TRIOL
преобразовываем мир

Руководство по эксплуатации

AT27-1M6-6/6-10C51M-C-43

Версия v1.0

Уважаемый покупатель!

Благодарим Вас за покупку оборудования, произведенного Корпорацией Триол. Мы уверены, что наш преобразователь частоты Триол АТ27 будет эффективно эксплуатироваться Вами и принесет значительную пользу и прибыль.

Преобразователь частоты АТ27 является надежным выбором для нефте- и горнодобывающей отраслей, металлургии, строительства, ЖКХ и других промышленных решений, позволяя увеличить ресурс Вашего оборудования, оптимизировать технологические процессы и сократить расходы на техническое обслуживание.

Мы хотим также напомнить, что приобретенный Вами преобразователь частоты представляет собой сложное электротехническое изделие, неправильная и неграмотная эксплуатация которого может привести к выходу из строя как самого преобразователя, так и рабочих механизмов. Поэтому мы рекомендуем Вам перед началом эксплуатации преобразователя ознакомиться с настоящим «Руководством по эксплуатации» и обратить особое внимание на указанные примечания и предупреждения.

Настоящее Руководство по эксплуатации включает в себя технические характеристики, описание устройства и принципа действия преобразователя частоты Триол АТ27, а также определяет правила эксплуатации и технического обслуживания изделия.

Технические данные и сведения о комплектации приобретенного Вами преобразователя частоты отражены в **Паспорте**.

Содержащаяся в этом документе информация регулярно пересматривается и при необходимости изменяется в следующих изданиях. Предложения по улучшению содержания документа будут приняты с благодарностью.

© 2018 Триол. Все права защищены.

Список сокращений, предупреждений и примечаний

В данном руководстве используются два типа указаний, на которые следует обращать внимание при выполнении каких-либо работ с преобразователем частоты:

- **предупреждения** указывают на условия, которые могут привести к серьезным травмам или опасности для жизни и/или к повреждению оборудования. Они также указывают, как избежать опасности;
- **примечания** служат для привлечения внимания к определенным условиям или фактам или содержат дополнительную информацию по рассматриваемому вопросу.

В тексте документа приняты следующие сокращения и обозначения:

ПЧ (ПЧ AT27) — преобразователь частоты AT27;

СЯ — силовая ячейка AT27;

ОЯ — отсек ячеек;

ОТ – отсек трансформатора;

ОУ — отсек управления;

ОП — отсек подключения силовых кабелей;

ШВК — шкаф высоковольтной коммутации;

АСУ — автоматизированные системы управления;

ШИМ – широтно-импульсная модуляция (способ управления полностью управляемыми полупроводниковыми ключами).

Содержание

Введение....6
1 Общие требования безопасности....7
1.1 Замечания по технике безопасности....7
1.2 Размещение информации об опасности на ПЧ....10
2 Общая информация о преобразователе частоты Триол АТ27....11
2.1 Принцип работы и функциональные особенности ПЧ Триол АТ27....11
2.2 Описание модели ПЧ....15
2.3 Описание электротехнической таблички....17
2.4 Технические характеристики преобразователя частоты Триол АТ27....17
3 Конструктивные исполнения преобразователя частоты Триол АТ27....19
3.1 Общая информация о ПЧ Триол АТ27....19
3.2 Конструкция АТ27-1М6....22
4 Условия эксплуатации и хранения преобразователя частоты Триол АТ27....24
4.1 Условия эксплуатации....24
4.2 Условия хранения....24
4.3 Хранение запасных частей....25
5 Транспортировка и установка преобразователя частоты Триол АТ27....26
5.1 Транспортировка....26
5.2 Разгрузка....27
5.3 Распаковка....30
5.4 Установка....33
5.5 Входной контроль....35
5.6 Монтаж вентиляторов....36
6 Электрический монтаж преобразователя частоты Триол АТ27....37
6.1 Общие сведения об электрическом монтаже....37
6.2 Электромагнитная совместимость преобразователя частоты Триол АТ27....38
6.3 Монтаж силовых цепей (6 кВ)....40
6.4 Монтаж цепей системы управления....41
6.5 Монтаж цепей интерфейсов связи....42
7 Предэксплуатационная проверка преобразователя частоты Триол АТ27....43
8 Интерфейс и режимы работы....45
8.1 Контроллер УМКА -27....45
8.2 Назначение автоматических выключателей и ламп индикации....55
8.3 Каналы управления....56
9 Ввод в эксплуатацию....57
9.1 Порядок включения преобразователя частоты АТ27....58
9.2 Методика настройки защит....58
9.3 Методика настройки защит....59
9.4 Проверка работы ПЧ с двигателем....62
9.5 Калибровка аналоговых входов контроллера УМКА-27....62
9.6 Калибровка аналогового выхода контроллера УМКА-27....63
10 Возможные неисправности....64
10.1 Диагностика ПЧ....64
10.2 Устранение неисправностей....67
11 Техническое обслуживание и ремонт....74

11.1 Ежедневная проверка 75
11.2 Периодическое обслуживание 75
11.3 Замена комплектующих 77
11.3.1 Замена силовой ячейки 78
11.3.2 Замена вентиляторов 79
11.3.3 Замена воздушных фильтров 80
12 Утилизация 80
13 Гарантия и сервис 81
Контакты сервисных центров 82
Приложение А Технические характеристики 83
Приложение Б Технические характеристики силовой ячейки АТ27 PC27-195-071-N-2 84
Приложение В Схема подключения силовой части моношкафа 85
Приложение Г Типовая схема подключения пользовательский соединений 86
Приложение Д Протоколы дистанционного управления ПЧ Триол АТ27 87
Приложение Е Схема подключения возбудителя и описание алгоритма управления возбудителем 97
Приложение Ж Габаритные чертежи моношкафов АТ27-1М6 99

Введение

Триол АТ27 - это средневольтный преобразователь частоты (ПЧ) на базе многоуровневого каскадного инвертора, предназначенный для управления трехфазными асинхронными и синхронными двигателями с номинальным напряжение 6 кВ мощностью 1600 кВт.

Данное Руководство по эксплуатации содержит информацию по ПЧ Триол АТ27 в конструктивном исполнении «моношкаф».

Перед началом работ просим внимательно ознакомиться с данным Руководством по эксплуатации ПЧ Триол АТ27. Нарушение правил эксплуатации может привести к сбоям в работе или уменьшению срока эксплуатации.

Руководство по эксплуатации следует хранить в надежном месте вблизи от ПЧ.

В тексте документа приняты следующие сокращения и обозначения:

ПЧ (ПЧ АТ27) – преобразователь частоты АТ27;
СЯ – силовая ячейка АТ27;
ОЯ – отсек ячеек;
ОТ – отсек трансформатора;
ОУ – отсек управления;
ОП – отсек подключения силовых кабелей;
ШВК – шкаф высоковольтной коммутации;
АСУ – автоматизированные системы управления;
ШИМ – широтно-импульсная модуляция (способ управления полностью управляемыми полупроводниковыми ключами).

1 Общие требования безопасности

1.1 Замечания по технике безопасности

Общие предупреждения

Этот раздел содержит указания по технике безопасности, которые необходимо выполнять при монтаже, эксплуатации и обслуживании преобразователя частоты. Несоблюдение указанных правил может привести к травмированию персонала, а также к повреждению преобразователя, электродвигателя и подсоединенного к нему оборудования.

Внимательно изучите правила техники безопасности, прежде чем приступать к работе с преобразователем частоты.

Приведенные ниже предупреждения, предписания и указания предназначены для обеспечения безопасности пользователя, а также для предотвращения повреждений изделия.

Пожалуйста, тщательно изучите эти сведения, так как это обеспечит Вашу личную безопасность и долговечность работы преобразователя частоты.

Пренебрежение предупреждениями, которые указаны в этом руководстве, может вызвать опасность для жизни, тяжелые телесные повреждения или принести серьезный материальный ущерб.

Основные меры предосторожности

Иллюстрации и фотографии в Руководстве могут быть приведены без покрытий и защитных кожухов для демонстрации деталей. Перед использованием и запуском ПЧ убедитесь, что все покрытия и защитные кожухи установлены согласно инструкциям, описанным в данном Руководстве.

Любые иллюстрации, фотографии или примеры, которые используются в данном Руководстве, приведены только в качестве примеров и могут быть не применимы ко всем продуктам, для которых это Руководство предназначено.

Продукты и спецификации, описанные в данном Руководстве, или содержание Руководства может быть изменено для улучшения продукта и/или Руководства.

В случае утери или повреждения Руководства новую копию Руководства можно заказать в ближайшем представительстве Корпорации Триол или загрузить с официального сайта http://triolcorp.ru.

В данном Руководстве используются два типа указаний, на которые следует обращать особое внимание при выполнении каких-либо работ с преобразователем частоты.

Символ электрической опасности — при невыполнении рекомендаций, указанных в предупреждениях с данным символом, возникает опасность поражения обслуживающего персонала электрическим током и/или повреждения оборудования.

Символ предупреждения общего характера — при невыполнении рекомендаций, указанных в предупреждениях с данным символом, возникает опасность, не связанная с электрическими факторами.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Преобразователь частоты подключается к опасному напряжению и управляет механизмами с вращающимися механическими частями, которые являются источниками опасности. По этой причине к выполнению работ по электрическому монтажу и обслуживанию преобразователя частоты Triol AT27 допускается ТОЛЬКО квалифицированный персонал с уровнем допуска по электробезопасности на ниже IV категории.

Основные рекомендации по технике безопасности

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Преобразователь частоты подключается к опасному напряжению и управляет механизмами с вращающимися механическими частями, которые являются источниками опасности. По этой причине к выполнению работ по электрическому монтажу и обслуживанию преобразователя частоты Триол АТ27 допускается ТОЛЬКО квалифицированный персонал с уровнем допуска по электробезопасности не ниже IV категории.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Лицам с кардиостимуляторами запрещено находиться в помещении с преобразователем частоты во время его работы.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Необходимо обеспечить исключение вероятности доступа детей и посторонних лиц к преобразователю частоты!

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! После отключения питания ПЧ на токоведущих частях могут сохраняться опасные для жизни напряжения. Для избегания поражения электрическим током необходимо начинать работы не ранее, чем через 15 минут после отключения питания ПЧ.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Запрещается выполнять какие-либо работы с силовыми кабелями и кабелями управления при подключенном питании преобразователя частоты, также возможно присутствие опасного напряжения (от внешних источников) на релейных выходах, даже если на входные клеммы преобразователя не подано напряжение питания.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Не допускайте эксплуатацию преобразователя частоты со снятыми или не закреплёнными деталями корпуса, так как возникает вероятность поражения Вас электрическим током и/или повреждения оборудования.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Для обеспечения безопасности персонала, а также для снижения уровня электромагнитного излучения и улучшения помехозащищенности, следует надежно заземлить корпус преобразователя частоты, двигателя и всего подсоединенного к ним оборудования. Для подключения проводников заземления электропривод снабжён заземляющими болтами, обозначенными знаком «Заземление».

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! При наладке и эксплуатации ПЧ запрещается каким-либо образом отключать, заглушать или блокировать работу защит от поражения персонала электрическим током.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Преобразователь частоты может использоваться только для указанных производителем целей. Недопустимые изменения и применение запасных частей и оснастки, не изготавливаемых или не рекомендуемых производителем электропривода, могут стать причиной пожаров, поражений электрическим током или травм.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! На печатных платах находятся элементы, чувствительные к статическому электричеству. Работая с печатными платами, обязательно надевайте заземляющий браслет. Не прикасайтесь к платам без необходимости.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Работы по обслуживанию ПЧ, связанные с компонентами и блоками, чувствительными к электростатическому разряду, должны выполняться только квалифицированным персоналом с применением средств антистатической защиты.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Несоблюдение правил работы с компонентами, чувствительными к электростатическим разрядам, может привести к выходу из строя преобразователя частоты.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Ремонт преобразователя частоты может производиться только в сервисных центрах Корпорации Триол или их квалифицированным персоналом на месте эксплуатации изделия.

Требования по обеспечению безопасности работ

Прежде чем приступать к разгрузке и монтажу преобразователя частоты, внимательно ознакомьтесь с настоящими правилами безопасности и указаниями по монтажу.

При погрузке/разгрузке преобразователя частоты АТ27 необходимо соблюдать требования межотраслевых правил по охране труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и размещении грузов.

Все работы должны выполняться квалифицированным персоналом. В настоящих правилах безопасности под квалифицированным персоналом понимаются лица, обладающие навыками монтажа, настройки, эксплуатации и технического обслуживания преобразователей частоты и имеющие соответствующую квалификацию для выполнения таких работ.

Перед выполнением любых работ с преобразователем частоты АТ27 необходимо:

- снять питание с ПЧ;
- установить защиту от повторной подачи питания;
- убедиться в отсутствии напряжения на клеммах ПЧ;
- произвести заземление токоведущих частей;
- оградить или закрыть оборудование, оставшееся под напряжением.

Перед выполнением наладочных работ на ПЧ убедитесь в работе блокировок и защит, установите ограждения и предупреждающие плакаты безопасности.

При любых работах на ПЧ необходимо соблюдать Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001 (РД 153-34.0-03.150-00), Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, а также отраслевые правила по охране труда.

1.2 Размещение информации об опасности на ПЧ

Информация об опасностях приведена на Преобразователе частоты Триол АТ27 в местах, указанных на следующих рисунках.

Всегда обращайте внимание на предупреждающие знаки.

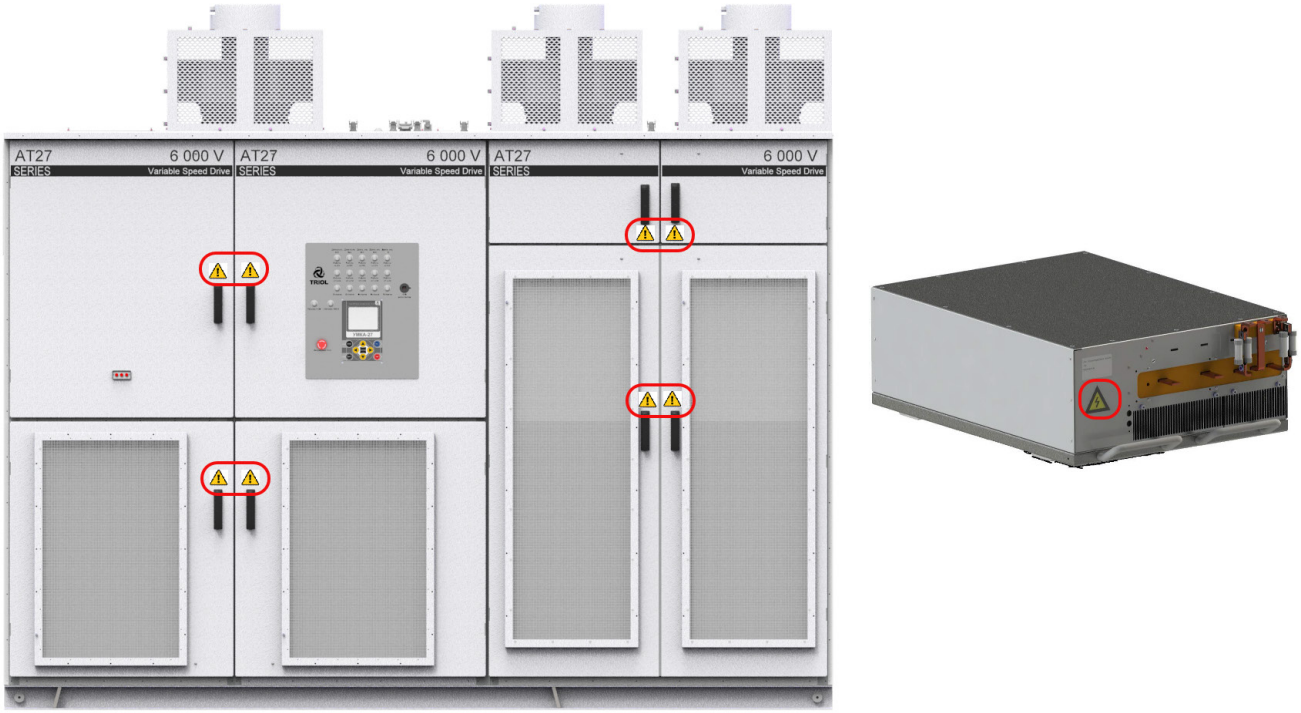


Рисунок 1.1 — Расположение предупреждающих знаков на ПЧ

2 Общая информация о преобразователе частоты Триол АТ27

2.1 Принцип работы и функциональные особенности ПЧ Триол АТ27

Преобразователи частоты средневольтные многоуровневые Триол АТ27 предназначены для частотного пуска и регулирования скорости вращения вала асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором и синхронных электродвигателей с номинальным напряжением питания 6 кВ.

Преобразователь частоты средневольтный многоуровневый Триол АТ27 осуществляет преобразование трехфазного напряжения с постоянной частотой и амплитудой в трехфазное напряжение с переменной частотой и амплитудой.

ПЧ АТ27 является двухзвенным преобразователем частоты, выполненным по структуре преобразования ac-dc-ac (переменный - постоянный - переменный ток) с одним входным силовым трансформатором. Преобразование тока происходит в силовых ячейках. Силовые ячейки выполнены по схеме H-Bridge (однофазный мостовой инвертор напряжения). Последовательное соединение пяти силовых ячеек в одной фазе обеспечивает возможность управления двигателями с напряжением 6 кВ.

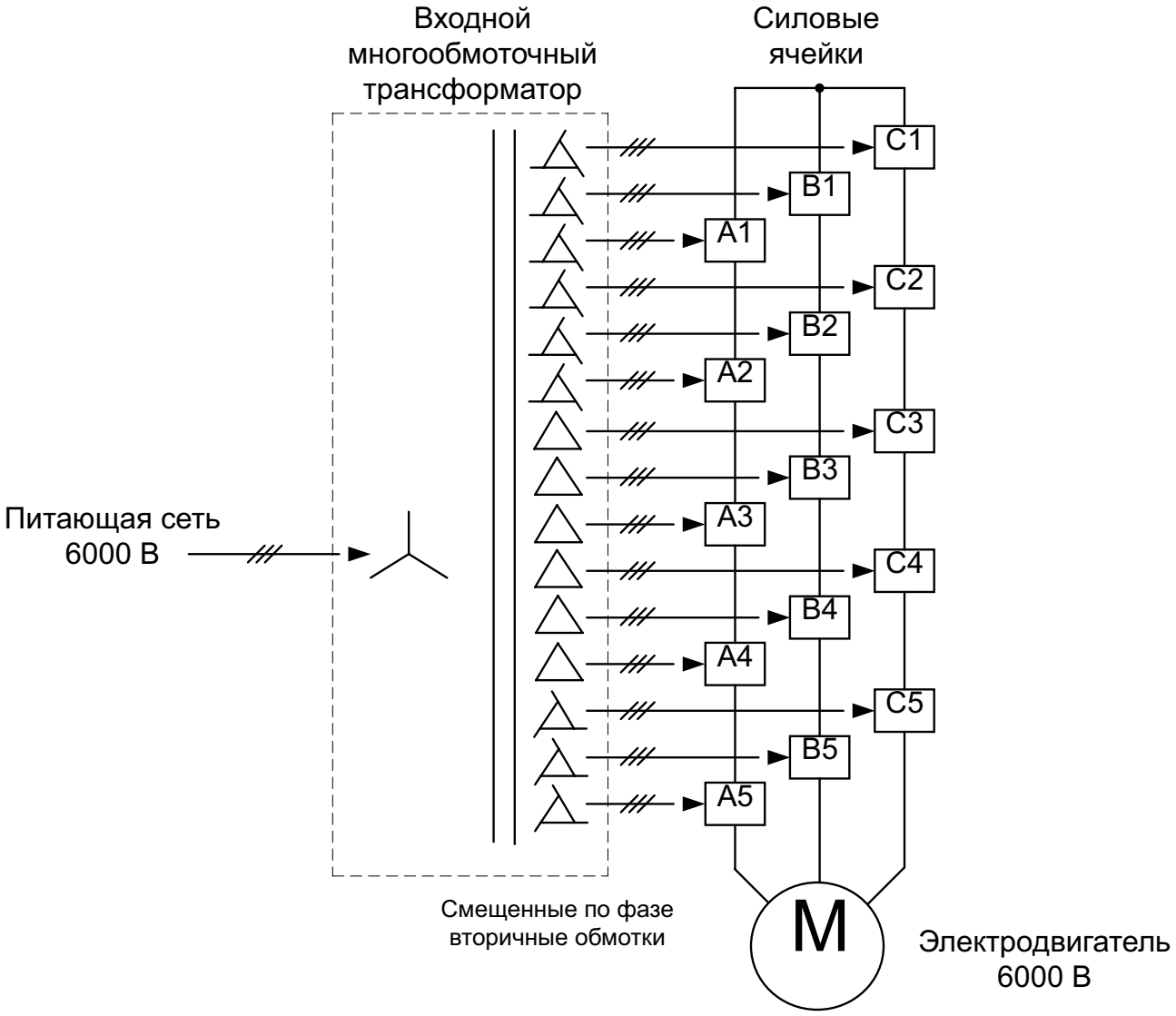


Рисунок 2.1 — Функциональная схема ПЧ Триол АТ27

Входной трансформатор первичной обмоткой (соединение звездой) подключается к трехфазной сети 6 кВ. Трансформатор изготовлен в сухом исполнении с воздушным охлаждением. Вторичные обмотки соединены по схеме «треугольник», каждая группа вторичных обмоток отличается фазовым смещением трансформируемого напряжения. Такое техническое решение позволяет уменьшить влияние преобразователя частоты на питающую сеть.

Последовательное включение силовых ячеек позволяет организовать работу ПЧ АТ27 в режиме многоуровневого преобразования с ШИМ преобразованием. Такой режим позволяет снизить амплитуду выходной пульсации пропорционально количеству силовых ячеек в фазе.

Суммарное выходное напряжение на выходе получается за счет суммирования напряжений силовых ячеек в каждой фазе.

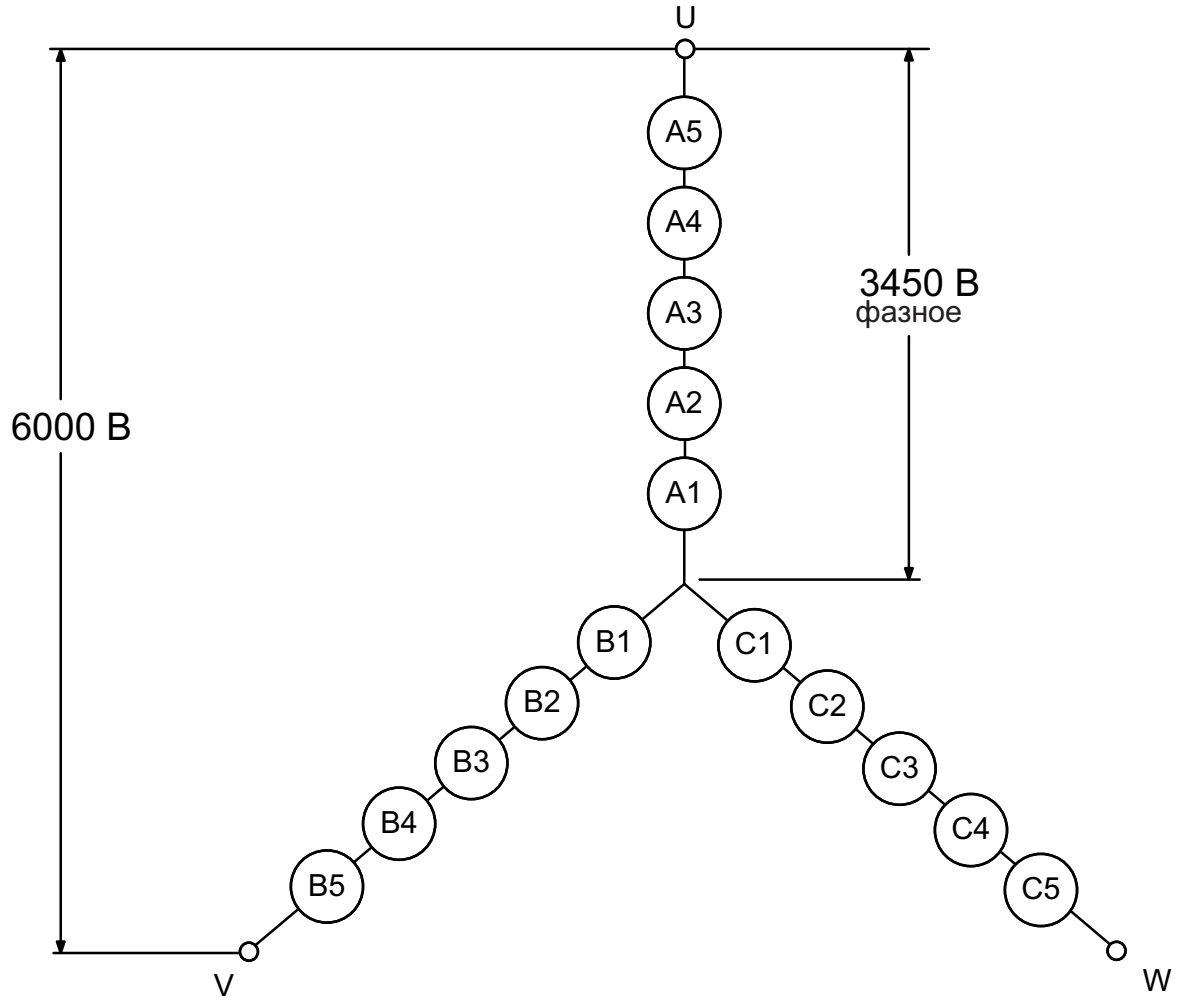


Рисунок 2.2 — Структура соединения силовых ячеек

Данная топология позволяет добиться синусоидального напряжения на выходе с минимумом искажений и снизить влияние выходного ШИМ сигнала каждой силовой ячейки на суммарное выходное напряжение.

Рисунок 2.3 — Выходное фазное напряжение

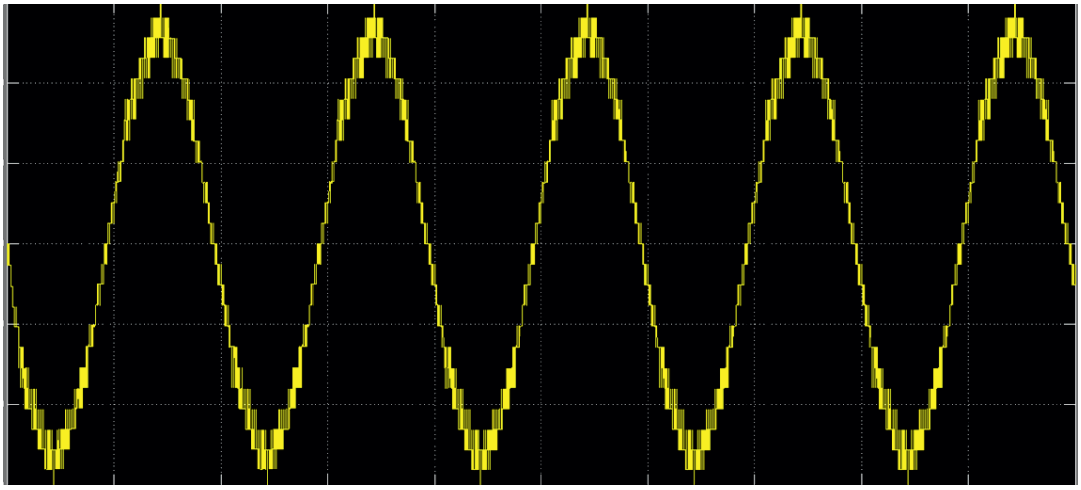


Рисунок 2.4 — Выходное линейное напряжение

Схема силовой ячейки показана на рисунке 2.5. Входные цепи A, B, C подключаются к трехфазной вторичной обмотке трансформатора. Далее через диодный трехфазный выпрямитель VD1..VD6 заряжается емкость конденсаторов. Накопленная электрическая энергия конденсаторов расходуется однофазным мостовым инвертором, состоящим из IGBT транзисторов V1-V4, для формирования напряжения ШИМ на выходах AC1, AC2.

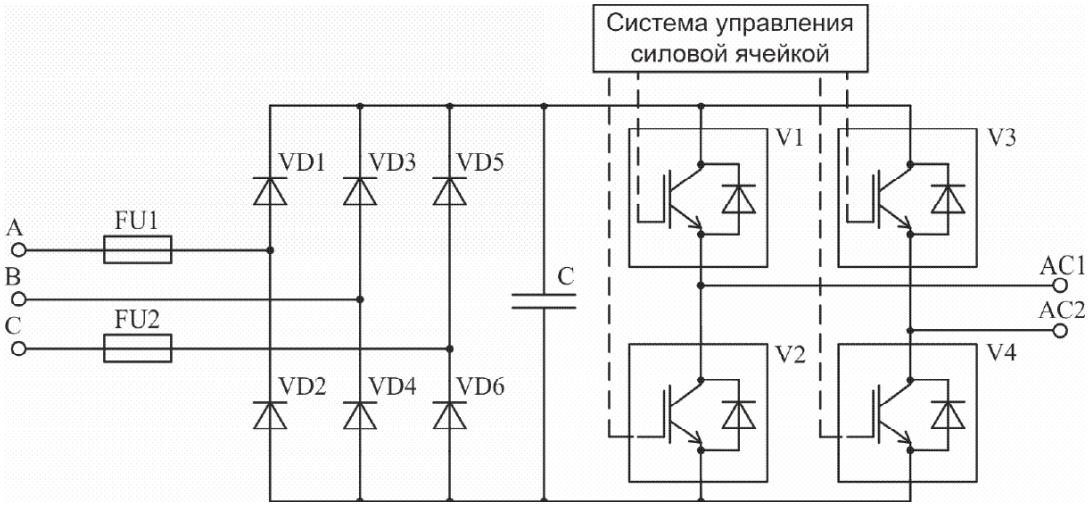


Рисунок 2.5 — Структурная схема силовой ячейки

Особенности ПЧ Триол АТ27:

- обеспечивает низкий уровень помех, создаваемых при работе ПЧ;
- высокий коэффициент мощности;
- энергоснабжение цепей собственных нужд выполнено от двух источников питания - от внешнего источника питания и от вторичной обмотки силового трансформатора ПЧ, что повышает общую надежность работы ПЧ АТ27;
- сохраняет работоспособность при колебаниях напряжения питающей сети от минус 15 % до плюс 10 % от номинального;
- при кратковременном пропадании напряжения в питающей сети ПЧ АТ27 сохраняет управление двигателем;
- имеет функцию автоматического повторного включения при краткосрочном обесточивании;
- при номинальном режиме работы эффективность работы системы в целом не менее 0,96;
- силовые ячейки взаимозаменяемы;
- имеет функцию ограничения тока при пусках электродвигателя;
- выходное напряжение автоматически настраивается;
- силовые ячейки управляются посредством оптоволоконных кабелей, чем достигается высокая помехоустойчивость и надежность канала управления СЯ;
- интерфейс RS485 для обмена информацией с АСУ верхнего уровня по протоколу MODBUS RTU;
- имеет систему диагностики неисправностей, которая выполняет своевременное оповещение о неисправностях,
- запись и хранение информации о неисправностях, изменениях и параметрах ПЧ в журналах;
- обеспечивает ускоренное прохождение резонансных частот (три диапазона);
- обеспечивает возможность автоматического регулирования значений ускорения и замедления с заданной точностью (в режиме замкнутой системы управления);
- удобная техническая поддержка и служба сервисного обслуживания.

Применение ПЧ АТ27 позволяет:

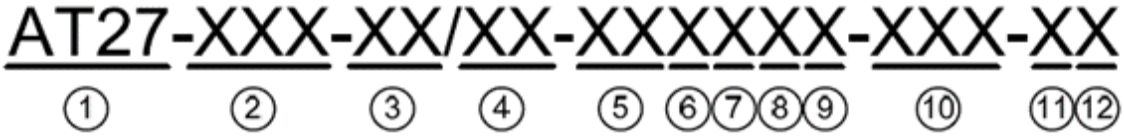
- сократить потребление электроэнергии;
- запускать электродвигатель с большим пусковым моментом нагрузки на валу;
- повысить надежность работы и продлить ресурс электродвигателей, а также приводимых ими в действие агрегатов и механизмов;
- исключить возникновение гидравлических ударов в системе трубопроводов;
- уменьшить аварийность оборудования и сократить затраты на ремонт и обслуживание;
- уменьшить негативное влияние ШИМ на изоляцию двигателя (уменьшение dU/dt) по сравнению с другими схемами ПЧ;
- интегрировать управление ПЧ АТ27 в автоматическую систему управления технологическими процессами предприятия.

Защиты, реализуемые ПЧ АТ27:

- защита от перегруза;
- защита от превышения максимального выходного тока;
- защита от короткого замыкания в нагрузке;
- защита от выхода из строя силовых ячеек;
- защита от пропадания питающего напряжения;
- защита от перегрева;
- защита от выхода из строя системы вентиляции;
- защита от недопустимого повышения/снижения напряжения питающей сети;
- защита от неправильного чередования фаз питающей сети;
- защита от открывания дверей;
- защита от обрыва канала управления АСУ;
- защита от короткого замыкания в силовых ячейках;
- защита от работы двигателя на недопустимой частоте;
- технологические защиты в зависимости от алгоритма работы.

2.2 Описание модели ПЧ

Структура условного обозначения ПЧ серии АТ27, согласно ТУ 3416-017-82539763-2011:



1. Наименование серии: АТ27 — преобразователь частоты средневольтный многоуровневый.

2. Мощность ПЧВМ — 1600 кВт.

3. Номинальное вводное напряжение, кВ — 6.

4. Номинальное выводное напряжение, кВ — 6.

5. Исполнение по системе коммутации (ввод/вывод):

   - 0X — специальное исполнение;
   - 1X — один ввод;
   - 2X — два ввода;
   - 3X — один ввод с безударным переводом двигателя на сеть;
   - 4X — два ввода с безударным переводом двигателя на сеть;
   - 5X ...9X — резерв;
   - X0 — нет байпасной цепи (прямой пуск);
   - X1 — есть байпасная цепь (прямой пуск).

6. Исполнение силового трансформатора:

   - A — с алюминиевыми обмотками (aluminium);
   - C — с медными обмотками (copper).

7. Исполнение инвертора (по количеству на фазу и типу ячеек):

   - 3 — три ячейки без функции «байпас»;
   - 4 — четыре ячейки с функцией «байпас»;
   - 5 — пять ячеек без функции «байпас»;
   - 6 — шесть ячеек с функцией «байпас»;
   - 9 — девять ячеек без функции «байпас»;
   - 0 — десять ячеек с функцией «байпас»;
   - F — рекуперативные ячейки с функцией «байпас» (active front end).

8. Исполнение по системе управления (шкаф управления отсека оператора):

   - 0 — специальное исполнение;
   - 1 — шкафное исполнение с базовым функционалом (1 двигатель с байпасом);
   - 2 — шкафное исполнение со средним функционалом (2 двигателя с безударным переводом на сеть);
   - 3 — шкафное исполнение с расширенным функционалом (3 двигателя с безударным переводом на сеть и датчиками);
   - 4 — исполнение «блок-бокс» с расширенным функционалом (система управления жизнеобеспечением + Каскад).

9. Внешний интерфейс:

   - M — Modbus RTU;
   - P — Profibus;
   - C — CAN Open;
   - E — Industrial Ethernet.

10. Конструктивное исполнение ПЧВМ:

- С — шкафное исполнение (cabinet);
- К6 — исполнение «блок-бокс», 6 м;
- К9 — исполнение «блок-бокс», 9 м;
- К12 — исполнение «блок-бокс», 12 м;
- В — исполнение системы частотного регулирования;
- S — в специальном исполнении (с лестницами, на сваях).

11. Климатическое исполнение:

- 0 — специальное исполнение;
- 1 — УХЛ1;
- 4 — УХЛ4.

12. Класс защиты:

- 0 — специальное исполнение;
- 3 — IP30;
- 4 — IP43;
- 5 — IP54;
- N — Nema 3R.

Также возможны различные исполнения моношкафов согласно требуемых дискретных и аналоговых сигналов. Количество сигналов управления определяется блоками расширения. Максимально количество блоков расширения в исполнении «моношкаф» составляет 6 штук. Однако при необходимости подключения шкафов коммутации типа ШВВ, ШВК или ШВ максимальное количество пользовательских блоков расширения составляет четыре штуки. В таблице 2.1 приведены основные исполнения. Однако возможны другие исполнения по требованиям Заказчика.

Таблица 2.1 — Основные исполнения моношкафов АТ27 по блокам расширения

Исполнение	Количество блоков расширения	Дискретные входы / выходы	Аналоговые входы	Аналоговые выходы
0	2	32 / 15	3	0
1	3	32 / 15	7	0
2	3	32 / 15	3	4
3	3	48 / 22	3	0
4	4	32 / 15	7	4
5	4	48 / 22	7	0
6	4	48 / 22	3	4
7	4	64 / 32	3	0

2.3 Описание электротехнической таблички

На рисунке 2.6 приведен пример электротехнической таблички, которая размещается на ПЧ Триол АТ27:

Рисунок 2.6 — Пример электротехнической таблички ПЧ Триол АТ27

2.4 Технические характеристики преобразователя частоты Триол АТ27

Основные технические характеристики ПЧ АТ27 приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2 — Основные технические характеристики ПЧ серии Триол АТ27

Наименование параметра	Значение параметра
Полная входная мощность, кВА	2000
Номинальная выходная мощность, кВт	1600
Входное напряжение, В	6000 (+ 10 %, -15 %)
Количество фаз	3
Номинальный выходной ток, А	195
Частота питающей сети, Гц	50 (± 10 %)
Входной коэффициент мощности	> 0,97 (при номинальной нагрузке)
КПД	> 0,96 (при номинальной нагрузке)
Коэффициенты несинусоидальности входного напряжения (THDu)	< 2 %
Коэффициенты несинусоидальности выходного тока (THDi)	< 2 %
Выходная частота, Гц	0 ~ 120 (плавное регулирование с дискретностью 0,1 Гц)
Выходное напряжение, В	0 ~ 6000
Перегрузочная способность, %	120 (в течение 120 с) 150 (в течение 3 с) 200 (в течение 10 мс)
Напряжение питания собственных нужд	380 В, 50 Гц, 3-х фазное 4-х проводное (TN-C либо TN-S)
Время разгона/торможения, с	1 ~ 32000
Тип управления	скалярное / векторное
Количество точек характеристики U/f (для скалярного управления)	8
Тип торможения	выбег / частотное / динамическое [1]
Дискретные входы	32 входа

Продолжение таблицы 2.2

Наименование параметра	Значение параметра
Дискретные (релейные) выходы	15 выходов
Параметры дискретных выходов (тип и номинальное напряжение, максимальный коммутируемый ток)	= 24 В, 6 А = 220 В, 0,2 А ~ 220 В, 6 А
Аналоговые входы	3 входа (в базовом исполнении) 0 ~ 10 В либо 4 ~ 20 мА
Аналоговые выходы	1 выход (в базовом исполнении) 0 ~ 10 В либо 4 ~ 20 мА
Интерфейс связи	RS485 ModBus RTU (в базовом исполнении)
Степень защиты	IP30 (в базовом исполнении)
Способ охлаждения	принудительное воздушное
Температура окружающей среды, °С	от плюс 1 до плюс 40
Относительная влажность, % (при температуре 25 °С)	не более 80

Примечание:

(1) тип торможения двигателя может быть выбран между:

- торможением выбегом – с двигателя снимается напряжение питания;
- частотное торможение – снижение скорости вращения двигателя осуществляется по выбранному в ПЧ закону управления;
- динамическое торможение – снижение скорости вращения двигателя осуществляется постоянным током.

3 Конструктивные исполнения преобразователя частоты Триол АТ27

3.1 Общая информация о ПЧ Триол АТ27

Данное Руководство предназначено для ПЧ АТ27 мощностью 1600 кВт на номинальное напряжение 6 кВ в конструктивном исполнении «моношкаф».

Преобразователи частоты Триол АТ27 мощностью 1600 кВт изготавливаются в шкафном исполнении, состоящем из двух шкафов – шкафа трансформатора (с отсеком управления) и шкафа ячеек.

Система управления ПЧ позволяет управлять как одним двигателем, так и несколькими двигателями поочередно при наличии шкафов коммутации ШВК для переключения между двигателями (до пяти двигателей).

Питание ПЧ осуществляется от промышленной сети 6 кВ с частотой 50 Гц. Можно осуществлять питание ПЧ от нескольких секций при наличии шкафов коммутации ШВК для переключения между секциями (не более двух секций).

Конструкции шкафов коммутации ШВК разрабатываются по требованию заказчика. Информацию по шкафам коммутации можно найти в соответствующем Руководстве по эксплуатации.

Исполнение моношкаф - это единый шкаф, в котором размещены все элементы ПЧ АТ27: силовой многообмоточный трансформатор, СЯ, отсеки управления и подключения силовых и сигнальных кабелей. Данное конструктивное исполнение позволяет значительно сократить время установки и монтажа ПЧ.

Также моношкафы АТ27 выполнены с интегрированным вводом питания и выводом на двигатель, что позволяет сократить занимаемую ПЧ площадь за счет отсутствия необходимости в шкафах коммутации. В данном случае в качестве вводных и выводных контакторов используются вводная и выводная ячейки в распределительном устройстве Заказчика. Управление ячейками осуществляется от ПЧ.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! В случае применение ПЧ без выводного контактора (выводной ячейки) на двигатель возможен выход из строя силовых ячеек ПЧ при аварийном останове и торможении двигателя самовыбегом.

Для предупреждения подобных случаев настоятельно рекомендуем использовать между выходом ПЧ и двигателем выводную ячейку с управлением от ПЧ.

В зависимости от номинальной мощности ПЧ имеются три габаритные группы моношкафов.

Таблица 3.1 — Габариты и масса ПЧ АТ271М6 моношкаф

Модель	Габаритные размеры, мм					Максимальная масса, кг
	Ширина W	Высота H1	Высота H2	Глубина D1	Глубина D2	
АТ27-1М6	3300	2350	2850	1200	1000	7000

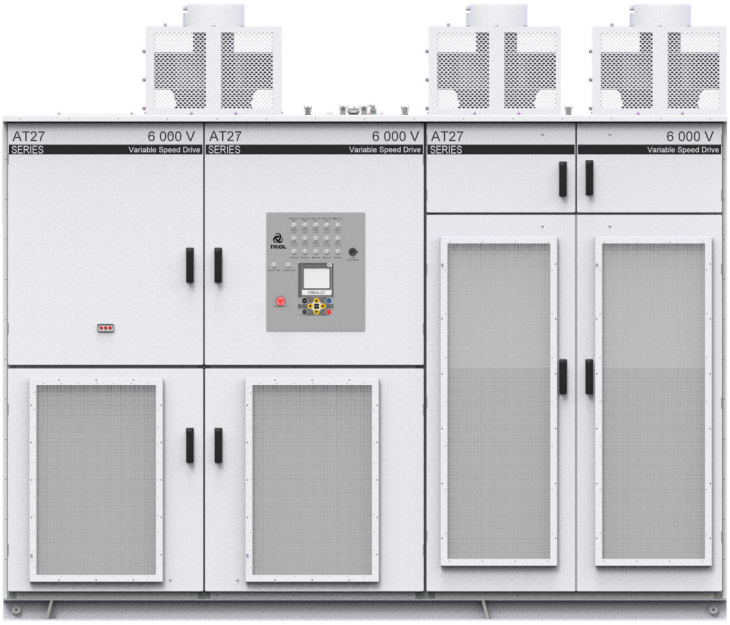


Рисунок 3.1 — Внешний вид моношкафов ПЧ AT27

Все моношкафы ПЧ AT27 являются шкафами одностороннего фронтального обслуживания. Доступ к содержимому шкафов обеспечивается через двери на фронтальной стороне. Двери открываются наружу.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! После отключения питания ПЧ на токоведущих частях могут сохраняться опасные для жизни напряжения. Для избегания поражения электрическим током необходимо начинать работы не ранее, чем через 15 минут после отключения питания ПЧ.

Двери отсеков оснащены концевыми выключателями, которые обеспечивают отключение и обесточивание ПЧ, а также включение освещения внутри шкафа при открывании двери.

Все силовые ячейки в шкафу являются полностью идентичными и взаимозаменяемыми. Замена силовой ячейки может осуществляться силами одного монтажника в сжатый срок.

Управление силовой ячейкой осуществляет контроллер привода по оптоволоконному каналу связи. Оптоволоконный канал связи ячеек с контроллером привода позволяет обеспечить гальваническую развязку между силовой ячейкой и управляющей электроникой привода.

На лицевой панели силовой ячейки расположены клеммы и разъемы для подключения силовых и сигнальных кабелей:

- клеммы подключения силового питания ячейки от вторичной обмотки силового трансформатора;
- выходные клеммы ячейки (соединяются последовательно с другими ячейками в фазе);
- разъемы для подключения оптоволоконного кабеля управления и диагностики.

Отсек управления обеспечивает управление всеми системами ПЧ AT27 и включает в себя:

- контроллер ПЧ;
- технологический контроллер УМКА-27;
- блоки питания;
- блоки расширения дискретных и аналоговых входов и выходов;
- автоматические выключатели питания систем ПЧ;

- тиристоры предварительного заряда конденсаторов СЯ;
- индикаторы состояния ПЧ.

Моношкафы укомплектованы вентиляторами охлаждения, которые устанавливаются на крышу. Управление скоростью вращения вентилятора выполняет контроллер УМКА-27 в зависимости от температуры оборудования (СЯ и силового трансформатора).

Для препятствия попаданию вовнутрь шкафов пыли и мусора используется система сетчатых воздушных фильтров типа ФПВ-G3. Фильтры установлены на дверях моношкафа. Воздух из внешней среды перед подачей на обмотки трансформатора или на радиаторы силовых ячеек проходит через фильтры и очищается от механических примесей. Фильтры обеспечивают очистку примесей согласно условиям эксплуатации, приведенным в Разделе 4.1.

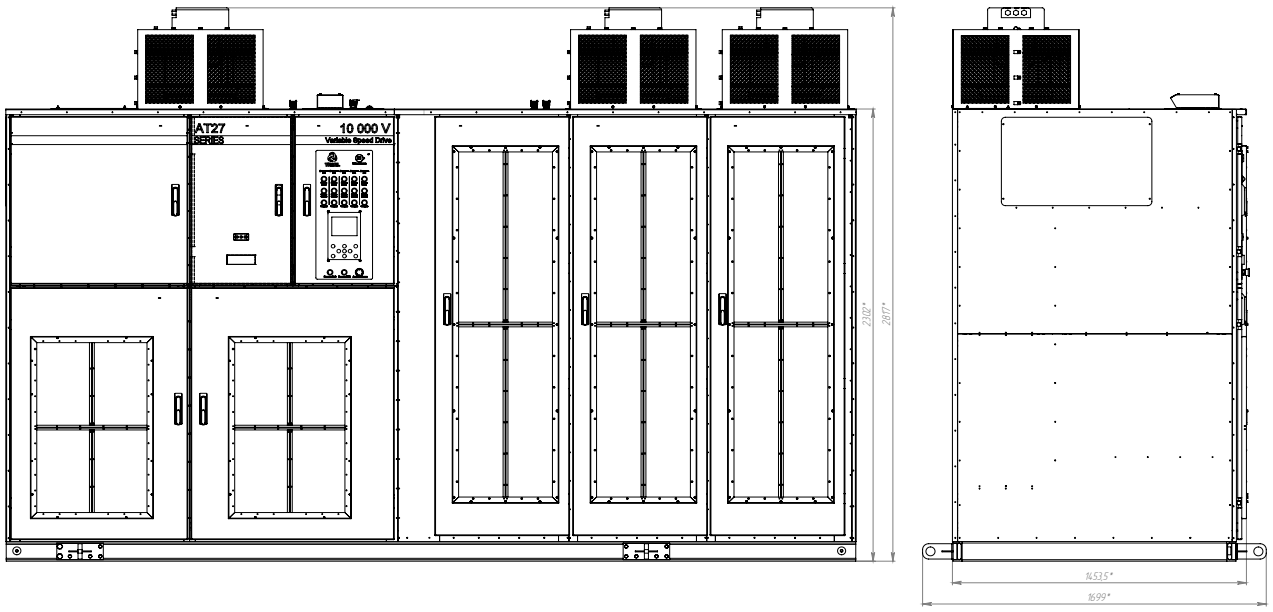


Рисунок 3.2 - Габаритный чертеж AT27-1M6

3.2 Конструкция АТ27-1М6

Общий вид компоновки моношкафа АТ27-1М6 представлен на рисунке 3.3.

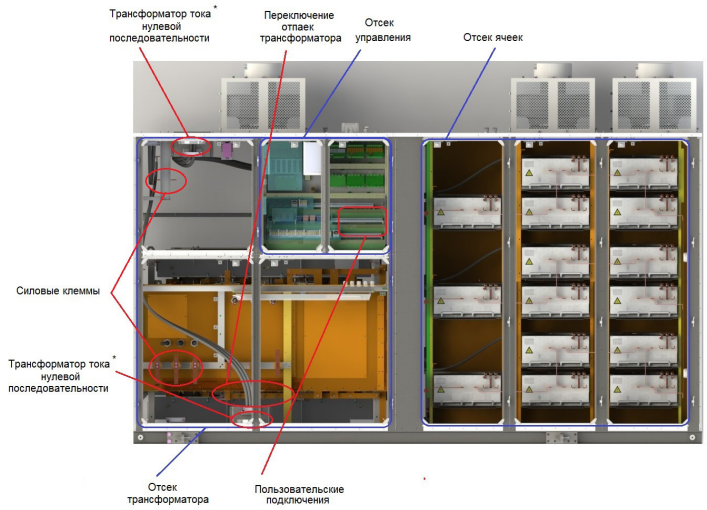
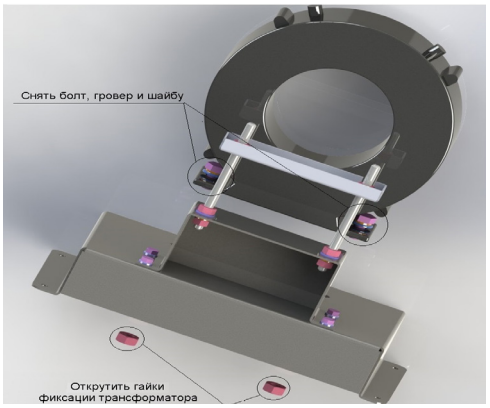


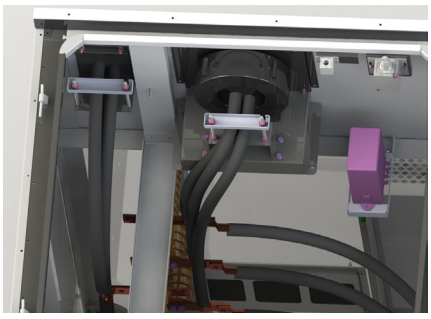
Рисунок 3.3 — Компоновка моношкафа АТ27-1М6

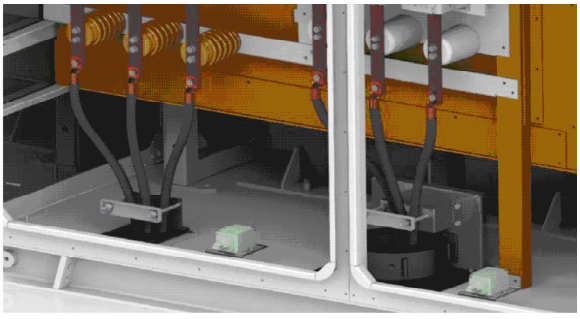
Ввод силовых кабелей выполняется через дно либо через крышу моношкафа сквозь отверстия в отсеке подключений. Кабели фиксируются кабельными зажимами на вводе и выводе из моношкафа (рисунок 3.4).

Внимание! Подключение силового кабеля возможно как через окно в крыше, так и через окно в дне моношкафа. Трансформатор тока нулевой последовательности, через который необходимо пропустить кабель при монтаже, установить в зависимости от подключения.



а) демонтаж трансформатора тока нулевой последовательности





б) ввод через крышу **в) ввод через дно**

Рисунок 3.4 — Подключение и фиксация силовых кабелей в АТ27-1М6

Клеммы пользовательских подключений расположены в отсеке управления (рисунок 3.3). Пользовательские и сигнальные кабели заводятся в AT27 через гермовводы, находящиеся в дне и крыше шкафа. Кабели при прокладке фиксируются в отсеке подключений кабельными вводами, а затем укладываются в короба в отсеке управления (рисунок 3.5).

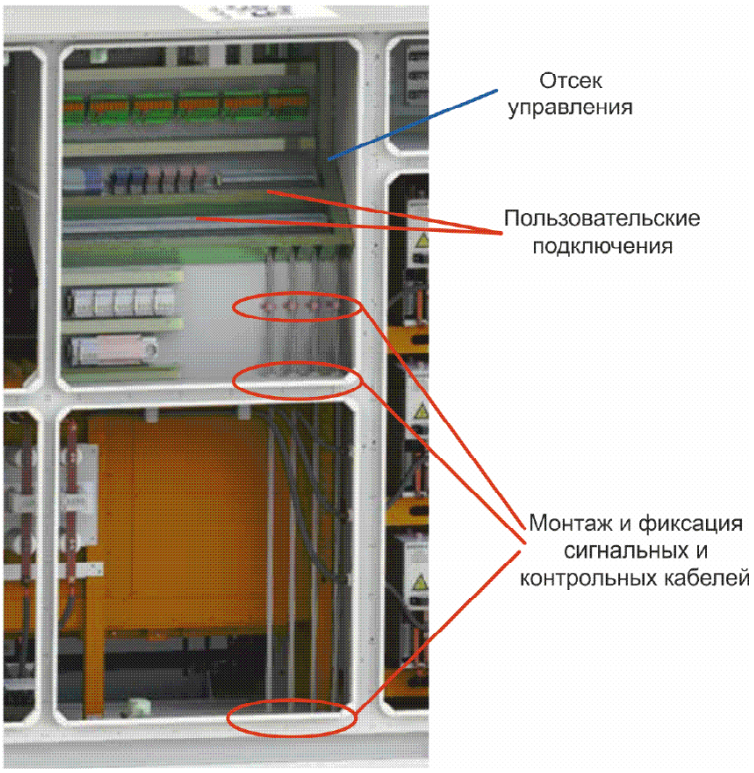


Рисунок 3.5 — Подключение и фиксация контрольных и сигнальных кабелей в AT27-1M6

Общий вид силовой ячейки ПЧ мощностью 1600 кВт показан на рисунке 3.6.

Рисунок 3.6 – Силовая ячейка AT27-1M6

4 Условия эксплуатации и хранения преобразователя частоты Триол АТ27

4.1 Условия эксплуатации

ПЧ АТ27 имеет климатическое исполнение УХЛ, категория размещения 4 по ГОСТ 15150, и предназначен для эксплуатации в районах с умеренным и холодным климатом, в закрытых, отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других помещениях.

Допустимые параметры окружающей среды:
- температура окружающей среды от плюс 1°С до плюс 40 °С;
- относительная влажность воздуха - 80 % (без конденсата) при температуре плюс 20 °С;
- высота над уровнем моря не более 1000 м.

Содержание примесей в атмосфере должно отвечать следующим требованиям:
- атмосфера типа II по ГОСТ 15150 (атмосфера промышленная) при окружающей среде невзрывоопасной, не содержащей газов, испарений, химических отложений, токопроводящей пыли в концентрациях, снижающих параметры до недопустимых пределов;
- содержание нетокопроводящей пыли в местах установки электропривода не должно превышать 0,2 мг/м^3.

Степень защиты ПЧ – IP31 по ГОСТ 14254.
Соответствует группе механического исполнения М13 по ГОСТ 17516.1.
Рабочее положение ПЧ АТ27 – вертикальное, допускается отклонение от рабочего положения до 5° в любую сторону.

4.2 Условия хранения

Условия хранения ПЧ АТ27 должны соответствовать группе 1 (Л) по ГОСТ 15150.

Рекомендуемые условия хранения ПЧ:
- температура окружающей среды от плюс 5 °С до плюс 40 °С;
- изменение температуры не должно превышать 1 °С/мин;
- отсутствие конденсата и повышенной влажности;
- не допускать прямого попадания солнечного света, пыли, агрессивных газов, масляных паров, капель воды и пара.

Внимание! Отклонение при хранении ПЧ от рекомендуемых параметров окружающей среды может привести к уменьшению срока службы оборудования и возможному выходу его из строя.

Ежемесячно в течение всего периода хранения оборудования необходимо проверять условия хранения и состояние упаковки. В случае повреждения упаковки необходимо починить поврежденные участки.

Допустимый срок хранения в упаковке и консервации 2 года.

4.3 Хранение запасных частей

После доставки моношкафа AT27 осуществите проверку запасных частей на отсутствие повреждений. В случае обнаружения любых повреждений проинформируйте об этом Производителя.

Внимание! Условия хранения запасных частей ПЧ AT27 указаны в разделе 4.2 данного Руководства. В случае нарушения условий хранения запасных частей их гарантийное обслуживание не осуществляется.

Ежемесячно в течение всего периода хранения оборудования необходимо проверять условия хранения и состояние упаковки. В случае повреждения упаковки необходимо починить поврежденные участки.

5 Транспортировка и установка преобразователя частоты Триол АТ27

5.1 Транспортировка

Внешняя упаковка ПЧ АТ27 выполнена согласно ГОСТ 23216 для условий хранения и допустимых сроков сохранения в соответствии с разделом 4 данного Руководства.

На упаковке нанесена маркировка в соответствии с ГОСТ 14192.

На упаковке нанесены следующие манипуляционные знаки:
- «Хрупкое. Осторожно»;
- «Верх»;
- «Беречь от влаги»;
- «Штабелировать запрещается»;
- «Центр тяжести».

На упаковке нанесены следующие информационные надписи:
- масса брутто и нетто грузового места;
- габаритные размеры грузового места.

Моношкаф АТ27 перевозится в собранном виде.

После установки моношкафа необходимо только установить вытяжные вентиляторы охлаждения на крыше и подключить два разъема (питание и управление вентилятором) для каждого вентилятора.

Таблица 5.1 — Массовые характеристики преобразователя частоты АТ27

Наименование	Масса нетто, кг	Масса брутто, кг
Моношкаф АТ27-1М6	7000	7100
Блок вентилятора [1)]	80	100

Примечание:
[1)] – поставляется в зависимости от мощности ПЧ:
для АТ27-1М6 – 2 блока.

Преобразователь частоты АТ27 допускается транспортировать всеми видами крытого транспорта и на платформе железнодорожного транспорта в соответствии с правилами, действующими на данном виде транспорта.

Условия транспортирования оборудования, входящего в состав преобразователя частоты АТ27, должны соответствовать в части воздействия механических факторов группе «Л» по ГОСТ 23216:
- перевозки без перегрузок железнодорожным транспортом;
- перевозки без перегрузок автомобильным транспортом:
  а) по дорогам с асфальтовым и бетонным покрытием;
  б) по булыжным и грунтовым дорогам со скоростью до 40 км/ч;
- перевозки различными видами транспорта: воздушным или железнодорожным транспортом совместно с автомобильным, с общим числом перегрузок не более двух.

При перевозках автомобильным транспортом рекомендуется по возможности использовать транспортные средства с пневмоподвеской

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Размещение и крепление шкафов преобразователя частоты АТ27 в транспортном средстве должны обеспечивать их устойчивое положение, исключать возможность смещения и удары их друг о друга, а также о стенки транспортного средства.

Для крепления моношкафов на платформе используются растяжки и упорные бруски (рисунок 5.1).

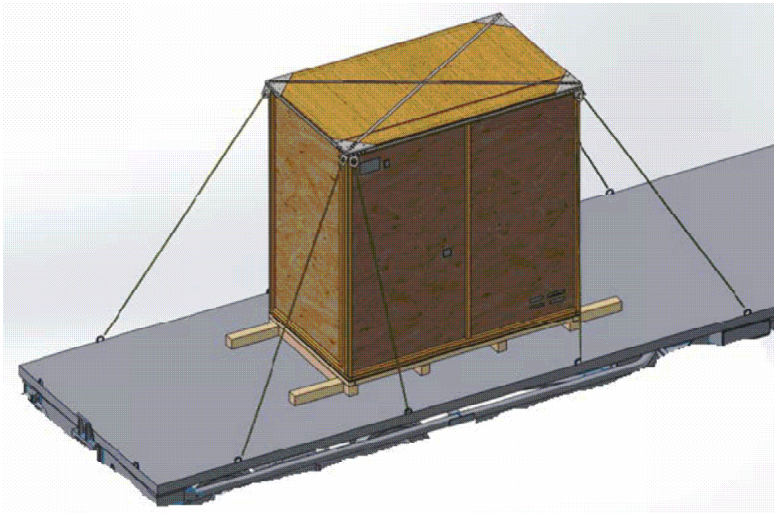


Рисунок 5.1 — Крепление ПЧ в упаковке к прицепу фуры (или ж/д платформе) с помощью растяжек и упорных брусков

5.2 Разгрузка

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Перед разгрузкой проверьте комплектность поставки согласно паспорта на Ваш преобразователь частоты.

Грузоподъемные работы должны выполняться с соблюдением техники безопасности и мер, обеспечивающих сохранность моношкафа.

Для грузоподъемных работ требуется текстильные стропы пропустить под дном поддона упаковки и закрепить их на траверсе (рисунок 5.2).

Траверса не входит в базовый комплект поставки моношкафа АТ27. При необходимости наличия в комплекте поставки с моношкафом траверсы необходимо отметить это в заказе.

Поднимать и транспортировать моношкаф только в стандартной таре в соответствие с грузоподъемностью машины.

При транспортировании оборудования, входящего в состав преобразователя частоты, его нельзя кантовать и подвергать толчкам и крену более 15°. Подъем и перемещение необходимо производить плавно, без рывков и раскачиваний.

Погрузку-разгрузку моношкафа выполнять механизированным способом при помощи подъемно-транспортного оборудования и траверсы за строповочные петли, расположенные в верхней части каждого моношкафа, или вилочным автопогрузчиком через специальные проемы в нижней части моношкафов.

Перемещать внутри помещения моношкафы допускается также с использованием подвижных платформ и подкатных тележек соответствующей грузоподъемности.

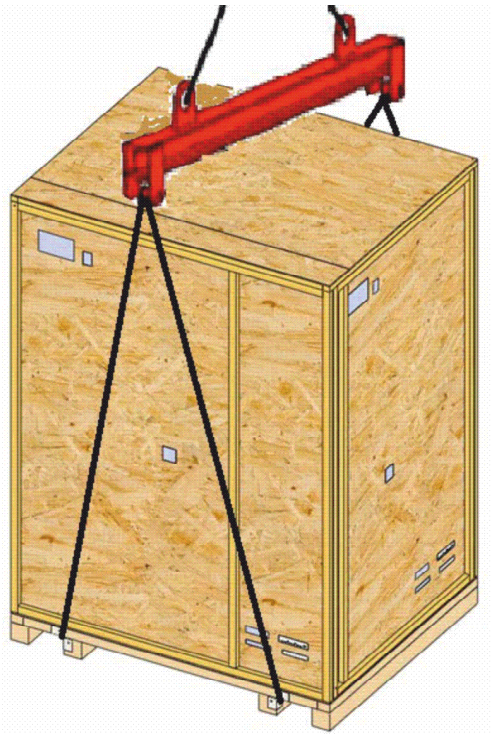


Рисунок 5.2 — Строповка изделия в упаковке

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Не выполнять подъем, перемещение и опускание оборудования, если под ним находятся люди.

Опускать оборудование только на предназначенное для этого место, где исключается его падение, опрокидывание или сползание.

Строповку груза осуществлять стропами, отвечающими массе поднимаемого груза согласно таблице 5.1, с учетом количества ветвей и угла их наклона к вертикали.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! При строповке моношкафов обязательно использовать все 4 приспособления строповки, расположенные в верхней части шкафов преобразователя.

Для строповки рекомендуется использовать строповочные приспособления типа 4СК1-5,0, 4СК1-6,3 либо аналогичные, отвечающие массе поднимаемого груза (таблица 5.2).

Таблица 5.2 — Характеристики строп

Шкаф	Минимальная длина строп, l, м	Масса брутто, кг
Моношкаф AT27	2,5	5000
Моношкаф AT27 (в упаковке, мягкие стропы)	6,5	5000

Стропы общего назначения подбирать так, чтобы угол между ветвями строп не превышал 90° (рисунок 5.3).

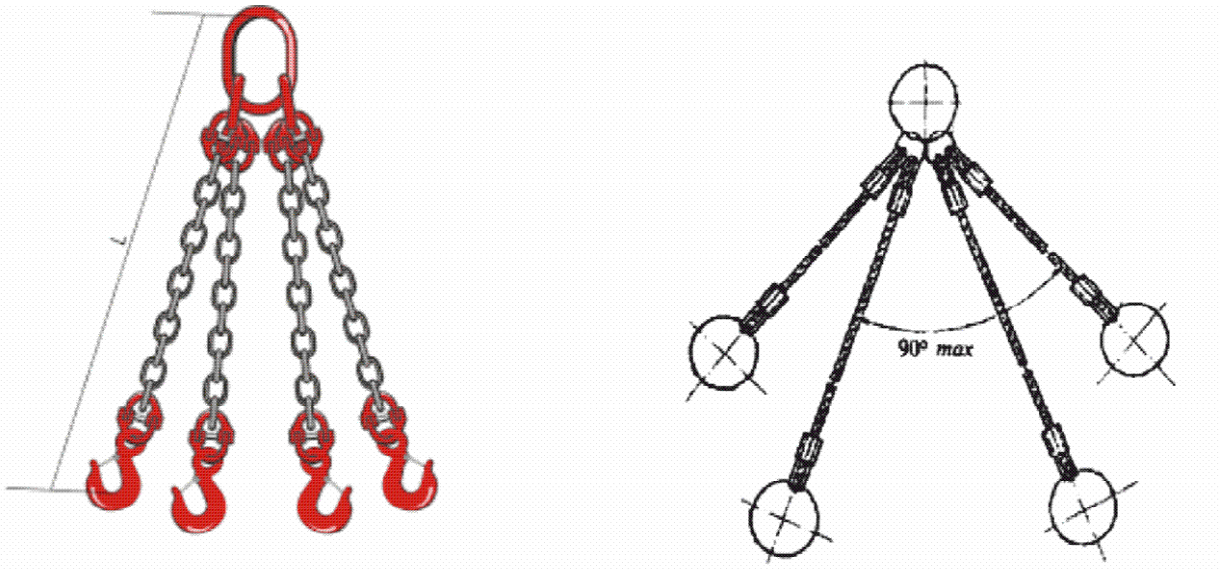


Рисунок 5.3 — Строповочное приспособление типа 4СК1 и максимальный угол между стропами

В качестве захватов в стропах следует применять крюки исполнений К и К1 со страхующими механизмами, защелками (рисунок 5.4).

Рисунок 5.4 — Крюк типа К с замком

Рисунок 5.5 — Неправильное (а) и правильное (б) положение крюка при установке в проушине

5.3 Распаковка

Перед снятием упаковки убедитесь в соответствии маркировки заказу и отсутствий сквозных повреждений упаковки.

Снятие упаковки необходимо производить в помещении при температуре от 1 °С до 40 °С.

Перед распаковкой изделия убедитесь, что моношкаф стоит на сухом устойчивом основании.

Демонтировать строповочный узел с крыши упаковакованого изделия, выкрутив фиксирующие саморезы (рисунок 5.6).

Рисунок 5.6 — Внешний вид моношкафа в упаковке со строповочными узлами и без них

Демонтировать верхнюю панель, выкрутив фиксирующие саморезы (рисунок 5.7).

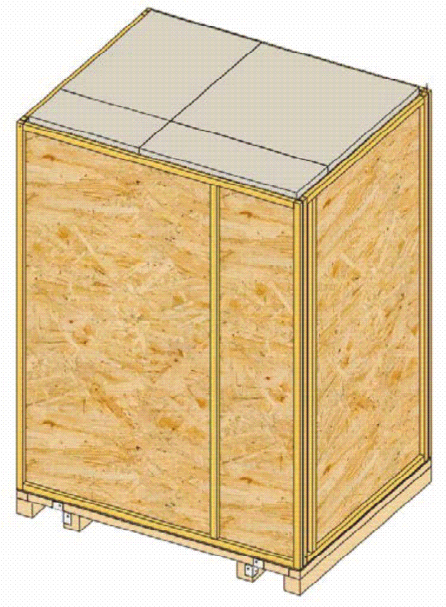


Рисунок 5.7 — Внешний вид изделия с демонтированной верхней панелью

Демонтировать боковые панели, выкрутив фиксирующие саморезы (рисунок 5.8).

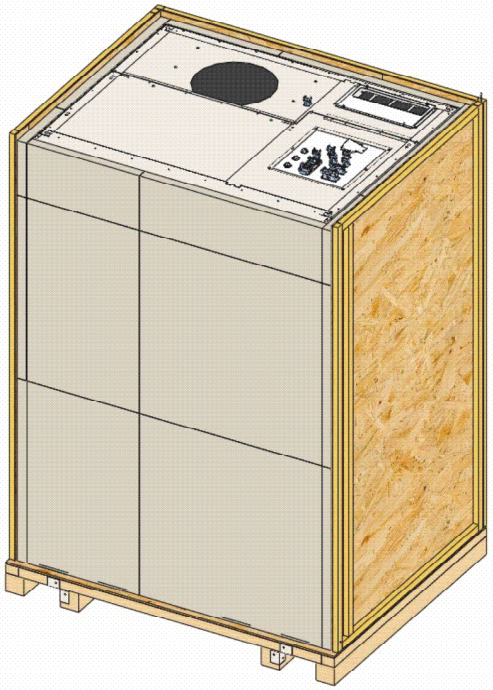


Рисунок 5.8 — Внешний вид изделия с демонтированной боковой панелью

Аккуратно снять слой из полиэтилена для возможности дальнейшего использования при повторной упаковке.

Аккуратно снять со всех сторон изделия пенопластовые листы и снять слой воздушно пузырчатой пленки (рисунок 5.9).

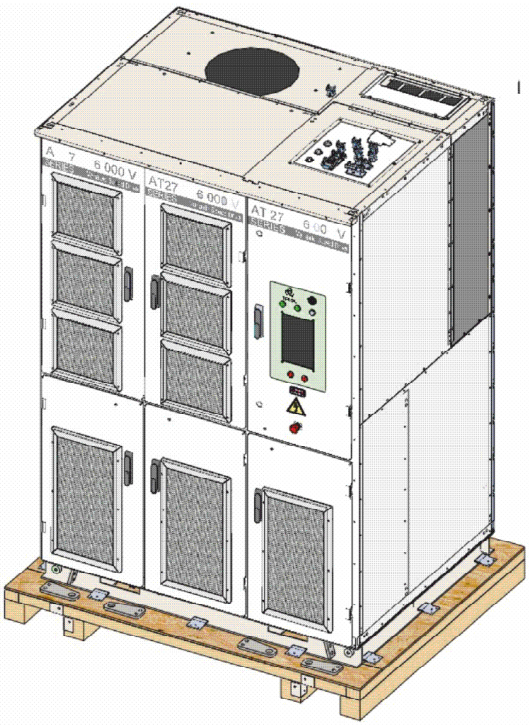


Рисунок 5.9 — Внешний вид изделия без наружной упаковки

Демонтировать проушины строповки изделия, выкрутив фиксирующие саморезы (рисунок 5.10).

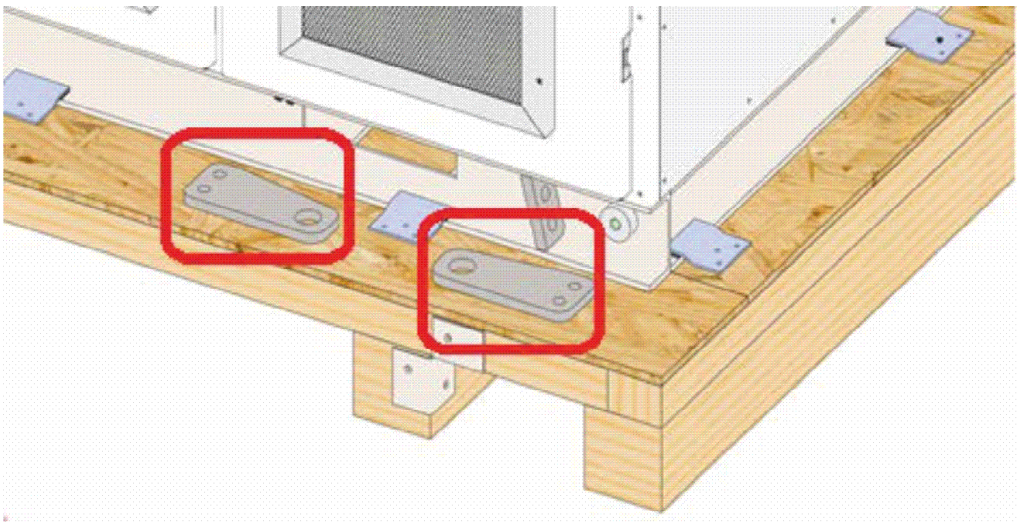


Рисунок 5.10 — Расположение проушин на подоне

Демонтировать скобы крепления изделия к поддону, выкрутив фиксирующие саморезы (рисунок 5.11).

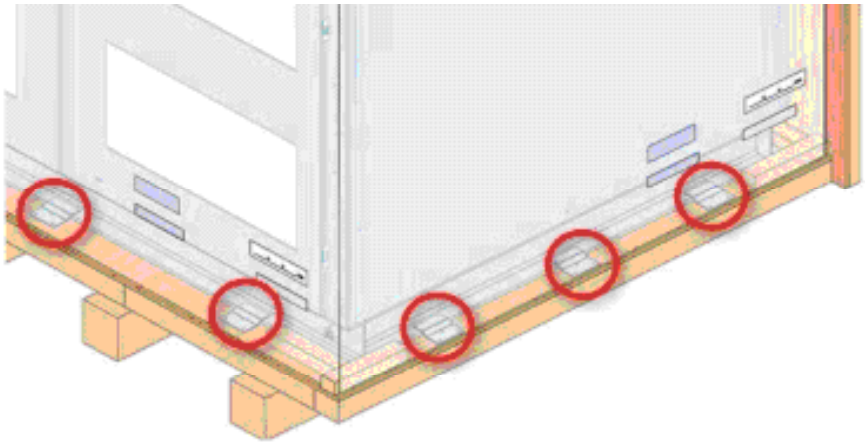


Рисунок 5.11 — Расположение скоб фиксации изделия к поддону

Открутить болты и установить проушины строповки изделия и закрепить при помощи болтового соединения М14 (рисунок 5.12).

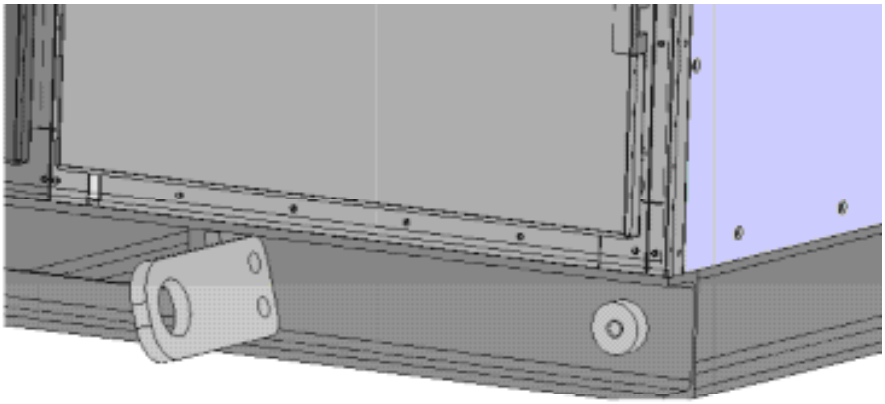


Рисунок 5.12 — Расположение строповочных проушин на силовой раме изделия

5.4 Установка

При работах по монтажу следует руководствоваться СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства» и данным Руководством.

Требования к помещению и размещению.

При выборе места для установки преобразователя частоты АТ27 руководствуйтесь следующими условиями и рекомендациями:

- место установки должно отвечать требованиям ПУЭ по пожаробезопасности для электроустановок выше 1 кВ без маслонаполненного оборудования;
- место установки преобразователя частоты должно соответствовать требованиям группы механического исполнения М3 согласно ГОСТ 17516.1-90 по вибрационным и ударным воздействиям;
- температура окружающей среды по месту установки должна находиться в пределах допустимого диапазона (от плюс 1 °С до плюс 40 °С);
- место установки преобразователя частоты должно быть чистым, без масляного тумана и пыли;
- уровень пола в месте установки преобразователя частоты не должен быть ниже уровня пола в остальной части помещения;
- допустимый перепад уровня пола не более 5 мм на всю ширину шкафов;
- высота потолка в месте установки должна быть не менее 3,5 м;
- минимальное расстояние от крыши моношкафа АТ27 до потолка – 1000 мм.
- место для установки преобразователя частоты должно соответствовать габаритам, приведенным в паспорте преобразователя частоты. Кроме того, перед шкафами должен быть проход согласно ПУЭ для установок 6 кВ;
- преобразователь частоты АТ27 состоит из шкафов одностороннего обслуживания. Доступ к задним и боковым стенкам для обслуживания и ремонта не требуется;
- выполнить подвод силовых кабелей 6 кВ и кабелей питания 380 В, кабелей телемеханики и АСУ к отсеку подключений моношкафа.

Помещение должно обеспечивать отвод тепловой энергии от преобразователя частоты, при этом температура в помещении не должна превышать 50 °С.

Максимальное выделение тепловой энергии преобразователя частоты АТ27-1М6 не превышает 80 кВт.

Помещение должно обеспечивать необходимый объем воздуха для нормальной работы преобразователя частоты. При функционировании преобразователь частоты использует до 30 тыс. м^3 воздуха в час для АТ27-1М6. Забор воздуха осуществляется через двери отсека трансформатора и отсека ячеек моношкафа, а выброс через крышу.

Обратите внимание на то, что шкафы преобразователя частоты устанавливаются вплотную друг к другу, а также могут быть установлены задними стенками всех шкафов и боковыми стенками крайних шкафов вплотную к стенам помещения, обеспечивая уменьшение общей занимаемой площади. Однако, рекомендуется оставить пространство не менее 0,5 м между задней стенкой преобразователя и стеной для обеспечения лучшей циркуляции воздуха через систему охлаждения преобразователя частоты.

Требования к основанию

Установка АТ27 может осуществляться на:

- бетонное (железобетонное),
- металлическое строительное основание (фундамент),
- каркас из металлоконструкций либо на строительное основание, выполненное с использованием закладных элементов.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ устанавливать преобразователь частоты на основании из горючего материала!

При всех способах установки должен быть обеспечен механический контакт поверхности строительного основания с опорными поверхностями длинных сторон шкафов АТ27 по всей площади этих поверхностей.

Допускается отсутствие механического контакта коротких сторон периметра основания любого или всех шкафов АТ27 со строительным основанием. Строительное основание шкафов должно обеспечивать установку шкафов без перекосов и исключать возникновение недопустимых вибраций.

На рисунке 5.13 приведен пример установки шкафов АТ27 на фундамент с кабельным каналом и закладными металлоконструкциями из стального уголка 70х70х5.

После установки приварить шкафы ПЧ Триол АТ27 к основанию из стальных уголков.

После установки шкафов откройте все двери, проконтролируйте их полное открытие и закрытие. Если двери открываются или закрываются не полностью, то необходимо отрегулировать положение шкафа.

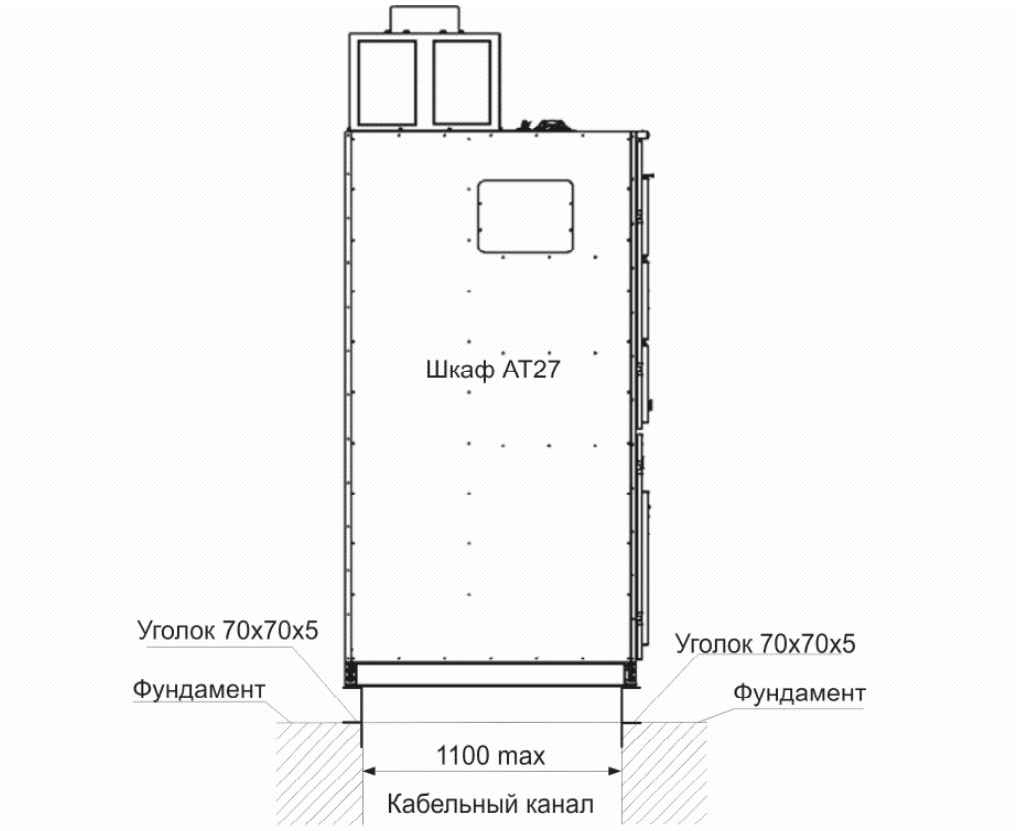


Рисунок 5.13 — Установка шкафов АТ27 на фундамент

5.5 Входной контроль

Во время распаковки преобразователя частоты проверьте его комплектность. Комплектность преобразователя частоты АТ27 указана в его техническом паспорте.

После извлечения преобразователя частоты из упаковки выполните проверку согласно следующим критериям:

- проверьте маркировку шкафов преобразователя частоты согласно Вашему заказу. Маркировка указана на табличке технических характеристик, которая расположена на лицевой стороне каждого шкафа.
- осмотрите преобразователь частоты на предмет наличия каких-либо царапин или иных повреждений, возникших в процессе доставки.
- проверьте отсутствие выпавшего из своих мест крепежа и свободного хода внешних частей корпуса преобразователя.
- откройте левую дверь отсека управления и убедитесь, что эксплуатационная документация находится в специальном кармане.

Комплект ЗИП хранится в отдельной упаковке. В него вкладывается технический паспорт на изделие.

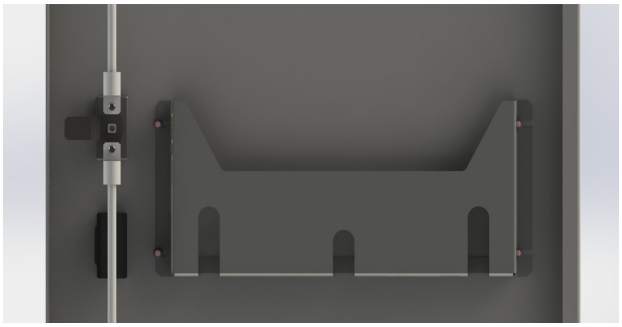


Рисунок 5.14 — Карман для хранения эксплуатационной документации

После снятия упаковки и внешнего осмотра необходимо открыть все двери каждого шкафа при помощи ключей, идущих в комплекте (комплект ключей необходимо извлечь из ЗИПа). Отпирание дверей производится поворотом дверных ручек после предварительного открытия ручки ключом, как показано на рисунке 5.14.

Рисунок 5.15 — Процесс отпирания дверей

В каждом шкафу следует осмотреть основные узлы, агрегаты на предмет повреждений корпусов или покрытия. Особое внимание следует уделить блокам электроники.

Выполните осмотр на предмет:

- выпавшего из своих мест крепежа;
- свободного хода шин, кабельных наконечников;
- повреждений изоляции проводов;
- качества фиксации проводов, отсутствие выпавших из кабельных лотков проводников;
- отсутствия повреждений силового трансформатора;
- наличия влаги;
- наличия пыли.

В случае обнаружения любого из вышеперечисленных повреждений свяжитесь с Корпорацией Триол.

5.6 Монтаж вентиляторов

После установки моношкафа Триол АТ27 следует выполнить монтаж вентиляторов.

Перед установкой вентиляторов снять транспортировочные пластины на крыше моношкафа. Вентиляторы установить на свои посадочные места над вытяжными отверстиями в крыше моношкафа, совместив отверстия во фланце вентилятора со шпильками на крыше шкафа и зафиксировать гайками М8 с плоской и пружинной шайбой.

Необходимо учесть расположение вентиляторов согласно схеме электрической принципиальной, поскольку на заводе-изготовителе каждому вентилятору присваивается свой уникальный адрес.

Следует учесть расположение кабелей подключения вентилятора, которые после установки должны располагаться рядом с разъемами для подключения.

После установки вентиляторов подключить кабель питания и кабель управления к разъемам в крыше моношкафа.

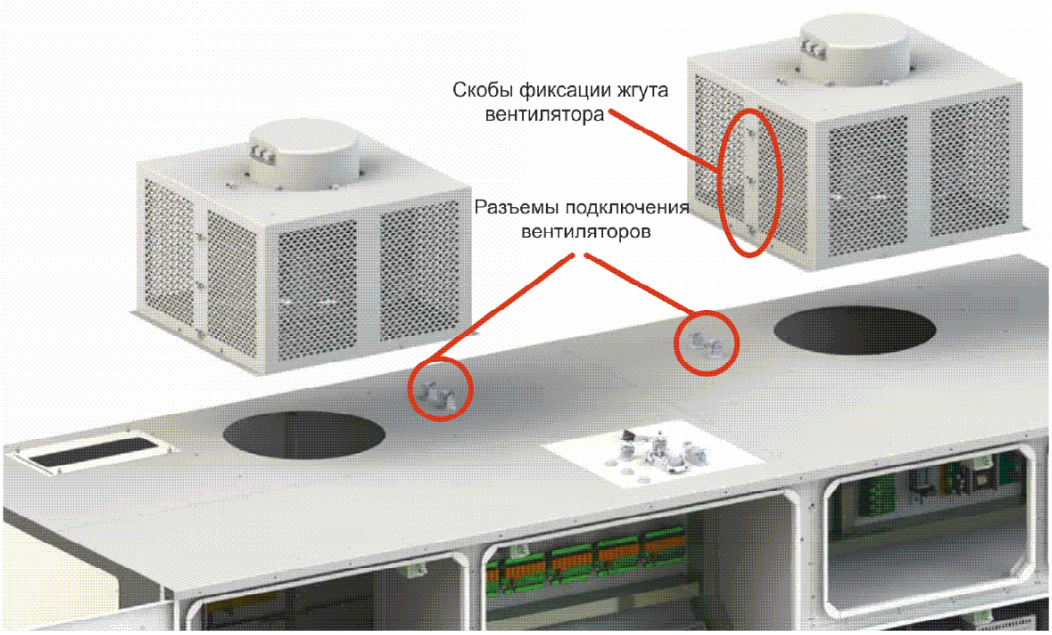


Рисунок 5.16 — Вентиляторы моношкафа АТ27-1М6

6 Электрический монтаж преобразователя частоты Триол АТ27

6.1 Общие сведения об электрическом монтаже

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Монтаж преобразователя частоты должен выполняться квалифицированными специалистами, имеющими соответствующий допуск к работе в электроустановках выше 1000 В.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Перед тем как приступать к электрическому монтажу и подключению преобразователя частоты убедитесь, что цепи, к которым будет осуществляться подключение, обесточены и надежно заземлены.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! После отключения питания ПЧ на токоведущих частях могут сохраняться опасные для жизни напряжения. Для избегания поражения электрическим током необходимо начинать работы не ранее, чем через 15 минут после отключения питания ПЧ.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Заземлите выход ПЧ на двигатель для обеспечения отсутствия напряжения на выходных клеммах ПЧ.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Не допускайте эксплуатацию преобразователя частоты со снятыми или не закреплёнными деталями корпуса, так как возникает вероятность поражения Вас электрическим током и/или повреждения оборудования.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Подтяните все болтовые соединения. Плохой электрический контакт может привести к серьезным травмам и повреждению оборудования из-за перегрева электрического соединения.

Силовые кабели, применяемые для подключения ПЧ к сети и ПЧ к двигателю, не имеют ограничений по длине или требований по согласованию волновых сопротивлений.

Кабель для подключения ПЧ к сети должен быть выбран исходя из мощности трансформатора с учетом перегрузок и настроек защит, а также с требуемым коэффициентом запаса и в соответствии с требованиями местных норм.

Кабель подключения ПЧ к двигателю должен быть выбран исходя из мощности двигателя с учетом перегрузок, настроек защит и коэффициента запаса.

Для подключения ПЧ к сети и к двигателю может быть использован любой кабель на напряжение 6 кВ с алюминиевыми или медными жилами соответствующего сечения.

Рекомендуется применение экранированных высоковольтных кабелей.

Кабель питания собственных нужд ПЧ должен иметь медные жилы сечением не менее 4 мм^2. Кабель должен быть рассчитан на рабочее напряжение не менее 660 В.

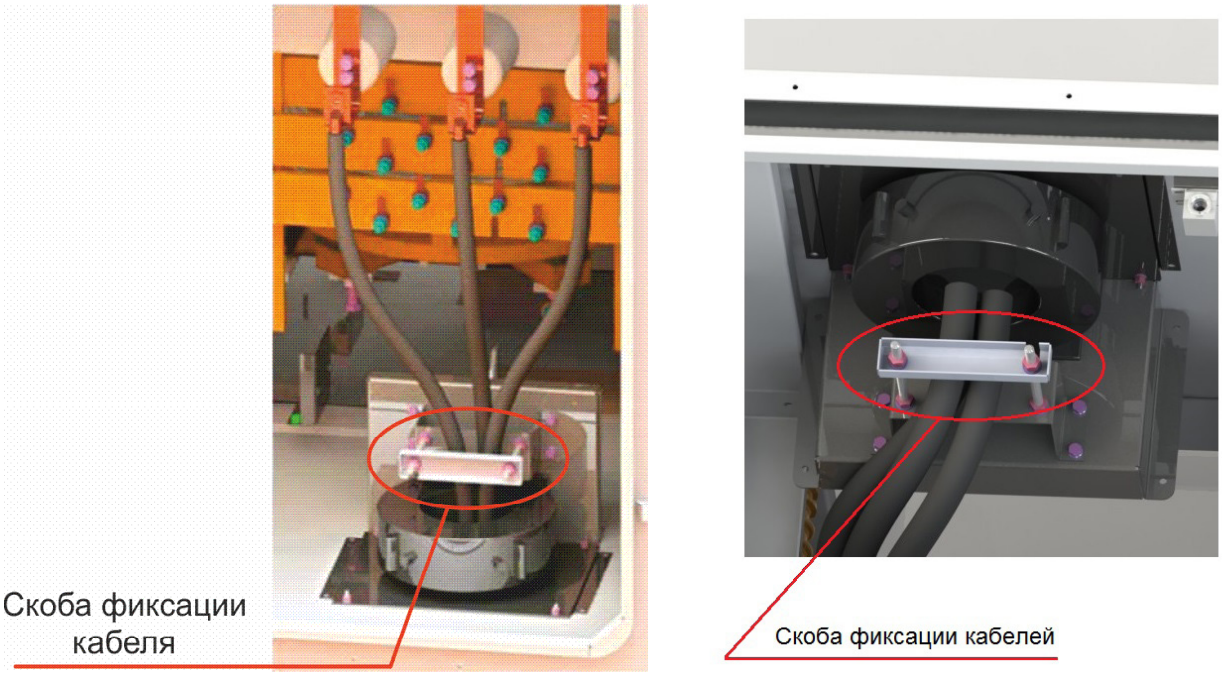
Контрольные и сигнальные кабели должны быть экранированными с медными жилами сечением до 2,5 мм^2 и рабочим напряжением не менее 660 В.

Кабели для подключения интерфейса RS485 должны быть экранированные, медные, типа «витая пара» и соответствовать спецификациям сети.

Общие рекомендации по разделке и монтажу силовых кабелей:

- силовые кабели на напряжение 6 кВ в местах подключения к АТ27 должны быть разделаны и оконцованы кабельными муфтами;
- разделку кабелей и установку кабельных муфт выполнять за пределами шкафа, вы-

тянув кабель, чтобы при прогреве муфты не повредить электрооборудование шкафа;
- кабель зафиксировать крепежной скобой, показанной на рисунке 6.1;
- вывод экрана кабеля, при его наличии, закрепить на шпильку заземления на дне либо на крыше шкафа, в котором выполняется подключение;
- все кабели перед подключением необходимо испытать на сопротивление изоляции и электрическую прочность согласно классу напряжения.



а) вывод кабеля через дно **б) вывод кабеля через крышу**

Рисунок 6.1 — Фиксация силового кабеля подключения двигателя в моношкафу

6.2 Электромагнитная совместимость преобразователя частоты Триол АТ27

Преобразователь частоты Триол АТ27 обеспечивает электромагнитную совместимость с электродвигателем и системой электроснабжения.

Уровень колебаний напряжения и тока в сети, вызываемых преобразователем частоты, соответствует действующим стандартам СНГ и стандарту IEEE Std 519-2014.

Рекомендации по обеспечению электромагнитной совместимости и снижению уровня помех:

1. Убедитесь в качественном и надежном заземлении всех шкафов ПЧ АТ27 и прочей аппаратуры.
2. Каждый шкаф ПЧ должен иметь независимое заземление на заземляющую шину предприятия. Запрещается последовательное заземление шкафов. Рекомендуется каждый шкаф заземлять в одной точке во избежание циркуляции токов заземления через шкаф.

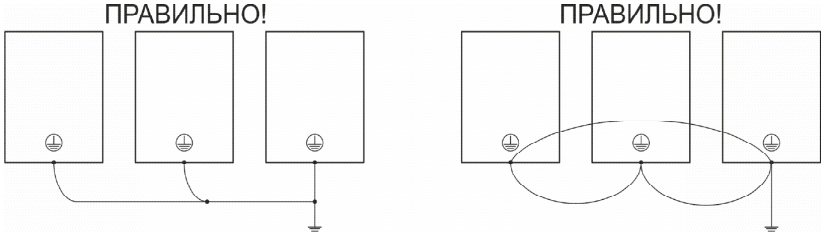


Рисунок 6.2 — Фиксация силового кабеля подключения двигателя в моношкафу

3. Экраны силовых кабелей рекомендуется заземлять только с одной стороны.
4. Обеспечьте заземление экранов силовых кабелей входящих и выходящих из шкафов ПЧ AT27 на зажимы заземления внутри моношкафа или шкафов коммутации (ШВВ, ШВ, ШВК).
5. Обеспечьте заземление экранов контрольных кабелей, приходящих в отсек управления.
6. Рекомендуется разделять кабели с аналоговыми и цифровыми сигналами в разные лотки.
7. Запрещается использовать один кабель для передачи сигналов напряжением 110/220 В и сигналов 24 В. Все сигналы ПЧ AT27 доступные пользователю являются 24 В сигналами.
8. Контрольные и сигнальные кабели должны прокладываться отдельно от силовых кабелей. Если контрольные и силовые кабели проложены в одном кабельном канале, то они должны быть уложены в разные лотки или разделены проводящей заземленной перегородкой. Рекомендуется, чтобы расстояние между контрольными и сигнальными кабелями было не менее 200 мм.
9. При пересечении контрольных и сигнальных кабелей необходимо, чтобы угол пересечения кабелей был максимально приближен к 90°.

6.3 Монтаж силовых цепей (6 кВ)

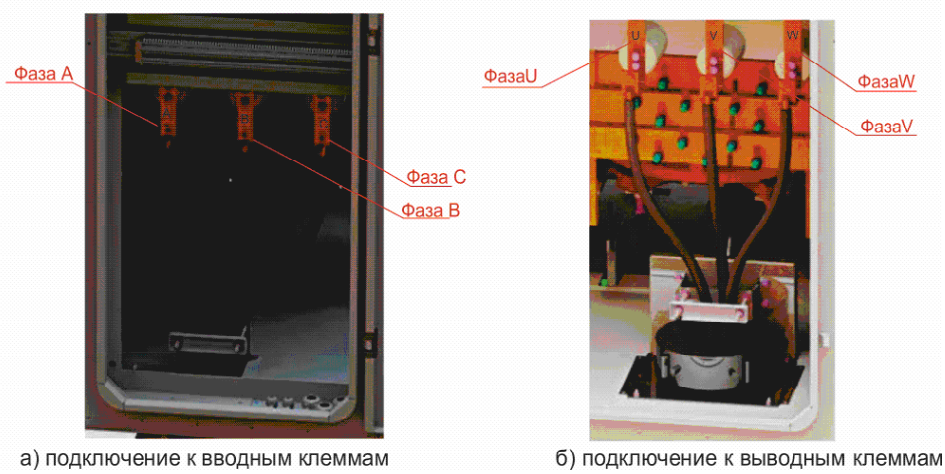
Подключить клеммы заземления, расположенные в нижней части каждого шкафа, к шине заземления медным проводником сечением не менее 16 мм^2.

Подключить кабель питания 6 кВ к клеммам XT1 (фаза A), XT2 (фаза B), XT3 (фаза C) моношкафа, кабель двигателя подключить к клеммам XT4 (фаза U), XT5 (фаза V), XT6 (фаза W) моношкафа (рисунок 6.3).

При подключении соблюдать фазировку согласно цветовой и буквенной маркировке шин.

Подключение силовых кабелей можно осуществлять как через окно в крыше, так и через окно в дне моношкафа. Габаритные чертежи с указанием монтажных размеров указаны в Приложениях Ж, И, К.

Подключение силовых кабелей через окно в дне моношкафа:



а) подключение к вводным клеммам

б) подключение к выводным клеммам

Подключение силовых кабелей через окно в крыше моношкафа:

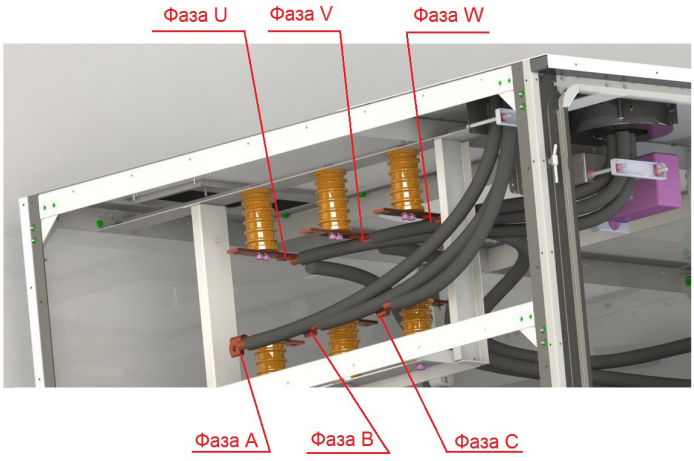


Рисунок 6.3 — Подключение и фиксация силовых кабелей 6 кВ в моношкафах AT27

Чередование фаз U, V и W на выходе может не соответствовать чередованию фаз A, B и C на вводе ПЧ.

В случае необходимости перевода двигателя с питания от ПЧ на питание от сети и/или забора двигателя с питания от сети на питание от ПЧ (при наличии соответствующих ШВК либо ячеек в КРУ заказчика) необходимо соблюдать указанную выше фазировку.

Внимание! После подключения проверьте правильность подключения всех соединений к ПЧ и другим устройствам. Неправильное подключение может привести к сбоям в слабых энергосетях и/или повреждению оборудования.

6.4 Монтаж цепей системы управления

Подключить кабель питания 0,4 кВ к клеммнику, расположенному в отсеке управления на колодке пользовательских подключений. Подключение осуществить к клеммнику XT10 в отсеке управления моношкафа. При подключении соблюдать фазировку согласно нумерации клемм (1-A, 2-B, 3-C, 4-N, 5-GND).

При подключении к сети с изолированной нейтралью необходимо демонтировать перемычку между шинами нейтрали и земли в отсеке управления.

Для подключения питания собственных нужд ПЧ необходимо использовать кабели с сечением 2,5...6 мм^2.

Подключение кабелей системы управления осуществляется снизу моношкафа. Габаритные чертежи с указанием монтажных размеров указаны в Приложениях Ж, И, К.

Клеммник питания
собственных нужд (XT 10)

Рисунок 6.4 — Клеммник питания собственных нужд в отсеке управления AT27-1M6

Подключение сигнальных и контрольных кабелей осуществляется аналогично кабелям питания 0,4 кВ.

Контрольные кабели должны быть экранированными с заземлением экрана на стороне заказчика или в отсеке управления.

Концы многожильных кабелей должны быть оконцованы штыревыми наконечниками.

Назначение сигналов в клеммниках описано в Приложении Г.

Для подключения сигнальных и контрольных кабелей к ПЧ необходимо использовать кабели с сечением 0,35...2,5 мм^2.

6.5 Монтаж цепей интерфейсов связи

Цепи интерфейса RS485 прокладывать только специализированным кабелем типа «витая пара» с медными жилами и экраном с волновым сопротивлением 120 Ом на частоте 1 МГц.

Экран кабеля должен быть соединен с защитной землей устройства со стороны приемника.

При монтаже в промежуточные разъемы/клеммники экраны кабелей, подключаемых к данному разъему/клеммнику с обеих сторон, должен быть неразрывным или соединен через данный разъем/клеммник.

Наличие петель кабеля при прокладке является недопустимым. Длина кабеля должна быть минимальной.

Концы кабелей конечного устройства должны быть заглушены терминальными резисторами номиналом 120 Ом.

Кабель интерфейса RS485 по возможности проложить отдельно от других кабелей.

Монтаж цепей интерфейса должен осуществляться перпендикулярно силовым цепям (под 90^0). Если данное требование выполнить невозможно, то соблюдать угол пересечения не менее 20^0.

При прокладке цепей интерфейса параллельно с силовыми цепями необходимо, чтобы расстояние между ними было не менее 200 мм.

Длина разделанной части кабеля не должна превышать 50 мм.

7 Предэксплуатационная проверка преобразователя частоты Триол АТ27

Преобразователь частоты АТ27 соответствует требованиям безопасности ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.007.11 и требованиям «Правил устройства электроустановок», «Правил безопасной эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», межотраслевым правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Все работы по монтажу, наладке, вводу в эксплуатацию, эксплуатации, техническому обслуживанию и демонтажу ПЧ должны выполняться в соответствии с действующими Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭПЧ), Правилами безопасной эксплуатации электроустановок потребителей (ПБЭПЧ), Межотраслевым правилам по охране труда, инструкциями предприятия (организации), эксплуатирующей преобразователь, а также с настоящим Руководством по эксплуатации.

Перед работой с ПЧ работники должны:
- пройти специальное обучение и проверку знаний по вопросам эксплуатации преобразователя частоты АТ27 и охраны труда;
- пройти предварительный (при приеме) и периодический (на протяжении трудовой деятельности) медицинский осмотр;
- иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже III;
- пройти инструктаж по вопросам охраны труда.

Перед подключением ПЧ проверить исправность и сопротивление изоляции питающей ячейки и вводного кабеля, а также выводного кабеля и двигателя.

При выполнении работ на преобразователе необходимо выполнять мероприятия по безопасности согласно ПБЭПЧ.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! После отключения питания ПЧ на токоведущих частях могут сохраняться опасные для жизни напряжения. Для избегания поражения электрическим током необходимо начинать работы не ранее, чем через 15 минут после отключения питания ПЧ.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! На печатных платах находятся элементы, чувствительные к статическому электричеству. Работая с печатными платами, обязательно надевайте заземляющий браслет. Не прикасайтесь к платам без необходимости.

Измерение сопротивления изоляции цепей 6 кВ

Измерения выполняются на обесточенном ПЧ Триол АТ27.

Порядок измерений сопротивления изоляции цепей 6 кВ:

а) измерение сопротивления изоляции вводных силовых цепей:
- заземлить выводы вторичных обмоток измерительных трансформатора тока, вторичные цепи датчиков тока, выводы вторичных обмоток силового трансформатора;
- соединить в одну точку входные фазы моношкафа (XT1, XT2, XT3);
- измерить сопротивление изоляции входных цепей ПЧ относительно земли мегаомметром напряжением 2500 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм.
- снять установленное заземление.

б) измерение сопротивления изоляции выводных силовых цепей:
- заземлить выводы первичных обмоток силового трансформатора и вторичных обмоток собственных нужд;
- соединить в одну точку выходные фазы ПЧ в моношкафу (XT4, XT5, XT6);

- на каждой ячейке перемычкой из гибкого неизолированного провода закоротить выходные и входные клеммы (XT1..XT5 каждой ячейки) как показано на рисунке 7.1;
- измерить сопротивление изоляции выходных цепей ПЧ относительно земли мегаомметром напряжением 2500 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм;
- снять установленное заземление, удалить перемычки.

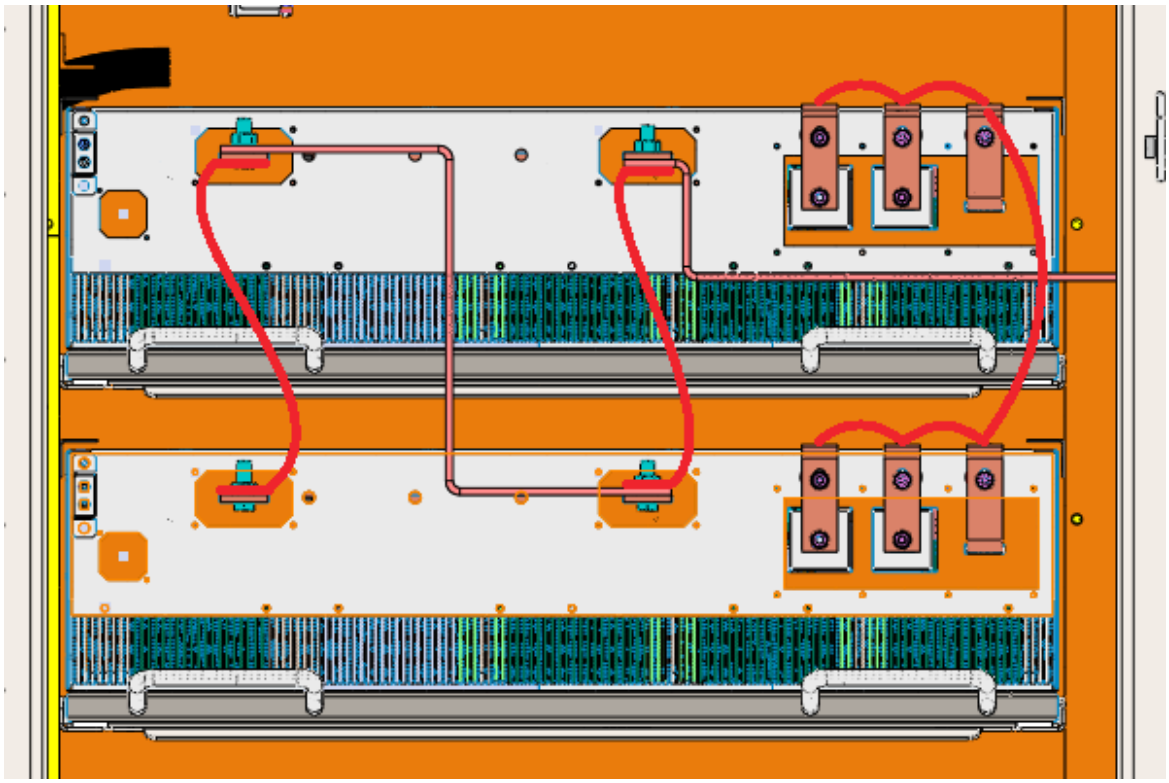


Рисунок 7.1 — Установка перемычек на силовой ячейке

Измерение сопротивления изоляции цепей 0,4 кВ

Измерения выполняются на обесточенном ПЧ Триол АТ27.

Порядок измерений сопротивления изоляции цепей 0,4 кВ:
- соединить в одну точку три входные фазы 380 В;
- убедиться, что все автоматические выключатели в отсеке управления отключены;
- в отсеке управления моношкафа убрать перемычку между шиной нейтрали и шиной земли;
- измерить сопротивление изоляции входных цепей ПЧ относительно земли мегаомметром напряжением 2500 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм.
- снять установленную перемычку на входных фазах, восстановить перемычку между шиной нейтрали и шиной земли.

8 Интерфейс и режимы работы

8.1 Контроллер УМКА -27

Описание функционального назначения клавиш УМКА-27.
Общий вид контроллера УМКА-27 (далее УМКА) и расположение функциональных клавиш приведено на рисунке 8.1.

Рисунок 8.1 — Функциональные клавиши УМКА-27

Назначение функциональных клавиш:

1. Клавиша «Отмена» – имеет следующие функции:
   - отказ от подтверждения изменения значения параметра в режиме редактирования параметра;
   - переход из меню любого уровня в меню быстрого доступа.

2. Клавиша «Ввод» – имеет следующие функции:
   - вход в режим изменения параметра при первом нажатии клавиши;
   - запись значения изменяемого параметра при повторном нажатии клавиши.

3. Навигационная клавиша «Влево» - имеет следующие функции:
   - переход из меню статуса ячеек в меню Быстрого доступа;
   - переход по структуре меню в верхний уровень меню;
   - переход вправо на следующее знакоместо при изменении значения параметра (от младших разрядов к старшим).

4. Навигационная клавиша «Вниз» - имеет следующие функции:
   - переход вниз по вертикальной структуре меню (при достижении нижней строки меню происходит переход на самую верхнюю строку текущего меню);

- уменьшение активного разряда в режиме изменение значения параметра.

5. Клавиша «Помощь» осуществляет вывод на дисплей подсказок с описанием назначения параметра.

6. Навигационная клавиша «Вверх» - имеет следующие функции:
   - переход вверх по вертикальной структуре меню (при достижении верхней строки меню происходит переход на самую нижнюю строку текущего меню);
   - увеличение активного разряда в режиме изменение значения параметра.

7. Навигационная клавиша «Вправо» имеет следующие функции:
   - переход из меню быстрого доступа в меню статуса ячеек;
   - переход по структуре меню в нижний уровень меню;
   - переход вправо на следующее знакоместо при изменении значения параметра (от старших разрядов к младшим).

8. Клавиша «Стоп» – осуществляет оперативный останов ПЧ АТ27.

9. Клавиша «Пуск» – осуществляет оперативный пуск ПЧ АТ27.

Уровни доступа

Для разграничения прав на просмотр и редактирование параметров ПЧ АТ27 предусмотрены следующие уровни доступа:
- базовый (без пароля) – доступ к редактированию и просмотру базовых параметров ПЧ АТ27;
- пользователь (защищено паролем) – доступ к редактированию и просмотру основных параметров ПЧ АТ27;
- технолог (защищено паролем) – доступ к редактированию основных и расширенных настроек ПЧ АТ27, просмотр всех параметров ПЧ АТ27;
- мастер (защищено паролем) – доступ к редактированию и просмотру всех параметров ПЧ АТ27 (только для производителя).

Каждый уровень доступа имеет свой пароль. Пароль представляет собой число от 1 до 65535.

Для работы с паролями существуют следующие параметры ПЧ АТ27:
- пароль пользователя (доступен для ввода всегда);
- эталон пароля пользователя (доступен, если уровень доступа не ниже пользователя);
- пароль технолога (доступен для ввода всегда);
- эталон пароля технолога (доступен, если уровень доступа не ниже технолога);
- пароль мастера (доступен всегда);
- эталон пароля мастера (доступен, если уровень доступа не ниже мастера).

Если значение параметра «Эталон пароля» установлено в ноль, то защита этого уровня доступа отключена. Если значение параметра «Эталон пароля» не равно нулю, для получения доступа нужно выбрать параметр «Пароль», соответствующий нужному уровню доступа, и ввести правильное значение. Чтобы изменить пароль, необходимо в режиме редактирования установить новое значение параметра «Эталон пароля». Защиту уровнем доступа «Мастер» отключить нельзя, т.е. нельзя сбросить эталон пароля мастера в ноль.

Каждый параметр имеет свою «видимость» и «доступность для редактирования» в зависимости от уровня доступа. Свойство видимости означает возможность отображения параметра на экране с текущим уровнем доступа.

Видимость и доступность параметра для редактирования настраиваются Изготовителем.

Структура меню и перемещение между уровнями меню

Отображение информации на дисплее УМКА организовано в виде многоуровневого меню. Структура меню представлена на рисунке 8.2.

Переход между уровнями меню осуществляется с помощью клавиш навигации «Влево», «Вправо» и с помощью клавиши «Отмена».

Переход между уровнями меню осуществляется с помощью клавиш «Влево» и «Вправо». «Влево» – на один уровень выше, «Вправо» – на один уровень ниже.

Из любого уровня меню выбора параметров можно перейти в меню быстрого доступа и обратно с помощью клавиши «Отмена».

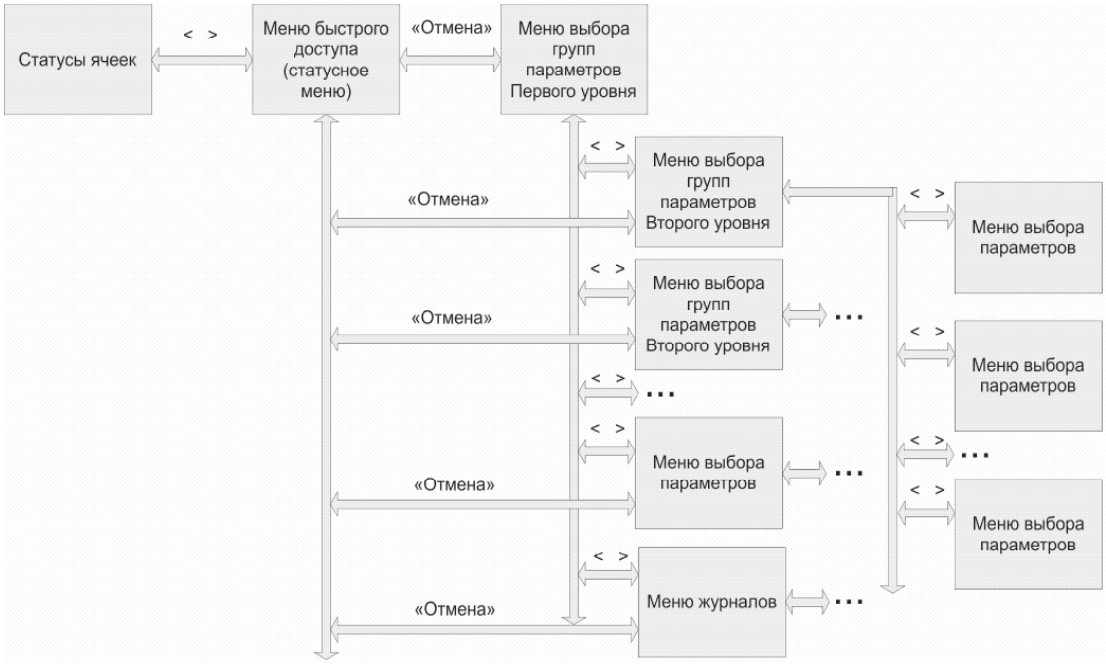


Рисунок 8.2 — Структура меню УМКА

Меню быстрого доступа

Меню быстрого доступа представлено на рисунке 8.3.

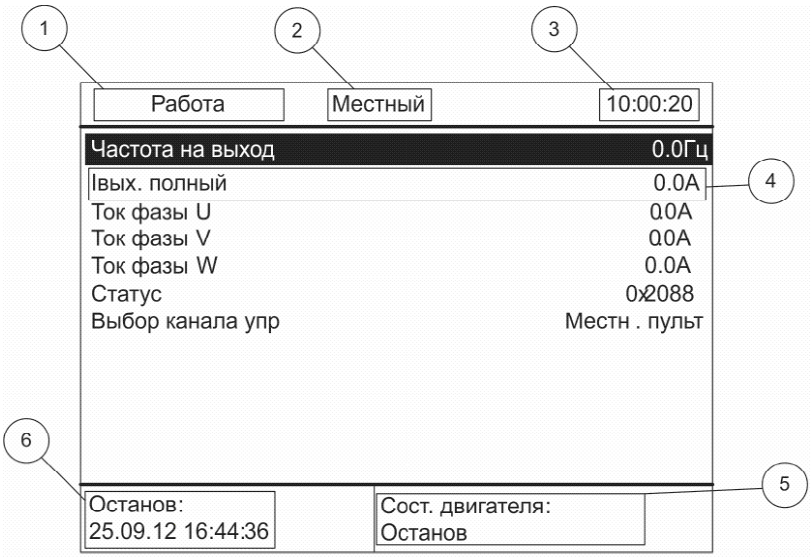


Рисунок 8.3 — Вид меню быстрого доступа

Поля в меню имеют следующие значения:

1. Текущее состояние ПЧ, может принимать значения, указанные в таблице 8.1.

Таблица 8.1 — Текущие состояния ПЧ

№	Наименование состояния	Описание
1	Останов	Привод находится в останове
2	Готов	Привод находится в останове, готов к пуску
3	Не готов	Привод находится в останове, не готов к пуску. Имеются аварии либо предупреждения
4	Заряд	Выполняется предварительный заряд конденсаторов силовых ячеек перед подачей напряжения 6 кВ на ПЧ
5	Подготовка	Привод готов к разгону, конденсаторы силовых ячеек уже заряжены, питание 6 кВ подано на ПЧ, но на выходе ПЧ отсутствует напряжение
6	Разгон	Осуществляется увеличение частоты выходного напряжения ПЧ
7	Работа	Привод находится в работе на заданной частоте
8	Тормож.	Осуществляется уменьшение частоты выходного напряжения ПЧ
9	Выбег	Осуществляется останов двигателя выбегом
10	Синхр	Осуществляется синхронизация выходного напряжения ПЧ с напряжением входной сети
11	Авария	Отображается наименование текущей аварии привода, при этом осуществляется аварийный останов ПЧ и его запуск невозможен
12	АПВ	Привод находится в состоянии ожидания автоматического повторного включения
13	Огр. мощн.	Включен алгоритм ограничения мощности ПЧ. Алгоритм может быть активирован, если: - забайпасирована ячейка; - повышенная температура оборудования; - повышенная температура помещения блок-бокса; - произошла просадка входного напряжения 6 кВ.
14	Форс. возб.	Включен режим форсировки возбудителя

2. Канал управления привода:
   - Местный;
   - Дискр вход;
   - АСУ.

3. Текущее время.

4. Наименование параметров и их текущее значение.

5. Состояние двигателя:
   - Останов;
   - Работа от ПЧ;
   - Работа от сети;
   - В ремонте;
   - В резерве;
   - В аварии;
   - Не определено.

6. Событие ПЧ – «Пуск», «Останов» и дата и время этого события.

Список параметров, которые отображаются в меню быстрого доступа, можно настроить с помощью параметров в меню «48 Настройка статуса».

Меню статуса ячеек

Вид меню статуса ячеек приведен на рисунке 8.4. Меню имеет следующую структуру:
1. Номер ячейки в фазе;
2. Наименование фазы выходного напряжения;
3. Напряжение в звене постоянного тока ячейки в вольтах;
4. Состояние ячейки - шестнадцатеричное значение с флагами состояния ячейки;
5. Минимальное и максимальное значение температуры силовых ключей в ячейке, выбранное из ячеек фазы, в градусах Цельсия;
6. Среднее значение температуры силовых ключей в ячейке в фазе.

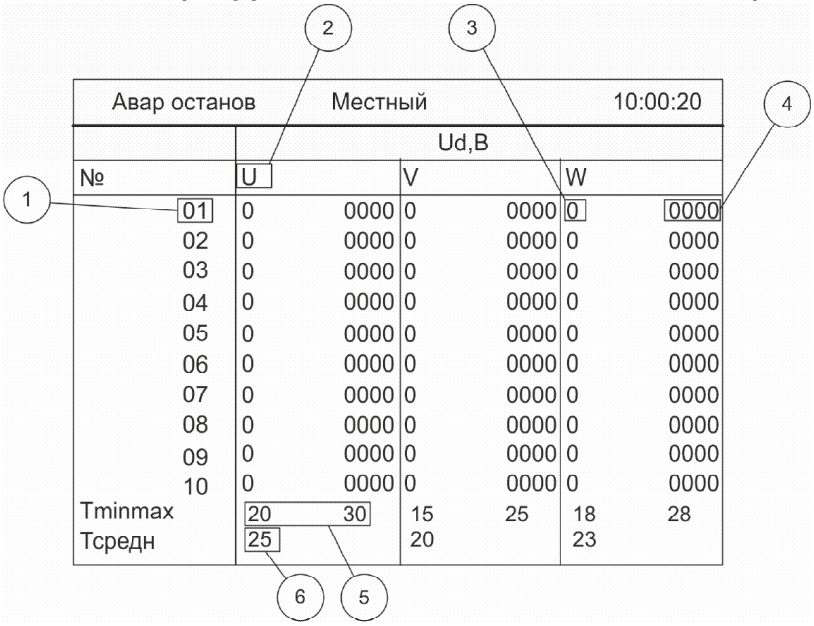


Рисунок 8.4 — Вид статусного меню состояния ячеек в AT27

Расшифровка статусов ячеек:

0000	ячейка в работе;
0001	ошибка контрольной суммы пакета принятого контроллером привода от ячейки;
0002	пакет от ячейки не принят;
0004	авария мин. напряжения ЗПТ;
0008	авария макс. напряжения ЗПТ;
0010	перегрев ячейки (измеряется температура IGBT-транзисторов);
0040	ошибка силового модуля TOP_A ячейки;
0080	ошибка силового модуля TOP_B ячейки;
0100	ошибка силового модуля BOT_A ячейки;
0200	ошибка силового модуля BOT_B ячейки;
0400	команда на байпас выдана, ошибка байпаса;
0800	перегрев выпрямительного моста ячейки;
1000	высокоомное состояние выхода ячейки (ПЧ в останове);
2000	ячейка забайпасирована (ПЧ в работе);
4000	включен режим калибровки;
8000	ячейка не откалибрована.

Статусы могут накладываться один на другой с вытеснением нулей, например, статус 1200 означает, что присутствуют два значения: 1000 - Состояние HiZ подтверждение от ячейки и 0200 - Ошибка силового модуля BOT_B ячейки.

Меню выбора групп параметров

Меню выбора групп параметров имеет вид, показанный на рисунке 8.5. Меню имеет следующую структуру:

1. Наименование меню следующего (нижнего) уровня.
2. Курсор – показывает меню, которое выбрано в данный момент.
3. Знак «▶» указывает на то, что следующий уровень меню является меню выбора групп. Если знак «▶» против названия группы отсутствует, то меню следующего уровня является меню просмотра и изменения значения параметров ПЧ.

Рисунок 8.5 — Вид меню выбора групп параметров

Меню отображения подсказки к параметру АТ27

При нажатии кнопки «Помощь» на передней панели контроллера отображается меню подсказки для выбранного параметра (рисунок 8.6).

Меню имеет следующую структуру:

1. Описание параметра ПЧ;
2. Наименование параметра;
3. Номер группы параметров, в которой находится выбранный параметр, и номер параметра.

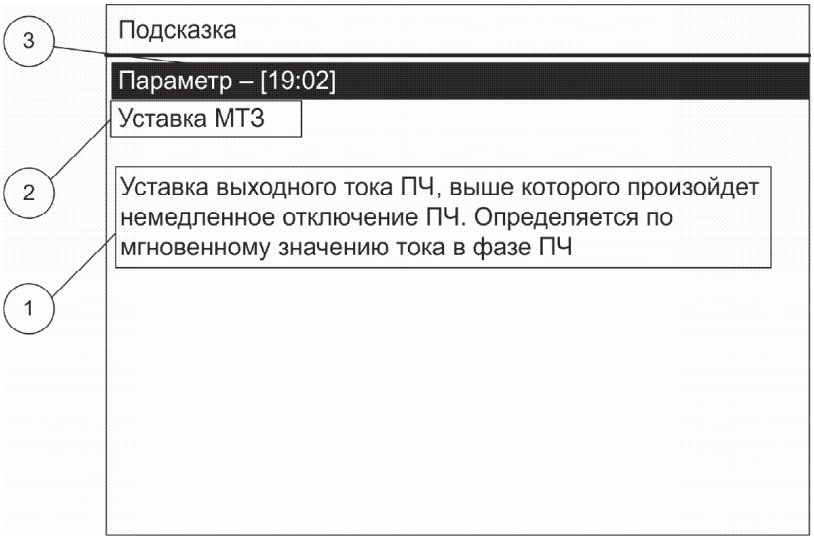


Рисунок 8.6 — Вид экрана с подсказкой

Меню просмотра и изменения значений параметров АТ27

Меню просмотра и изменения значений параметров АТ27 имеет вид, показанный на рисунке 8.7.

Меню имеет следующую структуру:

1. Наименование параметра;
2. Курсор – показывает параметр, который выбран в данный момент;
3. Наименование меню (группы параметров);
4. Текущее время суток;
5. Значок « ▲▼ » - указывает на то, что текущий параметр является уставкой и возможно его изменение при получении соответствующего уровня доступа;
6. Полоса прокрутки;
7. Текущее значение параметра АТ27.

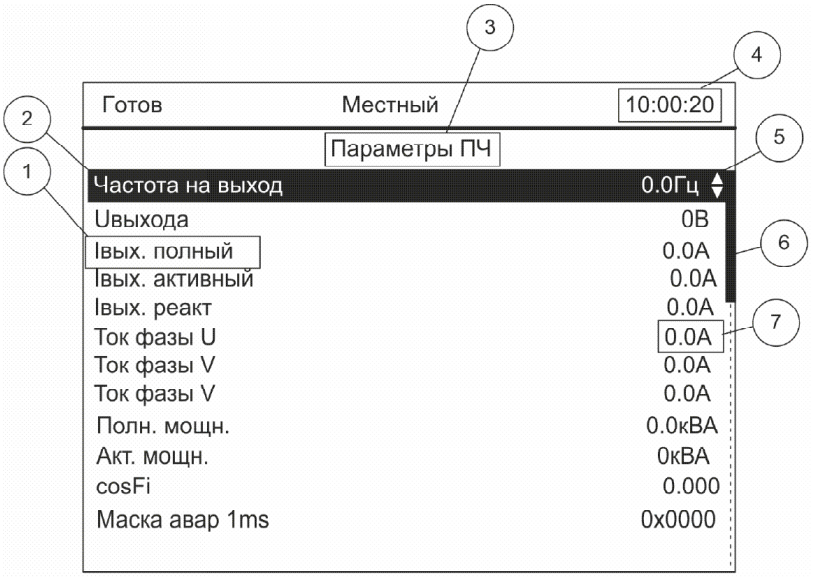


Рисунок 8.7 — Вид меню просмотра и изменения значений параметров АТ27

Меню просмотра журнала

Общий вид меню просмотра журнала показан на рисунке 8.8, где в хронологической последовательности отображаются записи журнала. При выборе записи журнала отображается меню просмотра содержимого записи.

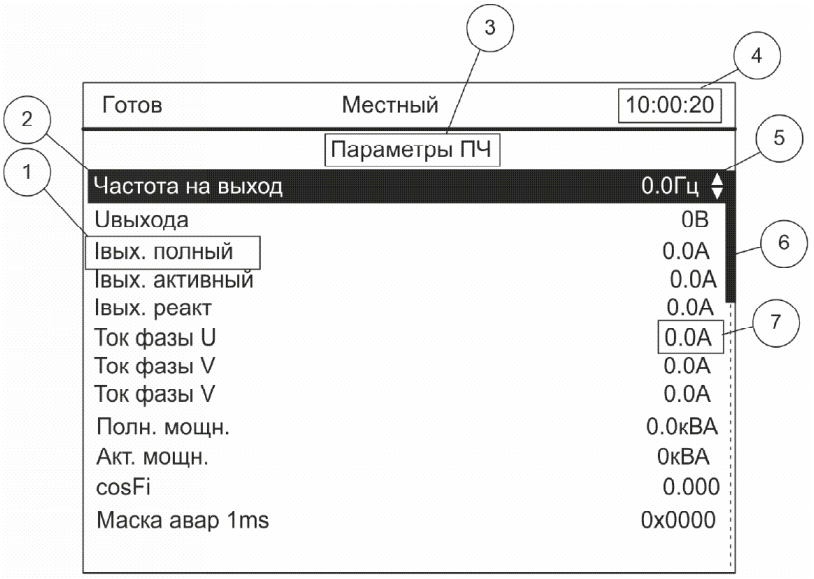


Рисунок 8.8 — Вид меню просмотра записей журнала

В АТ27 формируется несколько типов журналов:

1. **Журнал изменения параметров.**

Журнал представляет собой хронологию изменения значений параметров ПЧ из меню контроллера или по каналу АСУ.

Запись журнала имеет следующий формат:

- дата и время изменения параметра;
- текущий уровень доступа;
- наименование измененного параметра;
- новое значение;
- старое значение.

2. **Журнал событий** содержит записи следующего типа:

- пуск;
- останов;
- аварийный останов;
- изменение состояния двигателя (останов, работа от ПЧ, авария и т.д.);
- предупреждение.

3. **Журнал трендов**, в котором с заданной периодичностью фиксируются текущие значения набора параметров.

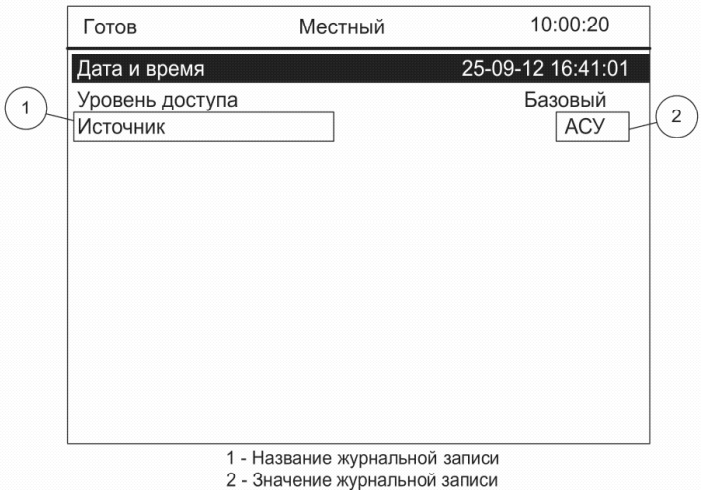


Рисунок 8.9 — Вид меню просмотра содержимого записи журнала

Определено два набора параметров.

Для набора №1 фиксируются следующие параметры:

- действующие значения полного тока на выходе ПЧ по трем фазам;
- напряжения в сети питания собственных нужд по трем фазам;
- напряжения сети №1 по трем фазам;
- напряжения сети №2 по трем фазам;
- частота на выходе ПЧ.

Для набора №2 фиксируются следующие параметры:

- коэффициент мощности на выходе ПЧ;
- полная мощность на выходе ПЧ;
- активная мощность на выходе ПЧ;
- полный ток на выходе ПЧ;
- активный ток на выходе ПЧ;
- реактивный ток на выходе ПЧ;
- температура трансформатора (от трех датчиков);
- максимальная, минимальная и средняя температура ячеек (по одной температуре на фазу);
- № ячейки с максимальной температурой.

Режим изменения параметра

Для изменения значения параметра в меню УМКА необходимо:

- найти параметр в системе меню, установить курсор на этот параметр и нажать клавишу «Ввод»;
- если параметр доступен для изменения, начнет мигать младшая цифра значения параметра, если параметр цифровой, или текст, если значение параметра текстовое.
- клавишами «◀», «▶» выбрать необходимый разряд для изменения;
- клавишами «▲», «▼» установить новое значение параметра;
- для установки нового значения параметра нажать клавишу «Ввод»;
- для отказа от применения измененного значения параметра нажать клавишу «Отмена».

При длительном нажатии клавиши «▲» или «▼» происходит ускоренное изменение цифрового значения параметра. При достижении верхнего или нижнего предела допустимого для параметра, значение устанавливается в максимальное или минимальное значение и перебор значений останавливается.

Если изменение параметра защищено паролем и не получен соответствующий параметру уровень доступа, то на дисплей будет выведено сообщение «С текущим уровнем доступа не редактируется». Для получения доступа к изменению параметра необходимо ввести пароль соответствующего параметру уровня.

Если изменение параметра возможно только в режиме работы АТ27 останов, то на дисплей будет выведено сообщение «Параметр редактируется только в останове».

Общая структура меню

Общая структура меню контроллера УМКА-27 представлена на рисунке 8.10.

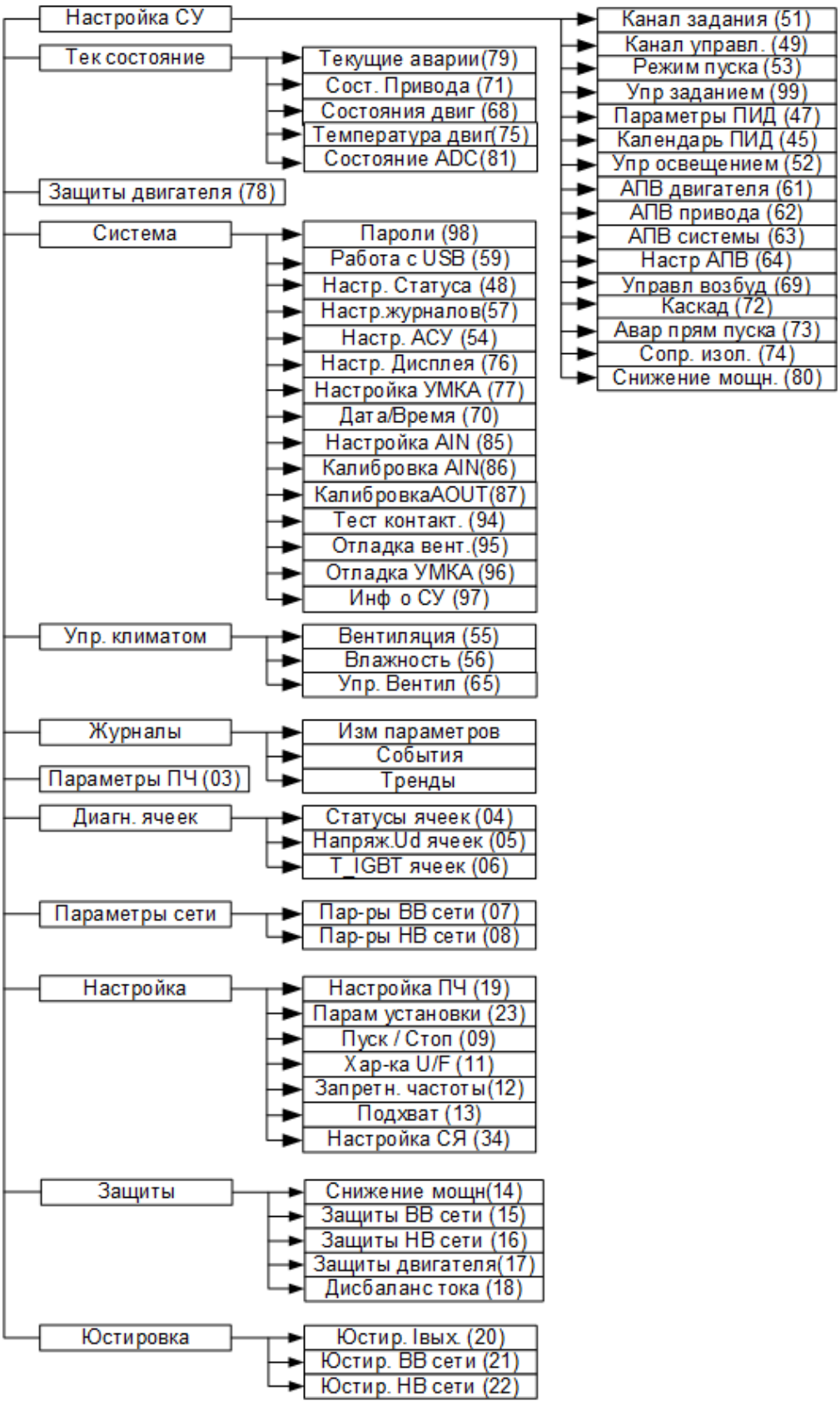


Рисунок 8.10 — Структура меню УМКА-27

8.2 Назначение автоматических выключателей и ламп индикации

Назначение автоматических выключателей для моношкафов АТ27 приведено в таблице 8.2.

Таблица 8.2 — Назначение автоматических выключателей

Устройство	Назначение
QF1	Питание собственных нужд 380 В от сети
QF2	Питание собственных нужд 380 В от силового трансформатора
QF3	Предварительный заряд конденсаторов силовых ячеек
QF4	Питание вентиляторов отсека трансформатора
QF5	Питание термореле контроля температуры обмоток трансформатора
QF6	Освещение
QF7	Питание шкафов коммутации (устанавливается при заказе шкафов коммутации)
QF8	Розетка
QF9	Питание системы управления
QF10	Питание собственных нужд
QF12	Питание вентиляторов отсека ячеек 1
QF13	Питание вентиляторов отсека ячеек 2

На передней двери отсека управления вынесены лампы индикации состояния двигателей и наличия напряжения на входе ПЧ.

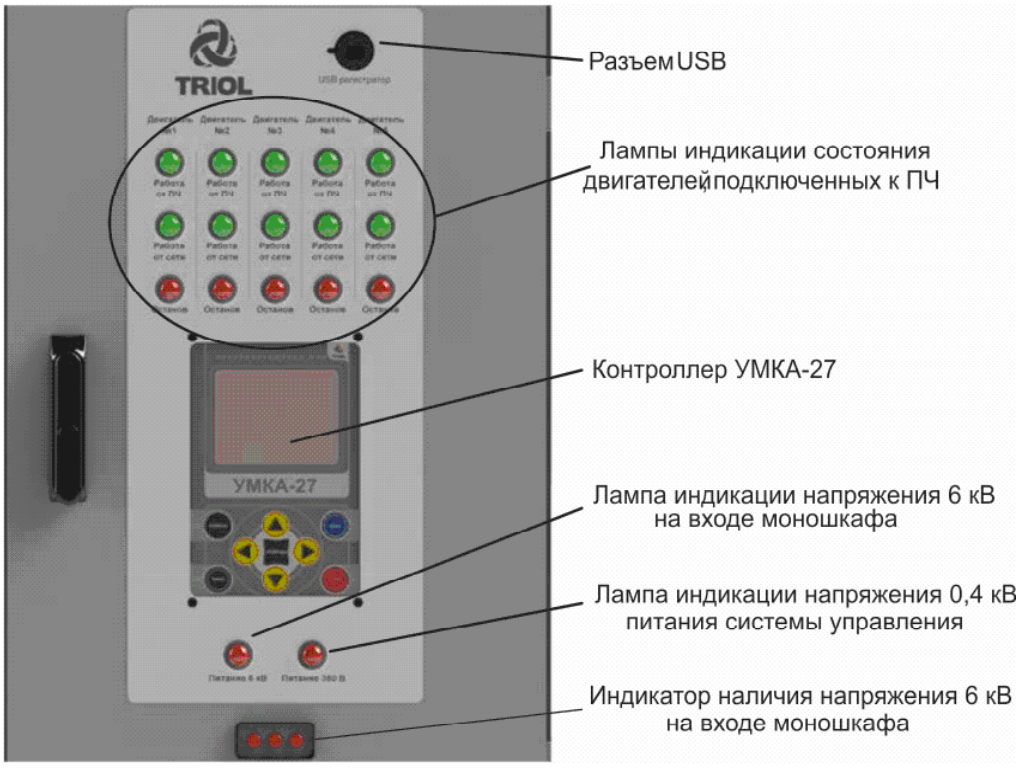


Рисунок 8.11 — Лицевая панель отсека управления

Количество ламп индикации может отличаться в зависимости от требований заказчика, количества вводных сетей 6 кВ и подключаемых двигателей, необходимости перевода двигателя с ПЧ на работу от сети и/или забора двигателя из сети на работу от ПЧ.

Основные лампы индикации:
«Питание 6 кВ – ввод N» - наличие напряжения 6 кВ на входе силового трансформатора от сети N;
«Питание 380 В» - наличия напряжения 380 В на клеммах отсека управления;
«Работа двигателя N от ПЧ» - двигатель N работает от ПЧ;
«Работа двигателя N от сети» - двигатель N работает от сети;
«Останов двигателя N» - двигатель N находится в останове.

8.3 Каналы управления

Выбор канала управления ПЧ АТ27 осуществляется изменением параметра 49.00 «Канал управления».

При выборе в качестве канала управления местного пульта управление осуществляется с помощью контроллера УМКА-27.

Для управления ПЧ по каналу АСУ следует установить значение параметра 49.00 «Канал управления» - «АСУ».

Обмен с АСУ производится через сеть RS485 при помощи протокола Modbus. Допускается использование другого протокола обмена или типа сети (CAN, Ethernet, Profibus) по согласованию с Корпорацией Триол.

При работе через АСУ можно производить: пуски, остановы, чтение и запись параметров, чтение журнала, чтение статуса.

Протоколы обмена ModBus RTU и ProfiBus DP приведены в Приложении Д.

Также возможно управление ПЧ АТ27 по дискретным сигналам: пуск, стоп, авария, подготовка. Задание частоты осуществляется через аналоговый вход ПЧ АТ27.

9 Ввод в эксплуатацию

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Перед подачей питания на преобразователь частоты убедитесь, что двери шкафов ПЧ плотно закрыты. Запрещается проникновение в шкафы ПЧ при поданном напряжении!

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! После отключения питания ПЧ на токоведущих частях могут сохраняться опасные для жизни напряжения. Для избегания поражения электрическим током необходимо начинать работы не ранее, чем через 15 минут после отключения питания ПЧ.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Пусконаладочные работы должны выполняться при участии представителей Корпорации Триол или уполномоченных лиц.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Пусконаладочные работы должны выполняться только квалифицированным персоналом, прошедшим соответствующее обучение и имеющим группу по электробезопасности не ниже IV.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Необходимо обеспечить свободный доступ к передней стенке ПЧ, ко всем дверям и органам управления.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Проход перед ПЧ должен быть свободен. Запрещается загромождать проход перед ПЧ в процессе пусконаладки и эксплуатации.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Перед первой подачей питания собственных нужд на преобразователь частоты убедитесь, что автоматический выключатель QF1 отключен.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Не включайте ПЧ, если у Вас есть сомнения в его целостности. Обесточьте оборудование и свяжитесь с представителем Корпорации Триол.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Перед подачей напряжения на ПЧ АТ27 убедитесь, что все двери шкафов надежно закрыты. Допускается не закрывать двери отсека управления при наладке.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! На всех этапах включения ПЧ при появлении искрения, дыма, подозрительного шума следует немедленно обесточить ПЧ и остановить пусконаладочные работы. После этого необходимо связаться с представителем Корпорации Триол.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Перед первой подачей питания собственных нужд необходимо отключить все автоматические выключатели.

9.1 Порядок включения преобразователя частоты АТ27

Подать питание собственных нужд АТ27. Проконтролировать отсутствие искрения, каких либо шумов в моношкафу.

Включить автоматический выключатель QF1.

Включить автоматический выключатель QF6. Проконтролировать включение освещения отсека управления.

Включить автоматический выключатель QF9. Проконтролировать включение контроллера УМКА-27. На контроллере после кратковременной загрузки должно отобразиться статусное меню.

Включить автоматический выключатель QF5. Проконтролировать включение термореле контроля температуры обмоток трансформатора.

Включить по очереди все автоматические выключатели. После включения каждого следует контролировать отсутствия искрения и подозрительного шума в течение 10..15 с.

Назначение автоматических выключателей приведено в таблице 8.2.

При последующих отключениях и включениях питания собственных нужд допускается отключать только автоматический выключатель QF1.

9.2 Методика настройки защит

Для обеспечения безопасности персонала и оборудования ПЧ Триол АТ27 имеет ряд внутренних защит. Реализуемые ПЧ АТ27 защиты перечислены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 — Настройка защит ПЧ АТ27

Защита	Настраивается пользователем	Значение по умолчанию	Диапазон изменения	Параметр контроллера
От низкого напряжения сети 6 кВ	Нет	5100 В	0...6000 В	15.00
От высокого напряжения сети 6 кВ	Нет	6600 В	0...7200 В	15.01
От дисбаланса напряжений сети 6 кВ	Нет	20 %	0...100 %	15.02
От низкого напряжения сети 380 В	Нет	323 В	0...380	16.00
От высокого напряжения сети 380 В	Нет	437 В	0...460	16.01
От дисбаланса напряжений сети 380 В	Нет	20 %	0...100 %	16.02
От дисбаланса тока заряда силовых ячеек	Нет	20 %	0...100 %	16.03
От превышения тока заряда силовых ячеек	Нет	20 А	0...80 А	16.04
Защита от перегрузки двигателя	Да	120 %	25...200 %	17.01
Допустимое время перегрузки двигателя	Да	20 с	1...1000 с	17.02
Защита от недогрузки двигателя	Да	0 %	0...100 %	17.06
Допустимое время недогрузки двигателя	Да	100 с	1...32000 с	17.07
Защита от дисбаланса выходного тока	Да	20 %	0...100 %	18.01
Защита от превышения напряжения ЗПТ силовых ячеек	Нет	1200 В	400...1200 В	19.04

Продолжение таблицы 9.1

Защита	Настраивается пользователем	Значение по умолчанию	Диапазон изменения	Параметр контроллера
Защита от снижения напряжения ЗПТ силовых ячеек	Нет	792 В	400...1000 В	19.05
Защита от перегрева силовой ячейки	Нет	115 °С	80...140 °С	19.07
Максимальная токовая защита	Нет	550 А	10...1000 А	19.08
Защита от превышения времени заряда силовых ячеек	Нет	50 с	5...120 с	19.09
Защита от отказа системы охлаждения	Нет	-	-	-
Защита от отказа связи между контроллерами	Нет	-	-	-
Защита от отказа связи с силовыми ячейками	Нет	-	-	-
Защита от отказа системы охлаждения	Нет	-	-	-
Защита от неправильной фазировки сети 6 кВ	Нет	-	-	-
Защита от неправильной фазировки сети 380 В	Нет	-	-	-
Защита от открывания дверей	Нет	-	-	-

Защиты, которые разрешены для настройки пользователем, могут быть изменены с уровнем доступа технолога.

Защиты, которые запрещены для настройки технологом, могут быть изменены только представителем Корпорации Триол (с уровнем доступа мастера).

Настройки защит редактируются в соответствующих пунктах меню контроллера УМКА-27.

9.3 Методика настройки защит

Подача высокого напряжения 6 кВ

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Перед подачей высокого напряжения 6 кВ убедитесь, что все силовые подключения надежно зафиксированы, изоляция не повреждена, а зазоры от токоведущих частей до заземленных деталей корпуса не менее 100 мм. Убедитесь, что двери ПЧ закрыты!

Перед подачей напряжения 6 кВ следует настроить параметры двигателя, перечисленные в таблице 9.2

Таблица 9.2 — Настройка параметров двигателя

Номер параметра	Название параметра	Значение по умолчанию	Диапазон изменения	Примечание
09.01	Время разгона	40 с	0...32000 с	Время разгона двигателя от нулевой частоты до максимальной.
09.02	Время торможения	40 с	0...32000 с	Время торможения двигателя от максимальной частоты до нулевой.

Продолжение таблицы 9.2

Номер параметра	Название параметра	Значение по умолчанию	Диапазон изменения	Примечание
09.03	Тип торможения	0 – Выбег	0 – Выбег 1 - Частотное	Выбор типа торможения двигателя: - выбегом (при команде оперативного останова с двигателя снимается напряжение); - частотное (при команде оперативного останова, торможение происходит с заданным темпом снижением выходной частоты ПЧ)
09.04	Время выбега	50 с	0...3600 с	Время свободного выбега двигателя. В течение этого времени после останова двигателя выбегом запрещён последующий пуск двигателя. Параметр является защитой от пуска на вращающийся двигатель
09.08	F миним	16 Гц	-120...120 Гц	Значение защиты двигателя по минимальной выходной частоте (скорости двигателя). При работе на частотах ниже 09.08 происходит аварийный останов по минимальной частоте. Параметр ограничивает минимально возможную для задания вручную частоту.
09.09	F максим	50 Гц	-120...120 Гц	Значение защиты двигателя по максимальной выходной частоте (скорости двигателя). При работе на частотах выше 09.09 происходит аварийный останов по максимальной частоте. Параметр ограничивает максимально возможную для задания вручную частоту.
23.00	Номин. ток двиг.	195А	0...195А	Номинальный ток двигателя. Паспортное значение. Параметр используется для формирования защит двигателя
23.01	Ном. напряж. двиг.	6000 В	0...6000 В	Номинальное напряжения питания двигателя. Паспортное значение. Параметр используется для формирования выходного напряжения ПЧ и формирования характеристики U/F
23.02	Номин. F двиг	50 Гц	0...120 Гц	Номинальная частота питающей сети двигателя. Паспортное значение.
23.03	Номин cos двиг.	0,8	0,4...1	Номинальный коэффициент мощности двигателя. Паспортное значение. Параметр используется для формирования защиты по недогрузу
23.04	Кол-во пар полюсов	1	1...12	Количество пар полюсов двигателя. Паспортное значение. Параметр используется для пересчета параметров выходной частоты ПЧ, если для них выбраны единицы измерения об/мин, рад/с (параметр 23.05).

Продолжение таблицы 9.2

Номер параметра	Название параметра	Значение по умолчанию	Диапазон изменения	Примечание
23.05	ВыборЕдИзмЧастот	0 - Гц	0 - Гц 1 - Об/мин 2 - Рад/сек	Выбор единиц измерения частоты. Параметр используется для настройки отображения параметров, связанных с выходной частотой ПЧ и частотой вращения двигателя.

При необходимости можно изменить характеристику U/F ПЧ. Для изменения характеристики U/F необходимо перейти в группу меню 11 «Хар-ка U/F».

Настройка характеристики выполняется изменением значения параметров 11.00...11.15.

Параметры 11.00...11.07 (U1 U/F... U8 U/F) задают напряжения в точках от первой до восьмой соответственно.

Параметры 11.08...11.15 (F1 U/F... F8 U/F) определяют частоту точек характеристики от первой до восьмой соответственно.

Пример характеристики U/F приведен на рисунке 9.1.

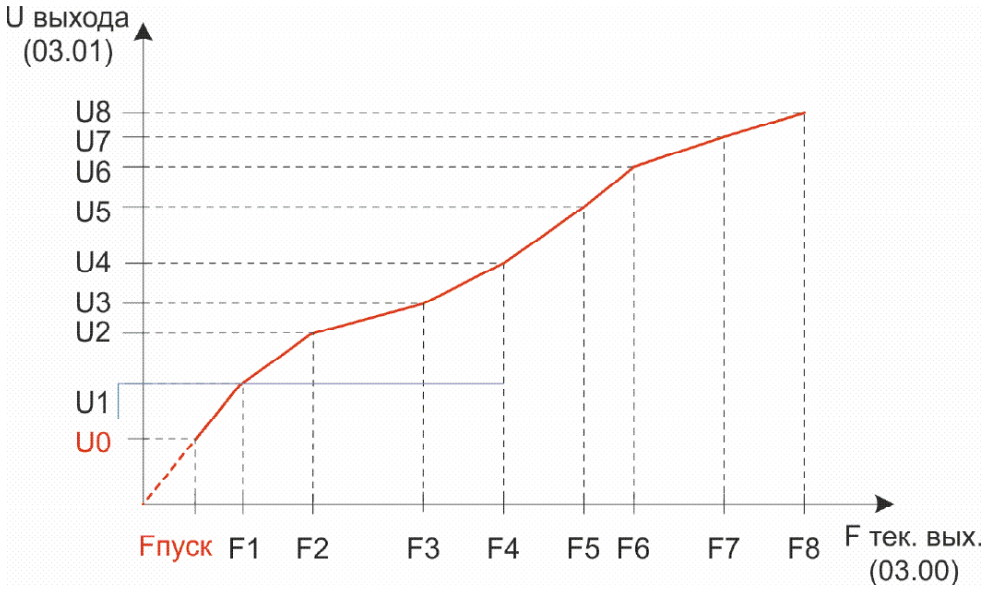


Рисунок 9.1 — Пример характеристики U/F

Обратите внимание, что должно выполняться условие:

F0 ≤ F1 ≤ F2 ≤ F3 ≤ F4 ≤ F5 ≤ F6 ≤ F7 ≤ F8.

Частота F8 (11.15) является точкой перехода в режим ослабления поля двигателя, при выходной частоте (параметр 00.00) > F8 (11.15) действующее напряжения на двигателе будет неизменно равным U8 (11.07). При возврате в зону регулирования 00.00 < F8 (04.15) выходное напряжение будет изменяться согласно характеристике U/F.

После настройки всех параметров и проведения диагностики ПЧ допускается подача напряжения питания 6 кВ.

Если вводная ячейка ПЧ управляется независимо от ПЧ, то необходимо выполнить ее включение.

Если вводная ячейка управляется от ПЧ, то ее включение выполниться автоматически при запуске ПЧ.

Запуск ПЧ без двигателя

Убедитесь, что двигатель отключен от выхода ПЧ.

После настройки параметров установить значение 5 Гц задания выходной частоты в параметре 99.00 «Задание частоты». После задания частоты осуществить запуск ПЧ нажа-

тием кнопки «Пуск» на контроллере УМКА-27.

По нажатию кнопки «Пуск» начнется процесс заряда емкостей ЗПТ силовых ячеек. Процесс заряда длится в среднем 15...40 с. Процесс заряда ячеек можно контролировать в меню статуса ячеек. При первом запуске обратите внимание на то, чтобы напряжение на силовых ячейках увеличивалось плавно и равномерно по всем ячейкам. Допускается разброс напряжения ЗПТ между ячейками до 100 В.

После окончания заряда произойдет включение контактора питания первичной обмотки трансформатора (в ШВК или вводной ячейке).

После включения контактора ПЧ сформирует выходное напряжение и начнет разгон двигателя в соответствии с заданной характеристикой.

Во время работы допускается изменять выходную частоту ПЧ установкой параметра 99.00 «Задание частоты».

Текущая частота выхода ПЧ отображается в параметре 03.00 «Частота на выход».

После выхода ПЧ на заданную частоту установите выходную частоту 10 Гц. Затем повышайте частоту с шагом 5 Гц. После выхода на частоту задания выдержите паузу 1 мин. Таким способом увеличивайте частоту до 50 Гц.

Для останова ПЧ необходимо нажать кнопку «Стоп» на контроллере УМКА-27 или нажать кнопку «Аварийный стоп».

9.4 Проверка работы ПЧ с двигателем

Первый запуск на двигатель

Обесточьте ПЧ и выполните подключение двигателя к выходу ПЧ. Убедитесь, что муфта, соединяющая двигатель с агрегатом, разобрана.

Осуществите запуск привода на 5 Гц.

Увеличивайте задание частоты с шагом 5 Гц до выхода двигателя на номинальную частоту.

Контролируйте нарастание выходного тока в ПЧ до номинального значения.

Осуществите останов ПЧ.

Запуск с нагрузкой

Соберите муфту, соединяющую двигатель и агрегат.

Убедитесь, что параметры 09.01 и 09.02 выбраны из соображений требуемого времени разгона и торможения. Осуществите запуск ПЧ.

Рекомендуется при первом пуске задать минимальную выходную частоту (но не ниже 5 Гц) и плавно повышать задание выходной частоты до номинального значения, контролируя значение выходного тока.

При срабатывании аварии МТЗ или Ud_макс во время разгона или торможения, увеличьте время разгона или торможения при помощи параметров 09.01, 09.02.

По завершении проверки осуществите останов ПЧ и двигателя.

Допускается дальнейшая работа ПЧ на двигатель с нагрузкой.

9.5 Калибровка аналоговых входов контроллера УМКА-27

Процесс калибровки аналоговых входов контроллера УМКА-27 выполняется в зависимости от типа входного сигнала.

Для калибровки аналогового входа №1 контроллера УМКА-27 на канал измерения 0-10 В:

1. установить параметр «Тип Авх 1» 86.03 в значение 0 - «0-10 В»;
2. замкнуть клеммы аналогового входа 1 (напряжение на входе равное нулю);
3. установить значение «Калибр 0 (10 В)»;
4. установить параметр 86.06 в значение «Вкл» (после окончания процедуры калибровки параметр 86.06 автоматически установится в «Откл»);
5. разомкнуть входы;
6. на аналоговый вход 1 подать калибровочное напряжение 10 В;
7. установить значение параметра «Калибр Код 10 В»;

8. установить параметр 86.06 в значение «Вкл;
9. после окончания процедуры калибровки отключить напряжение.

Для калибровки аналогового входа №1 контроллера УМКА-27 на канал измерения 4-20мА:
1. установить параметр «Тип Авх 1» 86.03 в значение 0 - «4-20 мА»;
2. на аналоговый вход 1 подать калиброванный ток 4 мА;
3. установить значение «Калибр 0 (20 мА)»;
4. установить параметр 86.06 в значение «Вкл» (после окончания процедуры калибровки параметр 86.06 автоматически установится в «Откл»);
5. на аналоговый вход 1 подать калибровочный ток 20 мА;
6. установить значение «КалибрКод 20 мА»;
7. установить параметр 86.06 в значение «Вкл»;
8. после окончания процедуры калибровки отключить ток.

ВНИМАНИЕ! ПЧ АТ27 поставляется с откалиброванными каналами измерения. Калибровка должна выполняться квалифицированным персоналом с применением исправных измерительных приборов.

Процедура калибровки может понадобиться после ремонта.

9.6 Калибровка аналогового выхода контроллера УМКА-27

Процесс калибровки аналогового выход контроллера УМКА-27 выполняется следующим образом:
1. установить параметр 87.04 в значение «0 – (Ручное)»;
2. установить параметр 87.05 в значение от 0,0 до 30,0 %;
3. установить параметр 87.00 равным параметру 87.05;
4. прибором измерить напряжение аналогового выхода (если параметр 50.04 установлен в положение 0-10 В) или ток аналогового выхода (если параметр 50.04 установлен в положение 0-20 мА);
5. выполнить перерасчет показаний прибора в проценты:

- для сигнала напряжения по формуле:

$$Out,\% = \frac{Uu}{10} \times 100$$

где Out, % значение задания на аналоговый выход;
U_U – измеренное прибором напряжение.

- для сигнала тока по формуле:

$$Out,\% = \frac{Iu}{20} \times 100$$

где I_U – измеренный прибором ток.

6. установить параметр 87.02 в значение Out, %;
7. параметр 87.05 установить в значение от 70,0 до 100,0 %;
8. параметр 87.01 установить равным параметру 87.05;
9. произвести перерасчет показаний прибора в проценты в соответствии с приведенными выше формулами;
10. установить параметр 87.03 в значение Out, %.

При изменении параметров 87.02 или 87.03 происходит перерасчет калибровочных коэффициентов.

ВНИМАНИЕ! Процедуру калибровки необходимо выполнять при установленном параметре 87.00 в значение 0 % и при установленном параметре 87.01 в значение 100 %.

10 Возможные неисправности

10.1 Диагностика ПЧ

Диагностика состояния ПЧ АТ27 осуществляется с помощью контроллера УМКА-27.

В случае отсутствия аварий в верхней строке в статусном меню контроллера УМКА-27 будет отображаться статус «Готов».

В случае наличия аварии в верхней строке статусного меню будет отображаться название аварии.

Следует помнить, что в статусном меню отображается только самая приоритетная авария. Для просмотра полного списка аварий следует в меню контроллера УМКА-27 перейти в параметр 79 «Текущие аварии». При входе в данный параметр меню отобразится список аварий, которые активны в данный момент. Максимальное количество отображаемых аварий 10. Если аварий больше, то отобразятся первые 10. Отображаются только те аварии, которые присутствуют в данный момент.

Полный перечень аварий представлен в таблице 10.1. Перечень аварий может изменяться в зависимости от заказа. Номер аварии соответствует коду аварии, который контроллер УМКА-27 передает в АСУ.

Таблица 10.1 — Перечень аварий ПЧ

№	Наименование	Примечание
0	Нет аварии	
1	ПревышТока фазаU	Превышение максимально допустимого значения тока фазы U
2	ПревышТока фазаV	Превышение максимально допустимого значения тока фазы V
3	ПревышТока фазаW	Превышение максимально допустимого значения тока фазы W
16	Связь с FPGA	Обрыв связи с ПЛИС контроллера ПЧ МК27
17	Отказ яч фаза U	Отказ ячейки в фазе U
18	Отказ яч фаза V	Отказ ячейки в фазе V
19	Отказ яч фаза W	Отказ ячейки в фазе W
20	Ud max	Превышение максимально допустимого значения напряжения звена постоянного тока
33	Связь УМКА	Обрыв связи с контроллером УМКА-27
48	Авар.останов	Нажатие кнопки «Аварийный останов»
49	Перегруз	Превышение максимально допустимой перегрузки по току
50	Недогруз	Снижение нагрузки по току до минимально допустимого уровня
51	Ошибка реверс	Реверс электродвигателя
52	F вых. мин	Частота напряжения на выходе ПЧ ниже заданной минимальной частоты
53	Дисбаланс Iout	Дисбаланс выходных токов
64	Umin сети 1 ВВ	Минимально допустимое напряжение вводной сети №1
65	Umax сети 1 ВВ	Максимально допустимое напряжение вводной сети №1
66	Umin сети 2 ВВ	Минимально допустимое напряжение вводной сети №2
67	Umax сети 2 ВВ	Максимально допустимое напряжение вводной сети №2
68	Дисб U сети 1 ВВ	Дисбаланс напряжения вводной сети №1
69	Дисб U сети 2 ВВ	Дисбаланс напряжения вводной сети №2

Продолжение таблицы 10.1

№	Наименование	Примечание
70	ЧерФаз сети 1 ВВ	Нарушение порядка чередования фаз вводной сети 6 кВ №1
71	ЧерФаз сети 2 ВВ	Нарушение порядка чередования фаз вводной сети 6 кВ №2
74	Umin сети 3 ВВ	Минимально допустимое напряжение вводной сети №3
75	Umax сети 3 ВВ	Максимально допустимое напряжение вводной сети №3
76	Дисб U сети 3 ВВ	Дисбаланс напряжения вводной сети №3
77	ЧерФаз сети 3 ВВ	Нарушение порядка чередования фаз вводной сети 6 кВ №3
80	U мин сети НВ	Низкое напряжение сети 380 В
81	U макс сети НВ	Высокое напряжение сети 380 В
82	Дисб U сети НВ	Дисбаланс напряжения сети 380 В
83	Дисб I сети НВ	Дисбаланс токов сети 380 В
84	Обрыв фазы А НВ	Обрыв фазы А сети 380 В
85	Обрыв фазы В НВ	Обрыв фазы В сети 380 В
86	Обрыв фазы С НВ	Обрыв фазы С сети 380 В
87	Черед фаз НВ	Нарушение порядка чередования фаз сети 380 В
89	I макс НВ	Превышение максимально допустимого тока сети 380 В
90	Отказ яч при пуске	Отказ ячейки при пуске
91	Синхр НВ и ВВ	Нарушение синхронизации между сетями 380 В и 6 кВ
92	Ud мин пуск	Снижение напряжения звена постоянного тока ниже минимально допустимого уровня при пуске
129	Связь с МК27	Обрыв связи между контроллерами УМКА-27 и МК27
131	Автомат СН	Выключен автоматический выключатель питания собственных нужд 380 В (QF1)
132	Автомат транс	Выключен автоматический выключатель питания 380 В от трансформатора (QF2)
133	Автомат заряда	Выключен автоматический выключатель предварительного заряда конденсаторов ячеек (QF3)
134	Автомат вент	Выключены автоматические выключатели вентиляторов
136	Авария ВЯ1	Авария вводной ячейки 6 кВ №1
137	Авария ВЯ2	Авария вводной ячейки 6 кВ №2
138	Авария ВЯ3	Авария вводной ячейки 6 кВ №3
142	Авт цепей упр	Выключен автоматический выключатель питания системы управления (QF9)
144	Авар конт СН	Авария контактора питания собственных нужд 380 В (КМ1)
145	Авар конт транс	Авария контактора питания 380 В от трансформатора (КМ2)
146	Авар конт заряда	Авария контактора предварительного заряда конденсаторов ячеек (КМ3)
148	Авария вент	Авария вентилятора
154	Готовность АСУ	Отсутствие готовности АСУ
155	Готовность ВЯ1	Отсутствие готовности вводной ячейки 6 кВ №1
156	Готовность ВЯ2	Отсутствие готовности вводной ячейки 6 кВ №2
157	Готовность ЯД1	Отсутствие готовности ячейки двигателя №1
158	Готовность ЯД2	Отсутствие готовности ячейки двигателя №2
159	Готовность ЯД3	Отсутствие готовности ячейки двигателя №3

Продолжение таблицы 10.1

№	Наименование	Примечание
160	Готовность М1	Отсутствие готовности двигателя №1
161	Готовность М2	Отсутствие готовности двигателя №2
162	Готовность М3	Отсутствие готовности двигателя №3
163	Авария возб М1	Авария возбудителя двигателя №1
164	Авария возб М2	Авария возбудителя двигателя №2
165	Авария возб М3	Авария возбудителя двигателя №3
166	Готовн возб М1	Отсутствие готовности возбудителя двигателя №1
167	Готовн возб М2	Отсутствие готовности возбудителя двигателя №2
168	Готовн возб М3	Отсутствие готовности возбудителя двигателя №3
174	Авар ввод конт 1	Авария вводного контактора №1
175	Авар ввод конт 2	Авария вводного контактора №2
176	Авар вывод конт 1	Авария выводного контактора №1
177	Авар вывод конт 2	Авария выводного контактора №2
178	Авар байп конт 1	Авария байпасного контактора №1
179	Авар байп конт 2	Авария байпасного контактора №2
180	Авария ЯД1	Авария ячейки двигателя №1
181	Авария ЯД2	Авария ячейки двигателя №2
182	Авария ЯД3	Авария ячейки двигателя №3
187	Обмен с вент	Отсутствие обмена с вентилятором
188	Обмен с термо	Отсутствие обмена с термореле
193	Дверь ШУ	Дверь отсека управления открыта
195	Дверь ШЯ	Дверь отсека ячеек открыта
196	Дверь ШТ	Дверь отсека трансформатора открыта
199	Перегрев двиг	Температура двигателя превышена
202	Обмен с АСУ	Отсутствие обмена с АСУ
204	АварСтоп	Нажатие кнопки «Аварийный останов»
205	Вых за пред AIN1	Превышен предел регулирования по аналоговому входу №1 контроллера УМКА-27
206	Вых за пред AIN2	Превышен предел регулирования по аналоговому входу №2 контроллера УМКА 27
207	Вых за пред AIN3	Превышен предел регулирования по аналоговому входу №3 контроллера УМКА 27
208	U мин сети НВ	Минимально допустимое напряжение сети 380 В
209	U макс сети НВ	Максимально допустимое напряжение сети 380 В
210	Дисб U сети НВ	Дисбаланс напряжения сети 380 В
219	Защита ОЗЗ	Сработала защита от замыкания на землю по выходу на двигатель
223	Макс техн парам	Превышено максимальное значение технологического параметра
224	Мин техн парам	Занижено минимальное значение технологического параметра
229	Превыш темп дв1	Превышена температура двигателя 1
230	Превыш темп дв2	Превышена температура двигателя 2
231	Превыш темп дв3	Превышена температура двигателя 3
247	Обмен с возбу	Отсутствие обмена с возбудителем по RS485

Продолжение таблицы 10.1

№	Наименование	Примечание
278	АварОбмDinDout1	Авария обмена с модулем расширения DinDout1
279	АварОбмDinDout2	Авария обмена с модулем расширения DinDout2
280	АварОбмDinDout3	Авария обмена с модулем расширения DinDout3
281	АварОбмDinDout4	Авария обмена с модулем расширения DinDout4
282	АварОбмDinDout5	Авария обмена с модулем расширения DinDout5
283	АварОбмDinDout6	Авария обмена с модулем расширения DinDout6
284	АварОбмDinDout7	Авария обмена с модулем расширения DinDout7
285	СвязьAOUT1	Авария обмена с модулем расширения Aout1
286	СвязьAOUT2	Авария обмена с модулем расширения Aout2
289	АварОбмADC1	Авария обмена с модулем расширения ADC1
290	АварОбмADC2	Авария обмена с модулем расширения ADC2
335	Авар дат1 TP100	Авария датчика измерения температуры обмоток трансформатор №1
336	Авар дат2 TP100	Авария датчика измерения температуры обмоток трансформатор №2
337	Авар дат3 TP100	Авария датчика измерения температуры обмоток трансформатор №3

10.2 Устранение неисправностей

В ПЧ АТ27 имеются следующие виды аварий – приводная авария, авария двигателя, авария системы.

Приводная авария – при аварии выключаются вводной и выводной контакторы. Двигатели, работающие от сети, продолжают работать.

Авария системы – при аварии выключаются все двигатели, работающие от ПЧ и от сети (критическая).

Авария двигателя – выключается двигатель, независимо от того работает он от ПЧ либо от сети.

Перечень возможных неисправностей и действия персонала приведены в таблице 10.2.

Таблица 10.2 — Перечень возможных неисправностей и действия персонала

Наименование	Описание	Действия персонала	Примечание
МТЗ фаза U МТЗ фаза V МТЗ фаза W	Превышение максимально допустимого значения тока фазы U, V, W	Приводная	1. Проверить подключение двигателя, возможно по выходу ПЧ короткое замыкание. 2. Увеличить уставку «Время разгона» в меню «Настройка» - «Пуск/Стоп». 3. Сообщить в сервисный центр.

Продолжение таблицы 10.2

Наименование	Описание	Действия персонала	Примечание
Отказ яч фаза U Отказ яч фаза V Отказ яч фаза W	Отказ ячейки в фазе U, V, W	Приводная	1. Выключить автоматический выключатель QF1 в отсеке управления. 2. После того, как экран контроллера «УМКА-27» погаснет, повторно включить автоматический выключатель QF1. 3. Осуществить запуск ПЧ. 4. При повторном срабатывании данной аварии зайти в меню «Журналы» - «События», выбрать последний «Аварийный останов», определить номер отказавшей ячейка и статус данной ячейки. 5. Сообщить в сервисный центр. 6. Заменить отказавшую ячейку после согласования с сервисным центром.
Ud max	Превышение максимально допустимого значения напряжения звена постоянного тока	Приводная	1. Проверить напряжение вводной сети – должно соответствовать номинальному напряжению ПЧ. 2. Если авария произошла в момент частотного торможения, то необходимо увеличить уставку «Время торможения» в меню «Настройка» - «Пуск/Стоп».
Ud мин пуск	Напряжение звена постоянного тока ниже допустимого уровня при пуске	Приводная	1. Под уровнем доступа «Технолог» в меню «Настройки» - «Настройка ПЧ» посмотреть значение параметра «Ud контактора». 2. В меню «Параметры сети» - «Параметры ВВ сети» посмотреть значения линейных напряжений. 3. Осуществить повторный пуск, контролируя значение напряжений Ud ячеек на статусном окне (Нажать кнопку «Отмена» и стрелку вправо). Отметить минимальное значение напряжения Ud среди ячеек. 4. Обратиться в сервисный центр для получения руководства по последующим действиям.
Перегруз	Превышение максимально допустимой перегрузки по току	Авария двигателя	1. Проверить исполнительный механизм на отсутствие заклинивания. 2. Осуществить пуск ПЧ. 3. При повторении аварии сообщить в сервисный центр.
Недогруз	Снижение нагрузки по току до минимально допустимого уровня	Авария двигателя	1. Проверить исполнительный механизм на отсутствие срыва, проскальзывания. 2. Осуществить пуск ПЧ. 3. При повторении аварии сообщить в сервисный центр.
Ошибка реверс	Реверс электродвигателя при технологическом запрете	Авария двигателя	1. Проверить в контроллере УМКА-27 в меню «Настройка»- «Параметры установки» значение параметра «Реверс». 2. Проверить в меню «Система» - «Управление заданием» значение параметра «Задание частоты». 3. Сообщить в сервисный центр.
F вых мин	Минимально допустимая частота двигателя	Авария двигателя	1. Согласовать с технологом значение минимально допустимой частоты вращения двигателя. 2. При необходимости изменить уставку минимальной частоты требуется под уровнем доступа «Технолог» зайти в меню «Настройка» - «Пуск/Стоп», изменить значение на требуемое в параметре «Fминимум».

Продолжение таблицы 10.2

Наименование	Описание	Действия персонала	Примечание
F вых макс	Максимально допустимая частота двигателя	Авария двигателя	1. Согласовать с технологом значение максимально допустимой частоты вращения двигателя. 2. При необходимости изменить уставку максимальной частоты требуется под уровнем доступа «Технолог» зайти в меню «Настройка» - «Пуск/Стоп», изменить значение на требуемое в параметре «Fмаксимум».
Макс техн парам	Максимальное значение технологического параметра	Авария системы	1. Согласовать с технологом максимальное значение технологического параметра. 2. Проверить правильность работы исполнительного механизма.
Мин тех парам	Минимальное значение технологического параметра	Авария системы	1. Согласовать с технологом минимальное значение технологического параметра. 2. Проверить правильность работы исполнительного механизма.
Дисб I вых.	Минимально допустимое напряжение вводной сети №1, №2, №3	Приводная	1. Проверить наличие напряжения на входе ПЧ. Возможно, не включена вводная ячейка подачи 6 кВ на ввод ПЧ. 2. При наличии напряжения на входе ПЧ сообщить в сервисный центр.
U мин сети 1 ВВ U мин сети 2 ВВ U мин сети 3 ВВ	Максимально допустимое напряжение вводной сети №1, №2, №3	Приводная	Напряжение сети 6 кВ превысило максимально возможное напряжение работы ПЧ. Пуск ПЧ осуществить после снижения напряжения до разрешенного значения.
U макс сети 1 ВВ U макс сети 2 ВВ U макс сети 3 ВВ	Дисбаланс напряжения вводной сети №1, №2, №3	Приводная	Дисбаланс напряжений сети 6 кВ превысило максимально допустимое значение ПЧ. Требуется проверить линию питания 6 кВ на отсутствие утечек на землю либо пробоя кабелей.
Дисб U сети 1 ВВ Дисб U сети 2 ВВ Дисб U сети 3 ВВ	Дисбаланс напряжения вводной сети №1, №2, №3	Приводная	Дисбаланс напряжений сети 6 кВ превысило максимально допустимое значение ПЧ. Требуется проверить линию питания 6 кВ на отсутствие утечек на землю либо пробоя кабелей.
Чер фаз сети 1 ВВ Чер фаз сети 2 ВВ Чер фаз сети 3 ВВ	Нарушение порядка чередования фаз вводной сети 6кВ №1, №2, №3	Приводная	1. Отключить напряжение 380 В питания ПЧ и 6 кВ от ввода в ПЧ с помощью разъединителя. 2. Осуществить подключение ввода питания 6 кВ согласно маркировке на клеммах ПЧ A, B, C.
U мин сети НВ	Низкое напряжение сети 380 В	Авария системы	1. Проверить наличие напряжения питания 380 В на входе шкафа управления. Возможно, не включен автоматический выключатель 380 В питания ПЧ. 2. При наличии напряжения на входе ПЧ сообщить в сервисный центр.
U макс сети НВ	Высокое напряжение сети 380 В	Авария системы	Напряжение сети 380 В превысило максимально возможное напряжение работы ПЧ. Пуск ПЧ осуществить после снижения напряжения до разрешенного значения.
Дисб U сети НВ	Дисбаланс напряжения сети 380 В	Приводная	Дисбаланс напряжений сети 380 В превысило максимально допустимое значение ПЧ. Требуется проверить линию питания 380 В на отсутствие утечек на землю либо пробоя кабелей.

Продолжение таблицы 10.2

Наименование	Описание	Действия персонала	Примечание
Дисб I сети НВ	Дисбаланс токов сети 380 В	Приводная	Дисбаланс токов сети 380 В превысило максимально допустимое значение ПЧ. Требуется проверить линию питания 380 В на отсутствие утечек на землю либо пробоя кабелей.
Обрыв фазы А НВ Обрыв фазы В НВ Обрыв фазы С НВ	Обрыв фазы А, В, С сети 380 В	Авария системы	1. Отключить напряжение 380 В питания ПЧ. 2. Проверить подключение кабелей 380 В питания ПЧ.
Черед фаз НВ	Нарушение порядка чередования фаз сети 380 В	Авария системы	1. Отключить напряжение 380 В питания ПЧ. 2. Осуществить подключение ввода питания 380 В согласно маркировке на клеммах шкафа управление А, В, С.
Дверь ШУ	Открыта дверь ОУ	Приводная	Закрыть дверь отсека управления
Дверь ШЯ	Открыта дверь ОЯ	Приводная	Закрыть дверь отсека ячеек
Дверь ШТ	Открыта дверь ОТ	Приводная	Закрыть дверь отсека трансформатора
Авар останов	Нажата кнопка «Аварийный останов»	Авария системы	Отжать кнопку «Аварийный стоп» в ПЧ в случае устранения аварийной ситуации.
Автомат СН	Ошибка включения автомата питания 380 В	Приводная	1. Проконтролировать включенное состояние автоматического выключателя собственных нужд (QF1). 2. В случае включенного состояния автоматического выключателя обратиться в сервисный центр.
Автомат транс	Ошибка включения автомата питания от трансформатора	Приводная	1. Проконтролировать включенное состояние автоматического выключателя питания от трансформатора (QF2). 2. В случае включенного состояния автоматического выключателя обратиться в сервисный центр.
Автомат заряда	Ошибка включения автомата цепей предварительного заряда	Приводная	1. Проконтролировать включенное состояние автоматического выключателя заряда Ud (QF3). 2. В случае включенного состояния автоматического выключателя обратиться в сервисный центр.
Автомат вент	Ошибка включения автомата питания вентиляторов	Приводная	1. Проконтролировать включенное состояние автоматических выключателей питания вентиляторов. 2. В случае включенного состояния автоматических выключателей обратиться в сервисный центр.
Авар конт СН	Ошибка подключения контактора питания 380 В собственных нужд	Приводная	1. Выключить автоматический выключатель QF1 в шкафу управления. 2. После того, как экран контроллера «УМКА-27» погаснет, повторно включить автоматический выключатель QF1. 3. Если авария повторяется, обратиться в сервисный центр.

Продолжение таблицы 10.2

Наименование	Описание	Действия персонала	Примечание
Авар конт транс	Ошибка подключения контактора питания 380 В от трансформатора	Приводная	1. Выключить автоматический выключатель QF1 в шкафу управления. 2. После того, как экран контроллера «УМКА-27» погаснет, повторно включить автоматический выключатель QF1. 3. Если авария повторяется, обратиться в сервисный центр.
Авар конт заряда	Ошибка подключения контактора питания цепей предварительного заряда	Приводная	1. Выключить автоматический выключатель QF1 в шкафу управления. 2. После того, как экран контроллера «УМКА-27» погаснет, повторно включить автоматический выключатель QF1. 3. Если авария повторяется, обратиться в сервисный центр.
Связь с МК27	Обрыв связи между контроллерами УМКА-27 и МК27	Авария системы	1. Выключить автоматический выключатель QF1 в шкафу управления. 2. После того, как экран контроллера «УМКА-27» погаснет, повторно включить автоматический выключатель QF1. 3. Если авария повторяется, обратиться в сервисный центр.
Ошибка конф	В контроллер УМКА-27 загружена неверная конфигурация или она вообще отсутствует	Авария системы	1. Выключить автоматический выключатель QF1 в шкафу управления. 2. После того, как экран контроллера «УМКА-27» погаснет, повторно включить автоматический выключатель QF1. 3. Если авария повторяется, обратиться в сервисный центр.
Обмен с термо	Авария обмена с термореле ШТ	Приводная	1. Выключить автоматический выключатель QF1 в шкафу управления. 2. После того, как экран контроллера «УМКА-27» погаснет, повторно включить автоматический выключатель QF1. 3. Если авария не пропала либо возникла снова при последующем запуске, то сообщить в сервисный центр.
Обмен с DinDout	Отсутствие связи с модулями дискретных входов/выходов Din16Dout8	Приводная	1. Выключить автоматический выключатель QF1 в шкафу управления. 2. После того, как экран контроллера «УМКА-27» погаснет, повторно включить автоматический выключатель QF1. 3. Если авария не пропала либо возникла снова при последующем запуске, то сообщить в сервисный центр.
Обмен с Aout8	Отсутствие связи с модулем аналоговых выходов AOUT	Приводная	1. Выключить автоматический выключатель QF1 в шкафу управления. 2. После того, как экран контроллера «УМКА-27» погаснет повторно включить автоматический выключатель QF1. 3. Если авария не пропала либо возникла снова при последующем запуске, то сообщить в сервисный центр.

Продолжение таблицы 10.2

Наименование	Описание	Действия персонала	Примечание
Обмен с ADC	Отсутствие связи с модулями аналоговых входов ADC8_2Mode	Приводная	1. Выключить автоматический выключатель QF1 в шкафу управления. 2. После того, как экран контроллера «УМКА-27» погаснет, повторно включить автоматический выключатель QF1. 3. Если авария не пропала либо возникла снова при последующем запуске, то сообщить в сервисный центр.
Обмен с АСУ	Авария обмена с АСУ	Авария системы	1. Выключить автоматический выключатель QF1 в шкафу управления. 2. После того, как экран контроллера «УМКА-27» погаснет, повторно включить автоматический выключатель QF1. 3. Проверить состояние АСУ.4. Если авария не пропала, то сообщить в сервисный центр.
Обмен с возб	Авария обмена с возбудителем	Приводная	1. Выключить автоматический выключатель QF1 в шкафу управления. 2. После того, как экран контроллера «УМКА-27» погаснет, повторно включить автоматический выключатель QF1. 3. Проверить состояние возбудителя.4. Если авария не пропала, то сообщить в сервисный центр.
Обмен с вент	Обрыв связи с контроллерами управления вентиляторами	Приводная	1. Выключить автоматический выключатель QF1 в шкафу управления. 2. После того, как экран контроллера «УМКА-27» погаснет, повторно включить автоматический выключатель QF1. 3. Если авария не пропала либо возникла снова при последующем запуске, то сообщить в сервисный центр.
Авария вент	Авария вентиляторов отсека трансформатора и отсека ячеек	Приводная	Сообщить в сервисный центр.
Защита ОЗЗ	Сработала защита от замыкания на землю	Приводная	1. Отключить питание 6 кВ и 380 В от ПЧ. 2 Проверить положение заземлителя (при его наличии). 3. Визуально проверить состояние двигателя и подводящих кабелей. 4. В случае отсутствия видимых неисправностей сообщить в сервисный центр.
Авар ввод конт 1 Авар ввод конт 2 Авар ввод конт 3	Ошибка подключения вводного контактора 6кВ №1, №2, №3	Приводная	Сообщить в сервисный центр.
Авар выв конт 1 Авар выв конт 2 Авар выв конт 3	Ошибка подключения выходного контактора №1, №2, №3	Приводная	Сообщить в сервисный центр.
Авария ВЯ1 Авария ВЯ2 Авария ВЯ3	Ошибка подключения вводной ячейки №1, №2, №3	Приводная	1. Проверить состояние вводной ячейки. 2. Устранить неисправность вводной ячейки.

Продолжение таблицы 10.2

Наименование	Описание	Действия персонала	Примечание
Авария ЯД1 Авария ЯД2 Авария ЯД3	Ошибка подключения ячейки двигателя №1, №2, №3	Авария двигателя	1. Проверить состояние ячейки двигателя. 2. Устранить неисправность ячейки двигателя.
Авария возб М1 Авария возб М2 Авария возб М3	Авария возбудителя синхронного двигателя №1	Авария двигателя	1. Проверить состояние возбудителя двигателя. 2. Устранить неисправность возбудителя двигателя.
Готовность АСУ	Отсутствует готовность АСУ	Авария системы	1. Проверить состояние АСУ.2. Устранить неисправность АСУ.
Готовность ВЯ1 Готовность ВЯ2 Готовность ВЯ3	Отсутствует готовность вводной ячейки №1, №2, №3	Приводная	1. Проверить состояние вводной ячейки. 2. Устранить неисправность вводной ячейки.
Готовность ЯД1 Готовность ЯД2 Готовность ЯД3	Отсутствует готовность ячейки двигателя №1, №2, №3	Авария двигателя	1. Проверить состояние ячейки двигателя. 2. Устранить неисправность ячейки двигателя.
Готовность М1 Готовность М2 Готовность М3	Отсутствует готовность двигателя №1, №2, №3	Авария двигателя	1. Проверить состояние двигателя. 2. Устранить неисправность двигателя.
Готовн возб М1 Готовн возб М2 Готовн возб М3	Отсутствие готовности возбудителя синхронного двигателя №1, №2, №3	Авария двигателя	1. Проверить состояние возбудителя двигателя. 2. Устранить неисправность возбудителя двигателя.
Макс темп оборуд	Превышение максимально допустимого значения температуры трансформатора или ячеек	Приводная	Сообщить в сервисный центр.

11 Техническое обслуживание и ремонт

Для предотвращения повреждения оборудования, увеличения надежности и длительности его функционирования необходимо осуществлять его периодическое обслуживание.

Техническое обслуживание и ремонт должен производить специально подготовленный квалифицированный персонал в соответствии с требованиями настоящего Руководства и Инструкцией, действующей на объекте эксплуатации.

ПЧ AT27 разработан с учетом всех требований нормативных документов по охране труда при работе и обслуживании. Поскольку AT27 является средневольтным преобразователем, необходимо соблюдать требования раздела 2 «Рекомендации по технике безопасности».

В связи с повышенной опасностью при работе и обслуживании ПЧ необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

ЗАПРЕЩАЕТСЯ отключать питание собственных нужд ПЧ в процессе работы, если это не выполняется с целью защиты ПЧ и двигателя или обслуживающего персонала!

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подсоединять или размыкать датчики, сигнальные кабели, оптоволоконные кабели, находящиеся под напряжением.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! ПЧ подключается к опасному напряжению и управляет механизмами с вращающимися механическими частями, которые являются источниками опасности. По этой причине к выполнению работ по электрическому монтажу и обслуживанию ПЧ Triol AT27 допускается ТОЛЬКО квалифицированный персонал с уровнем допуска по электро-безопасности не ниже IV категории.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! После отключения питания ПЧ на токоведущих частях могут сохраняться опасные для жизни напряжения. Для избегания поражения электрическим током необходимо начинать работы не ранее, чем через 15 минут после отключения питания ПЧ.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! ПЧ имеет два источника питания: 6000 В основного питания и 380 В питания системы управления. Перед обслуживанием и проверкой ПЧ убедитесь в отсутствии обоих напряжений на входе ПЧ.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Запрещается выполнять какие-либо работы с силовыми кабелями и кабелями управления при подключенном питании преобразователя частоты, также возможно присутствие опасного напряжения (от внешних источников) на релейных выходах, даже если на входные клеммы преобразователя не подано напряжение питания.

11.1 Ежедневная проверка

При ежедневной проверке следует проверять:

- температура и влажность окружающей среды находятся в диапазоне, установленном в разделе 4.1 «Условия эксплуатации»;
- отсутствие токопроводящей пыли, паров, загрязнений смазкой, взрывоопасных веществ в помещении;
- отсутствие необычных звуков, вибраций и запахов, исходящих от ПЧ;
- работу индикации состояния ПЧ;
- температуру обмоток трансформатора ПЧ;
- температуру IGBT-модулей силовых ячеек ПЧ.

11.2 Периодическое обслуживание

Периодическое обслуживание преобразователя частоты необходимо проводить один раз в год. При работе ПЧ в тяжелых условиях эксплуатации (повышенные температура, запыление, загрязнение, вибрационные или ударные нагрузки) периодическое обслуживание рекомендуем выполнять один раз в полгода.

Для проведения работ по обслуживанию ПЧ необходимо выполнить его отключение. При работе соблюдать требования по безопасности.

При периодическом обслуживании следует проверять ПЧ согласно таблице 11.1. С расположением отсеков и компонентов моношкафов можно ознакомиться в разделе 3 данного Руководства.

Таблица 11.1 — Периодическое обслуживание

Расположение	Оборудование	Проверка
Отсек подключений	Панель подключений	Проверить наличие всех крепежных элементов
		Проверить отсутствие пыли и грязи
	Кабели и провода	Проверить повреждения или ухудшения кабельной изоляции
Отсек трансформатора	Трансформатор	Проверить на необычные запахи и почернение обмоток
		Проверить наличие всех крепежных элементов
		Проверить отсутствие пыли и грязи
	Кабели и провода	Проверить повреждения или ухудшения кабельной изоляции
Отсек ячеек	Силовые ячейки	Проверить работоспособность силовых предохранителей ячеек
		Проверить работоспособность предохранителей блоков управления ячеек
		Проверить на почернение шин, проводов, полупроводниковых модулей ячеек
		Проверить отсутствие пыли и грязи в охладителях
		Проверить наличие всех крепежных элементов
	Кабели и провода	Проверить повреждения или ухудшения кабельной изоляции

Продолжение таблицы 11.1

Расположение	Оборудование	Проверка
Отсек управления	Система защит	Проверить работоспособность предохранителей системы управления и блоков питания
		Проверить работоспособность автоматических выключателей системы управления
	Реле	Проверить повреждения контактов
	Блоки электроники	Проверить отсутствие пыли и грязи
		Проверить на необычные запахи и почернение
Система охлаждения	Вентиляторы	Проверить на наличие повышенной вибрации и посторонних шумов
		Проверить отсутствие пыли и грязи
	Воздушные фильтры	Проверить чистоту воздушных фильтров

Крепежные элементы

Потеря соединительных болтов и/или разъемных соединителей может привести к аварии или выходу из строя ПЧ. Во время периодического обслуживания необходимо удостовериться, что все соединители и болты на месте, а также подтянуть болтовые соединения при необходимости.

При обслуживании требуется особое внимание уделить:
- вводным и выводным клеммам подключения 6 кВ;
- болтовые подключения к клеммам трансформатора (первичная обмотка, вторичные обмотки, обмотка собственных нужд);
- болтовые подключения и оптический разъем на силовых ячейках;
- подключение блока и делителей измерения входного напряжения;
- разъемы подключения вентиляторов охлаждения;
- разъемы подключения к каждому блоку в отсеке управления;
- разъемы подключения к датчикам тока.

Трансформатор

При обслуживании трансформатора:
- визуально проверить отсутствие почернений и повреждений изоляции обмоток;
- проконтролировать отсутствие необычных запахов;
- проверить целостность изоляторов;
- продуть элементы трансформатора и отсека в целом сухим сжатым воздухом под давлением от 4 до 6 кг/см^2. Отдельное внимание следует уделить изоляторам, обмоткам, сердечнику. Следует соблюдать осторожность при очистке, не допускать механического повреждения изоляции обмоток трансформатора.

Силовые ячейки

Отключить и извлечь ячейки из моношкафа. Очистить отсек ячеек, а затем продуть сухим сжатым воздухом под давлением от 4 до 6 кг/см^2.

При обслуживании силовых ячеек:
- визуально проверить отсутствие почернений и расширения снабберных конденсаторов;
- подтянуть болтовые соединения на входных и выходных клеммах;
- вытянуть и вставить разъемы оптической связи;
- проверить силовые предохранители и предохранители блока управления ячеек;
- очистить охладители (продуть сухим сжатым воздухом под давлением от 4 до 6 кг/см^2).

После обслуживания установить назад боковые крышки СЯ. Смонтировать и закрепить

ячейки в отсеке ячеек. Восстановить силовую схему моношкафа.

В случае выхода силовой ячейки из строя осуществить замену ячейки. Порядок замены силовой ячейки приведен в разделе 11.3.

Отсек управления

При обслуживании отсека управления:

- проверить работоспособность предохранителей в цепях питания блоков электроники, входные предохранители на блоках питания;
- визуально проверить отсутствие необычных запахов и почернений на блоках электроники;
- проверить контакты реле на отсутствие повреждений;
- проверить работоспособность всех автоматических выключателей;
- проверить фиксацию разъемных соединителей со шкафами коммутации (при их наличии);
- продуть отсека сухим сжатым воздухом под давлением от 4 до 6 кг/см^2.

Воздушные фильтры

В случае повышения температуры обмоток трансформатора или силовых ячеек необходимо выполнить очистку воздушных фильтров на дверях моношкафа посредством продува сжатым воздухом. Продув можно осуществлять как изнутри после останова ПЧ и снятия напряжения, так и путем снятия самих фильтров.

ВНИМАНИЕ! Несвоевременный уход за фильтрами может привести к их засорению, вследствие чего, может произойти перегрев модулей IGBT и выход из строя ПЧ!

В случае необходимости порядок замены воздушного фильтра приведен в разделе 11.3.

11.3 Замена комплектующих

Для обеспечения нормальной работы ПЧ Триол АТ27 на протяжении многих лет, рекомендуется осуществлять замену комплектующих в соответствии с их сроком службы (таблица 11.2).

Частота периодического обслуживания и срок службы компонентов ПЧ АТ27 зависит от условий эксплуатации. При эксплуатации ПЧ АТ27 в условиях, отличающихся от указанных в разделе 4 данного Руководства, срок службы компонентов и ПЧ АТ27 в целом сокращается.

Таблица 11.2 — Руководство по замене компонентов ПЧ Триол АТ27

Компонент	Срок службы	Примечания
Вентиляторы	2-3 года	Заменить вентиляторы в случае необходимости
Воздушные фильтры	2 года	Заменить новыми фильтрами
Предохранители	10 лет	Заменить новыми предохранителями
Снабберные конденсаторы в СЯ	-	Заменить силовые ячейки при наличии неисправности
Автоматические выключатели	-	Заменить (проверить и заменить в случае необходимости)

11.3.1 Замена силовой ячейки

Силовые ячейки в составе одного ПЧ АТ27 абсолютно идентичные и взаимозаменяемые.

В случае выхода из строя силовой ячейки, выполнить операции по замене СЯ в следующем порядке:

- Остановить двигатель, выключить ПЧ.
- Снять напряжение с ПЧ (6000 В и 380 В).
- Убедиться при помощи указателя напряжения в отсутствии опасного напряжения.
- Открыть дверь отсека силовых ячеек. Убедиться в том, что силовые конденсаторы СЯ разряжены по светодиодным индикаторам на каждой из ячеек (если светятся, дождаться пока погаснут все индикаторы).
- Отключить от вышедшей из строя силовой ячейки оптоволоконные кабели от разъемов XV1 и XV2.
- Отсоединить входные и выходные шины (кабели) A, B, C, AC1 и AC2.
- Выкрутить крепежные (стопорные) болты ячейки.
- Плавно снять с направляющих СЯ.
- Установить запасную СЯ и выполнить вышеуказанные операции в обратном порядке.
- Подать напряжение на ПЧ и включить его.
- Составить акт с подробным описанием проявленной неисправности и сообщить сервисной службе производителя.

В составе АТ27-1М6 применяется силовая ячейка РС27-195-071-N-2.

11.3.2 Замена вентиляторов

Вентиляторы, обеспечивающие охлаждение моношкафа АТ27, установлены внутри специальных кожухов на крыше. Выход из строя одного вентилятора может привести к аварии ПЧ Триол АТ27.

В случае выхода из строя вентилятора, выполнить операции по его замене в следующем порядке:

- Остановить двигатель, выключить ПЧ.
- Снять напряжение с ПЧ (6000 В и 380 В).
- Убедиться при помощи указателя напряжения в отсутствии опасного напряжения.
- С помощью лестницы или стремянки подняться на крышу моношкафа.
- Отключить разъемы питания и управления вентилятора от моношкафа.
- Гаечным ключом открутить гайки, на которые установлен кожух с вентилятором и снять его при помощи крана или другого подъемного устройства за рым-болты, предусмотренные на верхней крышке.
- Открутить крышку колодки подключений вентилятора, открутить провода от вентилятора.
- Окрутить болты, фиксирующие нижнюю панель, на которую установлено сопло вентилятора.
- Открутить болты, на которые установлен сам вентилятор, и снять его.
- Установить новый вентилятор и выполнить вышеперечисленные операции в обратном порядке.
- Подать напряжение на ПЧ и включить его.
- Составить акт с подробным описанием проявленной неисправности и сообщить сервисной службе производителя.

ВНИМАНИЕ! Замену вентилятора должен выполнять представитель сервисного центра либо специально обученный персонал. После замены вентилятора необходимо выполнить его конфигурирование.

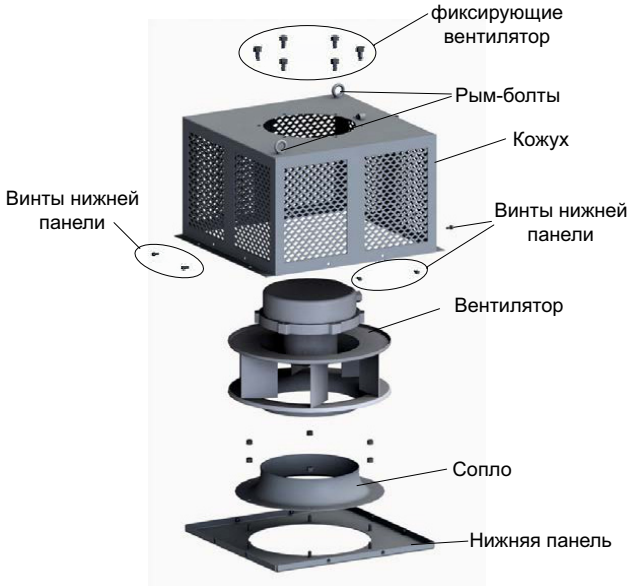


Рисунок 11.1 — Замена вентилятора системы охлаждения

11.3.3 Замена воздушных фильтров

Для препятствия попаданию вовнутрь шкафов пыли и мусора используется система сетчатых воздушных фильтров типа ФПВ-G3. Фильтры установлены на дверях шкафов в специальных коробах.

Замену фильтров выполнять раз в два года.

Для замены фильтров выполнить операции в следующем порядке:

- при помощи шуруповерта с 4 мм шестигранной насадкой или шестигранного ключа снять с дверей короба с фильтрами (рисунок 11.2).
- вытащить старые фильтры и установить новые.
- установить при помощи шуруповерта с 4 мм шестигранной насадкой или шестигранного ключа короба с фильтрами обратно.

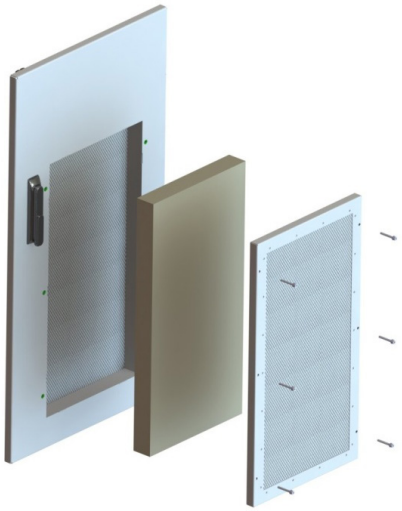


Рисунок 11.2 — Замена воздушного фильтра

12 Утилизация

По истечении срока эксплуатации ПЧ необходимо выполнить его демонтаж с последующей утилизацией. Демонтаж ПЧ включает в себя разборку металлоконструкции, крепежных элементов, монтажных токопроводов и проводников, комплектующей аппаратуры.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Преобразователь и его упаковка должны утилизироваться как промышленные отходы.

Утилизация комплектующих преобразователя (печатные платы, электронные компоненты и другие части преобразователя) должна осуществляться в соответствии с национальным законодательством и требованиями по защите окружающей среды.

13 Гарантия и сервис

Изготовитель гарантирует соответствие преобразователя Триол АТ27 требованиям технических условий при соблюдении потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения.

Срок гарантии устанавливается 24 месяца со дня ввода в эксплуатацию (лицами или организацией, уполномоченными изготовителем), но не более 36 месяцев со дня отгрузки с предприятия-изготовителя.

Преобразователь должен использоваться в соответствии с эксплуатационной документацией, действующими стандартами и требованиями безопасности.

Настоящая гарантия действует в случае, если преобразователь будет признан неисправным в связи с дефектами изготовителя или заводскими настройками.

Настоящая гарантия недействительна в случае, когда обнаружено несоответствие серийного номера преобразователя номеру в представленном паспорте или в случае утери паспорта.

Настоящая гарантия недействительна в случае, когда повреждение или неисправность были вызваны пожаром, молнией, наводнением или другими природными явлениями, механическим повреждением, неправильным использованием или ремонтом электронных узлов, если они производились лицом, которое не имеет сертификата предприятия-изготовителя на оказание таких услуг. На преобразователи, отремонтированные другими организациями, гарантийные обязательства предприятия-изготовителя не распространяются.

Настоящая гарантия недействительна в случае, когда обнаружено попадание внутрь устройства воды или агрессивных химических веществ.

Установка и настройка преобразователя должна выполняться в соответствии с эксплуатационной документацией.

В случае выявления неисправностей в период гарантийного срока потребитель должен предъявить письменную рекламацию в произвольной форме предприятию-изготовителю.

Срок гарантии указывается индивидуально для каждого преобразователя и фиксируется в паспорте на преобразователь Триол АТ27.

Адреса и контактные телефоны сервисных центров и завода изготовителя представлены на сайте http://triolcorp.ru.

Контакты сервисных центров

СЦ Запрудня

Руденко Михаил Валерьевич
8-926-678-49-31

Алтухов Александр Сергеевич
8-916-917-12-57

СЦ Бузулук

Воробьев Андрей Васильевич
8-922-887-43-37

СЦ Нефтеюганск

Кастарнов Роман Анатольевич
8-912-413-70-74
8-922-659-48-05

Яшников Денис Андреевич
8-982-315-32-10

Нафиков Ришат Маратович
8-961-367-57-48

Панкратов Константин Александрович
8-912-413-80-39
8-932-422-11-06

СЦ Альметьевск

Макаров Сергей Валентинович
8-917-253-32-68

Фомин Евгений Александрович
8-919-689-19-03

СЦ Ноябрьск

Корнеев Иван Михайлович
8-922-455-56-94
8-912-424-24-42

СЦ Бугуруслан

Барабанов Михаил Михайлович
8-922-820-61-02
8-922-403-34-11

СЦ Нижневартовск

Арсентьев Федор Вячеславович
8-912-531-30-82

Науменко Игорь Вячеславович
8-922-820-61-02

Приложение А

Технические характеристики

Наименование параметра	Значение параметра
Полная входная мощность, кВА	2000
Номинальная выходная мощность, кВт	1600
Номинальный выходной ток, А	195
Входное напряжение, В	6000 (+ 10 %, -15 %)
Количество фаз	3
Частота питающей сети, Гц	50 (± 10 %)
Входной коэффициент мощности	> 0,97 (при номинальной нагрузке)
КПД	> 0,96 (при номинальной нагрузке)
Коэффициенты несинусоидальности входного напряжения (THDu)	< 2 %
Коэффициенты несинусоидальности выходного тока (THDi)	< 2 %
Выходная частота, Гц	0 ~ 120 (плавное регулирование с дискретностью 0,1 Гц)
Выходное напряжение, В	0 ~ 6000
Перегрузочная способность, %	120 (в течение 120 с) 150 (в течение 3 с) 200 (в течение 10 мс)
Напряжение питания собственных нужд	380 В, 50 Гц, 3-х фазное 4-х проводное (TN-C либо TN-S)
Время разгона/торможения, с	1 ~ 32000
Тип торможения	выбег / частотное / динамическое
Параметры дискретных выходов	= 24 В, 6 А = 220 В, 0,2 А ~ 220 В, 6 А
Интерфейс связи	RS485 ModBus RTU
Способ охлаждения	принудительное воздушное
Температура окружающей среды, °С	от плюс 1 до плюс 40
Относительная влажность, % (при температуре 25 °С)	не более 80

Приложение Б

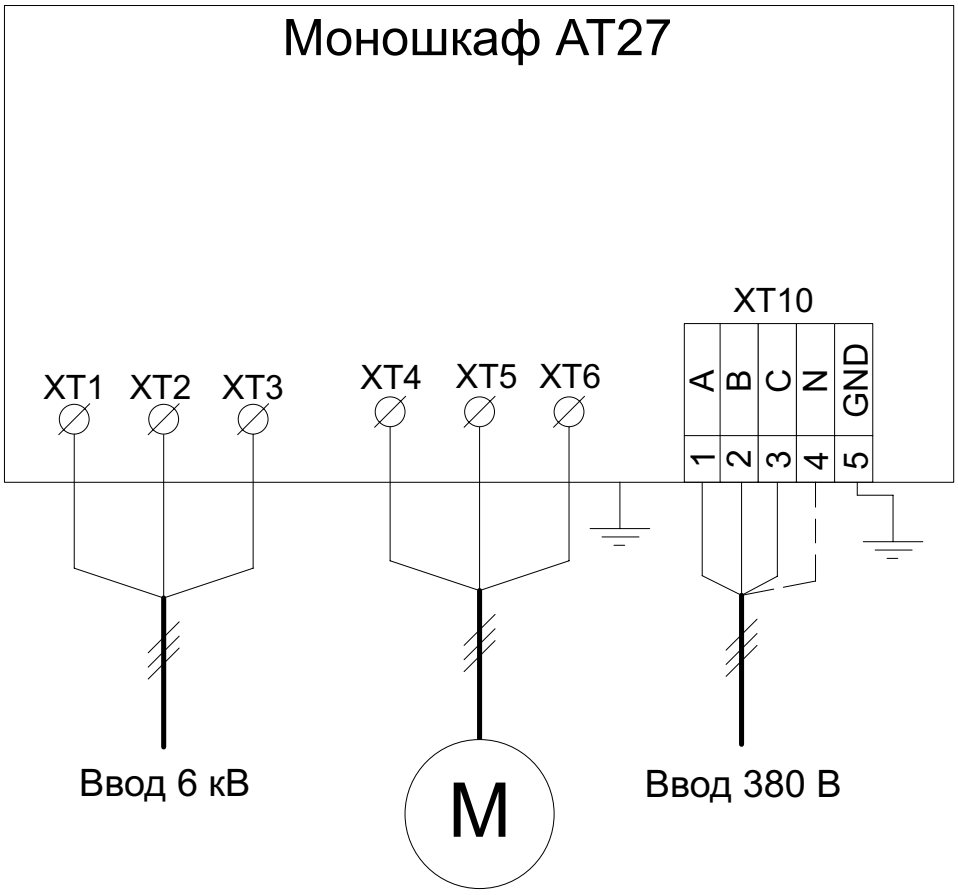
Технические характеристики силовой ячейки AT27

PC27-195-071-N-2

Наименование параметра	Значение параметра
Входное напряжение, В	710 (+ 10 %, -15 %)
Количество вводных фаз	3
Частота питающей сети, Гц	50 (± 10 %)
Номинальное напряжение в звене постоянного тока, В	1000
Номинальный выходной ток, А	195
Выходная частота	0 ~ 120 (с дискретностью 0,1 Гц)
КПД	> 0,98 (при номинальной нагрузке)
Габаритные размеры (ШхВхГ), мм	500x242x735
Масса, кг	62,5

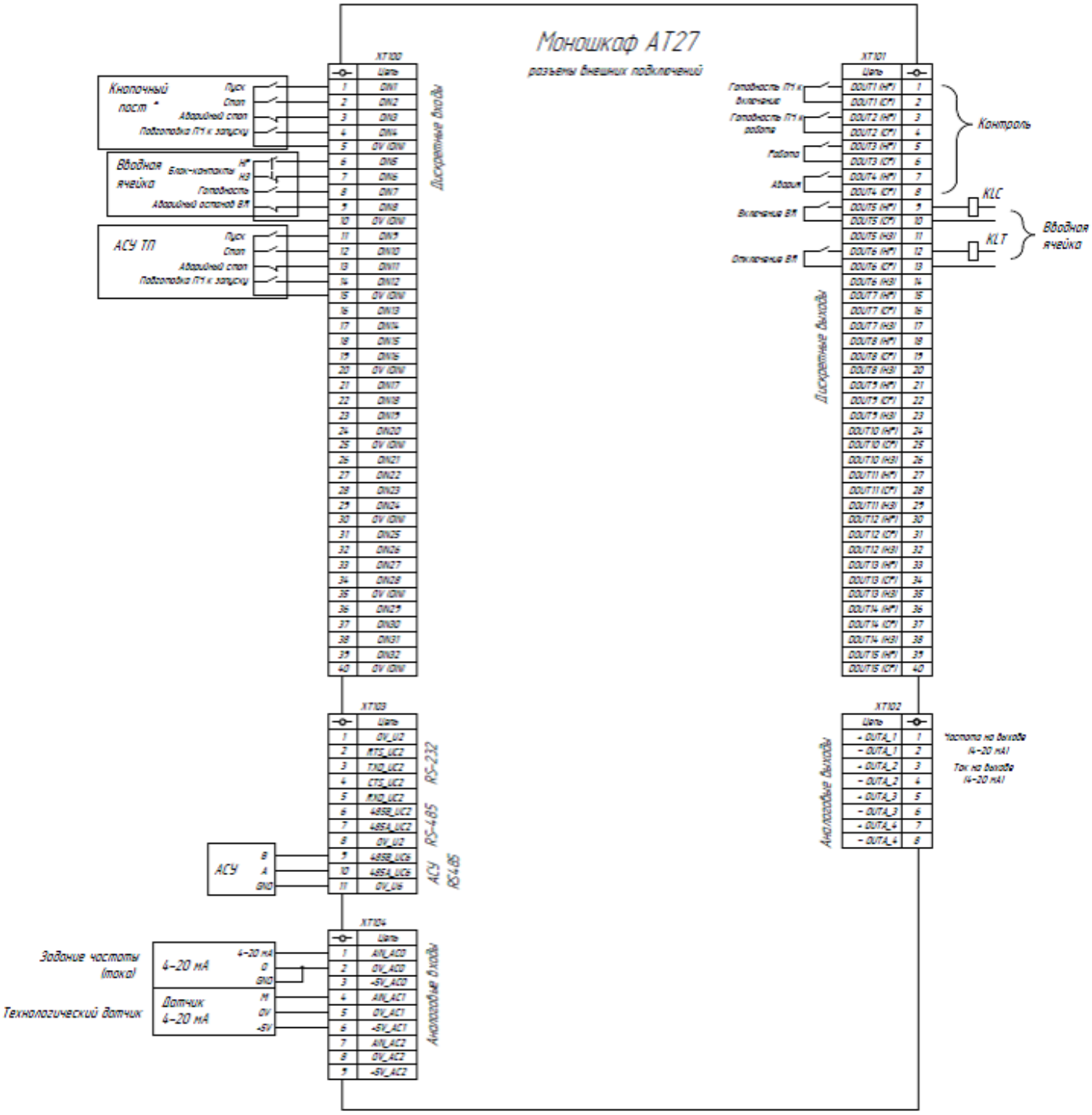
Приложение В

Схема подключения силовой части моношкафа



Приложение Г

Типовая схема подключения пользовательский соединений



Приложение Д

Протоколы дистанционного управления ПЧ Триол АТ27

Протокол Modbus RTU

Общие сведения

Modbus – открытый коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «ведущий-ведомый». Может использоваться для передачи данных через последовательные линии связи RS-485, RS-422, RS-232.

В приводах АТ27 реализована поддержка протокола Modbus RTU. В качестве линии связи используется RS-485. АТ27 выступает в качестве ведомого устройства.

Протокол дистанционного управления приводами АТ27 Modbus RTU определяет структуру сообщений, устанавливает общий формат расположения и содержимого полей сообщения.

Формат сообщений

В протоколе Modbus RTU размер передаваемого сообщения составляет 8 бит. Каждое сообщение должно быть передано в виде непрерывной последовательности бит. Для приводов АТ27 используется следующий формат байта в сообщении (таблица Д1):

Таблица Д1 — Формат байта в сообщении

Стартовый бит	8 бит данных								Бит контроля четности	Стоповый бит
+									Отсутствует	1 стоповый бит

Длина сообщения не может превышать 255 байт. Правильность принятия сообщения дополнительно контролируется контрольной суммой. Формат сообщения приведен в таблице Д2.

Таблица Д2 — Формат сообщения

Адрес	Код функции	Данные	Контрольная сумма
1 байт	1 байт	до 252 байт	2 байта

Список поддерживаемых функций по протоколу Modbus RTU.

В ПЧ АТ27 реализована поддержка следующих функций Modbus (таблица Д3):

Таблица Д3 — Список поддерживаемых функций Modbus

Номер функции	Описание
0x03, 0x04	Чтение группы регистров
0x05	Запись значений катушек для реализации команд «Пуск», «Стоп»
0x06	Запись одиночных регистров для реализации записи параметров в контроллер ПЧ
0x10	Запись регистров в указанном диапазоне адресов, для реализации групповой записи параметров в контроллер
0x2B	Запрос идентификатора устройства

Адрес регистра для функций Modbus 0x03, 0x04, 0x06, 0x10 определяется по формуле:

(IDGrp <<7) + IDPrm

где: - IDGrp – номер группы;
- IDPrm – номер параметра;
- «<<» побитовый сдвиг влево.

Например, необходимо рассчитать адрес параметра «Iвых полный», который находится в группе «Текущие параметры».

№ группы = 03
№ параметра = 02
Адрес параметра = (3 << 7) + 1 = 384 +2 = 386 = 0x0182

0x03, 0x04 - Чтение группы регистров

Функция обеспечивает чтение текущих значений параметров ПЧ. Формат команды приведен в таблицах Д4 и Д5. Для реализации группового чтения регистров их адреса должны располагаться по порядку, например: 0x0180, 0x0181, 0x0182.

Таблица Д4 — Формат запроса на команду 0x03, 0x04

Адрес (1 байт)	Код функции (1 байт)	Адрес регистра (2 байта)	Количество регистров (2 байта)	Контрольная сумма (2 байта)
Адрес устройства	0x03 (0x04)	0x0000...0xFFFF	0x0001...0x007D N	

Таблица Д5 — Формат ответа на команду 0x03, 0x04

Адрес (1 байт)	Код функции (1 байт)	Количество байт (1 байт)	Данные (N*2 байт)	Контрольная сумма (2 байта)
Адрес устройства	0x03 (0x04)	2* N	Data * 10K	

где K – количество знаков после запятой для запрашиваемого параметра;
Data – текущее значение параметра.

Пример чтения параметра «Iвых. полный», который находится в группе «Текущие параметры».
№ группы = 03
№ параметра = 02
Адрес параметра = (3 << 7) + 1 = 384 +2 = 386 = 0x0182
Текущее значение = 50,0 А
Количество знаков после запятой = 1
Значение параметра, полученное в ответ на команду 0x03 = $50 * 10^1 = 500 = 0x01F4$.

Пример запроса и ответа по команде 0x03, 0x04 приведен в таблицах Д6 и Д7.

Таблица Д6 — Пример запроса по команде 0x03 (0x04)

Адрес	Код функции	Адрес регистра (ст. байт)	Адрес регистра (мл. байт)	Кол. регистров (ст. байт)	Кол. реги-стров (мл. байт)	CRC (ст. байт)	CRC (мл. байт)
0x01	0x03	0x01	0x81	0x00	0x01	0xD5	0xDE

Таблица Д7 — Пример ответа по команде 0x03 (0x04)

Адрес	Код функции	Кол. байт	Данные (ст.байт)	Данные (мл.байт)	CRC (ст. байт)	CRC (мл. байт)
0x01	0x03	0x02	0x01	0xF4	0xB8	0x53

0x05 - Запись значений катушек

Функция используется для реализации команд «Пуск», «Стоп», «Перевод на сеть», а так же для удаленной блокировки системы управления ПЧ АТ27. Формат команды приведен в таблицах Д8 и Д9.

Таблица Д8 — Формат запроса и ответа по команде 0x05

Адрес (1 байт)	Код функции (1 байт)	Адрес регистра (2 байта)	Значение регистра (2 байта)	Контрольная сумма (2 байта)
Адрес устройства	0x05	0x0000...0xFFFF	0x0000 или 0xFF00	

Таблица Д9 — Назначение регистров команды 0x05

Адрес регистра (2 байта)	Значение регистра (2 байта)	Назначение регистра
0x0000	0xFF00	Команда «Пуск».
0x0000	0x0000	Команда «Стоп».
0x0006	0xFF00	Удаленная блокировка СУ ПЧ. При удаленной блокировке работа с ПЧ невозможна до снятия блокировки.
0x0006	0x0000	Снятие блокировки СУ ПЧ.
0x0007	0xFF00	Команда «Перевод на сеть». Команда производит перевод питания двигателя, который работает от ПЧ, на сеть.

Таблица Д10 — Пример запроса и ответа по команде 0x05

Адрес	Код функции	Адрес регистра (ст. байт)	Адрес регистра (мл. байт)	Кол. регистров (ст. байт)	Кол. реги-стров (мл. байт)	CRC (ст. байт)	CRC (мл. байт)
0x01	0x05	0x00	0x00	0xFF	0x00	0x8C	0x3A

0x06 - Запись одиночных регистров

Функция позволяет реализовать запись параметров ПЧ.

Формат команды приведен в таблице Д11.

Таблица Д11 — Формат запроса и ответа на команду 0x06 (запрос и ответ совпадают)

Адрес (1 байт)	Код функции (1 байт)	Адрес регистра (2 байта)	Значение регистра (2 байта)	Контрольная сумма (2 байта)
Адрес устройства	0x06	0x0000...0xFFFF	Data * 10K	

где K – количество знаков после запятой для запрашиваемого параметра;

Data – устанавливаемое значение параметра.

Пример записи параметра «Задание частоты», который находится в группе «Управление заданием».

№ группы = 99
№ параметра = 00
Адрес параметра = (99 << 7) + 0 = 12672 + 0 = 0x3180
Устанавливаемое значение параметра = 50,0 Гц
Количество знаков после запятой = 1
Записываемое значение регистра = 50 * 10^1 = 500 = 0x01F4.

Пример запроса и ответа по команде 0x06 приведен в таблицах Д12.

Таблица Д12 — Пример запроса и ответа по команде 0x06 (запрос и ответ совпадают)

Адрес	Код функции	Адрес регистра (ст. байт)	Адрес регистра (мл. байт)	Значение регистра (ст. байт)	Значение регистра (мл. байт)	CRC (ст. байт)	CRC (мл. байт)
0x01	0x06	0x31	0x80	0x01	0xF4	0x86	0xC9

0x10 - Запись регистров в указанном диапазоне адресов

Функция позволяет реализовать запись нескольких параметров ПЧ.

Для реализации групповой записи адреса регистров должны располагаться по порядку, например: 0x0180, 0x0181, 0x0182.

Формат команды приведен в таблицах Д13 и Д14.

Таблица Д13 — Формат запроса на команду 0x10

Адрес (1 байт)	Код функции (1 байт)	Адрес регистра (2 байта)	Кол. регистров (2 байта)	Кол. байт (1 байт)	Значения регистров (2*N байт)	Контрольная сумма (2 байта)
Адрес устройства	0x10	0x0000...0xFFFF	0x0001...0x01B N	2 * N	Data1 * 10^{K1} Data2 * 10^{K2}	

где Data1 – значение параметра 1;
K1 – количество знаков после запятой для параметра 1;
Data2 – значение параметра 2;
K2 – количество знаков после запятой для параметра 2.

Таблица Д14 — Формат ответа на команду 0x10

Адрес (1 байт)	Код функции (1 байт)	Адрес регистра (2 байта)	Количество регистров (2 байта)	Контрольная сумма (2 байта)
Адрес устройства	0x10	0x0000...0xFFFF	0x0001...0x01B	

Пример групповой записи параметров:

Параметр 1:
Наименование – «Назн лог.0»;
Номер группы = 49;
Номер параметра = 02;
Адрес = (49 << 7) + 2 = 6272 + 2 = 6274 = 0x1882;
Количество значков после запятой = 0;
Устанавливаемое значение = 0;
Значение регистра = 0 * 100 = 0.

Параметр 2:

Наименование – «Назн лог.1»;
Номер группы = 49;
Номер параметра = 03;
Адрес = (49 << 7) + 3 = 6272 + 3 = 6275 = 0x1883;
Количество значков после запятой = 0;
Устанавливаемое значение = 1;
Значение регистра = 1 * 100 = 1.

Пример запроса и ответа по команде 0x10 приведен в таблицах Д15 и Д16.

Таблица Д15 — Пример запроса по команде 0x10

Адрес	Код функции	Начальный адрес реги-стра (ст. байт)	Начальный адрес регистра (мл.байт)	Кол. регистров (ст.байт)	Кол. регистров (мл. байт)	Кол. байт	Знач. регистра 1 (ст. байт)	Знач. регистра 1 (мл. байт)	Знач. регистра 2 (ст. байт)	Знач. регистра 2 (мл. байт)	CRC (ст. байт)	CRC (мл. байт)
0x01	0x10	0x18	0x82	0x00	0x02	0x04	0x00	0x00	0x00	0x01	0x11	0xD6

Таблица Д16 — Пример ответа по команде 0x10

Адрес	Код функции	Нач. адрес регистра (ст. байт)	Нач. адрес регистра (мл.байт)	Кол. регистров (ст. байт)	Кол. регистров (мл. байт)	CRC (ст. байт)	CRC (мл. байт)
0x01	0x10	0x18	0x82	0x00	0x02	0x11	0xD6

0x2B - Запрос идентификатора устройства

Команда используется для получения информации о программном обеспечении ПЧ.

Формат команды приведен в таблицах Д17 и Д18.

Таблица Д17 — Формат запроса на команду 0x2B

Адрес(1 байт)	Код функции (1 байт)	MEI Type (1 байта)	Dev Id code (1 байт)	Object Id (1 байт)	Контрольная сумма (2 байта)
Адрес устройства	0x2B	0x0E	0x01	0x00	

Таблица Д18 — Формат ответа на команду 0x2B

Поле	Значение	Примечание
Код функции (1 байт)	0x2B	
MEI Type (1 байта)	0x0E	
Dev Id code (1 байт)	0x01	
Conformity Level	0x01	
More Follows	0x00	
NextObjectId	0x00	
Number Of Objects	0x03	

Продолжение таблицы Д18

Поле	Значение	Примечание
Object Id	0x00	
Object Length	0x05	Длина поля «производитель»
Object Value	ТРИОЛ	Наименование поля «производитель»
Object Id	0x01	
Object Length	0x07	Длина поля «Управляющий контроллер»
Object Value	UMKA-27	Наименование поля «Управляющий контроллер»
Object Id	0x02	
Object Length	0x0B	Длина поля «Версия ПО»
Object Value	0.65112	Наименование поля «Версия ПО»

Протокол Profibus

Общие сведения

Profibus DP – это открытый стандарт интерфейсной шины. Данная версия оптимизирована для высоких скоростей и обеспечивает недорогое соединение. Этот вариант Profibus спроектирован специально для взаимодействия систем управления автоматикой и распределенного ввода-вывода на уровне устройств.

Profibus DP можно задействовать для замены параллельной передачи сигнала с напряжением 24 В или силой тока 0..20 мА.

Плата интерфейсной шины УМКА-27 соединена с интерфейсной шиной через 5-контактный разъем шины (плата NXOPTC3) либо через 9-контактное гнездо sub-D (плата NXOPTC5).

Рисунок Д1 — Передача данных между ведущим и ведомыми устройствами Profibus

Формат данных

Объект данных параметра/процесса (Parameter/Process Data Object, PPO) – основной объект взаимодействия в PROFIBUS-DP (таблица Д19).

Таблица Д19 — Формат объекта PPO1 (12 байт)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Поле параметров								Поле обработки данных			
ID		AdresH	AdresL	WH_H	WH_L	WL_H	WL_L	CW/SW		Freq	
0x0000		-	-	-	-	-	-	-			
0x1000		Адрес параметра						Табл.3.23		0...800	
0x2000		Адрес параметра						См. параметр «Статус» (71:00)		0...800	

ID – тип запроса/ответа (таблицы Д20 и Д21).
AdresH, AdresL – адрес параметра (старшая и младшая часть).
Адрес параметра определяется по формуле:

(IDGrp <<7) + IDPrm

где IDGrp – номер группы;
IDPrm – номер параметра;
«<<» побитовый сдвиг влево.

Таблица Д20 — Запрос (0x0000, 0x1000, 0x2000)

Тип операции	Биты															
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Нет запроса	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Чтение	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Запись	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица Д21 — Ответ (0x0000, 0x1000, 0x2000)

Тип операции	Биты															
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Нет ответа	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Значение параметра готово	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Запрос отклонен (+№ ошибки)	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Например, необходимо рассчитать адрес параметра «Iвых. полный», который находится в группе «Текущие параметры»:

№ группы = 03
№ параметра = 02
Адрес параметра = (3 << 7) + 1 = 384 +2 = 386 = 0x0182

№ ошибки находится в WL_H, WL_L (таблица Д22).

Таблица Д22 — Список ошибок

№ ошибки	Описание
0	Недопустимый параметр
1	Параметр только для чтения (например: фактические значения)
2	Значение параметра вне допустимых пределов
17	Запрос временно отклонен (например: можно изменить только в состоянии «Стоп»)
18	Другой отказ
101	Неизвестный тип запроса

Таблица Д23 — WL_H, WL_L, WH_H, WH_L - данные параметра при операции записи/чтения

WH(младшее слово)		WL(старшее слово)		
Байт 0	Байт 1	Байт 2	Байт 3	
WH_H	WH_L	WL_H	WL_L	
-	-	*	*	2-х байтовый пара-метр
*	*	*	*	4-х байтовый пара-метр

Если формат данных параметра имеет размер 2 байта, то актуальная информация содержится в WL_H, WL_L(старший, младший байт).

Если формат данных параметра имеет размер 4 байта, то данные занимают WL_H, WL_L, WH_H, WH_L(младшее слово- старший, младший байт, старшее слово – старший, младший байт).

Данные соответствуют значениям параметра в диапазоне допуска. При записи необходимо масштабировать умножением на 10^a (a – количество знаков после запятой) и при чтении полученные значения необходимо масштабировать делением на 10^a (a – количество знаков после запятой).

CW – управляющее слово (16 бит), структура которого приведена в Таблице 3.23;
SW – слово состояния (16 бит);
Freq – частота (16 бит), значение которой выбирается в диапазоне 0...800.

Таблица Д24 — Расшифровка управляющего слова

№ разряда	Состояние «0»	Состояние «1»	Наименование
0	нет	да	Стоп
1	нет	да	Пуск

Поле обработки данных процесса используется для управления устройством (слово статуса, частота) и для быстрого считывания фактических значений (слово состояния, частота). Размер поля 4 байта. Поля структурированы следующим образом:

Ведущее устройство обработки данных -> Ведомое устройство (4 байта).

CW		Freq	
9	10	11	12

Ведомое устройство обработки данных -> Ведущее устройство (4 байта).

CW		Freq	
9	10	11	12

С помощью управляющего слова можно давать устройству команды «Пуск» и «Останов». Также можно опознавать ошибки.

Примеры:

1. **Чтение параметра «Тип характ ПИД»**

Подать команду «Пуск», установить частоту 50Гц.

Номер группы = 47
Номер параметра = 7
Количество знаков после запятой = 0
Адрес =: (IDGrp <<7) + IDPrm = (47 << 7) + 1 = 6016 + 1 = 6 017 = 0x1781.

Команда от ведущего к ведомому:

ID	0x1000	Чтение параметра “Тип характеристики ПИД регулятора”
AdresH	0x17	
AdresL	0x81	Параметр группы 47 с номером 1
SW	0x0002	Команда «Пуск»
Freq	0x01f4	50 Гц

Кадр PPO1.

10	00	17	81	00	00	00	00	00	02	01	F4

Ответ от ведомого к ведущему:

ID	0x1000	1- значение параметра готово
AdresH	0x17	
AdresL	0x81	Параметр группы 47 с номером 1
WH_H	0x00	
WH_L	0x01	«Тип характеристики ПИД регулятора» = «Обратная»
WL_H	0x00	
WL_L	0x00	
CW	0x00	Слово состояния
Freq	0x01f4	50 Гц

Кадр PPO1.

10	00	17	81	00	01	00	00	00	00	01	F4

2. **Запись параметра «Тип характ ПИД»**

Подать команду «Стоп», установить частоту 40 Гц.

Номер группы = 47
Номер параметра = 1
Количество знаков после запятой = 0
Адрес =: (IDGrp <<7) + IDPrm = (47 << 7) + 1 = 6016 + 1 = 6 017 = 0x1781.

Команда от ведущего к ведомому:

ID	0x2000	Запись параметра “Тип характеристики ПИД регулятора”
AdresH	0x17	
AdresL	0x81	Параметр группы 47 с номером 1
WH_H	0x00	
WH_L	0x00	«Тип характеристики ПИД регулятора» = «Прямая»
WL_H	0x00	
WL_L	0x00	
SW	0x01	Команда «Стоп»
Freq	0x190	40 Гц

Кадр PPO1.

20	00	17	81	00	00	00	00	00	01	01	90

Ответ от ведомого к ведущему:

ID	0x1000	1- значение параметра готово
AdresH	0x17	
AdresL	0x81	параметр группы 47 с номером 1
WH_H	0x00	
WH_L	0x00	«Тип характеристики ПИД регулятора» = «Прямая»
WL_H	0x00	
WL_L	0x00	
CW	0x00	Слово состояния
Freq	0x0190	40 Гц

Кадр PPO1.

10	00	17	81	00	01	00	00	00	00	01	90

Приложение Е

Схема подключения возбудителя и описание алгоритма управления возбудителем

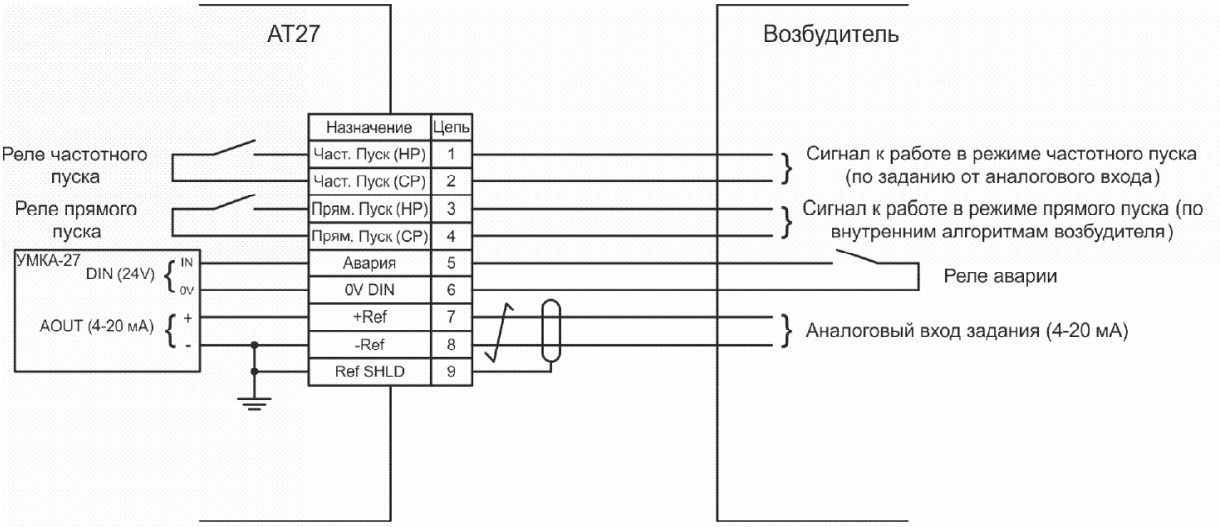


Рисунок Е1 — Схема подключения возбудителя к AT27

Описание сигналов

Сигнал частотного пуска (сухой контакт) – сигнал работы в режиме частотного пуска и регулирования. Реле замыкается при работе двигателя от ПЧ. При получении этого сигнала возбудитель должен перейти в режим работы по заданию от аналогового входа. Выходной ток возбудителя должен быть пропорционален аналоговому сигналу задания 4-20 мА от ПЧ.

Сигнал прямого пуска (сухой контакт) – сигнал работы в режиме прямого пуска. Этот сигнал подается, когда выбран тип пуска – прямой, при возможности осуществления такого типа пуска. При прямом пуске ПЧ не регулирует частоту, а производит включение двигателя напрямую в сеть при помощи ячейки двигателя или встроенного в ПЧ байпасного контактора. При получении этого сигнала возбудитель должен работать по своим внутренним алгоритмам – запуск двигателя в асинхронном режиме и подача возбуждения по внутреннему регулятору. Данный сигнал по алгоритму работы должен заменять блок-контакт вакуумного выключателя ячейки двигателя в схеме без ПЧ.

Сигнал аварии (дискретный вход 24 В) – сигнал аварии. В возбудителе должен быть подключен на сухой контакт реле аварии. Запрещается электрически связывать данный сигнал с сигналами или напряжениями питания возбудителя.

Аналоговый сигнал задания (4-20 мА) – сигнал задания тока возбуждения. 4 мА соответствует 0 А тока возбуждения, 20 мА – номинальному току возбуждения. Данный сигнал должен быть проложен экранированным кабелем типа «витая пара.

Алгоритм работы

При пуске ПЧ в частотном режиме происходит пуск двигателя на частоте 2,5 Гц (либо другая установленная частота пуска) с постепенным набором напряжения от нуля до значения заданного характеристикой U/F на частоте пуска. После набора напряжения происходит повышение частоты с заданным в параметре 09.01 темпом синхронно с повышением напряжения согласно характеристике U/F. Включение реле частотного пуска происходит на частоте заданной параметром 69.00 «Частота включения возбудителя» (по умолчанию, 5 Гц). После этого все время работы включено реле частотного пуска. После включения реле частотного пуска начинает расти синхронно с частотой ток аналогового выхода задания возбуждения. Максимальный ток аналогового выхода соответствует номинальной частоте вращения двигателя. При регулировании частоты соответственно изменяется ток аналогового выхода задания тока возбуждения.

При останове ток аналогового выхода задания возбуждения снижается до 4 мА. Реле частотного пуска отключается.

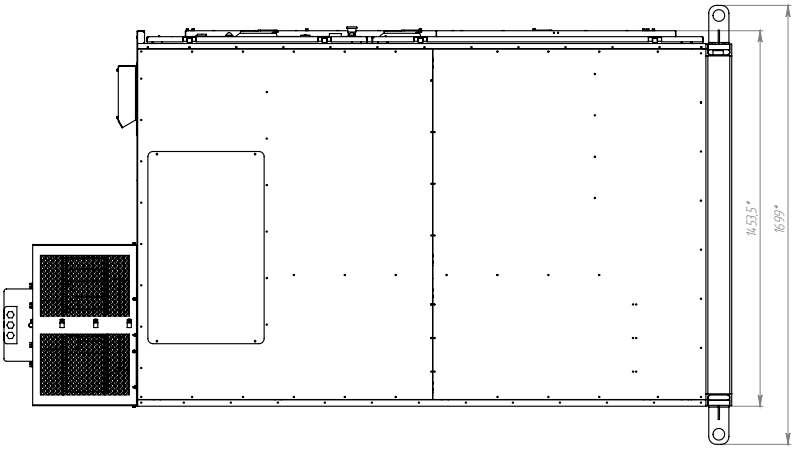
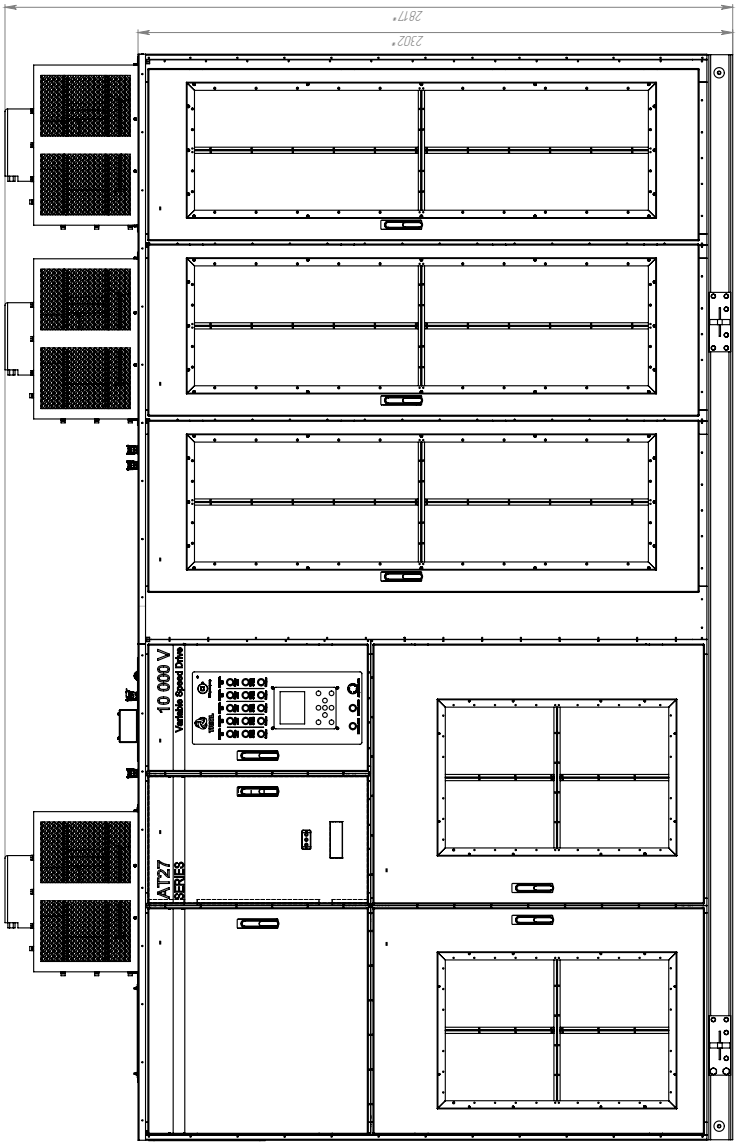
При прямом пуске синхронно с подачей сигнала на включение контактора/ выключателя включается реле прямого пуска. Аналоговый сигнал задания тока возбуждения не подается. При останове двигателя, работающего прямым пуском, синхронно отключается реле прямого пуска.

Одновременно ПЧ может управлять одним возбудителем в режиме частотного регулирования и до пяти в режиме прямого пуска.

Перечень параметров возбудителя в меню контроллера УМКА-27 приведен в таблице Е1.

Таблица Е1 — Перечень параметров настройки работы возбудителя с ПЧ АТ27

Номер параметра	Название параметра	Значение по умолчанию	Диапазон изменения	Примечание
69.00	Fвкл. возб	5 Гц	0,8...80 Гц	Частота включения возбудителя. Параметр определяет частоту при запуске ПЧ в работу, выше которой осуществляется включение возбудителя и перевод двигателя, который подключен к выходу ПЧ, в синхронный режим работы.
69.01	Порог регулир.	10	0...30	Порог регулирования. Параметр определяет предел регулирования управляющего тока по усло-вию: Iвозб.,% >= Kex * Fтек / Fном - Порог регулир. и Iвозб.,% <= Kex * Fтек / Fном + Порог регулир.; где: Iвозб.,% - отношение текущего тока управления к номинальному току; Kex – коэффициент пропорциональности, определяется параметром 69.03; Fтек / Fном – отношение текущей частоты к номинальной частоте. Если при регулировании «Iвозб.,%» выходит за пределы данного условия, то регулирования прекращается.
69.02	Kp	10	0...200	Пропорциональный коэффициент регулятора тока возбуждения. Параметр настраивает регулятор тока возбуждения. Регулятор включается после выхода ПЧ на задание по частоте и подстраивает ток возбуждения двигателя таким образом, чтобы коэффициент загрузки двигателя приблизился к номинальному коэффициенту двигателя.
69.03	Kex	100	50...200	Коэффициент пропорциональности управления возбудителем. Управление током возбуждения в возбудителе осуществляется с помощью аналогового сигнала 4...20 мА. Параметр устанавливает зависимость сигнала управления (тока возбуждения двигателя). Сигнал управления формируется по формуле: Iупр = 4 + (16 * (Fвых / Fном) * (Kex/100)), где: Iупр – значе-ние сигнала управления возбудителем в мА; Fвых – частота на выходе ПЧ (пар. 03.00) Fном – номинальная частота двигателя (пар. 23.02)
69.04	CosFiReg	85	30...100	Задание коэффициента загрузки (cos φ) для поддержания П-регулятором. Регулятор включается через 5 с после выхода ПЧ на задание по частоте и подстраивает ток возбуждения двигателя таким образом, чтобы коэффициент загрузки двигателя приблизился к заданному значению.

Приложение Ж

Габаритные чертежи моношкафов AT27-1M6