на аналоговом входе показания входа соответствуют желаемым значениям. При необходимости экспериментально подобрать нужные значения пределов.

Калибровка по параметру - калибровка аналогового входа по показаниям технологического параметра (используется в режиме регулирования "по параметру")

- *Смещение* – значение смещения для расчета показаний аналогового входа. Значение определяется согласно методике калибровки, описанной ниже.
- *Множитель* – значение множителя для расчета показаний аналогового входа. Значение определяется согласно методике калибровки, описанной ниже.
- *Параметр* – просмотр показаний аналогового входа с учетом заданной калибровки по параметру.

Значение по умолчанию	`Смещение:  +0,000atm` `Множитель:  +1,000`

МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ АНАЛОГОВОГО ВХОДА ПО ПАРАМЕТРУ

Вариант калибровки 1 (при возможности получения нулевых показаний датчика технологического параметра)

1.1) Записать установленные значения смещения и множителя:

$$C = смещение;$$
$$M = множитель.$$

1.2) Подать на вход сигнал, соответствующий минимальному показанию датчика технологического параметра. Записать показания аналогового входа $Э_0$.

Рассчитать новое значение смещения по формуле:

$$Смещение = C + \frac{Э_0}{M};$$

Ввести полученное значение в соответствующий пункт меню.

Примечание: например, для датчика давления нулевые показания определяются при выкрученном датчике (на открытом воздухе).

1.3) Убедиться, что показания аналогового входа соответствуют нулевым. При необходимости повторить п.1.1-1.3.

1.4) Подать на вход сигнал, соответствующий большим показаниям датчика технологического параметра (желательно - близким к номинальному рабочему значению). Записать показания

аналогового входа $Э_1$ и независимого откалиброванного и поверенного датчика параметра P_1 (например, манометра). Рассчитать новое значение множителя по формуле:

$$Множитель = M \cdot \frac{P_1}{Э_1}.$$

Ввести полученное значение в соответствующий пункт меню.

Примечание: Получить значение параметра можно следующим образом: при работе преобразователя в режиме регулирования "по частоте" задать некоторое безопасное значение выходной частоты (например, 40Гц), и при достижении частотой заданного значения снять показания манометра и показания аналогового входа.

1.5) Убедиться, что показания аналогового входа соответствуют показаниям откалиброванного и поверенного прибора (например, манометра).

Вариант калибровки 2 (при невозможности получения нулевых показаний датчика технологического параметра)

2.1) Записать установленные значения смещения и множителя:

C = смещение;

M = множитель.

2.2) Подать на вход сигнал, соответствующий малым показаниям датчика технологического параметра (желательно – близким к нулевым). Записать показания аналогового входа $Э_1$ и независимого откалиброванного и поверенного датчика параметра P_1 (например, манометра).

2.3) Подать на вход сигнал, соответствующий большим показаниям датчика технологического параметра (желательно – близким к номинальному рабочему значению). Записать показания аналогового входа $Э_2$ и независимого откалиброванного и поверенного датчика параметра P_2 (например, манометра).

Примечание: Получить значение параметра можно следующим образом: при работе преобразователя в режиме регулирования "по частоте" задать некоторые безопасные значения выходной частоты(например, 20Гц и 40Гц), и при достижении частотой заданных значений снять показания манометра и показания аналогового входа.

2.4) Рассчитать новые значения смещения и множителя по формулам:

$$Смещение = \frac{Э_1 P_2 + P_1 Э_2}{M(P_2 - P_1)} + C; \qquad Множитель = M \cdot \frac{P_2 - P_1}{Э_2 - Э_1}.$$

Ввести полученные значения в соответствующие пункты меню

2.4) Убедиться, что показания аналогового входа соответствуют показаниям откалиброванного и поверенного прибора (например, манометра).

Настройка аварий – переход к настройке аварий по значениям показаний аналоговых входов (см. ***п.3.3.6*** **"Аварии аналог. входов"**).

п.3.5.2 Дискретные входы – настройка параметров дискретных входов преобразователя частоты. Функция, выполняемая при активации дискретного входа, настраивается с использованием программируемого функционального контроллера (см. ***п.3.5.2.5*** **"Функц.блоки дискр.вх."**). Подробное описание функциональных блоков дискретных входов и рекомендуемый порядок настройки приведены в разделе 3.6.2 настоящего руководства.

п.3.5.2.1 ***Время фильтра*** – задание времени фильтрации сигналов на дискретных входах для устранения эффекта "дребезга контактов" или ложных срабатывания от наведенных помех. Диапазон настройки 0…30000 мс. Увеличение времени фильтра приводит к снижению чувствительности к дребезгу и помехам, однако увеличивает задержку активации дискретного входа.

п.3.5.2.2 ***Условия активации*** – Настройка активного уровня сигнала на соответствующем дискретном входе (см. также рисунок 12).

- *при замыкании* – активация входа производится при замыкании внешних контактов (например, от датчика с нормально разомкнутыми контактами);
- *при размыкании* – активация входа производится при размыкании внешних контактов (например, от датчика с нормально замкнутыми контактами).

п.3.5.2.3 ***Контроль послед.*** – Настройка контроля последовательности активации дискретных входов. Контроль последовательности необходим, например, при использовании дискретных датчиков уровня жидкости в резервуаре (здесь неверная последовательность активации свидетельствует о неисправности одного из датчиков). При включенном контроле последовательности активация входов должна происходить в порядке возрастания их номера (т.е. сначала должен быть активирован вход DIN1, затем DIN2, затем – DIN3 и т.д.). В данном пункте меню производится выбор дискретных входов, для которых необходимо осуществлять контроль последовательности активации.

п.3.5.2.4 ***Просмотр состояния*** – просмотр состояния дискретных входов. Активированные входы обозначены символом ☑.

Значение по умолчанию	Время фильтра: 100мс Условия активации DIN1…8: при замыкании Контроль послед.: *отключен для всех входов*

п.3.5.2.5 ***Функц. блоки дискр.вх.***

- ***Использовать*** – установка разрешения на использование функциональных блоков дискретных входов. При установленном запрете использования дискретные входы не будут влиять на работу преобразователя.
- ***Приоритет*** – выбор приоритета при одновременной активации функциональных блоков дискретных входов FD и блоков расписания FR с одинаковыми номерами и одинаковыми функциями. Данная настройка дублируется в см. ***п.3.6.2*** **"Функц.блоки расписания"**)
- ***Функц.блок FD**** – настройка параметров функциональных блоков. Доступно 16 функциональных блоков FD. Для каждого функционального блока FD настраиваются следующие параметры:

  - *Функция* – просмотр функции, заданной для функционального блока;
  - *Редактир. функцию* – изменение функции, заданной для функционального блока, а также параметров функции;
  - *Текущее состояние* – просмотр текущего состояния функционального блока (активирован/не активирован);
  - *Управление* – настройка источника активации для функционального блока:
    - ➲ *всегда ВЫКЛ* - функциональный блок всегда выключен;
    - ➲ *всегда ВКЛ* - функциональный блок всегда включен;
    - ➲ *от DIN* - активация блока происходит в зависимости от состояния подключенных к нему дискретных входов.
  - *Объединение DIN* – выбор схемы обработки дискретных входов, подключенных к функциональному блоку:
    - ➲ *по И* - обработка входов в соответствии с логической формулой: *FD = вход_1·вход_2·вход_3·вход_4.*
    - ➲ *по ИЛИ* - обработка входов в соответствии с логической формулой: *FD = вход_1+вход_2+вход_3+вход_4.*
  - *Вход 1…4* – выбор дискретных входов, подключенных к функциональному блоку;
  - *Инверсия 1…4* – настройка инверсии дискретного входа при его обработке. Для каждого входа, подключенного к функциональному блоку, может быть установлена дополнительная инверсия. Таким образом, формулы могут приобретать, например, следующий вид:

$$FD = \overline{вход_1} \cdot вход_2 \cdot \overline{вход_3} \cdot вход_4$$

или $$FD = вход_1 + \overline{вход_2} + \overline{вход_3} + вход_4.$$

Значение по умолчанию	Использовать:	НЕТ
	Приоритет:	блоки дискр.вх.
	Функц.блок FD1…16:	
	Функция:	Нет функции
	Управление:	всегда выкл.
	Объединение DIN:	по ИЛИ
	Вход 1…4:	НЕТ
	Инверсия 1…4:	НЕТ

п.3.5.3 Релейные выходы – настройка параметров релейных выходов преобразователя. Для каждого из реле (РЕЛЕ 1, РЕЛЕ 2, РЕЛЕ 3) могут быть настроены следующие параметры:

Функция – выбор функции, выполняемой релейным выходом (см. таблицу 3.7.2);

Инверсия – включение/отключение инверсии функции при управлении реле.

Таблица 3.7.2

Функция	Условия включения реле* (при выключенной инверсии)
Нет функции	Реле не используется
Работа	Переход преобразователя в состояние "работа"
Готовность	Переход преобразователя в состояние "готовность"
Нет аварии	Отсутствие аварийных ситуаций. При выключенном питании преобразователя индицируется состояние "авария".
Нулевая частота	Выходная частота преобразователя равна 0Гц
Частота = уставке	Значение выходной частоты преобразователя равно значению уставки частоты. Функция предназначена только для использования в режиме регулирования "по частоте"!
Частота ниже	Значение выходной частоты преобразователя меньше значения уставки частоты (т.е. фактически осуществляется разгон двигателя). Функция предназначена только для использования в режиме регулирования "по частоте"!
Частота выше	Значение выходной частоты преобразователя больше значения уставки частоты (т.е. фактически осуществляется торможение двигателя). Функция предназначена только для использования в режиме регулирования "по частоте"!
Огр. частоты	Выходная частота преобразователя равна верхнему или нижнему пределу выходной частоты.
Ток выше номинала	Ток двигателя превысил номинальное значение.
Доп.двигатель	В соответствии с заданными настройками требуется включение дополнительного двигателя (см. ***п.3.4*** **"Доп.двигатель"**).

**Примечание: реле включено: замкнуты контакты NO-COM,*
реле выключено: замкнуты контакты NC-COM

Значение по умолчанию	Реле 1 Функция: Нулевая частота Инверсия: ВКЛ Реле 2 Функция: Нет аварии Инверсия: ВЫКЛ Реле 3 Функция: Доп.двигатель Инверсия: ВЫКЛ

п.3.6 Расписание – настройка режима работы преобразователя по заданному расписанию. Для задания расписания работы доступно 16 событий. Для каждого события настраивается время срабатывания и дни недели, по которым это событие будет активироваться. Функция, выполняемая при активации события, настраивается с использованием программируемого функционального контроллера (см. ***п.3.6.1*** **"Функц.блоки расписания"**). Подробное описание функциональных блоков расписания и рекомендуемый порядок настройки приведены в разделе 3.6.3 настоящего руководства.

п.3.6.1 Настройка событий – настройка параметров срабатывания (активации) событий расписания. Всего доступно 16 событий. Для каждого события доступна настройка следующих параметров:
- *Время* – установка времени активации события;
- *Дни недели* – выбор дней недели, по которым в заданное время будет происходить активация события.

Значение по умолчанию	Событие S1…16: Время срабатывания: 00:00 Дни недели: *не выбраны*

При включении питания преобразователя или при смене источника команд или уставки будут выполнены все действия, определяемые событиями расписания на данный момент времени.

п.3.6.2 Функц.блоки расписания
- ***Использовать*** – установка разрешения на использование функциональных блоков расписания. При установленном запрете использования расписание не будет влиять на работу преобразователя.
- ***Приоритет*** – выбор приоритета при одновременной активации функциональных блоков дискретных входов FD и блоков расписания FR с одинаковыми номерами и одинаковыми функциями. Данная настройка дублируется в ***п.3.5.2.5*** **"Функц.блоки дискр.вх."**

- ***Функц.блок FR**** – настройка параметров функциональных блоков. Доступно 16 функциональных блоков FR. Для каждого функционального блока FR настраиваются следующие параметры:

  - *Функция* – просмотр функции, заданной для функционального блока;
  - *Редактир. функцию* – изменение функции, заданной для функционального блока, а также параметров функции;
  - *Текущее состояние* – просмотр текущего состояния функционального блока (активирован/не активирован);
  - *Управление* – настройка источника активации для функционального блока:
    - ➲ *всегда ВЫКЛ* - функциональный блок всегда выключен;
    - ➲ *всегда ВКЛ* - функциональный блок всегда включен;
    - ➲ *от событий* - активация блока происходит в зависимости от срабатывания заданных событий расписания.

- *Вход 1..4* – Выбор событий, подключенных к функциональному блоку.
- *Действие 1* – настройка действия, выполняемого подключенным событием. Каждое событие при срабатывании может включить или выключить функциональный блок. При одновременном срабатывании нескольких событий приоритет будет у события, подключенного ко входу функционального блока с большим номером.

Значение по умолчанию	Использовать: НЕТ Приоритет: блоки дискр.вх. Функц. блок FR1…16 Функция: Нет функции Управление: всегда выкл. Вход 1…4: НЕТ Действие 1…4: выкл FR

.

п.3.7 Настройки связи – настройка параметров связи контроллера преобразователя с пультом дистанционного управления и внешними управляющими контроллерами:

Настройки RS485 (ПЧ) – параметры контроллера преобразователя:
- *Протокол ModBUS* – выбор типа протокола ModBUS ASCII/RTU;
- *Скорость* – настройка скорости связи. Доступные варианты: 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600,115200 бит/с;
- *Адрес* – настройка сетевого адреса контроллера преобразователя. Доступен диапазон адресов 1…126.
- *Описание привода* – настройка текстовой метки (до 15 символов) со справочным описанием привода, подключенного к преобразователю.

Изменения параметров связи будут применены при следующем включении питания преобразователя.
Настройка реакции преобразователя на пропадание связи осуществляется в ***п.3.3.7*** **"Потеря связи"** и ***п.3.3.10*** **"Реакция на аварии"**.

Значение по умолчанию	Протокол ModBUS	ASCII
	Скорость:	115200
	Адрес:	2

Настройки RS485 (пульт) – параметры пульта управления. Для связи с контроллером преобразователя настройки пульта и контроллера должны совпадать.
- *Протокол ModBUS* – выбор типа протокола ModBUS ASCII/RTU;
- *Скорость* – настройка скорости связи. Доступные варианты: 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600,115200 бит/с;
- *Адрес* – настройка сетевого адреса контроллера преобразователя. Доступен диапазон адресов 1…126.
- *Применить* – применение изменений параметров связи для пульта. Для вступления изменений параметров связи пульта в силу обязательно необходимо выбрать данный пункт меню!
- *Отмена* – отмена сделанных изменений параметров связи пульта (отмена изменений действует до выбора пункта меню "*применить*").

Значение по умолчанию	Протокол ModBUS	ASCII
	Скорость:	115200
	Адрес:	2

При несовпадении настроек связи пульта дистанционного управления и контроллера при отсутствии местного пульта управления, возможен перевод преобразователя в режим технологических параметров связи. Подробное описание приведено в разделе 5.4 настоящего руководства.

п.3.8 Дата/время – настройка даты и времени в преобразователе частоты.
Текущее время – просмотр текущей даты и времени;
Установить время – ввод новых значений даты и времени. При вводе даты текущий день недели рассчитывается автоматически.

п.3.9 Управление настройками

Текущие настройки преобразователя могут быть сохранены в памяти контроллера и загружены из нее. Возможно сохранение до двух наборов настроек (профилей). Кроме того, возможен сброс всех настроек в значения по умолчанию (заводские настройки).
Для управления настройками преобразователь должен быть остановлен и должна быть подана команда "СТОП" с пульта управления.

Загрузить настройки – загрузка сохраненных настроек из памяти контроллера преобразователя:

- *…по умолчанию* – при выборе данного пункта меню будет осуществлен сброс всех настроек преобразователя в значения по умолчанию, установленные на заводе-изготовителе. Значения настроек по умолчанию для каждого пункта меню приведены в описании соответствующих пунктов в настоящем руководстве. Сброс настроек не может быть отменен. После сброса все текущие настройки преобразователя будут утеряны.
  Сброс не затрагивает настройки, ранее сохраненные в соответствующих профилях.
- *…из профиля 1* – при выборе данного пункта меню будет загружен набор настроек, ранее сохраненный в профиле 1. После загрузки профиля все текущие настройки преобразователя будут утеряны.
- *…из профиля 2* – при выборе данного пункта меню будет загружен набор настроек, ранее сохраненный в профиле 2. После загрузки профиля все текущие настройки преобразователя будут утеряны.

Сохранить настройки – сохранение текущих настроек в памяти контроллера преобразователя.

- *…в профиль 1* – сохранение текущих настроек в профиль 1.
- *…в профиль 2* – сохранение текущих настроек в профиль 2.

Если загрузка (сохранение) настроек были прерваны пользователем или завершились с ошибкой, то рекомендуется повторить загрузку (сохранение) или проверить значения **всех** параметров преобразователя, так как в противном случае нормальное функционирование преобразователя не гарантируется.

3.7.4 Меню п.4"Журнал событий"

В данном меню осуществляется просмотр журнала возникновения аварийных ситуаций, а также дополнительной технологической информации о режимах работы преобразователя. В журнале событий может быть сохранено не менее 1000 записей.

Просмотр журнала – переход к просмотру журнала событий.
Каждая запись в журнале событий содержит информацию о дате и времени возникновения и исчезновения аварийной ситуации (с указанием ее необходимых характеристик), а также сопутствующую технологическую информацию.
При просмотре переход между записями в журнале осуществляется кнопками "**Пред.**" (более поздняя по времени запись) и "**След.**" (более ранняя по времени запись). Переход к наиболее свежей записи журнала осуществляется кнопкой "**Послед.**".

Помнить позицию – При выбранной настройке "помнить позицию" просмотр журнала начинается с последней просмотренной записи. Если запоминание позиции выключено, то просмотр начинается с последней (наиболее свежей) записи журнала.

3.7.5 Меню п.5"Настройки пульта"

В данном меню осуществляется настройка параметров пульта управления, а также выбор уровня доступа к настройкам преобразователя.

п.5.1 Уровень доступа – выбор уровня доступа к настройкам преобразователя.

Тек. уровень доступа – просмотр текущего установленного уровня доступа;
Ввести пароль – ввод пароля для перехода на соответствующий уровень доступа;
Установить уровень – переход на более низкий уровень доступа без ввода пароля.
Изменить пароль – изменение пароля для текущего и более низких уровней доступа.

Уровень доступа определяет возможность редактирования определенных пунктов меню (см. таблицу 3.7.3). Просмотр настроек и параметров работы преобразователя возможен для всех уровней доступа. По умолчанию установлен уровень доступа 2. При выключении питания преобразователя текущий уровень доступа запоминается.
Если текущего уровня доступа недостаточно для редактирования пункта меню, то при попытке редактирования будет выведен запрос на ввод пароля. Также ввод пароля возможен в любое время с помощью кнопки "**Доступ**". Если введен неверный пароль, то независимо от текущего уровня доступа автоматически устанавливается уровень доступа 0.
По умолчанию в преобразователе установлены следующие пароли:
- уровень доступа 0 – пароль не требуется
- уровень доступа 1 – пароль "1"
- уровень доступа 2 – пароль "22".

Таблица 3.7.3

Пункт меню	Минимальный уровень доступа для редактирования
1. Просмотр параметров	—
2. Настройки режима	
2.1 Уставка частоты	1
2.2 Уставка параметра	1
2.3 Регулирование	2
2.4 Источник уставки	2
2.5 Источник команд	2
3. Настройки ПЧ	2
4. Журнал событий	—
5. Настройки пульта	
5.1 Уровень доступа	0
5.2 Настройки связи с ПЧ	2
5.3 Строка состояния	2
5.4 Настройки экрана	0

п.5.2 Настройки связи с ПЧ – настройка параметров связи пульта управления с контроллером преобразователя.

п.5.2.1 ***Интерфейс связи*** – выбор интерфейса связи, по которому осуществляется подключение пульта управления к контроллеру преобразователя:

- *RS485* – интерфейс RS485, используется при подключении пульта дистанционного управления (ПДУ). Для связи с контроллером преобразователя настройки RS485 пульта и контроллера должны совпадать.
- *Внутр.* – внутренний интерфейс, используется при подключении местного пульта управления.

Значение по умолчанию	Интерфейс связи: Внутр.

п.5.2.2 ***Настройки RS485 (пульт)*** – пункт меню дублирует ***п.3.7.2*** **"Настройки RS485 (пульт)"**

- *Протокол ModBUS* – выбор типа протокола ModBUS ASCII/RTU;
- *Скорость* – настройка скорости связи. Доступные варианты: 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600,115200 бит/с;
- *Адрес* – настройка сетевого адреса контроллера преобразователя. Доступен диапазон адресов 1…126.
- *Применить* – применение изменений параметров связи для пульта. Для вступления изменений параметров связи пульта в силу обязательно необходимо выбрать данный пункт меню!
- *Отмена* – отмена сделанных изменений параметров связи пульта (отмена изменений действует до выбора пункта меню "*применить*").

Значение по умолчанию	Протокол ModBUS ASCII Скорость: 115200 Адрес: 2

При несовпадении настроек связи пульта дистанционного управления и контроллера при отсутствии местного пульта управления, возможен перевод преобразователя в режим технологических параметров связи. Подробное описание приведено в разделе 5.3 настоящего руководства.

п.5.2.3 ***Отключиться от линии*** – при одновременном подключении по интерфейсу RS485 нескольких ПДУ или управляющих контроллеров управление преобразователем может осуществляться только от одного из них. Для корректной работы все остальные ПДУ (управляющие контроллеры) должны быть отключены физически (отключение разъема связи) или программно. При выборе данного пункта меню производится программное отключение пульта управления от преобразователя, при этом на экран выводится надпись: "СВЯЗЬ ОТКЛЮЧЕНА". Последующее подключение связи осуществляется кнопкой "**Подключить**".
Примечание: программное отключение пульта управления от преобразователя будет выполнено независимо от выбранного интерфейса связи

п.5.3 Строка состояния – настройка параметров, отображаемых в строке статуса и на экране состояния (см. раздел 3.2 настоящего руководства). Возможно отображение любых трех параметров согласно таблице 3.7.4.

Таблица 3.7.4

Отображаемый параметр	Описание
пусто	поле строки статуса пустое
Состояние	Текущее состояние преобразователя (согласно таблице 9)
Выходной ток	Текущее действующее значение выходного тока преобразователя, усредненное по 3 фазам
Частота	Текущее значение выходной частоты преобразователя
Мощность	Текущее значение активной мощности, потребляемой двигателем
Дата	Текущая дата, установленная в преобразователе
Время	Текущее время, установленное в преобразователе
Уст.частоты	Текущее значение уставки частоты
Уст.параметра	Текущее значение уставки параметра
Параметр	Текущее значение показаний датчика технологического параметра

Значение по умолчанию	Позиция 1: Состояние Позиция 2: Частота Позиция 3: Выходной ток

п.5.4 Настройки экрана – настройка параметров дисплея пульта управления.

- *Подсветка* – настройка яркости подсветки экрана;
- *Контрастность* – настройка контрастности изображения на экране;
- *Показ. статус через* – настройка паузы отображения экрана статуса после последнего нажатия кнопок. Диапазон настройки 0…3600с.
- *Откл. подсветки через* – настройка паузы автоматического гашения подсветки экрана после последнего нажатия кнопок. Диапазон настройки 0…600минут. При установке 0 минут автогашение подсветки производиться не будет. Включение подсветки будет произведено автоматически при нажатии любой кнопки.

Значение по умолчанию	Подсветка: 50% Контрастность: 50% Показ.статус через: 300с Откл.подсветки через: 3мин

Сброс настроек подсветки и контрастности дисплея в значения по умолчанию осуществляется при одновременном нажатии кнопок ••• и • при отображаемом экране состояния.

4. ПРИМЕРЫ НАСТРОЙКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

4.1 Пример настройки для КНС

На канализационно-насосных станциях (КНС) преобразователь управляет двигателем привода насоса, откачивающего жидкость из резервуара.

Внимание! Необходимо внимательно подойти к выбору минимальной допустимой частоты вращения двигателя! При работе частотно-регулируемого привода на КНС с понижением частоты вращения двигателя снижается скорость потока в трубопроводах и возрастает вероятность заиливания труб и приямка! Кроме того, при низких частотах вращения производительность насоса существенно снижается и не обеспечивает регулирования уровня жидкости в резервуаре.

К дискретным входам подключаются датчики уровня жидкости в резервуаре. Обычно контролируется минимальный, максимальный уровень жидкости и один или несколько промежуточных уровней (см. рисунок 4.1.1). Для обеспечения работы насоса с регулированием производительности в зависимости от уровня жидкости, необходимо наличие не менее 3 датчиков уровня. Рассмотрим пример, когда датчики уровня подключены ко входам DIN1, DIN2 и DIN3 (в порядке повышения уровня жидкости в резервуаре).

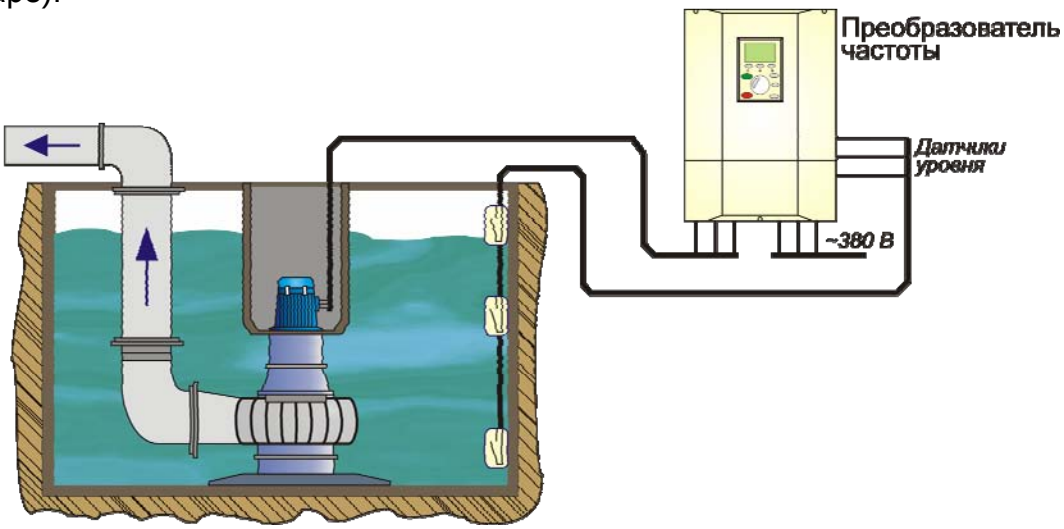


Рисунок 4.1.1 – Использование преобразователя на КНС

Так как используемые датчики уровня имеют нормально разомкнутые контакты, то для дискретных входов устанавливается настройка "активация при замыкании" (см. ***п.3.5.2.2*** **"Дискретные входы: условия активации"**).

Реакция преобразователя на срабатывание каждого датчика уровня (на активацию дискретного входа) определяется настройкой функциональных блоков FD.

При использовании датчиков уровня неправильная последовательность активации дискретных входов указывает на неисправность одного из датчиков (произошло залипание контактов датчика или обрыв соединительных проводов). Реакция преобразователя на такую ситуацию определяется технологическими требованиями к объекту:

- если такая ситуация считается недопустимой, то в настройках дискретных входов для DIN1, DIN2 и DIN3 следует установить необходимость контроля последовательности срабатывания. В меню **п.3.3.10** **"Реакция на аварию"** установить желаемую реакцию преобразователя на неправильную последовательность активации DIN (кроме "предупреждение"). В настройках выполняемых действий блоков FD

команда ПУСК должна быть установлена только для входа DIN1 (нижний датчик уровня).

- если при неправильной последовательности срабатывания датчиков двигатель должен оставаться в работе, при этом производительность насоса должна соответствовать максимальному из активированных датчиков, то устанавливать необходимость контроля последовательности не требуется. (При настройке необходимости контроля последовательности и установке типа реакции "предупреждение" преобразователь останется в работе, однако в журнале событий будет сделана соответствующая запись). В настройках выполняемых действий блоков FD необходимо продублировать команду ПУСК для каждого дискретного входа (DIN1, DIN2 и DIN3).

Предположим, что при неправильной последовательности активации дискретных входов преобразователь должен оставаться в работе.

Для определения необходимых настроек преобразователя при работе на КНС с 3 датчиками уровня составим таблицу, описывающую желаемый режим работы преобразователя:

Таблица 4.1.1

	Активированные датчики (дискретные входы)	**Желаемая реакция преобразователя**
Подъем уровня жидкости	—	Жидкость в резервуаре опустилась ниже уровня нижнего датчика. Двигатель остановлен.
	Нижний датчик (DIN1)	Жидкость в резервуаре поднялась до уровня нижнего датчика. Двигатель остановлен.
	Нижний датчик (DIN1) Средний датчик (DIN2)	Жидкость в резервуаре поднялась выше уровня среднего датчика. Производится пуск двигателя на частоту, при которой достигается требуемая промежуточная производительность.
	Нижний датчик (DIN1) Средний датчик (DIN2) Верхний датчик (DIN3)	Жидкость в резервуаре поднялась выше верхнего датчика (резервуар полностью заполнен). Производится разгон двигателя до частоты, обеспечивающий номинальную производительность.
Опускание уровня жидкости	Нижний датчик (DIN1) Средний датчик (DIN2)	Жидкость в резервуаре опустилась ниже уровня верхнего датчика. Насос продолжает работать с номинальной производительностью.
	Нижний датчик (DIN1)	Жидкость в резервуаре опустилась ниже уровня среднего датчика. Двигатель тормозится до частоты, обеспечивающей требуемую промежуточную производительность.
	—	Жидкость в резервуаре опустилась ниже уровня нижнего датчика. Производится останов двигателя.

Анализ таблицы 4.1.1 показывает:

- при отсутствии активированных датчиков двигатель должен быть остановлен;
- когда активирован только нижний датчик уровня необходимо сохранять имеющееся значение частоты (0Гц или 20Гц);
- когда активированы только нижний и средний датчики уровня (при подъеме жидкости, т.е. до активации верхнего датчика уровня) необходимо установить выходную частоту 20Гц; при опускании уровня жидкости (т.е. после снятия активации верхнего датчика) необходимо сохранить имеющееся значение частоты.
- при активации всех датчиков уровня необходимо повышать выходную частоту до 50Гц. При снятии активации верхнего датчика повышение частоты необходимо прекратить и зафиксировать имеющееся значение частоты.

Рисунок 4.1.2

Таким образом, получаем следующие необходимые настройки для функциональных блоков дискретных входов:

Таблица 4.1.2

	FD1 "ПУСК"	FD2 "СТОП"	FD3 "Задать частоту 0Гц"	FD4 "Идти к диапазону 0…20Гц"	FD5 "Идти к диапазону 20…50Гц"	FD6 "Идти к частоте 50Гц"
вход 1	DIN1	DIN1 (инв)		DIN1	DIN2	DIN3
вход 2	DIN2	DIN2 (инв)				
вход 3	DIN3	DIN3 (инв)				
вход 4						
Объединение входов	*ИЛИ*	*И*				
Управление	от DIN	от DIN	включен всегда	от DIN	от DIN	от DIN

При такой настройке при активации любого датчика уровня будет произведен пуск двигателя. Выходная частота преобразователя будет определяться активными датчиками (чем выше уровень жидкости – тем больше номер функционального блока и выше его приоритет). При колебании уровня жидкости в резервуаре выходная частота будет изменяться в диапазоне 20-50Гц. Останов двигателя произойдет только тогда, когда все датчики уровня будут неактивны.

Таким образом, получаем следующий рекомендуемый порядок настройки при использовании преобразователя на КНС:

1. Выполнить действия, рекомендуемые при пробном пуске преобразователя (см. раздел 2.6 настоящего руководства)
2. Подключить необходимые датчики уровня к дискретным входам в порядке, соответствующем повышению уровня жидкости в резервуаре.
3. Задать следующие настройки режима работы преобразователя:
   - **п.2.3** **"Регулирование: частота";**
   - **п.2.4** **"Источник уставки: дискр.входы";**
   - **п.2.5** **"Источник команд: диск.входы".**
4. Задать настройку ограничения диапазона выходных частот преобразователя:
   - **п.3.1.1** **"Настройки частоты" – Мин. частота: 20Гц, Макс.частота: 50Гц**
5. Задать настройки функциональных блоков FD согласно таблице 4.1.2. Установить разрешение на использование функциональных блоков FD.

4.2 Пример настроек для станций водозабора

Применение преобразователей на водозаборных станциях аналогично применению на КНС, с той разницей, что здесь производится накачка жидкости в резервуар. Как и на КНС, к дискретным входам преобразователя подключаются датчики уровня жидкости в резервуаре (см. рисунок 4.2.1).

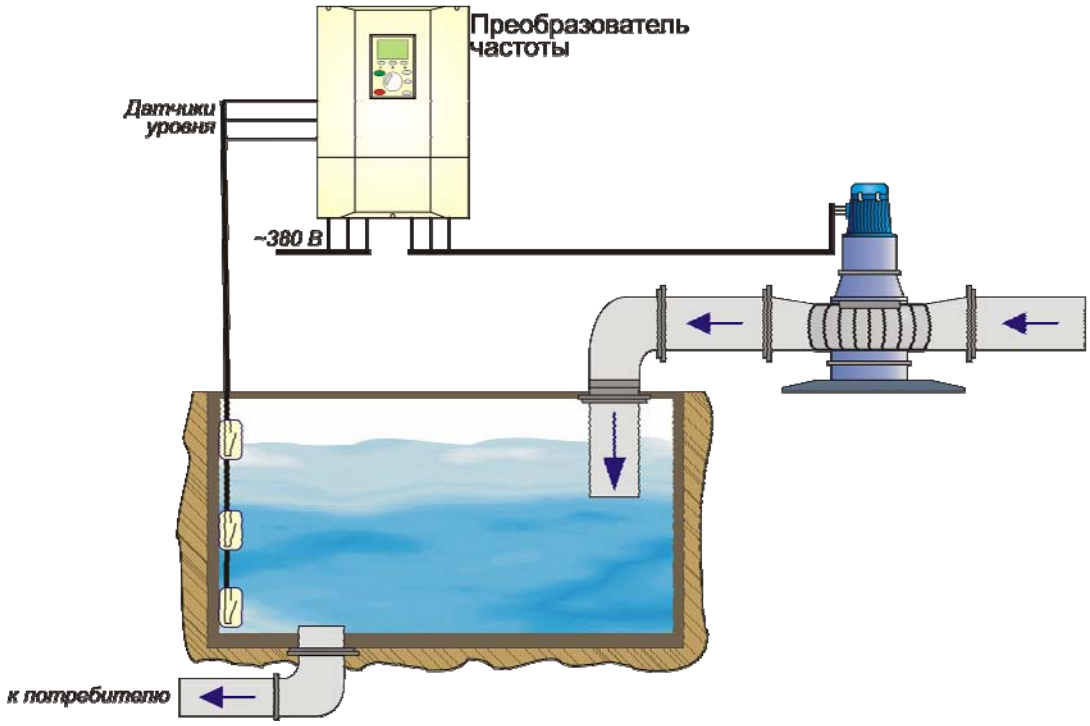


Рисунок 4.2.1 – Использование преобразователя на станциях водозабора

Замечания по поводу настройки реакции преобразователя на неверную последовательность активации датчиков также аналогичны приведенным в примере настроек для КНС.

Так как используемые датчики уровня имеют нормально разомкнутые контакты, то для дискретных входов устанавливается настройка "активация при замыкании" (см. ***п.3.5.2.2*** **"Дискретные входы: условия активации"**).

Также предположим, что при неправильной последовательности активации дискретных входов преобразователь должен оставаться в работе.

Для определения необходимых настроек преобразователя при работе на КНС с 3 датчиками уровня составим таблицу, описывающую желаемый режим работы преобразователя:

Таблица 4.2.1

	Активированные датчики (дискретные входы)	Желаемая реакция преобразователя
Подъем уровня жидкости	—	Жидкость в резервуаре ниже уровня нижнего датчика. Двигатель работает с максимальной производительностью.
	Нижний датчик (DIN1)	Жидкость в резервуаре поднялась до уровня нижнего датчика. Двигатель работает с максимальной производительностью.
	Нижний датчик (DIN1) Средний датчик (DIN2)	Жидкость в резервуаре поднялась выше уровня среднего датчика. Выходная частота преобразователя снижается до значения, при котором обеспечивается требуемая промежуточная производительность.
	Нижний датчик (DIN1) Средний датчик (DIN2) Верхний датчик (DIN3)	Жидкость в резервуаре поднялась выше верхнего датчика (резервуар полностью заполнен). Двигатель остановлен.
Опускание уровня жидкости	Нижний датчик (DIN1) Средний датчик (DIN2)	Жидкость в резервуаре опустилась ниже уровня верхнего датчика. Двигатель остановлен.
	Нижний датчик (DIN1)	Жидкость в резервуаре опустилась ниже уровня среднего датчика. Производится пуск двигателя на частоту, при которой обеспечивается требуемая промежуточная производительность.
	—	Жидкость в резервуаре опустилась ниже уровня нижнего датчика. Двигатель работает с максимальной производительностью.

Анализ таблицы 4.2.1 показывает:

- при отсутствии активированных датчиков двигатель работать с максимальной производительностью (50Гц);
- когда активирован только нижний датчик уровня, то при понижении уровня жидкости (т.е. после снятия активации датчика среднего уровня) необходимо сохранять имеющееся значение частоты; при подъеме уровня жидкости (до активации датчика среднего уровня) необходимо работать с максимальной производительностью (выходная частота 50Гц);
- когда активированы только нижний и средний датчики уровня, то при подъеме уровня жидкости (т.е. до активации верхнего датчика уровня) необходимо установить выходную частоту 20Гц; при понижении уровня жидкости (т.е. после снятия активации верхнего датчика) двигатель должен быть остановлен;
- когда активированы все датчики уровня (резервуар полностью заполнен), то двигатель должен быть остановлен.

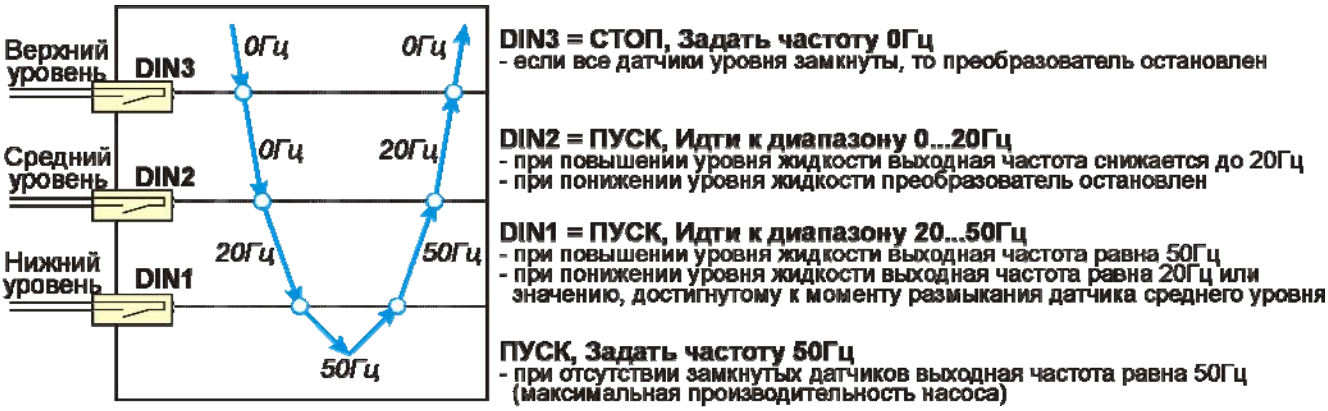


Рисунок 4.2.2

Таким образом, получаем следующие необходимые настройки для функциональных блоков дискретных входов:

Таблица 4.2.2

	FD1 "ПУСК"	**FD2 "СТОП"**	**FD3 "Задать частоту 50Гц"**	**FD4 "Идти к диапазону 20…50Гц"**	**FD5 "Идти к диапазону 0…20Гц"**	**FD6 "Задать частоту 0Гц"**
вход 1	DIN1 (инв)	DIN1		DIN1	DIN2	DIN3
вход 2	DIN2 (инв)	DIN2				
вход 3	DIN3 (инв)	DIN3				
вход 4						
Объединение входов	*ИЛИ*	*И*				
Управление	от DIN	от DIN	включен всегда	от DIN	от DIN	от DIN

При такой настройке пуск двигателя будет произведен, если хотя бы один из датчиков уровня будет неактивен (разомкнут). Выходная частота преобразователя будет определяться активными датчиками (чем выше уровень жидкости – тем больше номер функционального блока и выше его приоритет). При колебании уровня жидкости в резервуаре выходная частота будет изменяться в диапазоне 20-50Гц. Останов двигателя произойдет только тогда, когда все датчики уровня будут активны (замкнуты).

Таким образом, получаем следующий рекомендуемый порядок настройки при использовании преобразователя на станциях водозабора:

1. Выполнить действия, рекомендуемые при пробном пуске преобразователя (см. раздел 2.6 настоящего руководства)
2. Подключить необходимые датчики уровня к дискретным входам в порядке, соответствующем повышению уровня жидкости в резервуаре.
3. Задать следующие настройки режима работы преобразователя:
   - **п.2.3** **"Регулирование: частота";**
   - **п.2.4** **"Источник уставки: дискр.входы";**
   - **п.2.5** **"Источник команд: диск.входы".**
4. Задать настройку ограничения диапазона выходных частот преобразователя:
   - **п.3.1.1** **"Настройки частоты" – Мин. частота: 20Гц, Макс.частота: 50Гц**
5. Задать настройки функциональных блоков FD согласно таблице 4.2.2. Установить разрешение на использование функциональных блоков FD.

4.3 Пример настроек для тягодутьевых механизмов котельных

Основным назначением тягодутьевых механизмов является создание оптимального режима горения топлива в топке котла во всем диапазоне производительности котельной установки. Необходимый для горения топлива воздух подается в топку котла с помощью дутьевых вентиляторов. Дымососы используются для создания в топке разряжения, при котором происходит удаления продуктов горения и вредных воздушных примесей.

При отсутствии регулятора скорости вращения изменение производительности вентилятора и дымососа производится при помощи многоосных дроссельных заслонок (шиберов). Для управления шибером используются сигналы «открыть шибер» и «закрыть шибер», формируемые в контуре управления шиберами (например, регулятором Р25). Сигналы формируются в зависимости от величины рассогласования между заданным и текущим значением давления (разряжения) в трубопроводе. Длительность подачи сигналов определяет площадь поперечного сечения трубопровода и объем перекачиваемого воздуха. При таком способе регулирования расходуется дополнительная мощность вентилятора (дымососа) на создание перепада давления воздуха на регулирующем устройстве.

Для исключения потерь мощности используется управление скоростью вращения дымососа (вентилятора) от преобразователя частоты. Подключение преобразователя частоты осуществляется к имеющемуся контуру управления шиберами (например, к регулятору Р25). Шибера при работе преобразователя переводятся в положение "полностью открыто", а регулирование разряжения или избыточного давления осуществляется путем плавного изменения частоты вращения дымососов или вентиляторов. При этом сигнал "открыть шибер" соответствует увеличению частоты вращения двигателя (а, следовательно, и увеличению разряжения/давления), а сигнал "закрыть шибер" – понижению частоты (разряжения/давления)

Установка преобразователя частоты не исключает возможности регулирования потока воздуха шиберами; такая система может рассматриваться как резервная.

Сигналы управления шиберами подключаются к дискретным входам преобразователя; для корректной работы необходимо установить настройки активации дискретных входов (активация при замыкании или при размыкании).

Управление пуском и остановом преобразователя может осуществляться, например, следующими способами:

- от пульта управления. В этом случае необходимо задать настройку
  п.2.5 **"Источник команд: пульт".**
- от кнопочного поста оператора. В этом случае управляющий сигнал подключается к дискретному входу преобразователя при настройке
  п.2.5 **"Источник команд: дискр.входы".**

Предположим, что управление пуском и остановом осуществляется от пульта управления.

Для определения необходимых настроек преобразователя составим таблицу, описывающую желаемый режим работы преобразователя:

Таблица 4.3.1

Активные сигналы (дискретные входы)	Желаемая реакция преобразователя
Открыть шибер (DIN1)	При активной команде "открыть шибер" выходная частота повышается от текущего до максимального значения (50Гц). При снятии активизации входа выходная частота зафиксируется на значении, достигнутом к моменту снятия активизации.
Закрыть шибер (DIN2)	При активной команде "закрыть шибер" выходная частота понижается от текущего до минимального значения (25Гц). При снятии активизации входа выходная частота зафиксируется на значении, достигнутом к моменту снятия активизации.
—	В случае отсутствия активированных контактов выходная частота не изменяется (остается равной значению, достигнутом к моменту снятия активации входов)
Открыть шибер (DIN1) Закрыть шибер (DIN2)	Одновременная активация сигналов "открыть шибер" и "закрыть шибер" свидетельствует о неисправности в работе системы. При возникновении подобной ситуации преобразователь может не изменять текущего значения выходной частоты или может сформировать аварийную ситуацию с плавным остановом двигателя – см.пояснения к таблице 4.3.2.

Таким образом, получаем следующие необходимые настройки для функциональных блоков дискретных входов:

Таблица 4.3.2

	FD1 "Задать частоту 25Гц"	**FD2 "Идти к частоте 50Гц"**	**FD3 "Идти к частоте 25Гц"**	**FD4 "Внешняя авария 1"**
вход 1		DIN1	DIN1 (инв)	DIN1
вход 2		DIN2 (инв)	DIN2	DIN2
вход 3				
вход 4				
Объединение входов		*И*	*И*	*И*
Управление	включен всегда	от DIN	от DIN	от DIN

При такой настройке при поступлении команды ПУСК от пульта управления выходная частота будет установлена в минимальное значение (25Гц). Далее при поступлении сигналов "открыть шибер" или "закрыть шибер" выходная частота будет изменяться в диапазоне 25-50Гц. При одновременной активации сигналов "открыть шибер" и "закрыть шибер" преобразователь не будет изменять выходную частоту (в случае, если указанная настройка для FD4 не будет задана), или же сформирует аварийную ситуацию "Внешняя авария 1" (при задании указанных настроек FD4 и настройке **п.3.3.10** **"Реакция на аварию…" ВНЕШНЯЯ АВАРИЯ 1: штатный останов** или **ВНЕШНЯЯ АВАРИЯ 1: Крит. штатный останов**).

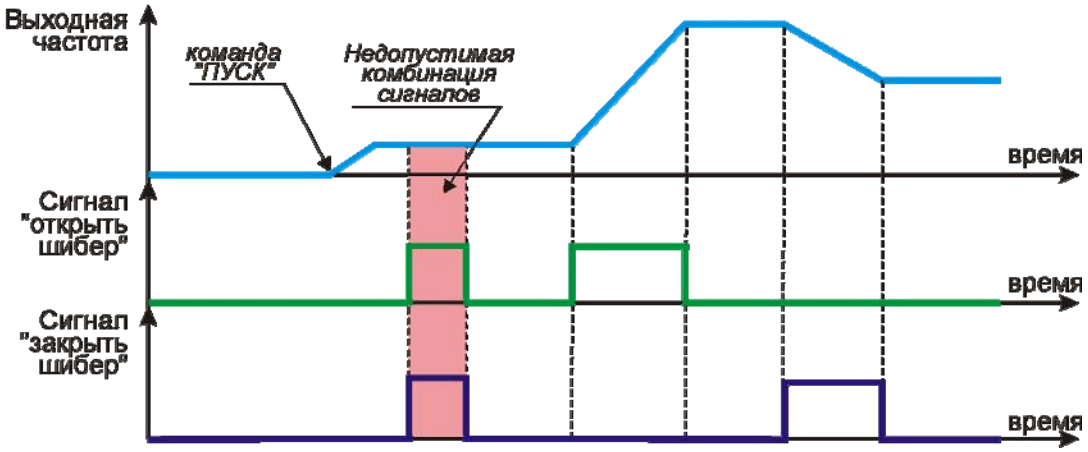


Рисунок 4.3.1 – Сигналы управления дымососом

Таким образом, получаем следующий рекомендуемый порядок настройки при использовании преобразователя для управления тягодутьевыми механизмами котельной:

1. Выполнить действия, рекомендуемые при пробном пуске преобразователя (см. раздел 2.6 настоящего руководства)
2. Подключить управляющие сигналы "открыть шибер" и "закрыть шибер" к дискретным входам преобразователя.
3. Задать следующие настройки режима работы преобразователя:
   - **п.2.3** **"Регулирование: частота";**
   - **п.2.4** **"Источник уставки: дискр.входы";**
   - **п.2.5** **"Источник команд: пульт"** (при управлении пуском и остановом преобразователя от пульта управления)
4. Задать настройку ограничения диапазона выходных частот преобразователя:
   - **п.3.1.1** **"Настройки частоты" – Мин. частота: 20Гц, Макс.частота: 50Гц**
5. Задать необходимые характеристики разгона/торможения двигателя. Помните, что в вентиляторном оборудовании при задании больших темпов разгона возможно возникновение токовой перегрузки двигателя, а при больших темпах торможения (при отсутствии тормозного резистора) – возникновение перенапряжения в звене постоянного тока преобразователя.
6. Задать настройки функциональных блоков FD согласно таблице 4.3.2. Установить разрешение на использование функциональных блоков FD.

4.4 Пример реализации кнопочного поста управления

Под кнопочным постом управления понимается одна или несколько кнопок, предназначенных для управления преобразователем.

Один из возможных вариантов набора кнопок поста приведен в таблице 4.4.1. Кнопки подключаются в произвольном порядке к дискретным входам, не задействованные для управления преобразователем в технологическом процессе.

Таблица 4.4.1

Назначение кнопки	Подключение к дискретному входу	Желаемая реакция преобразователя
ПУСК (без фиксации)	DIN1	Плавный запуск двигателя при нажатии кнопки. При отжатии кнопки двигатель остается в работе.
ОСТАНОВ (без фиксации)	DIN2	Плавный останов двигателя при нажатии кнопки. При отжатии кнопки двигатель остановлен, блокировки пуска не происходит.
ЭКСТРЕННЫЙ ОСТАНОВ (с фиксацией)	DIN3	При нажатии кнопки - отключение выхода преобразователя, останов двигателя самовыбегом. Блокировка запуска двигателя при нажатой кнопке. При отжатии кнопки блокировка пуска снимается.
ПУСК / БЛОКИРОВКА (с фиксацией)	DIN4	Плавный запуск двигателя при нажатии кнопки и плавный останов при отжатии. Блокировка пуска при отжатой кнопке

Подобный кнопочный пост управления может располагаться как в непосредственной близости от преобразователя, так и на удалении до 100м. Управление от подобного кнопочного поста управления работает при любом установленном источнике уставки; однако должен быть установлен источник команд **п.2.5** **"Источник команд: дискр.входы"**. В противном случае с кнопочного поста управления можно будет осуществить только останов и блокировку пуска преобразователя.

Предполагаем, что все кнопки имеют нормально разомкнутые контакты, поэтому в **п.3.5.2** **"Дискретные входы"** для всех используемых входов задаем настройку "активация при замыкании".

Таким образом, с учетом таблицы 4.4.1 получаем следующие необходимые настройки для функциональных блоков дискретных входов:

Таблица 4.4.2

	FD1 "ПУСК"	FD2 "СТОП"	FD3 "ЭКСТР.СТОП"
вход 1	DIN1	DIN2	DIN3
вход 2	DIN4	DIN4 (инв)	
вход 3			
вход 4			
Объединение входов	*ИЛИ*	*ИЛИ*	
Управление	от DIN	от DIN	от DIN

Таким образом, получаем следующий рекомендуемый порядок настройки при использовании преобразователя с управлением от кнопочного поста:

1. Выполнить действия, рекомендуемые при пробном пуске преобразователя (см. раздел 2.6 настоящего руководства).
2. Подключить кнопки поста управления к дискретным входам преобразователя.
3. Задать следующие настройки режима работы преобразователя:
   - **п.2.5** **"Источник команд: пульт"** (при управлении пуском и остановом преобразователя от пульта управления)
   - выбрать желаемый режим регулирования и желаемый источник уставки;
4. Задать настройки функциональных блоков FD согласно таблице 4.4.2. Установить разрешение на использование функциональных блоков FD.

4.5 Многоскоростное управление

Под многоскоростным управлением понимается режим работы, при котором уставка выходной частоты преобразователя определяется из заранее запрограммированного ряда в зависимости от комбинации управляющих сигналов.

Рассмотрим пример многоскоростного управления от трех бесконтактных датчиков, подключенных к дискретным входам преобразователя. При срабатывании датчиков необходимо изменять частоту вращения двигателя по следующей схеме:

Таблица 4.5.1

Датчик 1 (DIN1)	Датчик 2 (DIN4)	Датчик 3 (DIN8)	Уставка частоты
0	0	0	СТОП
1	0	0	15 Гц
1	1	0	25 Гц
0	1	0	35 Гц
0	1	1	45 Гц
0	0	1	50 Гц

Предположим, что все датчики имеют нормально замкнутые контакты, поэтому в **п.3.5.2** **"Дискретные входы"** для используемых входов задаем настройку "активация при размыкании".

Необходимые настройки для функциональных блоков приведены в таблице 4.5.2.

Таблица 4.5.2

	FD1 "ПУСК"	FD2 "СТОП"	FD3 "Задать частоту 15Гц"	FD4 "Задать частоту 25Гц"	FD5 "Задать частоту 35Гц"	FD6 "Задать частоту 45Гц"	FD7 "Задать частоту 50Гц"
вход 1	DIN1	DIN1 (инв)	DIN1	DIN1	DIN1 (инв)	DIN1 (инв)	DIN1 (инв)
вход 2	DIN4	DIN4 (инв)	DIN4 (инв)	DIN4	DIN4	DIN4	DIN4 (инв)
вход 3	DIN8	DIN8 (инв)	DIN8 (инв)	DIN8 (инв)	DIN8 (инв)	DIN8	DIN8
вход 4							
Объединение входов	*ИЛИ*	*И*	*И*	*И*	*И*	*И*	*И*
Управление	от DIN	от DIN	от DIN	от DIN	от DIN	от DIN	от DIN

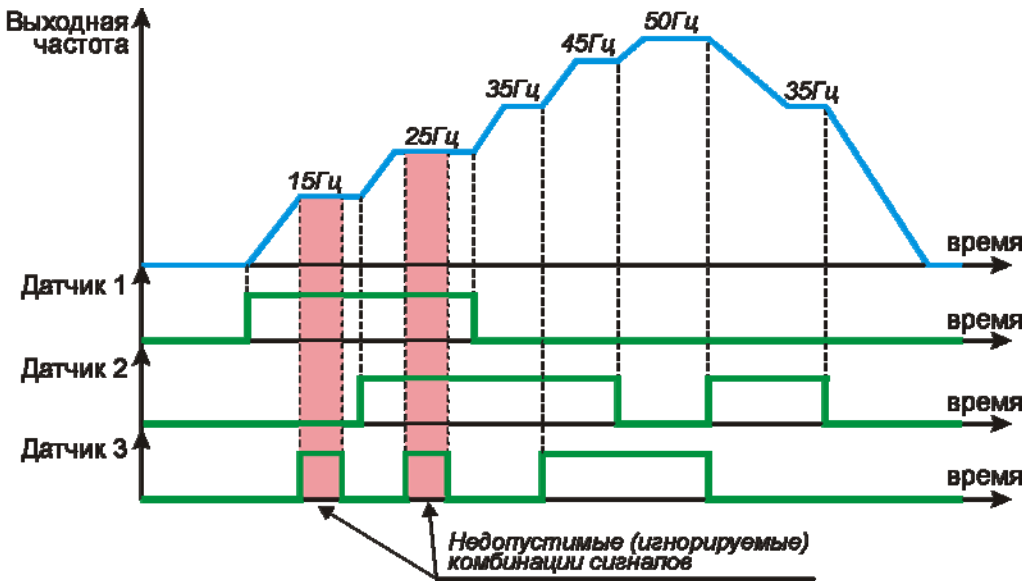


Рисунок 4.5.1

Рекомендуемый порядок настройки при использовании преобразователя с многоскоростным управлением:

1. Выполнить действия, рекомендуемые при пробном пуске преобразователя (см. раздел 2.6 настоящего руководства)
2. Подключить необходимые датчики к дискретным входам преобразователя.
3. Задать следующие настройки режима работы преобразователя:
   - **п.2.3** **"Регулирование: частота";**
   - **п.2.4** **"Источник уставки: дискр.входы";**
   - **п.2.5** **"Источник команд: диск.входы".**
4. Задать настройки функциональных блоков FD согласно таблице 4.5.2. Установить разрешение на использование функциональных блоков FD.

4.6 Разгон механизма с выбором люфта

В некоторых механизмах (например, с редукторными передачами) после поступления команды "ПУСК" необходимо осуществить разгон двигателя на некоторую минимальную скорость, после чего выждать паузу, необходимую для выбора зазора (люфта) в механизме.

Для реализации такого режима работы необходимо осуществить следующую настройку диапазонов разгона/торможения двигателя (см. **п.3.1.2 "Разгон/торможение"**):

- Тип кривой разгона: Кривая пользователя.
- Тип кривой торможения: линейная или кривая пользователя в зависимости от необходимости осуществлять выдержку на минимальной скорости при торможении двигателя.
- Кривая пользователя:

Диапазон 1: задать необходимый диапазон от 0Гц до минимальной скорости, при которой должен происходить выбор зазора в механизме. Задать желаемый темп разгона и торможения для диапазона 1.

Диапазон 2: задать малую ширину диапазона (например, 0,1Гц). Установить темп разгона согласно формуле:

$$Темп\ \ разгона = \frac{ширина\ \ диапазона}{необходимая\ длительность\ выбора\ \ зазора}.$$

Темп торможения для диапазона 2 установить равным темпу разгона (если необходимо осуществлять выдержку на минимальной скорости при торможении двигателя).

Диапазон 3 и 4: задать произвольные требуемые диапазоны с необходимыми темпами разгона/торможения.

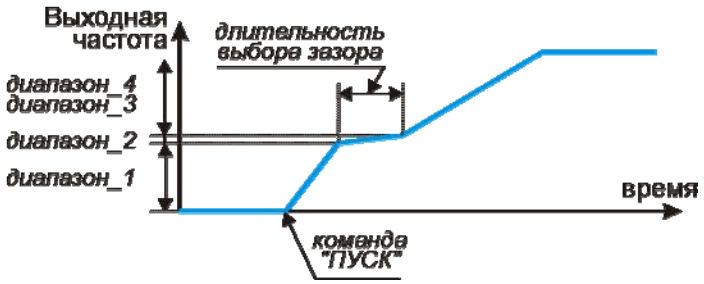


Рисунок 4.6.1

5. АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ И РАЗРЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ

5.1 Возможные проблемы и способы их устранения

В данном разделе рассмотрены типовые ситуации, когда аварийные состояния преобразователя отсутствуют, однако функционирование преобразователя не совпадает с ожиданиями пользователя. Как правило, такие ситуации связаны с неправильными настройками преобразователя или изменениями в характеристиках привода. Типовые проблемы и способы их устранения приведены в таблице 5.1.1. В случае возникновения аварийных ситуаций обратитесь к разделам 5.2 и 5.3 настоящего руководства.

Таблица 5.1.1 – Возможные проблемы и способы их устранения

Характеристика проблемы	Рекомендации по устранению
Двигатель не запускается	1) Проверьте подключение двигателя 2) Проверьте управляющие сигналы: - отсутствуют команды "СТОП" от каких-либо источников (см. **п.1.3** **"Активные команды СТОП"**); - установлены желаемые режим регулирования, источник задания и источник команд. При выбранных источнике задания/уставки "Дискретные входы" или "расписание" проверьте установку разрешения использования функциональных блоков дискретных входов и/или расписания; - имеется команда "ПУСК" от выбранного источника команд. 3) Проверьте, что установлено ненулевое значение сигнала задания, и что задание частоты не меньше чем установленная стартовая частота 4) При работе в режиме ПИД-регулирования убедитесь, что значение уставки параметра не меньше показаний датчика обратной связи. 5) При использовании в качестве источника задания аналогового входа проверьте правильность калибровки входа. 6) Возможно, не истекло время паузы с момента последнего останова двигателя или после возникновения аварийной ситуации (преобразователь находится в состоянии "Ожидание")
Большая разница между заданной и фактической скоростью вращения (в режиме регулирования "по частоте"). Скорость вращения не увеличивается.	1) Проверьте значение задания скорости 2) Проверьте, что задание скорости не выходит за границы допустимого диапазона частот (см. **п.3.1.1.2** **"Мин.частота"** и **п.3.1.1.3** **"Макс.частота"**) 3) Проверьте отсутствие активированных функциональных блоков с функцией "Огр.частоты" 4) Проверьте ток двигателя; возможно, срабатывает функция токоограничения (см. **п.1.3.4** **"Флаги контроллера"**: отсутствие флагов "запрет разгона", "требование торможения").
Неравномерный разгон или торможение двигателя. Неравномерное вращение двигателя после окончания разгона.	1) Проверьте настройку характеристики U/f преобразователя (см. **п.3.1.3** **"Настройки U/F"**). В результате неверной настройки может срабатывать функция токоограничения. 2) Проверьте, что установлено не слишком большое значение стартовой частоты (**п.3.1.1.1** **"Старт. частота"**) 3) Проверьте равномерность нагрузки двигателя.
Большой ток двигателя (при этом отключения по защите не происходит)	1) Проверьте величину нагрузки двигателя 2) Проверьте настройку характеристики U/f преобразователя

5.2 Поиск причин возникновения аварийных ситуаций

Подробное описание системы защит преобразователя приведено в разделе 3.5 настоящего руководства.

При поиске причин возникновения аварийных ситуаций следует обратить внимание на следующие основные положения:

- Каждый преобразователь проходит на предприятии—изготовителе 100% выходной контроль, поэтому появление сбоев в работе преобразователя при настройке или вскоре после нее скорее всего свидетельствует и неверной настройке преобразователя или о его неправильном подключении.
- Возникновение аварийных ситуаций после длительной бесперебойной работы обычно происходит из-за изменений свойств электропривода (например, в результате износа) или из-за несанкционированного изменения настроек преобразователя.
- Регулярное появление сбоев без видимых причин обычно происходит при невыполнении требований к обеспечению электромагнитной совместимости при установке и/или эксплуатации преобразователя.

Возможные причины возникновения аварийных ситуаций и рекомендации по их устранению приведены в таблице 5.2.1. При невозможности самостоятельно обнаружить и устранить причину аварии обратитесь в технические центры, указанные в паспорте на преобразователь. Перед обращением в технический центр убедитесь, что возникшая авария не была вызвана никакими из причин, приведенных в таблице 5.2.1, и что Вы не можете устранить ее самостоятельно.

При возникновении аварийной ситуации с кодом, не указанным в таблице 5.2.1 - обратитесь в технические центры, указанные в паспорте на преобразователь.

Таблица 5.2.1 – Возможные причины возникновения аварийных ситуаций и рекомендации по их устранению

Код аварии	Возможная причина возникновения	Рекомендации по устранению
Перегрев профиля	Повышение температуры окружающей среды. Неисправность вентилятора системы охлаждения. Длительная перегрузка преобразователя.	Проверьте условия эксплуатации и работу встроенных вентиляторов охлаждения. При необходимости, замените вентиляторы. Проверьте, что в межреберном пространстве силового радиатора преобразователя отсутствуют посторонние предметы, при необходимости продуйте радиатор сжатым воздухом. Проверьте нагрузку на валу двигателя.
Низкая темп. проф.	Снижение температуры окружающей среды ниже допустимых пределов	Проверьте условия эксплуатации. При необходимости обеспечьте обогрев преобразователя
Авария торм. ключа	Короткое замыкание или слишком низкое сопротивление цепи тормозного резистора. Неисправность драйверов силовых ключей инвертора или отказ силовых ключей инвертора.	Проверьте цепь тормозного резистора. Свяжитесь с ближайшим сервисным центром.
Авария драйверов	Короткое замыкание в цепи двигателя (если также имеются аварии "Апп.защита тока" или "Критический ток"). Неисправность драйверов силовых ключей инвертора или отказ силовых ключей инвертора.	Проверьте исправность кабелей подключения двигателя. Свяжитесь с ближайшим сервисным центром.
Апп. защита тока	Короткое замыкание в цепи двигателя. Резкое изменение нагрузки двигателя.	Проверьте исправность кабелей подключения двигателя. Проверьте изоляцию обмоток двигателя. Проверьте нагрузку двигателя.
Критический ток	Короткое замыкание в цепи двигателя. Слишком высокий темп разгона электропривода. Превышена нагрузка двигателя. Резкое изменение нагрузки двигателя. Неверная установка характеристики U/f. Неверная настройка защит преобразователя.	Проверьте исправность кабелей подключения двигателя. Проверьте изоляцию обмоток двигателя. Уменьшите темп разгона двигателя. Проверьте нагрузку двигателя. Проверьте правильность установки номинального тока двигателя. Проверьте настройку характеристики U/f. Проверьте настройку максимально-токовой защиты двигателя.

продолжение на следующей странице…

Таблица 5.2.1 (продолжение)

Код аварии	Возможная причина возникновения	Рекомендации по устранению
Перегрев по I2t	Срабатывание времятоковой (тепловой) защиты двигателя из-за неверной настройки защиты. Превышена нагрузка двигателя. Резкое изменение нагрузки двигателя.	Проверьте правильность настройки тепловой защиты. Проверьте правильность установки номинального тока двигателя. Проверьте отсутствие механической перегрузки двигателя и механизма (подшипники, редукторы, цепи, ремни и т.п.)
Перекос вых. тока	Дисбаланс выходных токов вследствие межфазного замыкания или замыкания фазы на землю. Неверная настройка защиты.	Проверьте правильность установки номинального тока двигателя. Проверьте правильность настройки защиты "Перекос тока". Проверьте исправность кабелей подключения двигателя. Проверьте изоляцию обмоток двигателя. Подтяните винты крепления силовых кабелей подключения двигателя.
Превышение Uвх	Недопустимо высокая амплитуда напряжения питающей сети. ($U_{вх}$>264В)	Проверьте напряжения всех фаз питающей сети.
Низкое Uвх	Недопустимое понижение напряжения питающей сети ($U_{вх}$<176В). Чрезмерно большое падение напряжения на сетевом кабеле. Неверное подключение или обрыв сетевых проводов. Неисправность дополнительных устройств, расположенных между питающей сетью и входом преобразователя	Проверьте напряжения всех фаз питающей сети. Проверьте правильность подбора сечения и длины сетевого кабеля. Проверьте исправность и правильность подключения сетевых проводов. Подтяните винты крепления силовых кабелей питающей сети. Проверьте дополнительные устройства, расположенные между питающей сетью и преобразователем.
Перекос Uвх	Недопустимый дисбаланс амплитуд напряжений (более 50В) в фазах питающей сети Неверное подключение или обрыв сетевых проводов. Неисправность дополнительных устройств, расположенных между питающей сетью и входом преобразователя	Проверьте напряжения всех фаз питающей сети. Проверьте равномерность нагрузки на фазах питающей сети. Подтяните винты крепления силовых кабелей питающей сети. Проверьте исправность и правильность подключения сетевых проводов. Проверьте дополнительные устройства, расположенные между питающей сетью и преобразователем.
Перекос фаз Uвх	Угол сдвига фаз питающей сети существенно отличается от номинального (120°). Неисправность дополнительных устройств, расположенных между питающей сетью и входом преобразователя.	Проверьте напряжения всех фаз питающей сети. Проверьте дополнительные устройства, расположенные между питающей сетью и преобразователем.

продолжение на следующей странице…

Таблица 5.2.1 (продолжение)

Код аварии	Возможная причина возникновения	Рекомендации по устранению
Нестабильное Uвх	Амплитуда напряжения питающей сети нестабильна. Неисправность дополнительных устройств, расположенных между питающей сетью и входом преобразователя	Проверьте напряжения всех фаз питающей сети. Проверьте равномерность нагрузки на фазах питающей сети. Подтяните винты крепления силовых кабелей питающей сети. Проверьте исправность и правильность подключения сетевых проводов. Проверьте дополнительные устройства, расположенные между питающей сетью и преобразователем.
Нестаб. фаза Uвх	Фаза (или частота) питающей сети нестабильна. Неисправность дополнительных устройств, расположенных между питающей сетью и входом преобразователя.	Проверьте напряжения всех фаз питающей сети. Проверьте дополнительные устройства, расположенные между питающей сетью и преобразователем.
Превышение Udc	Слишком высокий темп торможения электропривода при отсутствии тормозного резистора. Неверно подобран номинал тормозного резистора. Высокое входное напряжение. Короткое замыкание выходной фазы преобразователя на корпус	Снизьте скорость торможения двигателя и/или подключите тормозной резистор. Замените тормозной резистор на другой с необходимым номиналом. Проверьте напряжения всех фаз питающей сети. Проверьте изоляцию проводов подключения двигателя и обмоток двигателя.
Низкое Udc	Низкое напряжение или его отсутствие в звене постоянного тока. Провал сетевых напряжений при пуске других агрегатов большой мощности, подключенных к той же линии, что и преобразователь.	Проверьте напряжения всех фаз питающей сети. Подтяните винты крепления силовых кабелей питающих сети. Если на линии есть провалы напряжения при включении других мощных агрегатов, подключите преобразователь на другой ввод питания.
Потеря нагрузки	Снижение мощности, потребляемой двигателем ниже допустимого уровня.	Проверьте исправность механизмов привода. Проверьте правильность настройки защиты "Потеря нагрузки".
Непр. посл. DIN	Неверное подключение датчиков. Неверная настройка дискретных входов. Неисправность одного или нескольких датчиков.	Проверьте правильность подключения датчиков. Проверьте правильность настройки дискретных входов. Проверьте исправность датчиков.
Авария расписания	Установлено разрешение на использование функциональных блоков расписания, при этом встроенные часы реального времени неисправны.	Установите запрет на использование функциональных блоков расписания. Свяжитесь с ближайшим сервисным центром.

продолжение на следующей странице…

Таблица 5.2.1 (продолжение)

Код аварии	Возможная причина возникновения	Рекомендации по устранению
Внешняя авария 1	Активация внешнего сигнала аварии. Повреждение соединительных проводов. Неверная настройка дискретных входов и/или функциональных блоков дискретных входов.	Проверьте правильность активации внешних сигналов аварии. Проверьте исправность соединительных проводов. Проверьте правильность настройки условий активации дискретных входов и функциональных блоков.
Внешняя авария 2		
Авария ан. входа	Неисправность задатчика или датчика обратной связи, подключенного ко входу. Обрыв или короткое замыкание в соединительных проводниках. Неверная настройка допустимого диапазона показаний аналогового входа. Изменение настройки масштаба параметра или калибровок аналогового входа.	Проверьте исправность задатчика (датчика обратной связи) и соединительных проводов. Проверьте настройку срабатывания аварий по показаниям аналогового входа. Проверьте значение измеряемого параметра с использованием калиброванных приборов.
Потеря внутр.связи	Повреждение или неверное подключение соединительного кабеля.	Проверьте исправность и правильность подключения соединительных проводов. Свяжитесь с ближайшим сервисным центром.
Потеря связи RS485	Установлена низкая скорость связи. Неверные настройки связи контроллера преобразователя с пультом дистанционного управления или внешними контроллерами. Повреждение или неверное подключение соединительного кабеля. Наличие сильных помех, приводящих к сбоям связи.	Выждите время, необходимое для установления связи при заданной скорости связи (до 5 минут при скорости связи 600Бит/с). Проверьте настройки параметров связи контроллера преобразователя и пульта дистанционного управления. При необходимости обратитесь к разделу 5.3 настоящего руководства. Проверьте исправность и правильность подключения соединительных проводов. Установите согласующие терминаторы и резисторы защитного смещения (см. раздел 2.4 настоящего руководства).

5.3 Применение настроек связи по умолчанию

При несовпадении настроек связи пульта дистанционного управления и контроллера при отсутствии местного пульта управления, возможен перевод преобразователя в режим технологических параметров связи.

Для этого необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1) Отключить питание преобразователя. Выждать не менее 3 минут для снятия остаточных напряжений во внутренних цепях преобразователя.
2) Снять нижнюю и верхнюю лицевые панели преобразователя для получения доступа к контроллеру преобразователя.
3) Отключить от преобразователя все проводники, подключенные к дискретным входам (контакты 18-26, см.рисунок 2.4.1).
4) На контроллере преобразователя установить перемычку XP1 "DiagMode" (см.рисунок 5.3.1).
5) Установить перемычки между контактами 24 и 26, а также 25 и 26 (см.рисунок 2.4.1).
6) Установить нижнюю и верхнюю лицевые панели преобразователя.
7) Включить питание преобразователя.
   Установить на пульте управления следующие настройки связи (см ***п.3.7*** **"Настройки связи RS485 (пульт)"** или ***п.5.2*** **"Настройки связи с ПЧ"**):
   ```
   Протокол ModBUS ASCII
   Скорость:       115200
   Адрес:               2
   ```
   При включении питания на контроллере преобразователя будут установлены настройки параметров связи по умолчанию:
   ```
   Протокол ModBUS ASCII
   Скорость:       115200
   Адрес:               2
   ```
   При этом в меню в ***п.3.7*** **"Настройки связи RS485 (ПЧ)"** будут отображаться параметры связи, заданные ранее в контроллере преобразователя.
   Далее необходимо установить единые требуемые параметры связи для контроллера преобразователя и для пульта управления.
8) Повторить п.(1)-(2). Отключить перемычку XP1 "DiagMode" и перемычки между контактами 24 и 26, а также 25 и 26 контроллера преобразователя. Подключить все ранее отключенные от контактов 18-26 проводники. Установить нижнюю и верхнюю лицевые панели преобразователя.
9) Включить питание преобразователя. Убедиться в отсутствии аварийной ситуации "Авария связи RS485"

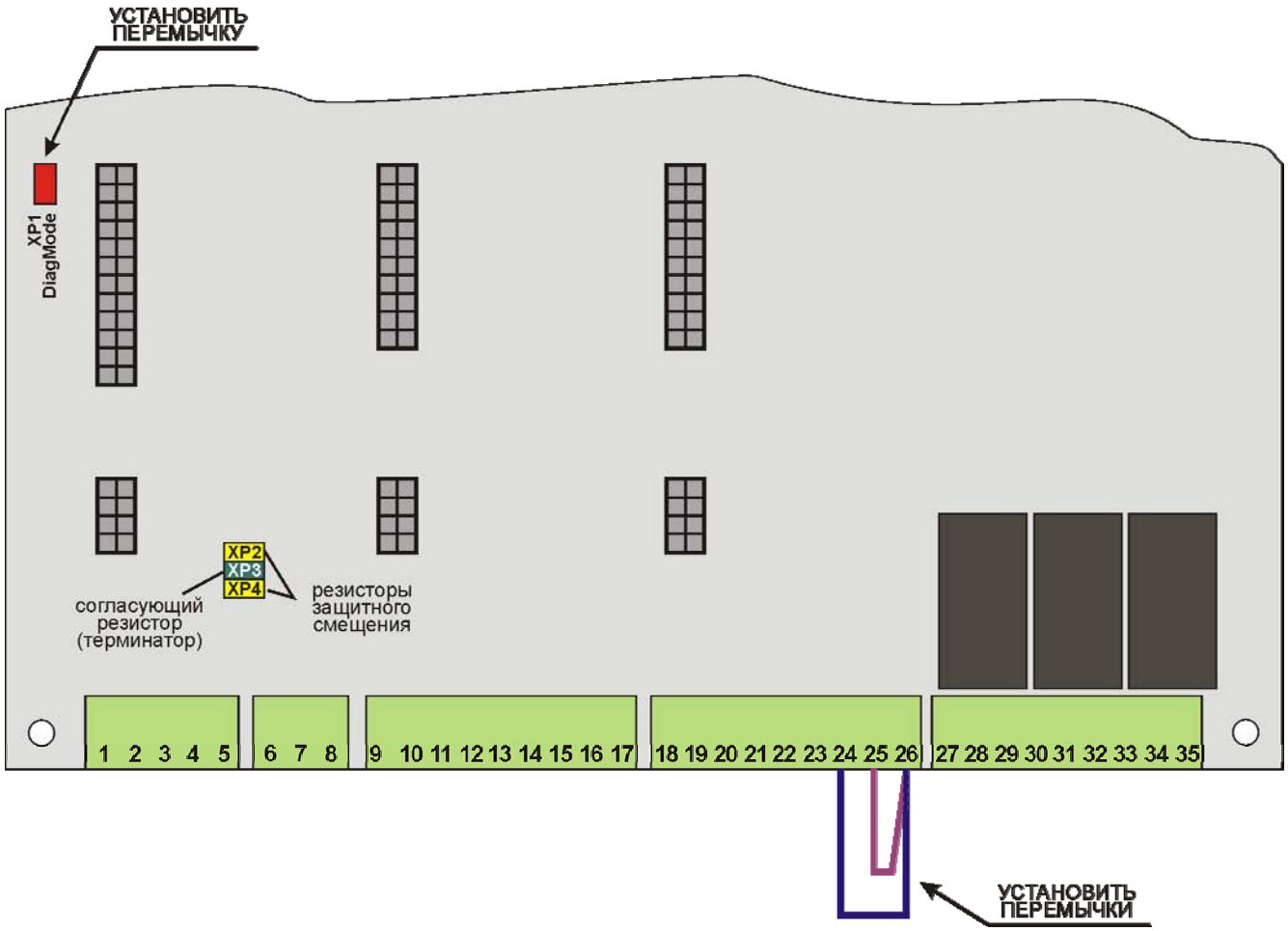


Рисунок 5.3.1 – Установка перемычек для применения настроек связи по умолчанию

6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание преобразователя должно производиться в соответствии с "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" специально подготовленным персоналом.

К обслуживанию преобразователя допускаются лица, имеющие право работы на силовых электроустановках с напряжением до 1000В, прошедшие специальный инструктаж и изучившие настоящее руководство. Техническое обслуживание преобразователя включает в себя периодические проверки (ТО1) и регламентные работы (ТО2). Периодические проверки (ТО1) производятся силами потребителя каждые 3 месяца. Регламентные работы (ТО2) проводятся после истечения гарантийного срока и далее каждые 1,5-2 года специалистами сервисных центров. Перечень работ, выполняемых для каждого вида технического обслуживания, приведен в таблице 6.1.1.

ОСТОРОЖНО!

Обслуживание и ремонт преобразователя должны производиться не ранее чем через 3 минуты после отключения его от питающей сети.

ОСТОРОЖНО!

При проведении работ на электродвигателе отключайте преобразователь от сети! Помните, что при включенном питании преобразователя двигатель может запуститься в любой момент при поступлении внешнего управляющего сигнала или при наступлении заданного момента времени.

ОСТОРОЖНО!

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ соединять и разъединять разъемные соединения, находящиеся под напряжением.
ЗАПРЕЩАЕТСЯ загораживать подходы к корпусу преобразователя и загораживать воздушные щели в корпусе преобразователя.
ЗАПРЕЩАЕТСЯ несанкционированное проникновение во внутреннее пространство преобразователя.

Таблица 6.1.1 – Перечень работ, выполняемых при обслуживании преобразователя

Наименование работы	Проводимые мероприятия	Необходимость проведения	
		каждые 3 месяца (ТО1)	каждые 1,5-2 года (ТО2)
Проверка защитного оборудования	Проверить исправность функционирования защитного оборудования (автоматического выключателя, магнитного пускателя).	✓	✓
Проверка работоспособности двигателя	Визуально и на слух проконтролировать работоспособность двигателя. Вращение двигателя в установившемся режиме должно быть равномерным, без резких изменений скорости и вибрации.	✓	✓
Проверка внешнего вида преобразователя	Произвести визуально внешний осмотр корпуса преобразователя на наличие повреждений и деформаций. На преобразователе должна сохраняться маркировка преобразователя, клемм подключения заземления, силовых и сигнальных цепей. При необходимости с наружных частей преобразователя удалить грязь, масло и посторонние предметы. Не допускается применение для чистки пластмассовых элементов корпуса преобразователя ацетона, уайт-спирита и т.п. жидкостей!	✓	✓
Проверка системы охлаждения	Продуть силовой радиатор и вентиляторы чистым сжатым воздухом.	✓	—
	Продуть межреберное пространство силового радиатора со снятием вентиляторов. Чистка вентиляторов. Замена вентиляторов при необходимости.	—	✓
Проверка внешнего вида и крепления кабелей внешних соединений	Проверить крепление внешних силовых и сигнальных цепей. При необходимости – подтянуть крепление. Визуально проверить внешний вид силовых и сигнальных кабелей на отсутствие повреждений изоляции проводов и коррозии.	✓	✓
Проверка внешнего вида конденсаторов звена постоянного тока, внутренних кабелей, проводников и изоляторов.	Провести контроль внешнего вида внутренних кабелей, проводников и изоляторов на наличие коррозии и повреждений. Проверить визуально внешний вид конденсаторов звена постоянного тока преобразователя на предмет утечки электролита, повреждения предохранительного клапана, деформации корпуса.	—	✓
Проверка электрического сопротивления изоляции	Провести измерение электрического сопротивления изоляции между входными (выходными) клеммами и корпусом преобразователя. Сопротивление изоляции должно быть не менее 5 МОм. Измерение сопротивления изоляции должно производиться только специалистами сервисных центров в соответствии с рекомендованной методикой!	—	✓
Проверка внешнего вида печатных плат	Провести контроль внешнего вида печатных плат на наличие коррозии проводников.	—	✓

ПРИЛОЖЕНИЕ А.
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАСТРОЙКЕ ПИД-РЕГУЛЯТОРА

А.1 ПИД-регулятор. Общая информация

ПИД-регулятор используется для автоматического регулирования технологического параметра, воздействуя на него посредством изменения выходной частоты преобразователя. Фактическое значение технологического параметра измеряется внешним датчиком. Сигнал обратной связи сравнивается с сигналом задания, и поступает на вход регулятора. На выходе регулятора формируется задание по выходной частоте преобразователя в соответствии с формулой:

$$F_{ВЫХ_ПИД}(t) = K_П \varepsilon(t) + \frac{1}{T_{ИНТ}} \int \varepsilon(t)dt + T_{ДИФ} \frac{d\varepsilon(t)}{dt}.$$

Величина		Физический смысл
$\varepsilon(t)$	рассогласование	Разница между уставкой параметра и показанием обратной связи
$K_П$	коэффициент передачи регулятора	При ступенчатом изменении величины рассогласования на 100% выходной сигнал ПИД-регулятора изменится на $K_П$ %.
$T_{ИНТ}$	постоянная времени интегрирования	Время, за которое выходной сигнал ПИД-регулятора изменится от 0 до 100% при ступенчатом изменении величины рассогласования на 100%
$T_{ДИФ}$	постоянная времени дифференцирования	Если за время $T_{ДИФ}$ величина рассогласования изменится на 100%, то выходной сигнал ПИД-регулятора будет равен 100%.

Влияние пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих регулятора на выходной сигнал на рисунке А.1.

Структурная схема ПИД-регулятора, используемого в преобразователях частоты модификации 04, приведена на рисунке 3.7.7 настоящего руководства.

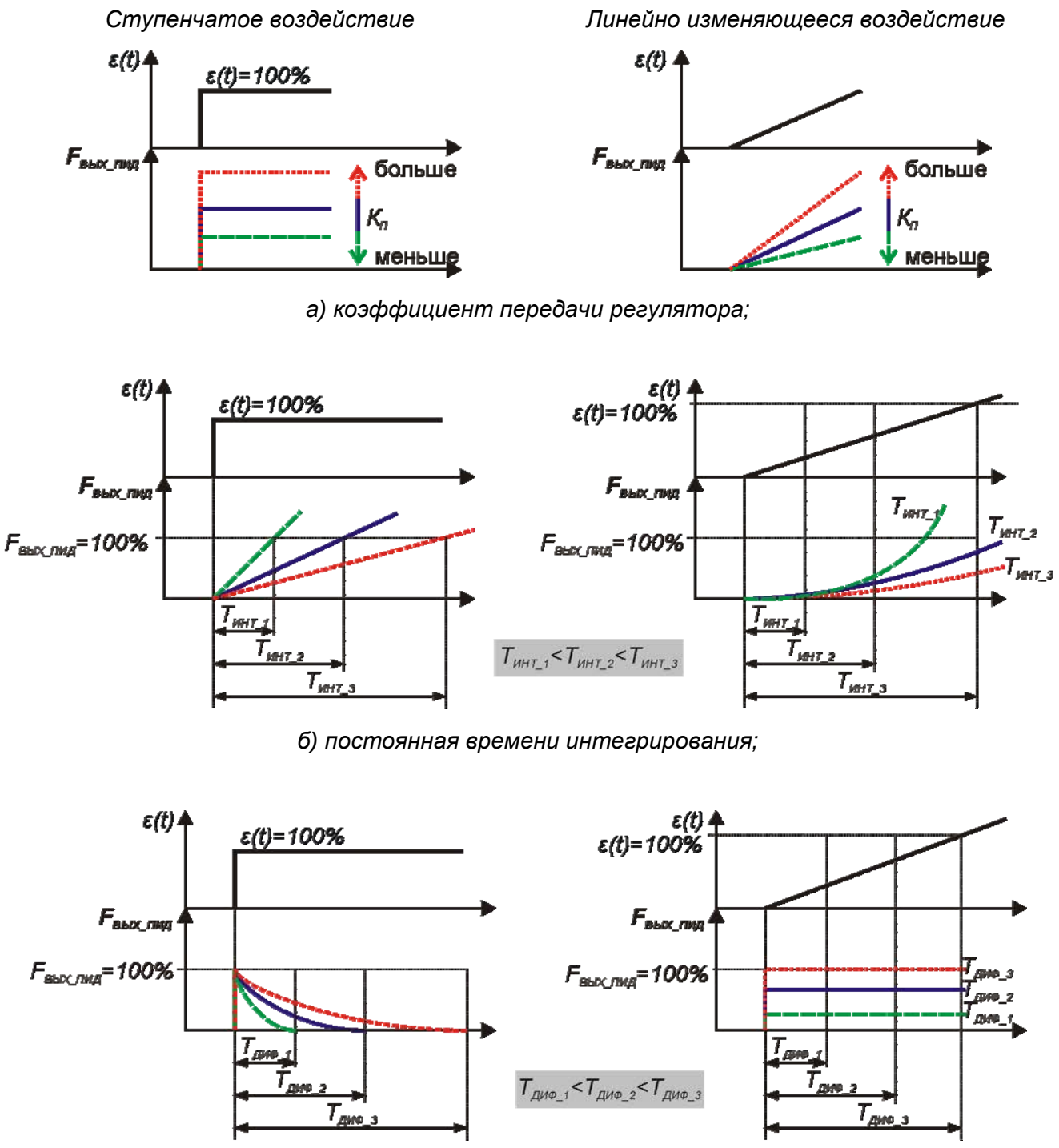


Рисунок А.1 – Влияние параметров ПИД-регулятора на выходную частоту при различных входных воздействиях

Путем изменения настроек ПИД-регулятора можно получать различные структуры регулятора:

- **Пропорциональный регулятор (П-регулятор)**

  $$K_П \neq 0;\ T_{ИНТ} = 0;\ T_{ДИФ} = 0,$$

  обеспечивает высокую скорость реакции на изменение сигнала рассогласования. При малых значениях коэффициента передачи $K_П$ возможна большая ошибка регулирования; при больший значениях $K_П$ привод может стать неустойчивым.
- **Интегральный регулятор (И-регулятор)**

  $$K_П = 0;\ T_{ИНТ} \neq 0;\ T_{ДИФ} = 0,$$

  обеспечивает отсутствие ошибки регулирования при низкой скорости реакции на изменение сигнала рассогласования. Быстрое регулирование достигается при малом значении постоянной времени интегрирования $T_{ИНТ}$. Однако, если это время мало, привод может стать неустойчивым. Если значение $T_{ИНТ}$ слишком велико, то могут возникнуть существенные перерегулирования (отклонения от заданного значения параметра), поскольку регулятору потребуется длительное время для регулирования в случае возникновения рассогласования. Использование интегрального регулятора может привести к неустойчивой работе привода.
- **Пропорционально-интегральный регулятор (ПИ-регулятор)**

  $$K_П \neq 0;\ T_{ИНТ} \neq 0;\ T_{ДИФ} = 0.$$

  Широко применяемая структура регулятора. Пропорциональная составляющая обеспечивает высокую скорость реакции, а интегральная – отсутствие ошибки регулирования.
- **Дифференциальный регулятор (Д-регулятор)**

  $$K_П = 0;\ T_{ИНТ} = 0;\ T_{ДИФ} \neq 0.$$

  Д-регулятор реагирует только на изменение сигнала рассогласования, и не реагирует на постоянную величину рассогласования. Выходной сигнал Д-регулятора пропорционален скорости изменения величины рассогласования. Быстрое регулирование обеспечивается при большой постоянной времени дифференцирования $T_{ДИФ}$. Однако с увеличением $T_{ДИФ}$ растет чувствительность регулятора к шуму. Д-регулятор на практике не используется.
- **Интегрально-дифференциальный регулятор (ИД-регулятор)**

  $$K_П = 0;\ T_{ИНТ} \neq 0;\ T_{ДИФ} \neq 0.$$

  ИД-регулятор на практике не используется.
- **Пропорционально-дифференциальный регулятор (ПД-регулятор)**

  $$K_П \neq 0;\ T_{ИНТ} = 0;\ T_{ДИФ} \neq 0$$

  обеспечивает очень высокую скорость реакции на изменение сигнала задания или нагрузки электропривода за счет формирования упреждающего регулирующего воздействия, пропорционального скорости изменения сигнала рассогласования. ПД-регулятор не обеспечивает отсутствие ошибки регулирования.
- **Пропорционально-дифференциально-интегральный регулятор (ПИД-регулятор)**

  $$K_П \neq 0;\ T_{ИНТ} \neq 0;\ T_{ДИФ} \neq 0.$$

  При оптимальной и качественной настройке ПИД-регулятор обеспечивает максимальное быстродействие и малое перерегулирование.

При выборе структуры регулятора в общем случае рекомендуется использовать ПИ-регулятор. Это связано с тем, что хорошо настроить ПИД-регулятор на практике значительно сложнее, чем хорошо настроить ПИ-регулятор, особенно в случае отсутствия информации о параметрах объекта управления и настройке регулятора "подбором" коэффициентов. Хорошо настроенный ПИД-регулятор не получается простым подбором $T_{ДИФ}$ в хорошо настроенном ПИ-регуляторе. Следует также учитывать, что наличие шумов в канале измерения в системе с ПД- или ПИД-регулятором приводит к значительным случайным колебаниям выходного сигнала регулятора или даже к неустойчивости системы.

А.2 Рекомендации по настройке параметров ПИД-регулятора

Общие рекомендации по настройке регулятора на основании оценки поведения регулируемого параметра в различных условиях приведены в таблице А.1.

Также следует учитывать, что значение выходной частоты преобразователя, определяемое ПИД-регулятором, ограничивается по максимальному и минимальному значению (см. **п.3.1.4.1.6** **"Ограничение по выходу"**). Кроме того, на выходную частоту действуют общие ограничения по диапазону выходной частоты, заданные с пульта или от дискретных входов.

При ограничении выходной частоты возможно возникновение ситуации, когда ПИД-регулятору будет недостаточно заданного диапазона частот для поддержания заданного значения регулируемого параметра.

Таблица А.1

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Характерные признаки</th><th colspan="2">Рекомендации по настройке</th></tr>
<tr><th>ПИД-регулятор</th><th>Общие настройки преобразователя</th></tr>
<tr><td colspan="2">Величина регулируемого параметра постоянно меньше величины уставки параметра.</td><td>Увеличить $K_П$</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Медленная реакция на изменение величины рассогласования</td><td>Перерегулирование и колебания отсутствуют</td><td>Увеличить $K_П$</td><td rowspan="2">Увеличить скорость разгона/торможения в соответствующем диапазоне частот</td></tr>
<tr><td>Значительное перерегулирование, длительные затухающие колебания параметра около заданного значения</td><td>Уменьшить $T_{ИНТ}$</td></tr>
<tr><td colspan="2">Быстрая реакция на изменение величины рассогласования. Медленные колебания параметра около заданного значения, период колебаний больше постоянной времени $T_{ИНТ}$</td><td>Увеличить $T_{ИНТ}$</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Быстрая реакция на изменение величины рассогласования. Колебания параметра около заданного значения, период колебаний примерно равен постоянной времени $T_{ДИФ}$</td><td>Уменьшить $T_{ДИФ}$
Уменьшить $K_П$</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Медленная реакция на изменение величины рассогласования независимо от увеличения коэффициента $K_П$, большое перерегулирование при изменении уставки.</td><td>Увеличить $T_{ДИФ}$</td><td>Увеличить скорость разгона/торможения в соответствующем диапазоне частот</td></tr>
</table>

А.3 Порядок настройки преобразователя при использовании ПИД-регулятора

При использовании ПИД-регулятора рекомендуется следующий общий порядок настройки преобразователя:

1) Выполнить действия, рекомендуемые при пробном пуске преобразователя (см. раздел 2.6 настоящего руководства)
2) Задать желаемые отображаемую размерность и масштаб (пределы изменения) технологического параметра (см. **п.3.1.4.1.1** **"Технологический параметр"**).
3) Подключить датчик технологического параметра к входу преобразователя (см. раздел 2.4 настоящего руководства). При работе преобразователя в режиме регулирования "по частоте" откалибровать используемый аналоговый вход согласно предлагаемой методике (см. **п.3.5.1** **"Аналоговые входы"**).
4) Задать желаемые параметры ПИД-регулятора: источник обратной связи, ограничения по входу и выходу регулятора (см. **п.3.1.4** **"ПИД-регулятор"**)
5) Произвести подключение всех необходимых сигналов к дискретным входам и релейным выходам преобразователя и осуществить соответствующие настройки.
6) Перевести преобразователь в режим регулирования "по параметру". Произвести пробный пуск и оценить качество регулирования. При необходимости осуществить настройку параметров ПИД-регулятора согласно рекомендациям, изложенным в разделе А.2 настоящего руководства.

История изменений

v1.0a	05.07.2010	Предварительная версия.
v1.0a3	31.08.2010	Исправления и дополнения
v1.0b	06.09.2010	Исправлено и расширено на мощности до 160кВт
v1.0d	07.10.2010	Изменен раздел 1.8 "ЭМС", много исправлений. Мощности урезаны до 132кВт. Разделы перетасованы.
v1.0e	13.10.2010	исправление опечаток и неточностей
v3.0idv	22.10.2010	Все обозначения изменены на модификацию 04. Добавлено описание меню "Управление настройками"
v3.1	16.11.2010	Внесены изменения согласно релизу ПО (build 0B15). Перечень изменений №1
v3.2	26.11.2010	Уточнения по схеме включения оборудования. Перечень изменений №2
v3.3	17.01.2011	Перечень изменений №3, а также некоторые косметические правки