TRIOL
преобразовываем мир

Руководство по эксплуатации

AT27-3M2-10/10-11C94M-K12-14

Версия v1.0

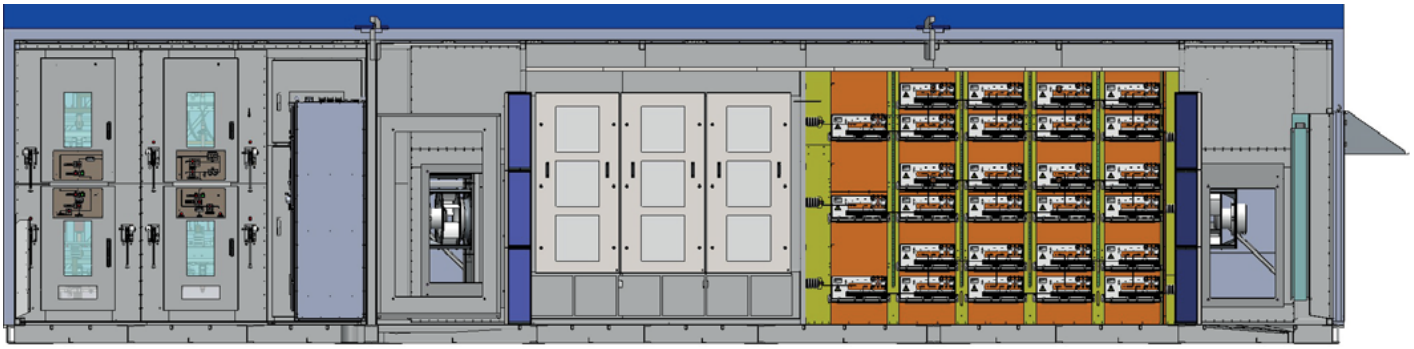
Уважаемый покупатель!

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.

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 ознакомиться с настоящим «Руководством по эксплуатации» и обратить Ваше 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.

Предложения по улучшению содержания документа будут приняты с благодарностью.



Содержание

1 Рекомендации по технике безопасности 5
1.1 Назначение предупреждающих знаков, используемых в руководстве.....5
1.2 Общие предупреждения 6

2 Введение.....7
2.1 Совместимость данного руководства 7
2.2 Круг пользователей данного руководства 7
2.3. Сокращения и определения.....8
2.4. Список сопутствующих руководств на преобразователь частоты Триол АТ27.....9
2.5. Блок-схема монтажа и ввода в эксплуатацию 10

3 Общая информация о изделии Триол АТ27 11
3.1 Назначение, возможности и особенности работы.....11
3.2 Принцип действия преобразователя Триол АТ27 14
3.3 Технические характеристики ПЧ Триол АТ27 16
3.4 Конструктивное исполнение Триол АТ27 18
3.5 Назначение элементов, входящих в состав АТ27 блок-боксового исполнения 20
3.5.1 Отсек оператора и силовой коммутации ПЧ АТ27 20
3.5.2 Отсек силовой коммутации ПЧ АТ27 21
3.5.3 Отсек трансформатора ПЧ АТ27.....22
3.5.4. Отсек силовых ячеек ПЧ АТ27 23
3.5.5 Отсек вентиляции 26
3.5.6 Отсек синусного фильтра.....27
3.6 Система обогрева и вентиляции в преобразователе Триол АТ27 блок-боксового исполнения.....28

4 Условия эксплуатации изделия Триол АТ27.....30

5 Электромагнитная совместимость преобразователя частоты Триол АТ27 с сетью и с электродвигателем 31

6 Принцип работы преобразователя Триол АТ27 32
6.1 Общее описание функционирования преобразователя АТ27 32
6.2 Описание функционирования силовых ячеек 35
6.3 Описание системы управления.....36

7 Транспортирование и хранение 39
7.1 Транспортировка ПЧ Триол АТ27 39
7.2 Разгрузка преобразователя частоты Триол АТ27.....41
7.3 Распаковка изделия 45
7.4 Условия хранения преобразователя Триол АТ27 46

8 Указание мер безопасности.....47

9 Установка преобразователя частоты Триол АТ27.....50
9.1 Проверка комплектности и внешний осмотр.....50
9.2 Проверка внутренних элементов 50
9.3 Маркировка преобразователя Триол АТ27.....51
9.4 Определение конфигурации преобразователя Триол АТ27.....51
9.5 Установка преобразователя частоты Триол АТ27.....53

10 Электрический монтаж (внешние подключения) преобразователя частоты Триол АТ27 62
10.1 Общие сведения об электрическом монтаже.....64
10.1.1 Монтаж изоляционной муфты 10 кВ 65
10.2 Монтаж силовых цепей (10 кВ).....72
10.3 Монтаж цепей 0,4 кВ 74
10.4 Монтаж цепей управления 76
10.5 Проверка монтажа преобразователя Триол АТ27 78
10.5.1 Проверка сопротивления изоляции главных цепей 10 кВ 79
10.5.2 Проверка прочности изоляции главных цепей 10 кВ 79

11 Ввод в эксплуатацию 81
11.1 Первое включение преобразователя частоты АТ27 81
11.2 Подготовка к пуску и пуск АТ27 в холостом режиме 82
11.3 Подготовка и пуск АТ27 на двигатель без нагрузки на валу 85
11.3.1 Пуск асинхронной машины 87
11.4 Пуск двигателя с нагрузкой на валу 88
11.4.1 Пуск асинхронной/синхронной машины 90
11.5 Диагностика ПЧ 90
11.6 Перечень возможных неисправностей и методы их устранения 94
11.7 Рекомендации по настройке ПИД-регулятора 97
12 Техническое обслуживание и ремонт 101
12.1 Периодическое обслуживание 103
12.2 Обслуживание ОВК 104
12.3 Обслуживание шкафа управления ПЧ АТ27 104
12.4 Испытания пожарной сигнализации 104
12.5 Порядок замены силовой ячейки ПЧ АТ27 при снятом напряжении 10 кВ 106
12.6 Порядок регенерации фильтров преобразователя частоты Триол АТ27 109
13 Общие действия при пожаре 112
14 Утилизация оборудования 113
15 Правила консервации 114
16 Гарантии и сервис 117
Приложение А Однолинейная схема ПЧ 119
Приложение Б План эвакуации при пожаре 120
Приложение В Схема внешних подключений АТ27-3М2 121
Приложение Г Габаритный чертеж АТ27-3М2 122

1 Рекомендации по технике безопасности

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.

1.1 Назначение предупреждающих знаков, используемых в руководстве

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

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

Предупреждения, в зависимости от их содержания, также обозначаются следующими символами:

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.

1.2 Общие предупреждения

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

Особые предупреждения, предписания и указания, которые относятся к определенным видам работ, приведены в начале раздела руководства, а также в особо важных местах разделов.

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.

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 оборудования допускаются ТОЛЬКО квалифицированные электрики.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Необходимо исключить возможность доступа детей и посторонних лиц к преобразователю частоты!

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Запрещается выполнять какие-либо работы с силовыми кабелями и кабелями управления при подключенном питании преобразователя частоты. Опасное напряжение (от внешних источников) может присутствовать 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! Преобразователь частоты можно использовать 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! Ремонт преобразователя частоты производится только в сервисных центрах Корпорации Триол или ее квалифицированным электротехническим персоналом на месте эксплуатации изделия.

2 Введение

В этом разделе приведена информация о совместимости данного руководства, необходимом уровне подготовки пользователя, а также представлены используемые сокращения.

2.1 Совместимость данного руководства

Данное руководство содержит информацию, которая соответствует средневольтному преобразователю частоты с многоуровневой синусоидальной широтно-импульсной модуляцией Триол АТ27-3М2-10/10-11С94М-К12-14 (далее — «преобразователь», «АТ27», «ПЧ») производства Корпорации Триол со степенью защиты IP43 по ГОСТ 14254-96 в блок-боксовом исполнении для работы с двигателями и электроустановками, класс напряжения 10 кВ.

2.2 Круг пользователей данного руководства

Данное руководство предназначено для персонала, выполняющего монтаж, настройку, эксплуатацию, обслуживание, ремонт и утилизацию преобразователя частоты. Прочтите руководство перед началом любых вышеописанных работ. При разработке данного руководства мы исходили из того, что пользователь знаком с основами электротехники, правилами монтажа, электрическими компонентами и обозначениями на электрических схемах.

2.3. Сокращения и определения

Преобразователь частоты средневольтный многоуровневый АТ27 в документе также обозначается как ПЧ АТ27, АТ27.

В тексте документа приняты следующие сокращения и обозначения:

ПЧ (АТ27, преобразователь частоты, преобразователь частоты АТ27) — преобразователь частоты средневольтный с многоуровневой синусоидальной широтно-импульсной модуляцией Триол АТ27.

СЧР — система частотного регулирования;

ЧРП — частотно-регулируемый привод;

СЯ — силовая ячейка;

ОЯ — отсек ячеек;

ОВК — отсек силовой (высоковольтной) коммутации;

ОТ — отсек трансформатора;

ШУ — шкаф управления;

АПВ — автоматическое повторное включение;

АСУ ТП — автоматическая система управления технологическим процессом,

РУ — руководство по установке;

ББ — блок-бокс;

КВТв — тип вакуумного контактора;

ШИМ — широтно-импульсная модуляция.

В таблице 2.1 представлены сокращения и единицы измерения, которые используются в данном руководстве.

Таблица 2.1 — Сокращения и единицы измерения

Термины	Сокращения	Единицы измерения
Переменный ток	перем. ток (~)	А
Американский стандарт калибровки проводов	AWG	
Градус Цельсия	°С	
Постоянный ток	пост. ток (=)	А
Защитное заземление	PE	
Напряжение		В
Масса		кг
Частота		Гц
Минута	мин	

Продолжение таблицы 2.1

Термины	Сокращения	Единицы измерения
Параметр	пар.	
Миллиметр	мм	
Дополнительный	доп.	
Электродвижущая сила	ЭДС	
Смотри	см.	
Максимальная токовая защита	МТЗ	
Автоматическая система управления	АСУ	
Дискретный вход	Дискр.вх.	
Максимальная токовая защита	МТЗ	
Сопротивление		Ом
Дискретный выход	Дискр.вых.	
Секунда	с	
Метр	м	
Количество оборотов в минуту	об/мин	
Аналоговый выход	Авых.	
Аналоговый вход	Авх.	
Дискретный вход	Din	
Номинальный	Ном.	
Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	АД	

2.4. Список сопутствующих руководств на преобразователь частоты Триол АТ27

«Руководство по программированию»

«Проект охранно-пожарной сигнализации»

Приводится описание функций, параметров преобразователя частоты, использование контроллера УМКА-27; также подробно рассмотрены вопросы программирования и оперативного управления.

2.5. Блок-схема монтажа и ввода в эксплуатацию

Ниже представлена блок-схема, которая представляет собой краткое описание процедуры монтажа изделия.

Действие	Ссылка на раздел/пункт руководства
Распаковать, проверить комплектность и соответствия конфигурации изделия с заказом. Проверить наличие и соответствие всех необходимых дополнительных блоков и оборудования. Допускается использовать только неповрежденное оборудование	9. Установка Триол АТ27 9.1. Проверка комплектности и внешний осмотр 9.2. Проверка внутренних элементов
Подключить силовые кабели. Подключить силовые кабели управления и вспомогательных цепей управления	9.5. Установка Триол АТ27
Предэксплуатационная проверка согласно требованиям по установке и монтажу	10. Электрический монтаж преобразователя частоты АТ27 10.5. Проверка монтажа преобразователя частоты 11.1. Проверка изоляции 0,4 и 10 кВ 12.1. Методика настройки защит 11. Ввод в эксплуатацию
Настройка Триол АТ27	
Диагностика преобразователя частоты АТ27	

3 Общая информация о изделии Триол АТ27

3.1 Назначение, возможности и особенности работы

Преобразователь частоты средневольтный многоуровневый (ПЧ) АТ27 предназначен для частотного пуска и регулирования скорости вращения вала асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором и синхронных электродвигателей (с внешним возбудителем) с номинальным напряжением 10 кВ и мощностью до 3200 кВт.

Применяется для работы со следующими технологическими механизмами:

- вентиляторы;
- пылесосы;
- дымососы;
- насосы подачи воды;
- циркуляционные насосы;
- питательные насосы;
- вакуумные и нагнетающие насосы;
- нефтяные насосы;
- компрессоры;
- мельницы;
- дробилки и другие технологические механизмы.

ПЧ может применяться на теплоэлектростанциях, на предприятиях нефтяной и химической промышленности, водоснабжения, а также на горнодобывающих и металлургических предприятиях.

Применение преобразователя частоты АТ27 позволяет:

- сократить потребление электроэнергии;
- запускать электродвигатель с номинальным 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;
- интегрировать управление ПЧ в автоматическую систему управления технологическими процессами предприятия.

ПЧ АТ27 имеет следующие особенности и преимущества:

- электроснабжение собственных нужд выполнено от двух независимых источников питания, что повышает общую надежность работы ПЧ АТ27;
- при номинальном режиме работы эффективность работы системы в целом не менее 97 %, а преобразовательной части не менее 98 %;
- силовые блоки ремонтопригодны и взаимозаменяемы;
- имеет функцию ограничения тока, при пусках электродвигателя;
- выходное напряжение настраивается автоматически;

- имеет функцию автоматического повторного включения при краткосрочном обесточивании;
- силовые блоки управляются посредством оптоволоконных кабелей, чем достигается высокая стойкость к электромагнитным помехам;
- отдельный интерфейс RS-485 обеспечивает обмен информацией с АСУ верхнего уровня по протоколу Modbus RTU;
- обеспечивает защиту двигателя от перегрузки и превышения тока;
- имеет систему диагностики неисправностей, которая своевременно оповещает о возникновении неисправностей, осуществляет защиту ПЧ, запись и хранение информации о неисправностях;
- наличие функции задания статического отклонения частоты вращения двигателя (в режиме замкнутой системы управления);
- обеспечивает ускоренное прохождение резонансных частот (с помощью данной функции привод с более быстрым темпом проходит резонансные частоты);
- обеспечивает возможность автоматического регулирования значений ускорения и замедления с заданной точностью (в режиме замкнутой системы управления);
- обеспечивает низкий уровень помех как по входу так и по выходу, создаваемых при работе ПЧ, который не превышает значения 5 %;
- обеспечивает наличие функции оптимизации энергопотребления в стационарном режиме работы;
- может эксплуатироваться под открытым небом, имеет климатическое исполнение УХЛ1;
- может эксплуатироваться в широком диапазоне рабочих температур – 60 ...+ 50 °С;
- имеет высокую перегрузочную способность — 120 % в течение 120 с;
- имеет высокий уровень КПД инвертора, не ниже 98 %, КПД трансформатора не ниже 98 %; в зимний период тепловые потери используются для обогрева блок-бокса, тем самым увеличивая КПД системы и поддерживая в помещении комфортную температуру для обслуживающего персонала;
- сохраняет работоспособность при просадках питающего напряжения до – 45 %;
- имеет функцию записи журналов работы ПЧ и механизма для анализа аварийных ситуаций и оптимизации технологических процессов;
- увеличивает ресурс работы электродвигателя;
- обеспечивает электромагнитную совместимость с электродвигателем и системой электроснабжения;
- обладает оптимальными массогабаритными характеристиками, что позволяет транспортировать оборудование любым видом транспорта;
- легко интегрируется в АСУ ТП;
- обеспечивает максимальный функционал в соответствии с потребностями пользователей;

- обладает функцией автоматического поддержания заданного значения технологического параметра;

- поставляется в собранном виде, что позволяет производить быстрый монтаж изделия;

Электропривод Триол АТ27 – 10 кВ блок-боксового исполнения включает самые современные технические решения и оптимизированные алгоритмы работы. Конструктив данного изделия значительно упрощает монтаж, ввод в эксплуатацию и обслуживание высоковольтных приводов. При этом не требуется дополнительная строительная документация и проведение экспертиз для установки на объекте.

3.2 Принцип действия преобразователя Триол АТ27

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

В ПЧ АТ27 реализован принцип «переменный-постоянный-переменный ток» с одним входным силовым трансформатором. Преобразование из постоянного в переменный ток выполнено в силовых блоках (ячейках) на IGBT транзисторах.

Функциональная схема силовой части ПЧ с питанием электродвигателя приведена на рисунке 3.1.

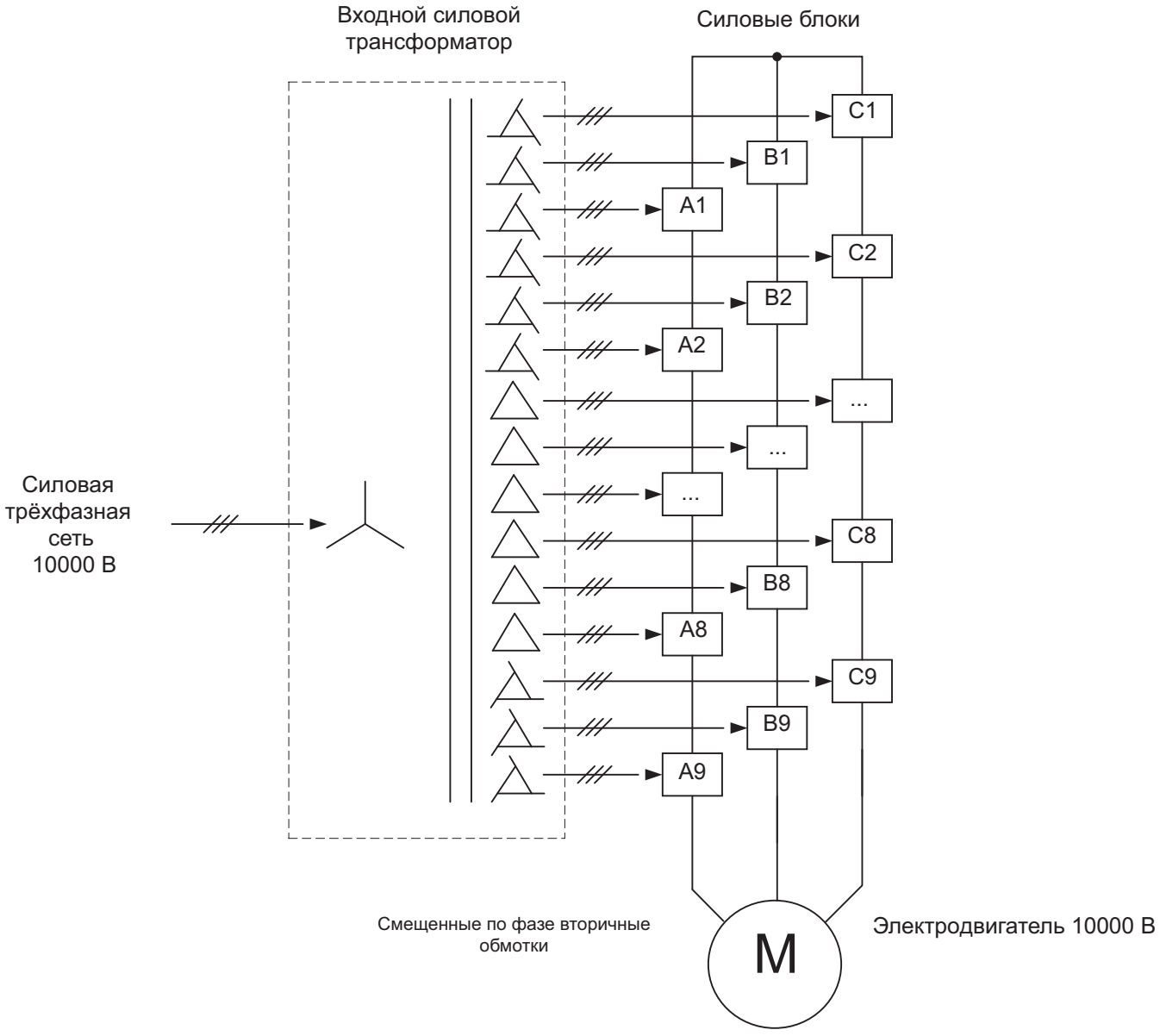


Рисунок 3.1 — Функциональная схема силовой части ПЧ с питанием электродвигателя

Входной трансформатор первичной обмоткой (соединение «звездой») подключается к трехфазной сети 10 кВ посредством ОВК 10 кВ. Трансформатор изготовлен в сухом исполнении, имеет воздушное принудительное охлаждение внутри отсека. Вторичные обмотки соединены по схеме «треугольник — авто», 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 широтно-импульсной модуляцией (далее ШИМ–преобразования). Данный режим позволяет снизить амплитуду выходной пульсации пропорционально количеству примененных фазных блоков (ячеек).

Система управления состоит из промышленного контроллера УМКА-27, приводного контроллера, блоков расширения дискретных и аналоговых входов/выходов, блоков питания. Схема силового блока (ячейки) показана на рисунке 3.2.

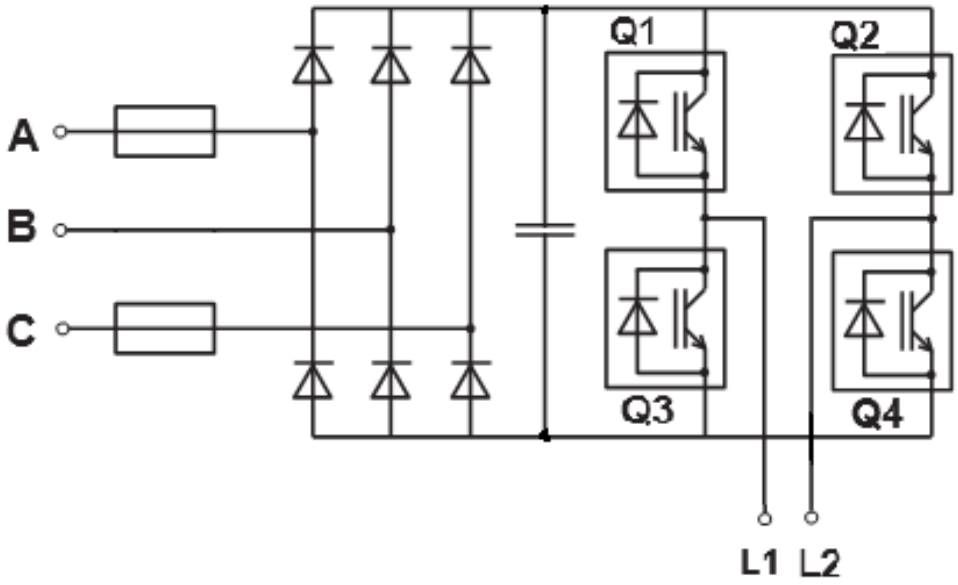


Рисунок 3.2 — Структурная схема силового блока (ячейки)

Входные цепи A, B, C подключаются к трехфазному напряжению вторичной обмотки трансформатора. Напряжение с трансформатора через диодный трехфазный выпрямитель заряжает ёмкость конденсаторов. Накопленная электрическая энергия конденсаторов расходуется однофазным мостовым инвертором, состоящим из IGBT транзисторов Q1 – Q4, для формирования напряжения ШИМ на выходах L1 и L2.

Блок пользовательских интерфейсов собирает сигналы от датчиков технологических параметров, получает/передает по аналоговым и дискретным входам/выходам сигналы, обрабатывает их и осуществляет связь с УМКА-27.

Приводной контроллер по оптоволоконным линиям управляет работой силовых ячеек и в ответ получает и обрабатывает данные о состоянии и текущих параметрах ячеек.

Промышленный контроллер УМКА-27 обрабатывает информацию о работе преобразователя частоты, выдает управляющие сигналы при помощи собственных дискретных и аналоговых входов/выходов, а также при помощи модулей расширения.

3.3 Технические характеристики ПЧ Триол АТ27

Основные технические характеристики ПЧ приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 — Основные технические характеристики ПЧ АТ27

Наименование характеристики	Значение
Номинальное входное напряжение, В	10 кВ, +10 %/-15 % (-45 %*)
Номинальная частота входного напряжения, Гц	50 ± 10 %
Число фаз на входе, шт	3
Номинальное входное напряжение собственных нужд (3P+PEN), В	380
Номинальная частота входного напряжения собственных нужд, Гц	50 ± 5 %
Число фаз на входе собственных нужд, шт	3
Диапазон изменения выходного напряжения (линейного), В	0...10000
Диапазон изменения выходной частоты основной гармоники, Гц	0,1...120 ± 0,1
Допустимое отклонение частоты от установленного значения, %	± 0,1
Число фаз на выходе, шт	3
Номинальный выходной ток, А	250
Номинальная выходная активная мощность, кВт	3200
Перегрузочная способность	120 % от Iном. в течение 2 мин
	150 % от Iном. в течение 3 с
	200 % от Iном. в течение 10 мс
Коэффициент мощности в номинальном режиме, не менее	0,97
Коэффициент полезного действия приводной части, не менее	0,97
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	60 000
Тип охлаждения	воздушное принудительное
Режим работы	продолжительный

Режимы работы и управления работой преобразователя частоты, а также способы задания частоты представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 — Режимы работы и управления работой ПЧ, а также способы задания частоты

Наименование характеристики	Значение
Метод управления двигателем	скалярное управление по характеристике U/f
Количество задаваемых точек характеристики U/f, шт	8
Режимы регулирования скорости вращения вала электродвигателя	прямое частотное управление
	ПИД–регулирование
Режимы управления работой ПЧ	режим ручного управления (по командам оператора с местной панели оператора)
	режим автоматического управления по заранее заданному алгоритму с учетом установленных событий (работа "по расписанию")
	режим автоматического управления с учетом состояний дискретных входов типа «сухой контакт» (работа с управлением от внешней релейно-контактной аппаратуры)
	режим автоматического управления по состоянию аналоговых входов типа «0...10 В», «0...20 мА», «4...20 мА» (работа с управлением от АСУ ТП)
	режим внешнего управления с использованием управляющих устройств по RS-485 (ModBus RTU)

3.4 Конструктивное исполнение Триол АТ27

Преобразователь АТ27 выполнен в блок-боксовом исполнении.

Количество и модели оборудования, входящего в комплект поставки, могут изменяться в зависимости от требований Заказчика.

В состав ПЧ входят:

- отсек силового трансформатора (ОТ);
- отсек вентиляции и влагоуловителя (ОВВ);
- отсек ячеек (далее ОЯ);
- отсек высоковольтной коммутации (далее ОВК);
- шкаф управления (ШУ).

Габаритные размеры и мощности приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 — Габаритные показатели ПЧ

Модель Триол АТ27	Мощность, кВ	Ширина, мм	Высота, мм	X (длина), мм
ПЧ АТ27 (10 кВ, 9 ячеек в фазе без байпаса, длиной 13 м)				
АТ27-3М2-10/10-11С94М-К12-14	3200	3600	3100	12800

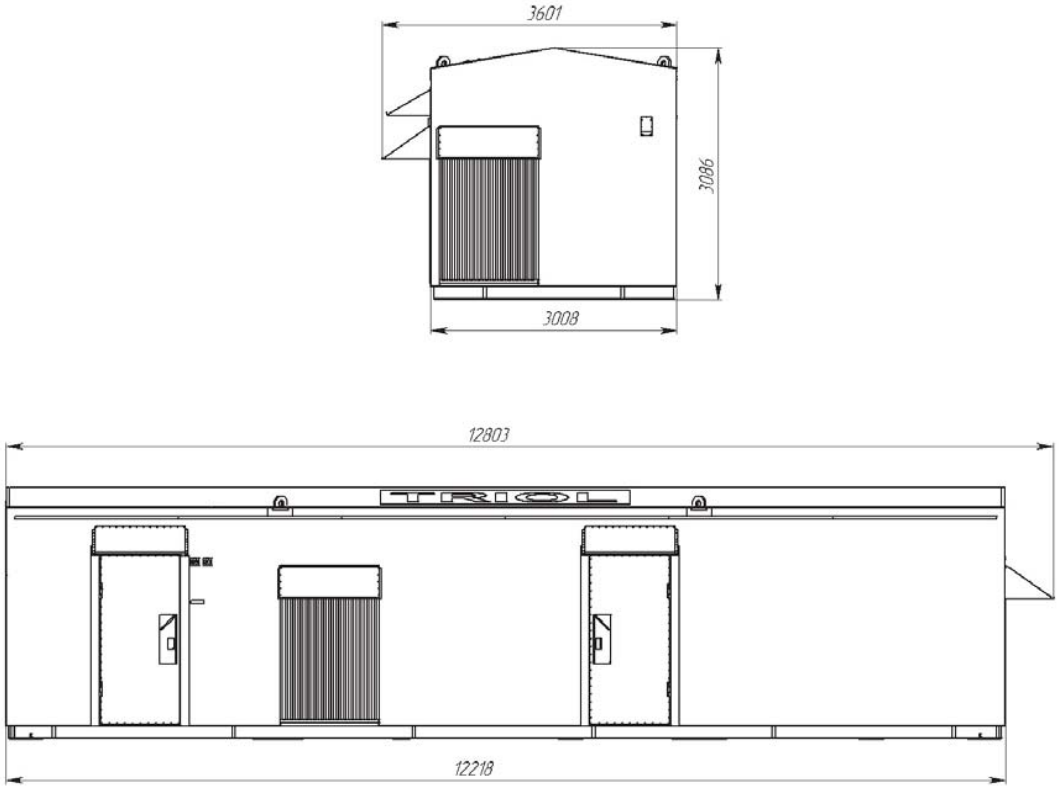
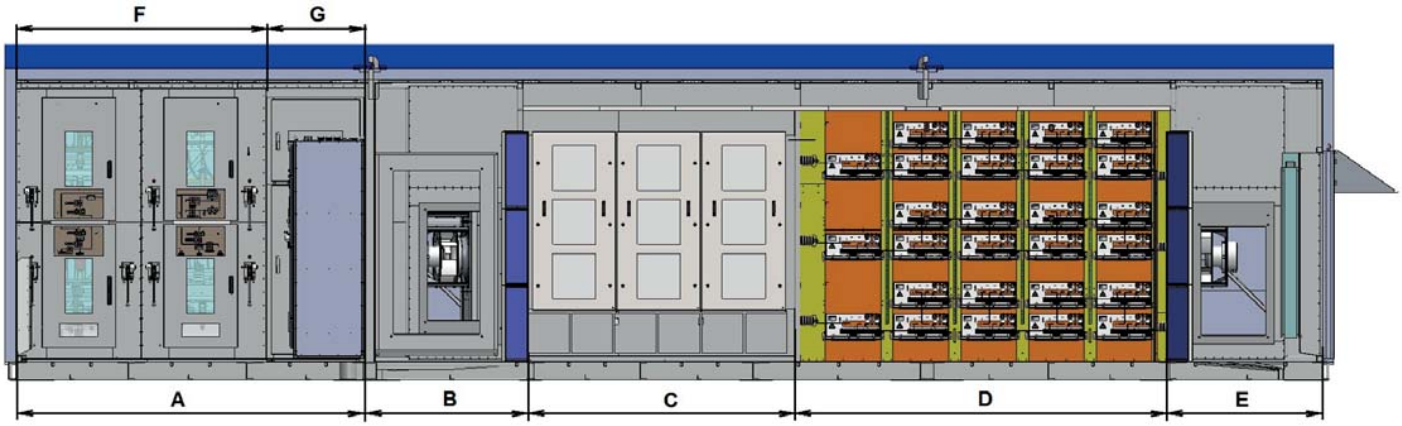


Рисунок 3.3 — Габаритные размеры ПЧ

АТ27 состоит из рабочих отсеков преобразователя частоты (отсек силовых ячеек и трансформатора), а также отсека оператора (обеспечивает доступ к шкафу управления и приводам разъединителей силовых цепей).

Во время работы преобразователя частоты вход в рабочие отсеки (силовых ячеек и трансформатора) заблокирован.

На рисунке 3.4 отображено размещение отсеков в составе ПЧ АТ27.



A — отсек оператора (F – отсек высоковольтных коммутаций,
G- шкаф управления с конденсаторами синусного фильтра);
B — отсеки вентиляции и влагоуловителя;
C — отсек трансформатора с синусным фильтром;
D – отсек силовых ячеек; E -отсеки вентиляции и влагоуловителя.

Рисунок 3.4 — Размещение отсеков в составе ПЧ АТ27

3.5 Назначение элементов, входящих в состав АТ27 блок-боксового исполнения

3.5.1 Отсек оператора и силовой коммутации ПЧ АТ27

Отсек оператора представляет собой помещение в блок-боксе, в котором расположены все органы управления и контроля ПЧ АТ27. Это единственный отсек, в котором могут находиться люди во время работы преобразователя частоты.

Отсек оператора показан на общей схеме размещения отсеков внутри блок-бокса (отсек А, рис. 3.4).

В данном отсеке расположен шкаф управления отсека оператора ПЧ АТ27, отсек силовых коммутаций, щиток пожарной сигнализации, а также система обогрева и кондиционирования отсека оператора.

В состав **шкафа управления** отсека оператора входят:

- промышленный контроллер УМКА-27 с графическим дисплеем и кнопками управления.

Контроллер обеспечивает доступ Пользователя к программируемым параметрам ПЧ АТ27, а также в его меню имеет место отображение текущих значений и параметров работы преобразователя частоты. Контроллер УМКА-27 предоставляет возможность осуществлять автоматизацию технологического процесса;

- панель оператора с сенсорным экраном ОВЕН СП310-Р. Предназначенна для загрузки управляющей программы (проекта) функционирования ПЛК или др. приборов, к которым подключается панель, мониторинга функционирования и редактирования значений параметров функционирования. Позволяет отображать на экране ход выполнения технологического процесса и редактировать значения параметров, отвечающих за функционирование системы.
- микропроцессорная система управления отсеком ячеек;
- система предварительного заряда силовых ячеек;
- система климат-контроля (поддержание комфортной температуры для персонала в отсеке оператора и для оборудования – в отсеках ОЯ и ОТ);
- система автоматического регулирования производительности вентиляции контейнера;
- блоки расширения периферии — дискретные входы / выходы, аналоговые входы / выходы, цифровые интерфейсы RS-485;
- пользовательские коммутационные колодки для подключения цепей управления верхнего уровня.

Внешний вид шкафа управления представлен на рисунке 3.5.

Рисунок 3.5 - Внешний вид шкафа управления отсека оператора

3.5.2 Отсек силовой коммутации ПЧ АТ27

Силовая коммутация двигателей реализована в отсеке силовой коммутации.

Данный отсек предназначен для подачи высокого напряжения питания ПЧ АТ27 и коммутацию соответствующего двигателя.

Отсек силовой коммутации оснащен вакуумными контакторами типа КВТв, разъединителями и заземлителями силовых цепей, обеспечивающими видимый разрыв и безопасность для персонала во время производства регламентных работ. Внешний вид отсека силовой коммутации приведен на рисунке 3.6.

ВНИМАНИЕ! Запуск ПЧ АТ27 при отключенном вводном разъединителе запрещен.

Реализована программная и электромеханическая блокировка запуска заземленного ПЧ и соотвествующего двигателя.

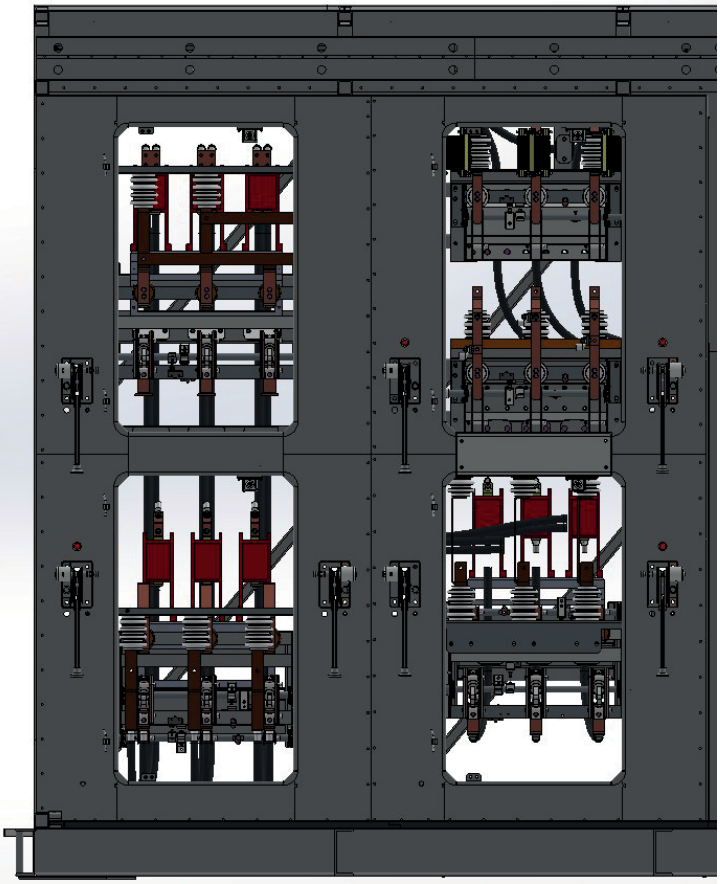


Рисунок 3.6 — Внешний вид отсека силовой коммутации

3.5.3 Отсек трансформатора ПЧ АТ27

В отсеке трансформатора установлен сухой силовой трансформатор соответствующей мощности. Внутри отсека размещены шесть датчиков дуговой защиты трансформатора. Над трансформатором размещены реакторы синусного фильтра, обеспечивающие ограничение скорости нарастания тока при фильтрации выходного напряжения 10кВ.

Для доступа к клеммной панели и регулировочным отпайкам трансформатора необходимо открутить винты и снять стеклотекстолитовую панель (рис. 3.7).

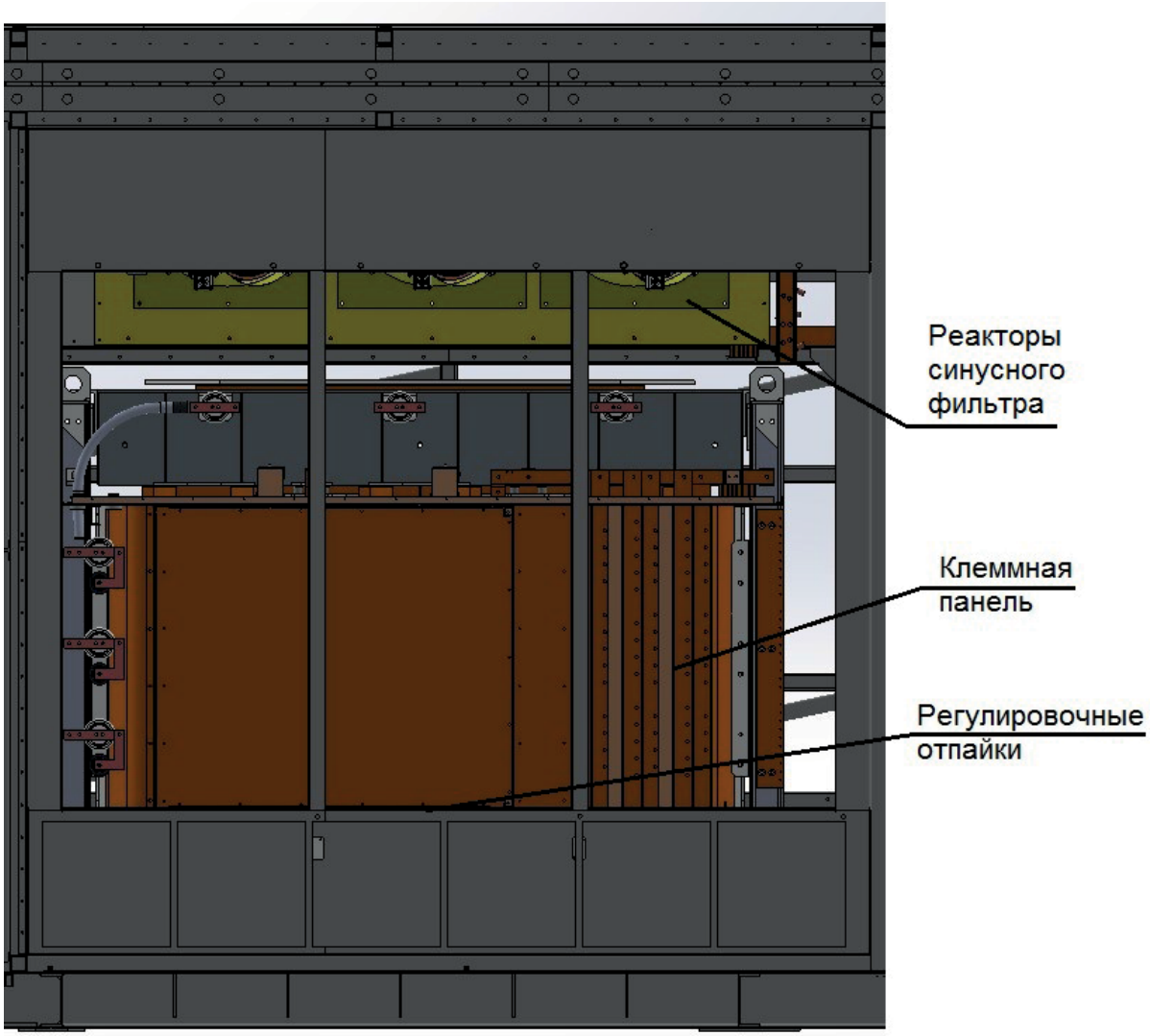


Рисунок 3.7 — Внешний вид отсека трансформатора

3.5.4. Отсек силовых ячеек ПЧ АТ27

Отсек ячеек предназначен для размещения в ПЧ АТ27 силовых ячеек (далее ячейка или СЯ). СЯ располагаются в 3 яруса, по 9 штук на каждом ярусе. На каждом из ярусов СЯ соединены последовательно, тем самым они составляют одну фазу выходного напряжения преобразователя частоты. Правые выходные клеммы крайних правых ячеек на каждом ярусе соединяются электрически, тем самым образуется соединение фаз типа «звезда». Левые выходные клеммы крайних левых ячеек на каждом ярусе подключаются к выходным клеммам ПЧ АТ27 через отсек синусного фильтра. Силовые ячейки фиксируются на отведенном месте при помощи направляющих и винтов. Ячейки имеют одинаковые габаритные размеры и электрические характеристики, являются взаимозаменяемыми. Нумерация СЯ слева направо, сверху вниз.

При работе преобразователя частоты в СЯ выделяется некоторое количество тепла. Это тепло отводится путем прокачивания воздуха через выделенные воздушные каналы ячеек, в которых находятся ребра охладителя силовых IGBT транзисторов.

Забор воздуха осуществляется спереди. Нагретый ячейками воздух попадает в воздушный коллектор в задней части отсека силовых ячеек, откуда при помощи вентиляторов выдувается наружу.

Внешний вид отсека силовых ячеек представлен на рисунке 3.8.

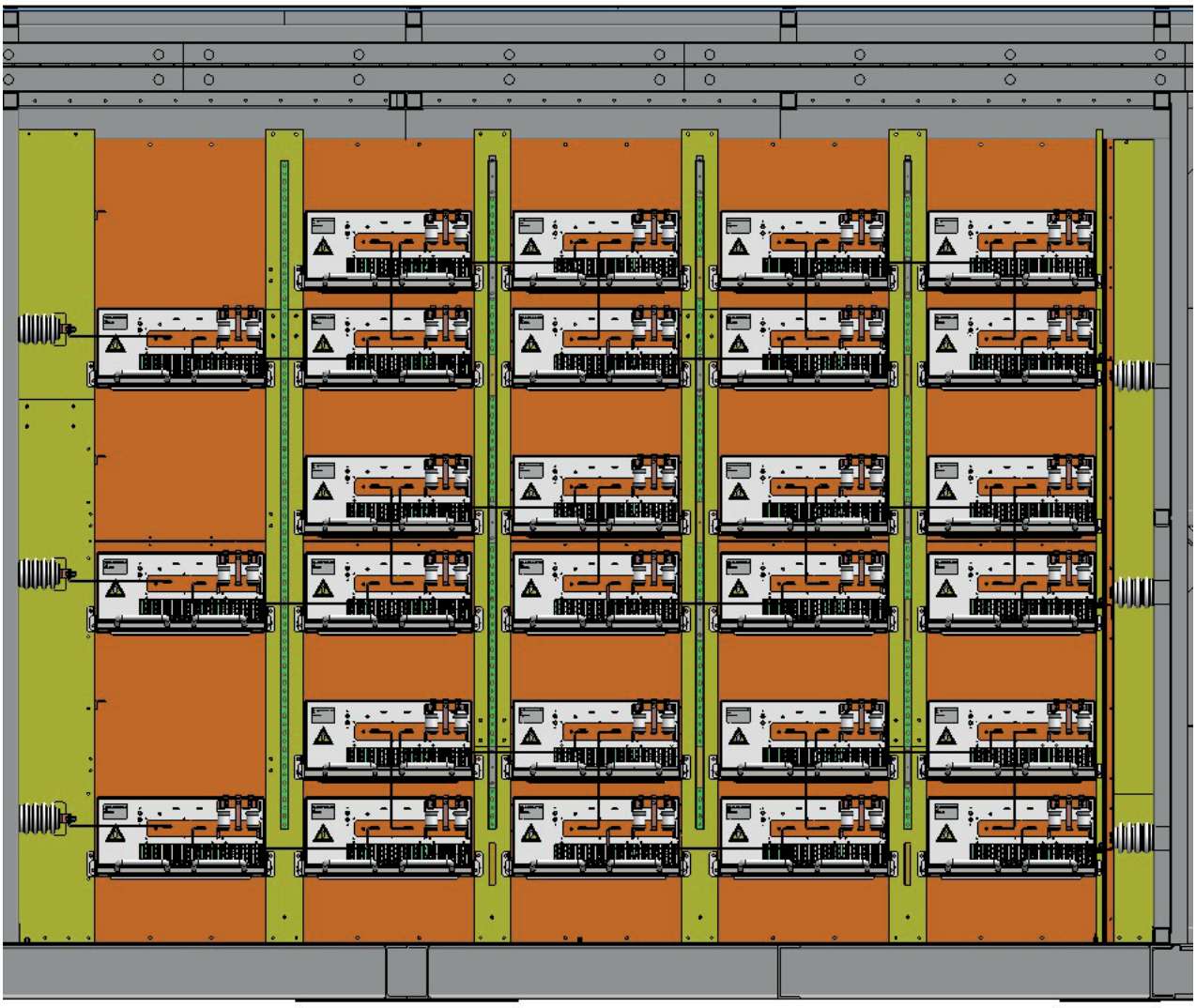


Рисунок 3.8 — Внешний вид отсека силовых ячеек АТ27

На СЯ подается трехфазное питание с вторичных обмоток силового трансформатора посредством высоковольтных кабелей. Во входных цепях ячеек установлены защитные предохранители. В каждой СЯ имеется отдельный блок управления и драйверы силовых IGBT транзисторов. Связь с ячейками осуществляется посредством оптических кабелей, что сводит к минимальному воздействию электромагнитных помех на цепи управления.

Общий вид силовой ячейки ПЧ показан на рисунке 3.9.

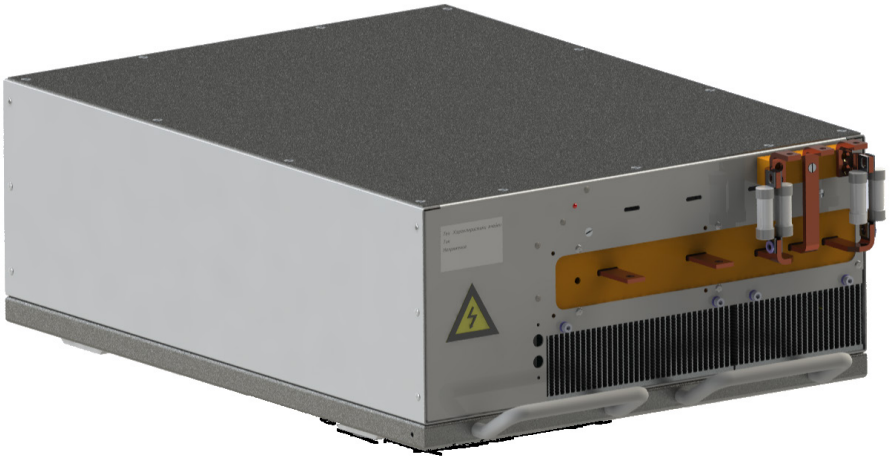


Рисунок 3.9 — Общий вид силовой ячейки ПЧ 3200 кВт

Ячейки рассчитаны на одинаковый выходной ток и являются взаимозаменяемыми.

Силовая ячейка преобразовывает трехфазное переменное напряжение вторичной обмотки в постоянное при помощи диодного моста, а затем преобразовывает постоянное напряжение в однофазное переменное при помощи однофазного инвертора напряжения на IGBT-транзисторах. Управление силовой ячейкой осуществляет контроллер привода по оптоволоконному каналу связи. В ячейке установлен блок контроллера ячейки, который осуществляет:

- включение IGBT-транзисторов согласно сигналам, получаемым от контроллера привода;
- диагностику состояния ячейки и передачу диагностической информации в контроллер привода;
- защиту силовых транзисторов ячейки, автоматическое их отключение при авариях.

Блок контроллера ячейки показан на рисунке 3.10.

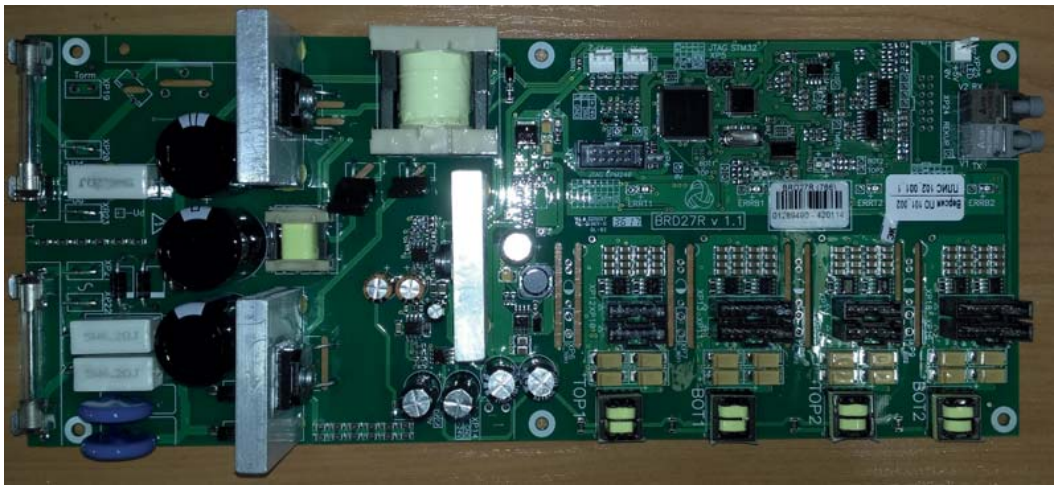


Рисунок 3.10 — Внешний вид блока контроллера ячейки

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;

Расположение клемм и разъемов на лицевой панели силовой ячейки ПЧ показано на рисунке 3.11.

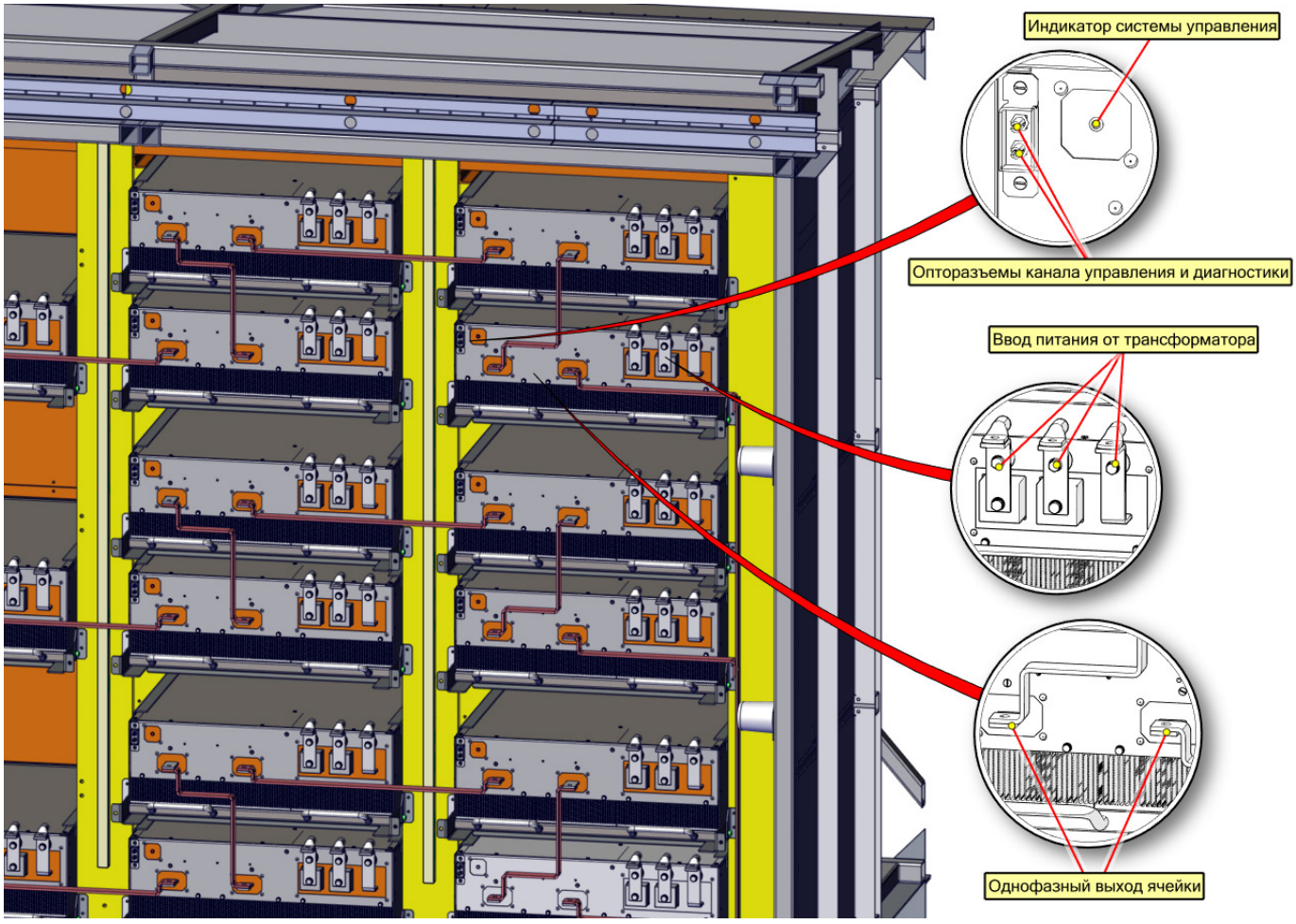


Рисунок 3.11 — Расположение клемм и разъемов силовой ячейки

Оптоволоконный канал связи ячеек с контроллером привода позволяет обеспечить гальваническую развязку между силовой ячейкой и управляющей электроникой привода.

На лицевой и тыловой панелях силовой ячейки расположены вентиляционные отверстия.

Силовой ввод ячейки защищен предохранителями, расположенными в ней.

Доступ к силовым блокам и электронике ячейки для их ремонта или замены обеспечивается при снятии верхней крышки ячейки. Предохранители расположены на лицевой панели ячейки, их замена предусмотрена без демонтажа ячейки.

3.5.5 Отсек вентиляции

Система вентиляции АТ27-3М2-10/10-11С94М-К12-14 включает в себя вытяжные центробежные вентиляторы типа EBM R3G 500, обеспечивающие воздухообмен между окружающей средой и помещением контейнера ПЧ.

Регулировка режимов работы осуществляется при помощи заслонок Гермик–С и Регуляр, управляемых приводами. Внешние заслонки оснащены системой подогрева, препятствующей обледенению заслонок.

Для препятствия попаданию вовнутрь контейнера пыли и мусора используется система сетчатых воздушных фильтров типа ФяРБ. Фильтры также выступают в качестве дополнительной защиты от снега и дождя, препятствуя попаданию влаги в контейнер ПЧ.

Обогрев блок-бокса осуществляется с помощью ТЭНов в отсеке вентиляции. Напряжение питания составляет 380 В.

Отсеки системы вентиляции и обогрева блок-бокса ПЧ АТ27 показаны на рисунке 3.12 и 3.13.

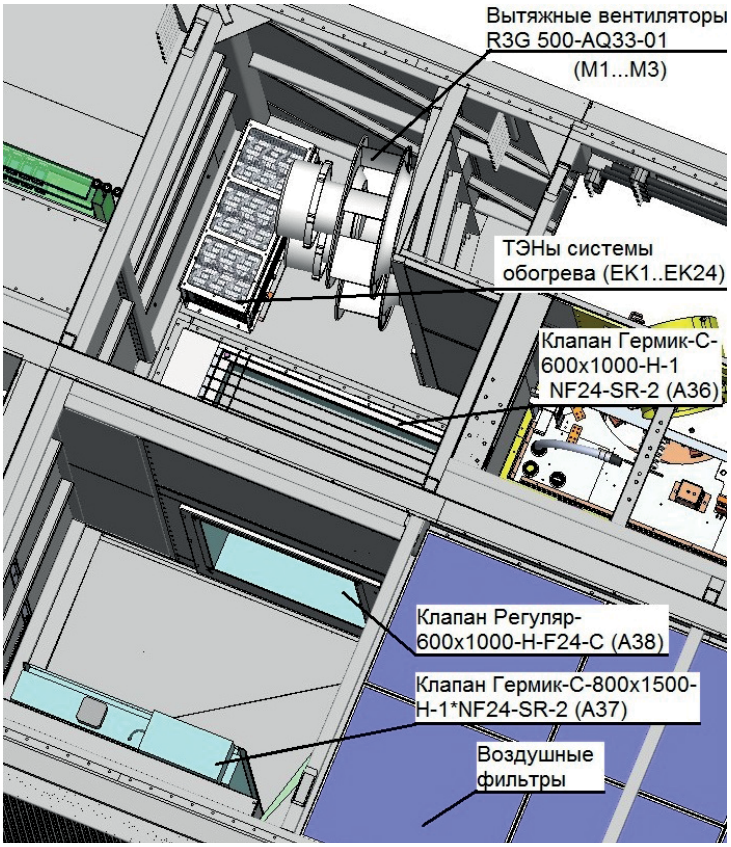


Рисунок 3.12 — Расположение элементов системы вентиляции и обогрева отсека трансформатора

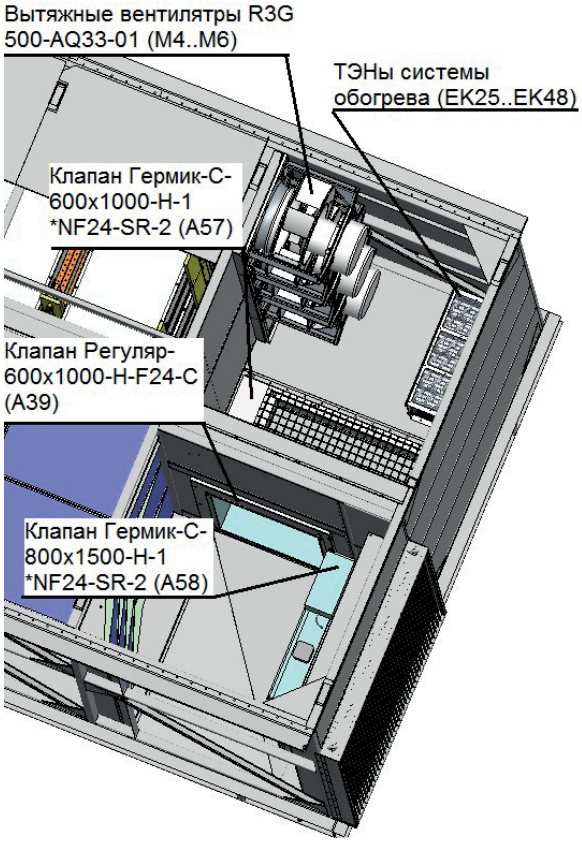


Рисунок 3.13 — Расположение элементов системы вентиляции и обогрева отсека ячеек

3.5.6 Отсек синусного фильтра

Синусный фильтр меняет импульсное напряжение инвертора ШИМ на синусоидальное напряжение, эффективно ограничивает негативное влияние преобразователя частоты на двигатель и кабель питания. Коэффициент искажения THDU выходного напряжения с учетом использования фильтра меньше 1 %, поэтому условия работы двигателей аналогичны тем, что и при сетевом питании. Ток и напряжение являются синусоидальными, а систему в целом отличает электромагнитная совместимость.

В составе синусного фильтра установлен сухой силовой трехфазный реактор соответствующей мощности. В нижней части (под реакторами) размещены средневольтные конденсаторы, обеспечивающие фильтрацию выходного напряжения.

В отдельном изолированном отсеке размещены полипропиленовые конденсаторы, обеспечивающие фильтрацию выходного напряжения.

Места размещения реакторов и конденсаторов синусного фильтра показаны на рисунках 3.14 и 3.15.

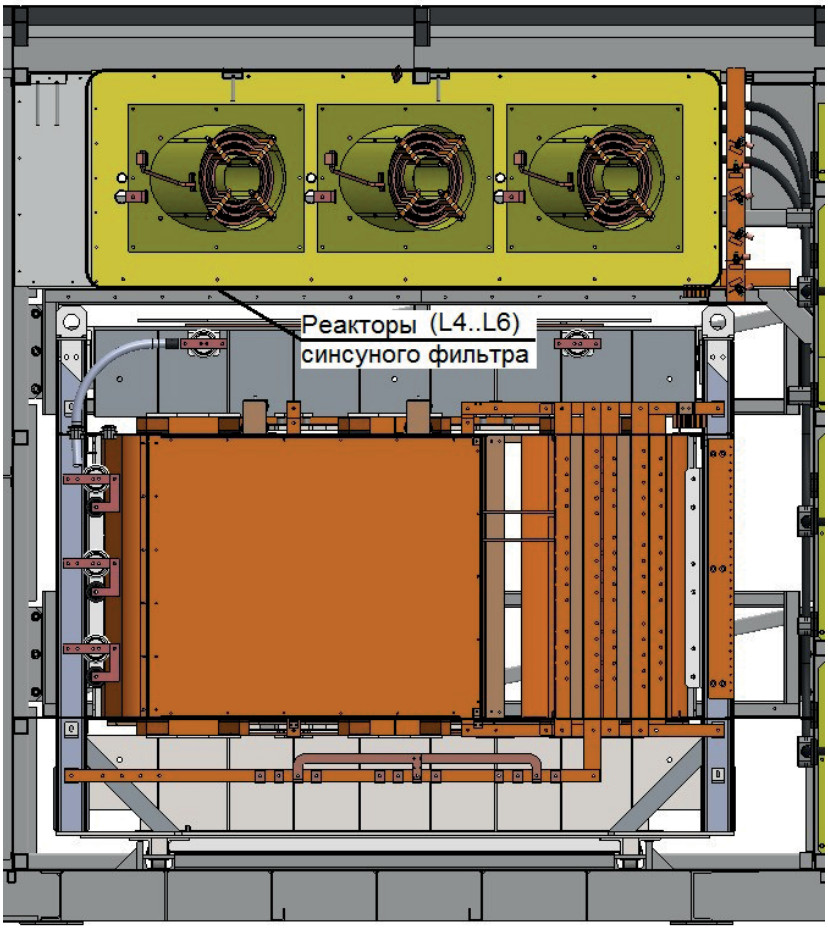


Рисунок 3.14 — Место установки реактора синусного фильтра

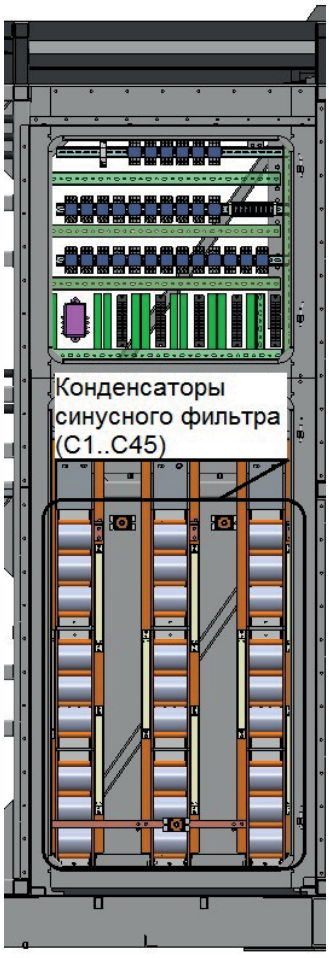


Рисунок 3.15 — Место установки конденсаторов синусного фильтра

3.6 Система обогрева и вентиляции в преобразователе Триол АТ27 блок-боксового исполнения

Осуществляет обогрев и вентиляцию путем принудительной подачи атмосферных воздушных масс. Система несет в себе функцию как понижения, так и повышения общей температуры рабочих элементов, в зависимости от вектора отклонения их температуры от допустимого диапазона.

Охлаждение отсека оператора и высоковольтных коммутаций осуществляется посредством системы кондиционирования. Поддержание температуры в отсеке оператора позволяет работать оператору в максимально комфортных условиях и поддерживать постоянную температуру отсека высоковольтных коммутаций, тем самым повышается надежность эксплуатации оборудования.

Используется интеллектуальная система поддержания оптимального климата внутри ПЧ, а также в случае холодных стартов, прогрев и сушка ПЧ после запуска всех систем и в ожидании старта.

ВНИМАНИЕ! При снижении температуры окружающей среды ниже 0 градусов Цельсия кондиционер отключается автоматически.

Принципиальная схема движения воздушных масс показана на рисунке 3.16 — синим цветом показаны траектории движения охлажденного воздуха, а также с температурой окружающей среды, красным цветом — нагретый от рабочих элементов теплый воздух.

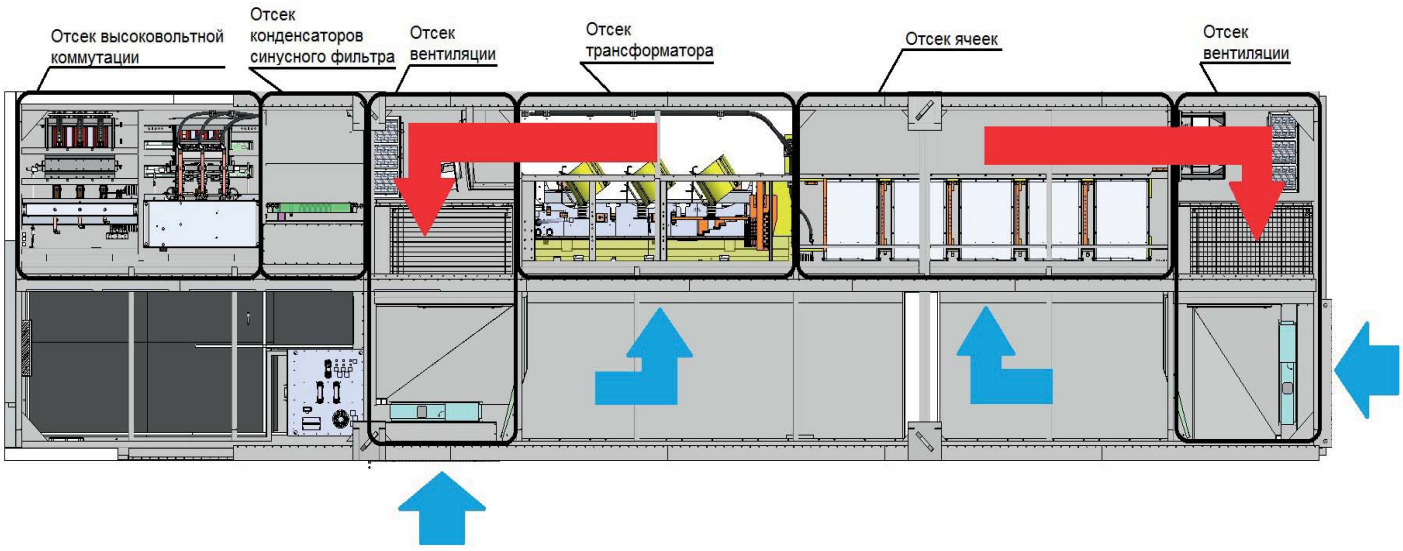


Рисунок 3.16 — Принципиальная схема движения воздушных масс

Характерной является схема движения воздушных масс при работе ПЧ АТ27 с открытой рециркуляционной заслонкой, когда система вентиляции питается приточным и отработанным воздухом для поддержания оптимальной температуры внутри отсеков силовой части (рисунок 3.17).

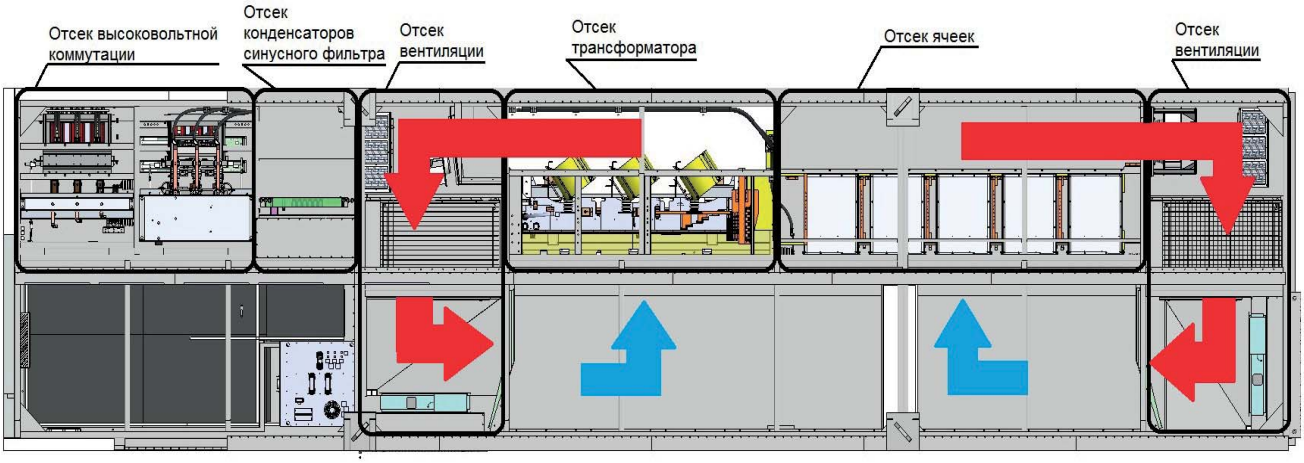


Рисунок 3.17 — Схема движения воздушных потоков (внешние заслонки открыты)

Расход воздуха через охлаждаемые отсеки регулируется с помощью мощных управляемых вентиляторов, поэтому для исключения всасывания пыли и отработанного воздуха необходимо размещать ПЧ таким образом, чтобы участки забора воздуха отстояли от сплошных бетонных стен и ограждений на расстоянии не менее 3-х метров.

ВНИМАНИЕ! Для исключения попадания мелкодисперсной пыли внутрь средневольных отсеков во время работы ПЧ категорически запрещается производство каких-либо работ в непосредственной близости от участков забора воздуха.

4 Условия эксплуатации изделия Триол АТ27

ПЧ АТ27 предназначен для наружной установки. Значения климатических факторов для климатического исполнения УХЛ категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69, ГОСТ 15543.1-89 со следующими отличительными параметрами приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 — Условия эксплуатации ПЧ АТ27

Параметр	Условие	Пределы измерения
Тип среды	Не взрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию, не насыщенная токопроводящей пылью	
Содержание коррозийно-активных агентов, мг/м^{2}хсут.	сернистый газ	20...250
	хлориды	менее 0,3
Температура окружающей среды, °С	– 60 до + 50 °С *	
Относительная влажность, %	80 (при 25 °С)	
Высота над уровнем моря, м	не более 1000	
Значения климатических факторов	для климатического исполнения УХЛ категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69, ГОСТ 15543.1-89	
Степень защиты по ГОСТ 14254-80	IP43	

(*) Примечание. При достижении верхнего диапазона температур срабатывает автоматическая система защиты по перегреву и привод автоматически снижает выходную мощность.

Рабочее положение ПЧ АТ27 — вертикальное, допускается отклонение от рабочего положения до 5° в любую сторону.

Эксплуатация ПЧ должна проводиться персоналом, имеющим квалификационную группу по электробезопасности не ниже III, допущенным к работе в электроустановках до и выше 1000 В и прошедшим обучение по особенностям работы данного преобразователя частоты.

5 Электромагнитная совместимость преобразователя частоты Триол АТ27 с сетью и с электродвигателем

Преобразователь частоты высоковольтный многоуровневый 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 519-1992.

Рекомендации по обеспечению электромагнитной совместимости и снижению уровня помех

1. Убедитесь в качественном и надежном заземлении всех отсеков и каркаса ПЧ АТ27.

2. Экраны силовых кабелей рекомендуется заземлять только с одной стороны.

3. Обеспечьте заземление экранов силовых кабелей, входящих и выходящих из отсеков ПЧ АТ27 на зажимы заземления, внутри отсека ввода-вывода.

4. Обеспечьте заземление экранов контрольных кабелей, приходящих в шкаф управления.

5. Рекомендуется разделять кабели с аналоговыми и цифровыми сигналами в разные лотки.

6. Запрещается использовать один кабель для передачи сигналов напряжением 110 / 220 В и сигналов 24 В. Все сигналы ПЧ АТ27, доступные пользователю, являются 24 В сигналами.

7. Сигнальные и контрольные кабели должны прокладываться отдельно от силовых кабелей в собственных кабельных каналах.

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.

8. При пересечении контрольных и сигнальных кабелей необходимо, чтобы угол пересечения кабелей был максимально приближен к 90°.

9. Экраны всех сигнальных кабелей заземлить на бонку заземления в шкафу управления, расположенном в отсеке оператора, и только с одной стороны.

6 Принцип работы преобразователя Триол АТ27

6.1 Общее описание функционирования преобразователя АТ27

В преобразователе частоты АТ27 реализована современная технология формирования многоуровневой широтно-импульсной модуляции (ШИМ) посредством преобразования трехфазного напряжения с постоянной частотой и амплитудой в трехфазное напряжение с переменной частотой и амплитудой и формирования выходного напряжения путем сложения напряжений от отдельных, последовательно соединенных СЯ. Структура ячейки — «трехфазный неуправляемый выпрямитель — однофазный инвертор». При этом форма выходного напряжения ПЧ максимально приближается к синусоиде. Инвертор СЯ построен на IGBT транзисторах.

Функциональная схема преобразователя частоты средневольтного многоуровневого АТ27 приведена на рисунке 6.1.

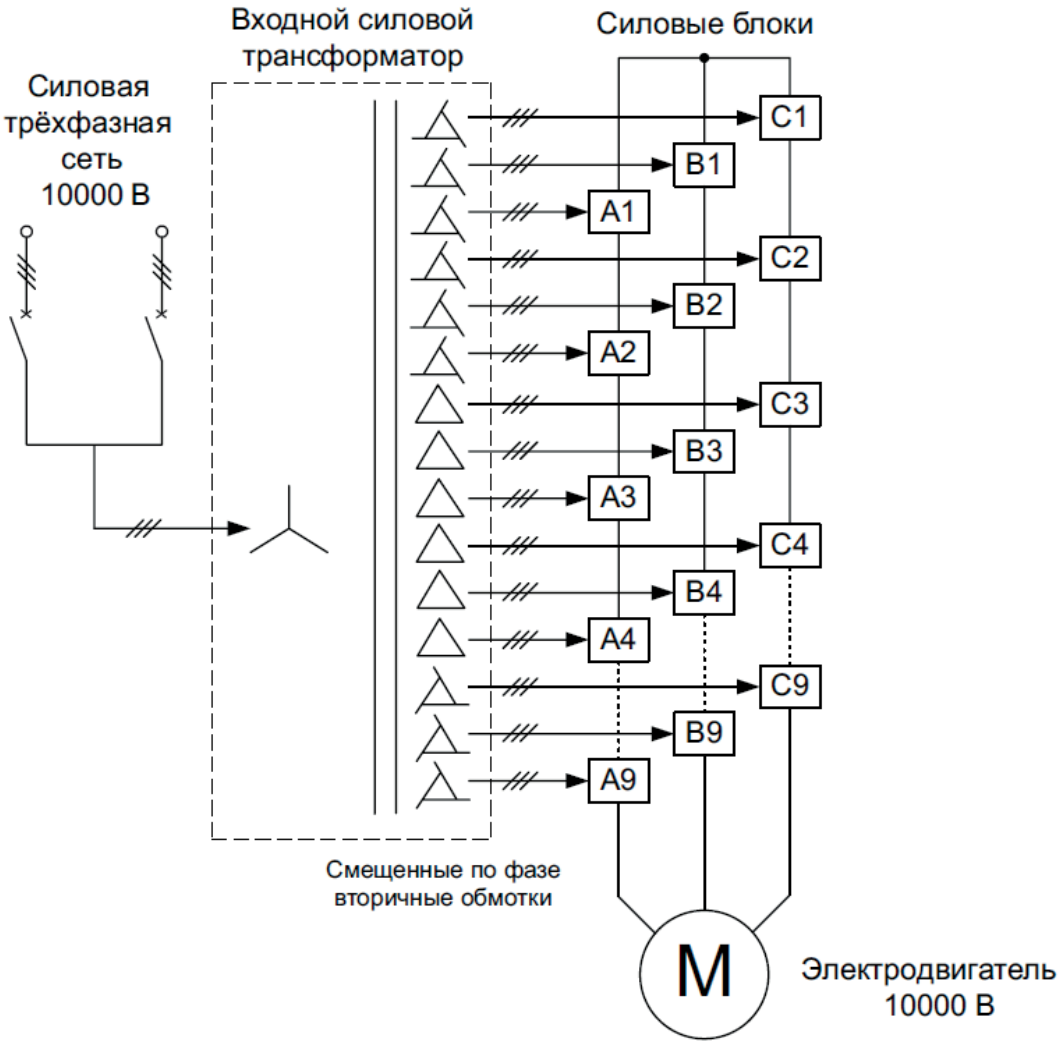


Рисунок 6.1 — Функциональная схема силовой части ПЧ с питанием электродвигателя

Входной трансформатор первичной обмоткой (соединение «звездой») подключается к трехфазной сети 10 кВ посредством выкатного выключателя, установленного в закрытом распределительном устройстве (ЗРУ). Трансформатор изготовлен в сухом исполнении, имеет воздушное принудительное охлаждение внутри отсека. Вторичные обмотки соединены по схеме «треугольник – авто», каждая группа вторичных обмоток отличается фазовым смещением трансформируемого напряжения. Сдвиг фазы напряжения на по-

следующей группе вторичной обмотки относительно фазы напряжения на предыдущей группе вторичной обмотки — 7 электрических градусов. Такое техническое решение позволяет уменьшить влияние ПЧ на питающую сеть, так как 54-ех пульсная схема выпрямления переменного тока формирует сглаженную характеристику потребляемого тока из сети.

Последовательное включение силовых ячеек позволяет организовать работу ПЧ АТ27 в режиме многоуровневого преобразования с широтно-импульсной модуляцией (далее ШИМ–преобразования). Такой режим позволяет снизить амплитуду выходной пульсации пропорционально количеству примененных фазных блоков (ячеек).

На рисунке 6.2 показана схема сложения напряжений СЯ в фазное и линейное напряжения 10 кВ на выходе преобразователя частоты АТ27.

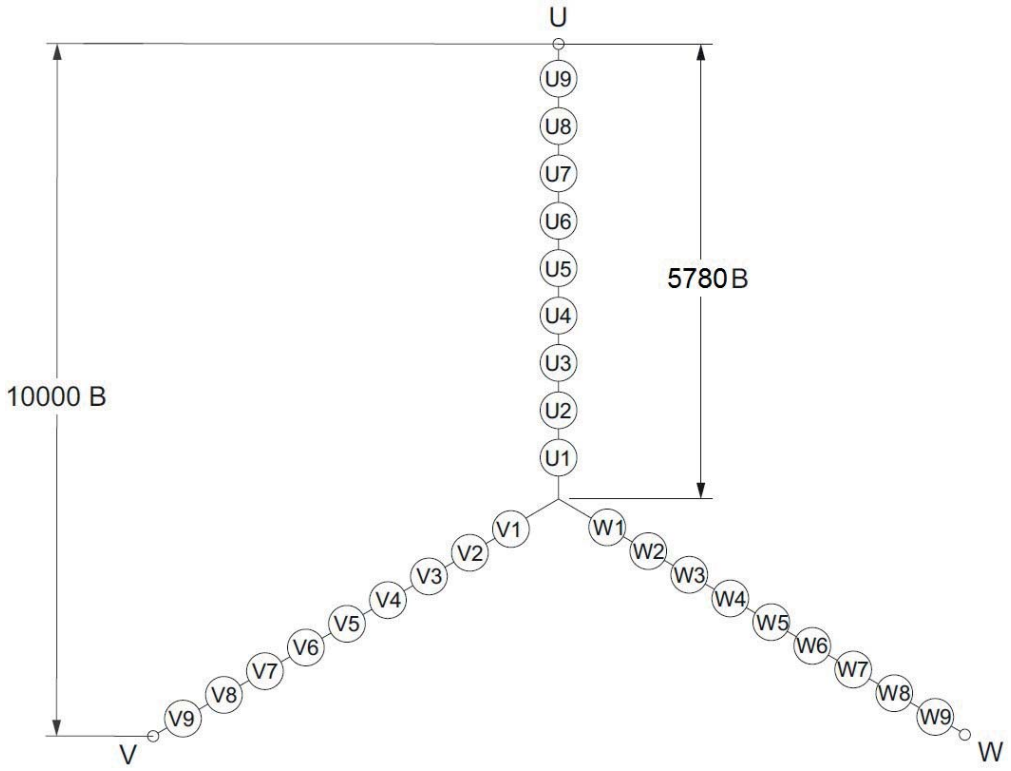


Рисунок 6.2 — Схема сложения напряжений СЯ в фазное и линейное напряжения 10 кВ

Применение в ПЧ 9-ти ячеек на фазу позволяет получить +9...0...–9, т.е. 19 уровней выходного напряжения ШИМ, что позволяет полностью исключить разрушительное воздействие на изоляцию двигателя колебаний напряжения и эффекта dU/dt. Такое количество уровней напряжения ШИМ позволило существенно улучшить выходные характеристики ПЧ, при этом формы выходного напряжения и тока практически синусоидальны, а окончательную фильтрацию до «Чистого синуса» осуществляет выходной фильтр.

Графики выходных напряжений СЯ и сформированного фазного напряжения, выходного линейного напряжения тока ПЧ приведены на рисунках 6.3, 6.4 и 6.5 соответственно.

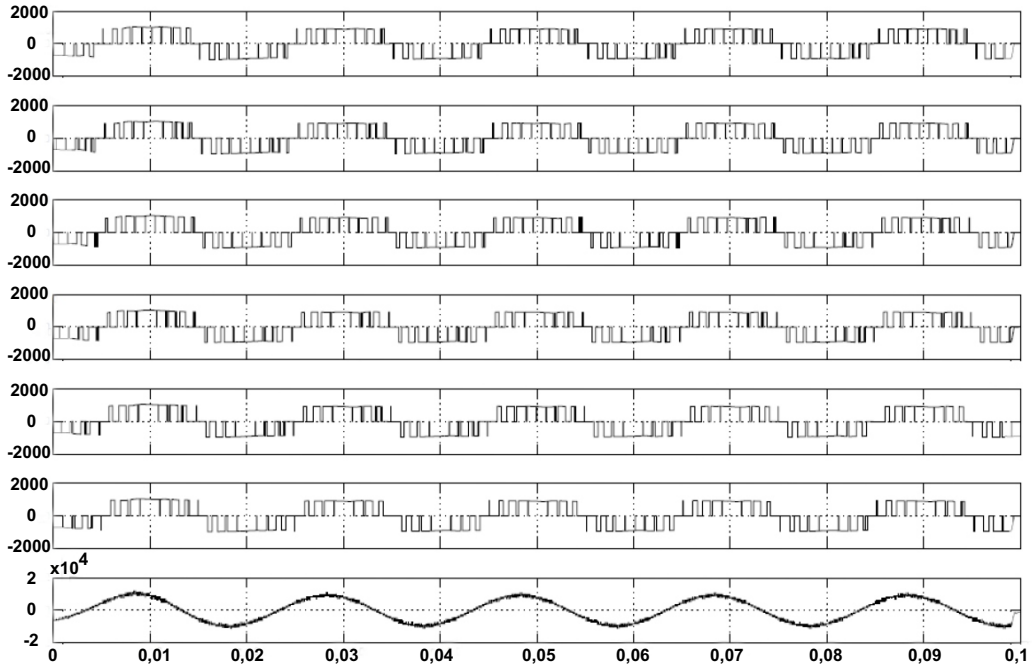


Рисунок 6.3 — Графики выходных напряжений СЯ и сформированного фазного напряжения ПЧ

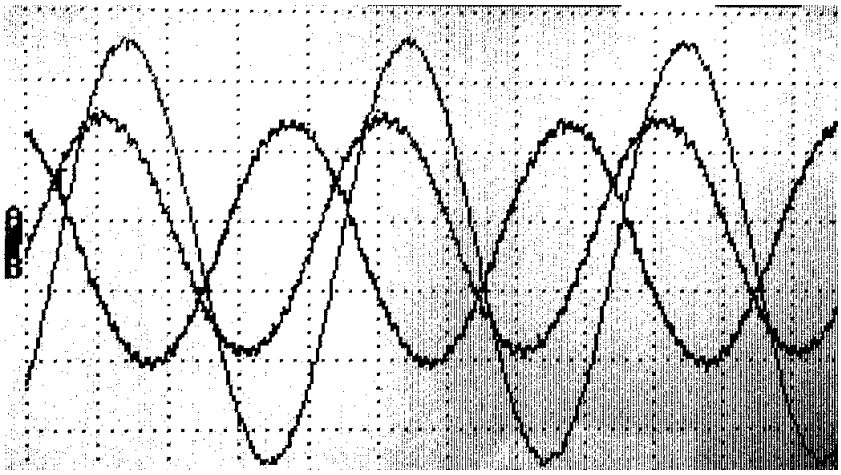


Рисунок 6.4 — График фазного и линейного напряжения ПЧ

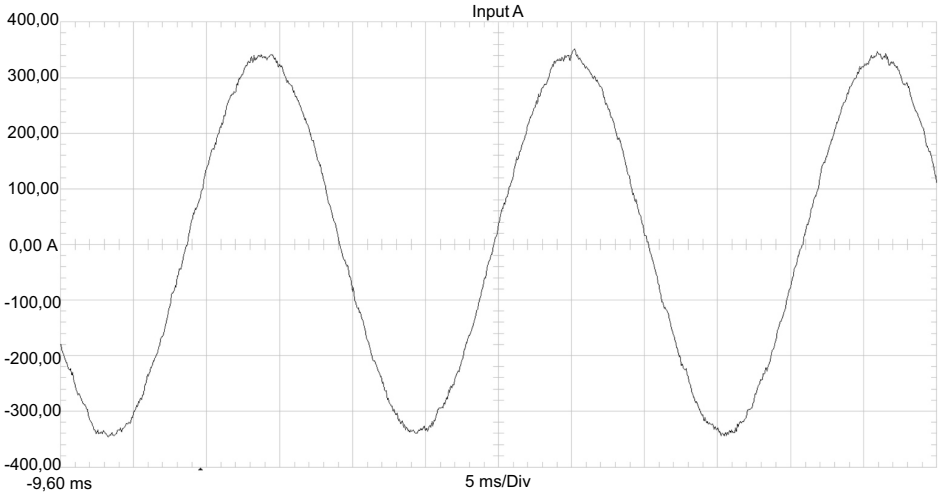


Рисунок 6.5 — График выходного тока ПЧ

6.2 Описание функционирования силовых ячеек

Схема силового блока (ячейки) показана на рисунке 6.6. Входные цепи A, B, C подключаются к трехфазному напряжению вторичной обмотки трансформатора. Напряжение с трансформатора через диодный трехфазный выпрямитель заряжает емкость конденсаторов. Накопленная электрическая энергия конденсаторов расходуется однофазным мостовым инвертором, состоящим из IGBT транзисторов Q1 – Q4, для формирования напряжения ШИМ на выходах L1 и L2.

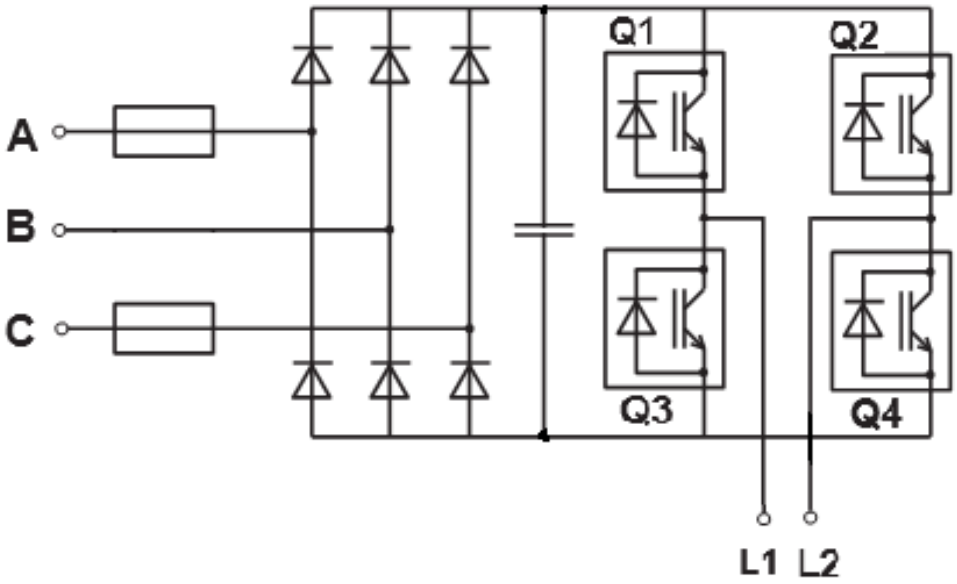


Рисунок 6.6 — Структурная схема силовой ячейки

Система управления состоит из промышленного контроллера УМКА-27, приводного контроллера, блоков расширения дискретных и аналоговых входов/выходов, блоков питания.

Приводной контроллер по оптоволоконным линиям управляет работой силовых ячеек, в ответ получает и обрабатывает данные о состоянии и текущих параметрах ячеек.

Блок пользовательских интерфейсов собирает сигналы от датчиков технологических параметров, получает/передает по аналоговым и дискретным входам/выходам сигналы, обрабатывает их, осуществляет связь с УМКА-27.

Промышленный контроллер УМКА-27 обрабатывает информацию о работе преобразователя частоты, выдает силовым ячейкам управляющие сигналы при помощи собственных дискретных и аналоговых входов/выходов, а также при помощи модулей расширения.

ПЧ АТ27 может управляться в ручном и автоматическом режиме (ПИД–регулирование). Есть возможность осуществлять управление системным компьютером АСУ или же входить в сеть управления предприятия.

6.3 Описание системы управления

Система управления осуществляет управление ПЧ согласно заданию (ручное, автоматическое, дистанционное), обеспечивает защиту двигателя от перегрузки и превышения тока, подает команду на срабатывание соответствующей сигнализации.

Для наглядности и простоты контроля работы ПЧ система управления осуществляет функцию вывода данных и графиков для оператора на графическую панель контроллера УМКА-27.

Структурная схема системы управления преобразователя частоты АТ27 приведена на рисунке 6.7.

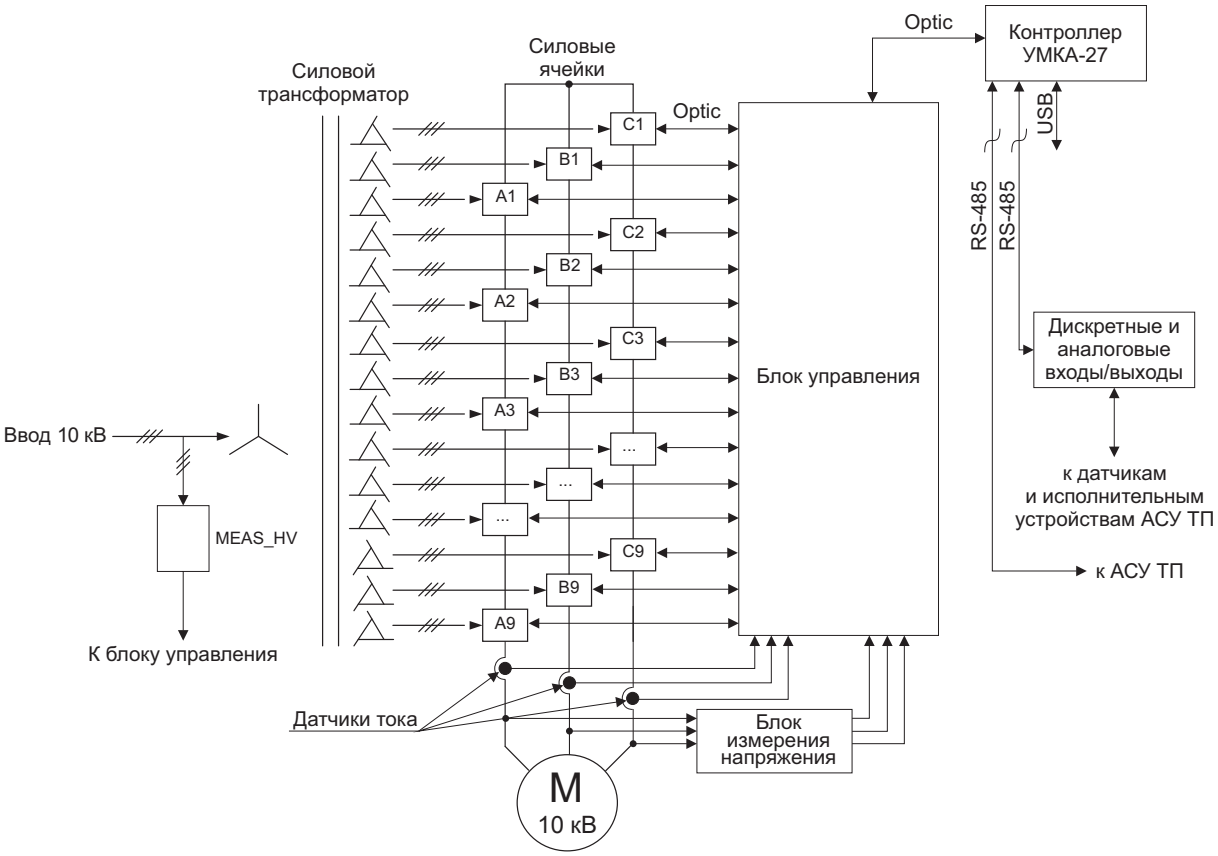


Рисунок 6.7 — Структурная схема системы управления ПЧ АТ27

Система управления включает в себя:

- блок управления ПЧ с оптоволоконным концентратором;
- модуль расширения блока управления;
- контроллер реального времени УМКА-27;
- сенсорная панель СП310 с интерфейсом оператора;
- преобразователь интерфейса («USB — RS-485»);
- дискретные и аналоговые входы/выходы для подключения датчиков технологических параметров;
- канал связи с АСУ ТП предприятия.

Блок управления преобразователем частоты (БУПЧ) с оптоволоконным концентратором получает задание от контроллера УМКА-27, осуществляет все необходимые расчеты и управление состоянием силовых ячеек (параметры ШИМ, режим работы) по оптоволоконным линиям. Получив пакет данных, силовая ячейка формирует требуемое состояние выхода, кроме того, силовые ячейки направляют в оптоволоконный концентратор данные с текущим состоянием СЯ и кодом неисправности.

Модуль расширения собирает данные о выходных токах и напряжении, а также внутренние данные, необходимые для управления и защиты ПЧ. На основании собранных данных БУПЧ формирует ШИМ. Также эти данные передаются в УМКА-27.

Контроллер УМКА-27 предназначен для организации человеко-машинного интерфейса, позволяет производить настройку и управлять ПЧ (ручной и автоматический режим), собирать и обрабатывать информацию о его работе.

Дискретные и аналоговые входы/выходы собирают сигналы от датчиков технологических параметров, получают и передают по аналоговым, дискретным входам и выходам, обрабатывает их, и осуществляет связь с контроллером УМКА-27.

Принцип действия системы управления поясняет функциональная схема, приведенная на рисунке 6.8.

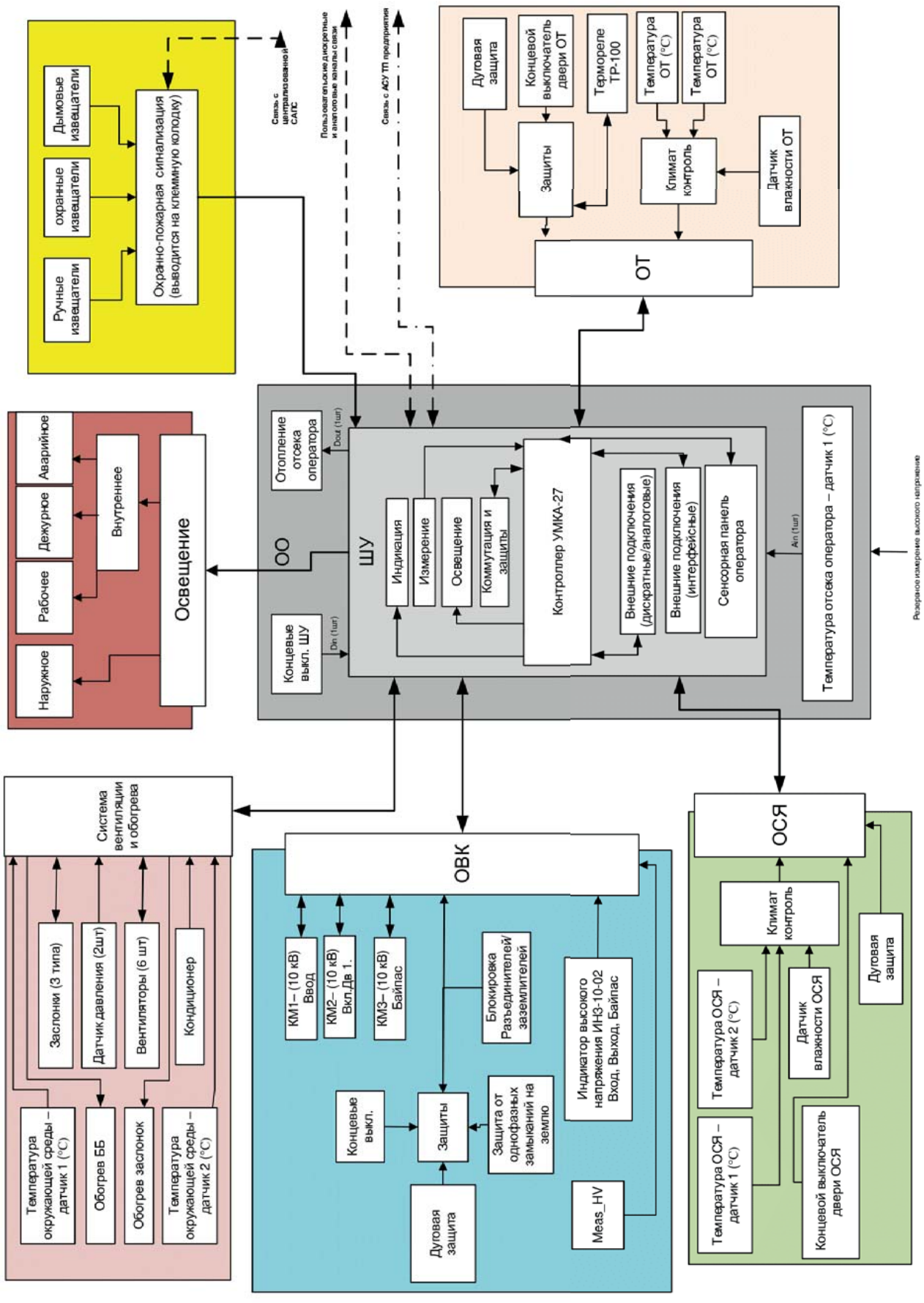


Рисунок 6.8 – Функциональная схема системы управления ПЧ АТ27-3М2-10/10-11С94М-К12-14

7 Транспортирование и хранение

7.1 Транспортировка ПЧ Триол АТ27

ПЧ АТ27 допускается транспортировать всеми видами крытого транспорта в соответствии с правилами, действующими для данного вида транспорта.

Условия транспортирования оборудования, входящего в состав преобразователя частоты, должны соответствовать в части воздействия механических факторов группе «Л» по ГОСТ 23216-78:

- 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.

ПЧ АТ27 УХЛ1 поставляется в упаковке. Упаковка предусматривает защиту от проникновения брызг воды, солнечного ультрафиолетового излучения и ограничивает проникновение пыли и песка. Все детали, не имеющие антикоррозийных покрытий, на время транспортирования и хранения предохраняются от коррозии консервирующей смазкой или другим равноценным способом в соответствии с ГОСТ 9.014-78.

На время транспортирования и хранения автоматические выключатели установить в положение «Отключено».

Эксплуатационная документация упаковывается в герметичный пакет из полиэтиленовой пленки и вкладывается во внутренний карман для документации на двери ШУ либо вкладывается в упаковку ЗИП.

На упаковке нанесена маркировка в соответствии с ГОСТ 14192-96.

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.

Для крепления контейнера на платформе используются крепежные кронштейны, расположенные на боковых поверхностях в нижней части контейнера. После транспортировки для хранения проверить герметичность мест ниш с такелажными скобами, закрыть места строповки защитной пленкой.

Транспортирование составляющих частей ПЧ АТ27 производится в упакованном состоянии. ПЧ АТ27 в зависимости от типа перевозки может перевозиться как полностью в собранном виде, так и в частично разобранном.

Если есть необходимость перевозки ПЧ АТ27 в разобранном виде, то изделие делят на следующие составные части:

1. Блок-бокс с оборудованием (каркас обшитый сэндвич-панелями, отсек силовых ячеек, отсек трансформатора, отсек силовой коммутации, шкаф управления отсека оператора, система вентиляции и обогрева);

2. Лестница;

3. Помост;

4. Силовые ячейки (могут транспортироваться в индивидуальной таре или вмонтированные в отсек силовых ячеек);

5. Комплект наружных элементов и ЗИП (может изменяться в зависимости от модификации изделия).

Размещение и крепление оборудования, входящего в состав преобразователя частоты, в транспортном средстве должны обеспечивать их устойчивое положение, исключать возможность смещения и удары их друг о друга, а также о стенки транспортного средства.

При транспортировании оборудования, входящего в состав преобразователя частоты, его нельзя кантовать и подвергать толчкам и крену более 5°. Подъем и перемещение необходимо производить плавно, без рывков и раскачиваний.

Не производить 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.

Поднимать и транспортировать составные части преобразователя частоты, только в стандартной таре в соответствии с грузоподъемностью машины.

Условия транспортирования оборудования, входящего в состав преобразователя частоты должны соответствовать в части воздействия климатических факторов группе I (Л) по ГОСТ 15150-69:

- температура окружающей среды от – 60 °С до + 70 °С;
- относительная влажность воздуха 100 % при температуре + 25 °С;
- по содержанию коррозионно-активных агентов атмосфера типа II по ГОСТ 15150-69:

а) сернистый газ — от 20 до 250 мг/м^2 х сут. (от 0,025 до 0,31 мг/м^3);
б) хлориды — менее 0,3 мг/м^2 х сут.

Окружающая среда не взрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию, не насыщенная токопроводящей пылью.

ВНИМАНИЕ! В состав ПЧ АТ27 входят источник бесперебойного питания и батареи пожарно-охранной сигнализации, которые необходимо хранить в сухом отапливаемом помещении до введения в эксплуатацию.

7.2 Разгрузка преобразователя частоты Триол АТ27

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

Прежде чем приступать к разгрузке и монтажу преобразователя частоты, внимательно ознакомьтесь с настоящими правилами безопасности и указаниями по монтажу. В случае неправильного монтажа работа преобразователя частоты с открытой дверью может стать причиной тяжелых травм обслуживающего персонала или материального ущерба. Необходимо следовать указаниям, приведенным в настоящем руководстве. 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.

Доступ к преобразователю частоты лиц, не имеющих специального допуска, должен быть запрещен.

Для обеспечения безопасности персонала следует надежно заземлить корпус преобразователя частоты, двигателя, экраны силовых кабелей и кабелей управления, а также всего подсоединенного к ним оборудования.

Для крепления контейнера АТ27 на платформе используются четыре крепежных кронштейна, расположенные на боковых поверхностях в нижней части контейнера АТ27. Строповка изделия производится за 4 проушины, расположенные в верхней части блок-бокса (рисунок 7.1).

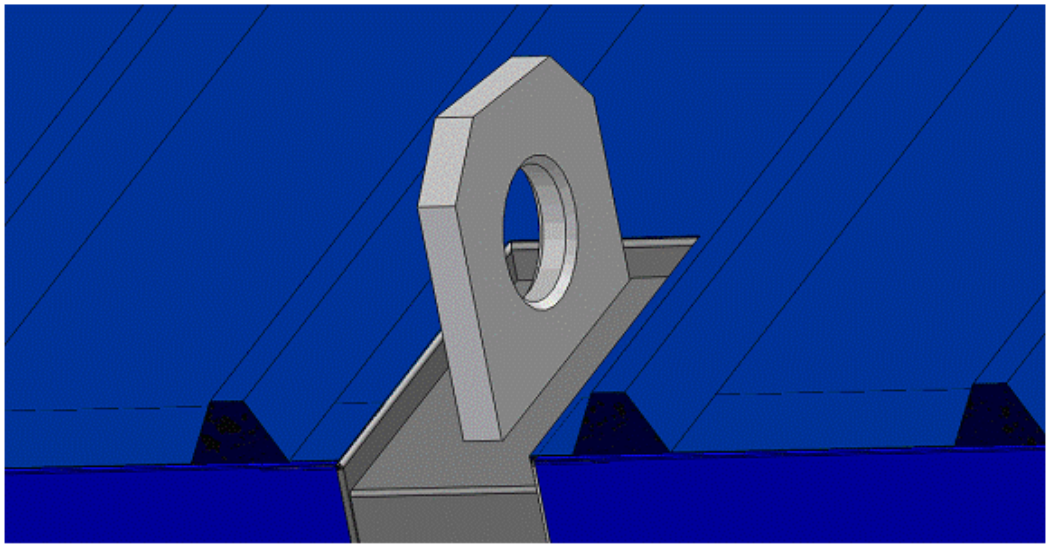


Рисунок 7.1 — Проушины для строповки АТ27

Для строповки рекомендуется использовать строповочные приспособления типа 4СК1-20,0 либо аналогичные, отвечающие массе поднимаемого груза. Строповочное приспособление типа 4СК1 приведено на рисунке 7.2.

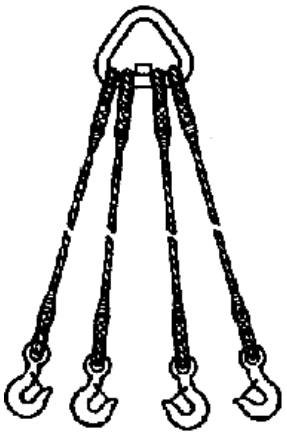


Рисунок 7.2 — Строповочное приспособление типа 4СК1

При погрузке/разгрузке ПЧ АТ27 угол между ветвями строп не должен превышать 90° (рисунок 7.3).

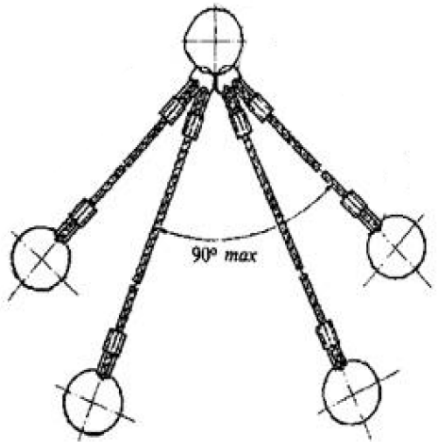


Рисунок 7.3 — При подвеске груза угол между стропами не должен превышать 90°

В качестве захватов в стропах следует применять крюки исполнений К и К1, со страхующими механизмами, защелками (рисунок 7.4).

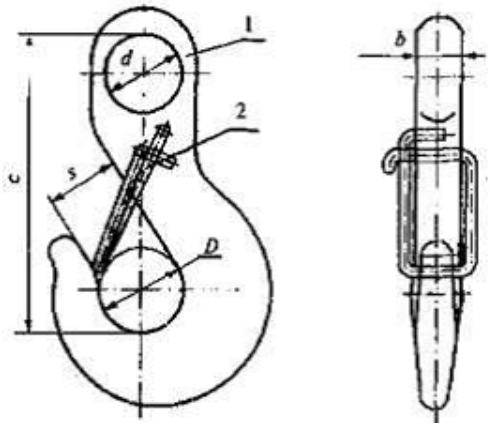


Рисунок 7.4 — Крюк типа К с замком: 1 – чалочный крюк; 2 – замок

Ниже (рисунок 7.5) указано правильное расположение крюка при установке в проушине.

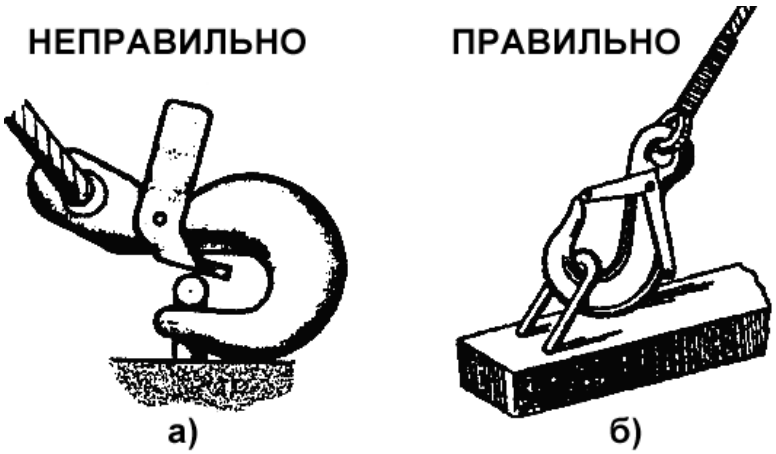


Рисунок 7.5 — Неправильное (а) и правильное (б) положение крюка при установке в проушине

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

При транспортировании оборудования, входящего в состав преобразователя частоты, его нельзя кантовать и подвергать толчкам и крену более 5°. Подъем и перемещение необходимо производить плавно, без рывков и раскачиваний.

Не производить 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.

Поднимать и транспортировать оборудование, входящее в состав преобразователя частоты, только в стандартной таре в соответствии с грузоподъемностью машины, таблицей допустимых нагрузок на стропы подъёмника и/или на вилах погрузчика в зависимости от положения центра тяжести.

Производить опускание оборудования на ровную площадку. Разгрузка на неровную поверхность может привести к нарухению конструкции, заклиниванию дверей и т.д.

Процесс разгрузки проиллюстрирован на рисунках 7.6 – 7.8.

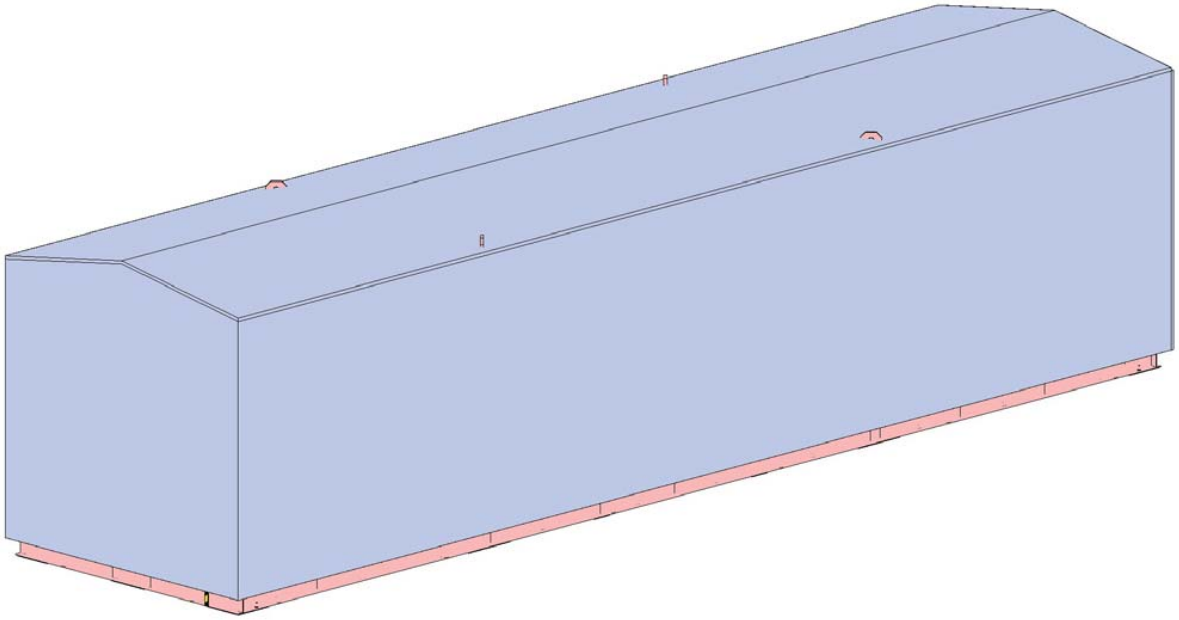


Рисунок 7.6 — Контейнер АТ27 в упаковке

Снять фиксацию блок-бокса (рис. 7.7).

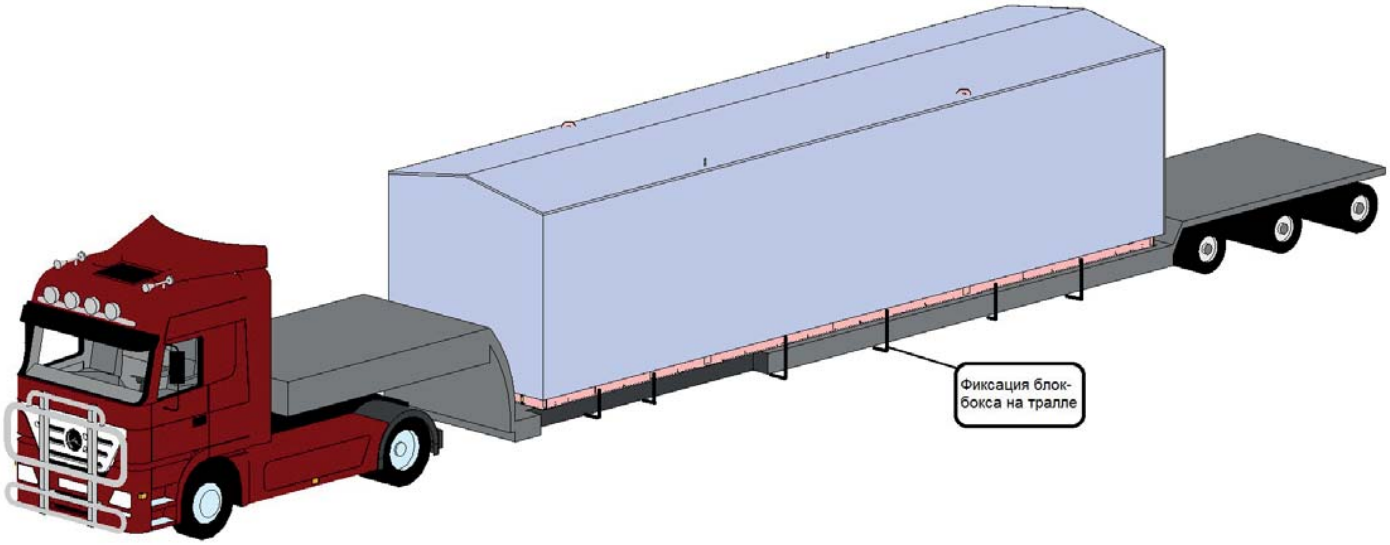


Рисунок 7.7 — Распаковка после транспортировки

Снять транспортировочные ремни блок-бокса. С платформы изделие выгружать краном, как показано на рисунке (рис 7.8).

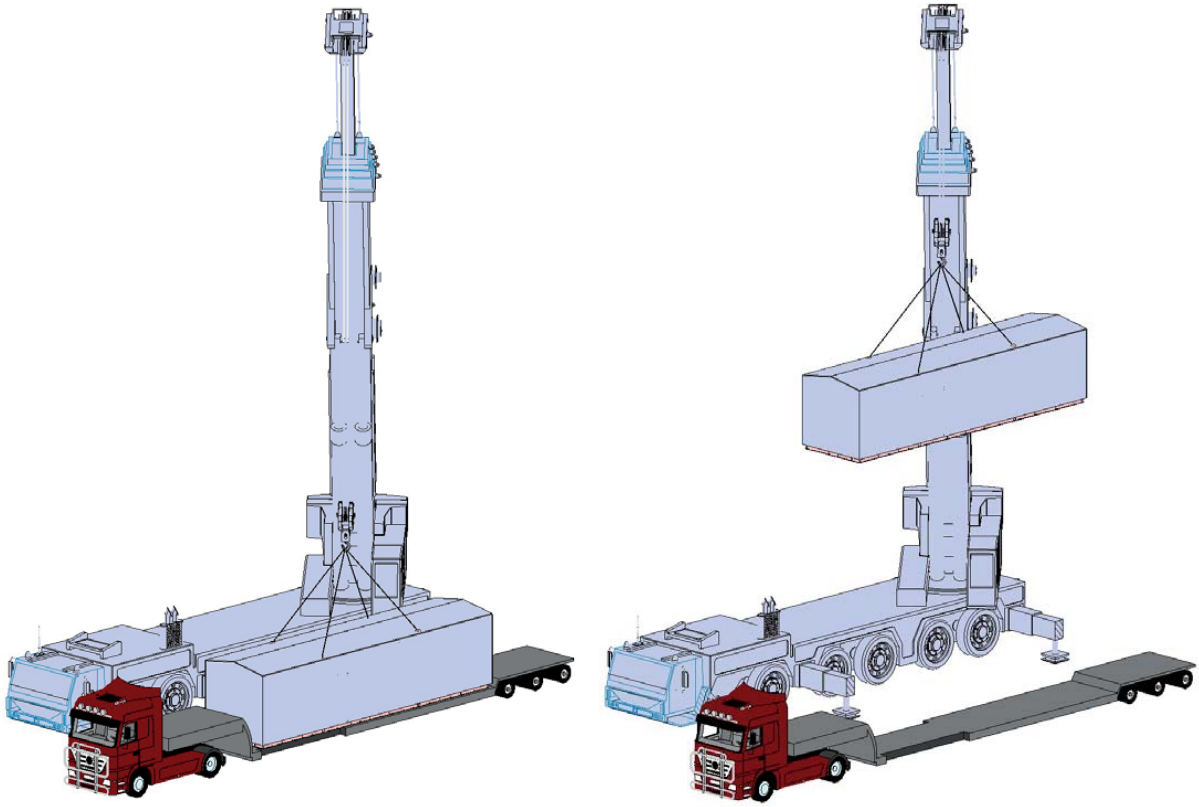


Рисунок 7.8 — Выгрузка блок-бокса с транспортного средства

7.3 Распаковка изделия

Процесс распаковки заключается в снятии защитных пленок. Данные материалы обеспечивают защиту от мелких механических воздействий при погрузке, транспортировке и разгрузке и препятствуют влиянию атмосферных осадков.

ВНИМАНИЕ! Поврежденное ЛКП на защитных элементах конструкции приводит к образованию очагов коррозии, что резко снижает их ресурс и ухудшает товарный вид.

После монтажа ЧРП на опоры необходимо подкрасить каркас ПЧ краской, которая входит в состав ПЧ.

7.4 Условия хранения преобразователя Триол АТ27

Хранение ПЧ АТ27 осуществляют в собранном состоянии.

Условия хранения оборудования, входящего в состав преобразователя частоты, должны соответствовать группе I (Л) по ГОСТ 15150-69:

- температура окружающей среды от - 60 до + 50 °С;
- относительная влажность воздуха 100 % при температуре + 25 °С;
- содержание коррозионно-активных агентов — атмосфера типа II по ГОСТ 15150-69.

Условия хранения ПЧ АТ27 в упаковке должны соответствовать группе ОЖ3 по ГОСТ 15150-69:

- температура окружающей среды от - 60 до + 50 °С;
- относительная влажность воздуха 100 % при температуре + 25 °С;
- солнечное излучение - допускается;
- интенсивность дождя не более 3 мм/мин;
- пыль - допускается;
- содержание коррозионно-активных агентов — атмосфера типа II по ГОСТ 15150-69.

Окружающая среда не взрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию, не насыщенная токопроводящей пылью.

ВНИМАНИЕ! В состав ПЧ АТ27 входят источник бесперебойного питания и батареи пожарно-охранной сигнализации, которые необходимо хранить в сухом отапливаемом помещении до введения в эксплуатацию.

Допустимый срок хранения в упаковке и консервации до ввода в эксплуатацию — 1 год.

8 Указание мер безопасности

Все работы по электрическому монтажу преобразователя частоты должны проводиться только квалифицированным персоналом, имеющим соответствующий допуск.

Следует обратить особое внимание на то, что преобразователь частоты АТ27 предназначен для работы в сетях высокого напряжения 10 кВ, поэтому при монтажных работах необходимо придерживаться всех мер безопасности при работах с высоким напряжением.

Запрещается выполнять какие-либо работы по монтажу и обслуживанию преобразователя, двигателя или кабеля двигателя при подключенном сетевом питании. Перед тем, как приступить к работе, следует проверить отсутствие напряжения соответствующим пробником, рассчитанным на напряжение 10 кВ, а линию, на которой будет работать ЧРП, заземлить штатными средствами заземления.

ПЧ АТ27 содержат электрические цепи и элементы с высоким напряжением, опасным для жизни. В отсеке силовой коммутации, отсеке трансформатора и отсеке силовых ячеек присутствует напряжение 10000 В. В шкафу управления отсека оператора, а также в системах вентиляции, обогрева, освещения и пожарной сигнализации присутствует напряжение 380/230 В.

К монтажу и техническому обслуживанию ПЧ АТ27 допускается специально подготовленный квалифицированный персонал, имеющий соответствующую квалификационную группу по технике безопасности. Работы проводятся согласно требованиям настоящего «Руководства по эксплуатации» с соблюдением всех необходимых мер безопасности и охраны труда.

Во избежание несчастных случаев при эксплуатации АТ27 строго соблюдать требования:

- правил устройства электроустановок (ПУЭ);
- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ);
- правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ);
- настоящего «Руководства по эксплуатации»;
- инструкции предприятия (организации), эксплуатирующего преобразователь частоты АТ27;
- ПЧ АТ27, а также все входящие в его состав блоки и устройства должны быть надёжно заземлёны;
- не допускать эксплуатацию ПЧ со снятыми или не закреплёнными деталями (крышками, панелями) отсеков и силовых блоков преобразователя;
- при работе ПЧ АТ27 запрещается входить в отсек трансформатора и силовых ячеек, а также снимать панели шкафов силовых коммутаций или открывать дверь шкафа управления. При выполнении любого из перечисленных действий происходит аварийный останов приводной части преобразователя частоты;
- запрещено производить отключение и подключение разъёмных соединений в АТ27 при наличии напряжения сети на его зажимах;

- для экстренного отключения преобразователя частоты АТ27 используйте дистанционную кнопку «АВАРИЙНЫЙ СТОП»;

- техническое обслуживание преобразователя частоты должно производиться при отключенном напряжении питающей сети и отсутствии напряжения на всех элементах схемы.

В течение 5 минут после остановки ПЧ АТ27 и отключения питания 10000 В конденсаторы силовых ячеек сохраняют заряд, опасный для жизни человека! Перед проведением работ внутри отсеков силовых ячеек и трансформатора необходимо убедится в отсутствии напряжения на силовых ячейках , а также перевести вводные/выводные заземлители во включенное положение (допускается не включать заземлители отходящей линии к двигателю).

Конденсаторы синусного фильтра могут содержать остаточный заряд, который необходимо разрядить посредством заземлителя отсека ячеек (инвертора ЧРП).

Электронные блоки управления ПЧ АТ27 содержат элементы, выполненные на основе МОП-технологии, для которых опасно воздействие статического электричества. При необходимости прикосновения к МОП-элементам — одеть «заземляющий» браслет, а также «заземлить» используемый инструмент. При работе с блоками располагайте их на токопроводящих прокладках.

В соответствии указаниями по техническому обслуживанию и ремонту (см. п. 13) также необходимо проверять состояние болтовых соединений и штепсельных соединителей в цепях преобразователя частоты. Нарушение соединений может привести к их перегреву, возгоранию проводников и элементов конструкции, к отказам системы.

В ПЧ АТ27 предусмотрен режим автоматического повторного включения (перезапуска) после отключений, связанных с исчезновением напряжения сети либо с работой внешних блокировок. Необходимо обеспечить безопасность персонала в этом режиме работы.
Порядок включения и отключения ПЧ указан в п. 12.3 и 12.4.

Безопасность и надёжность эксплуатации преобразователя частоты зависит от строго соблюдения всех правил и требований, указанных в данном руководстве!

Преобразователь соответствует требованиям безопасности ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.11-75 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.

Сразу после отключения ПЧ конденсаторы в силовых ячейках автоматически разряжаются. Перед проведением работ внутри ОЯ убедитесь в отсутствии напряжения на ячейках при помощи указателя напряжения. Вспомогательной индикацией являются лампы HL1 на лицевых панелях СЯ.

ВНИМАНИЕ! Розетки в ШУ должны использоваться ТОЛЬКО для подключения наладочных приборов напряжением 220 В суммарной мощностью НЕ БОЛЕЕ 2 кВт!

9 Установка преобразователя частоты Триол АТ27

9.1 Проверка комплектности и внешний осмотр

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.

Если какой-либо из указанных выше критериев не соответствует норме — обратитесь в Корпорацию Триол.

9.2 Проверка внутренних элементов

Проверить ПЧ АТ27 на наличие внутренних элементов, перечислены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 — Состав ПЧ АТ27

№ раздела в настоящем руководстве по эксплуатации	Наименование	Количество
3.5	Приводная часть ПЧ АТ27 (в составе):	1
3.5.1	Шкаф управления	1
3.5.2	Отсек силовой коммутации	1
3.5.4	Отсек силовых ячеек	1
3.5.3	Отсек трансформатора	1
3.5.4	Силовые ячейки	27
3.5.5	Отсек вентиляции	2
3.5.6	Отсек синусного фильтра	1

Вместе с изделием поставляется одна резервная силовая ячейка ПЧ, комплект навесных элементов и комплект документации.

9.3 Маркировка преобразователя Триол АТ27

ПЧ АТ27, а также шкафы и комплектующие, входящие в его состав, имеют таблички, содержащие данные в соответствии с требованиями ГОСТ 12969:

- наименование и условное обозначение изделия;
- номер ТУ;
- номинальная частота питающей сети;
- номинальное напряжение в киловольтах;
- номинальная активная мощность в киловаттах;
- степень защиты;
- дополнительные данные;
- дата изготовления;
- масса изделия.

На рисунке 9.1 показано расположение и описание таблички технических характеристик.

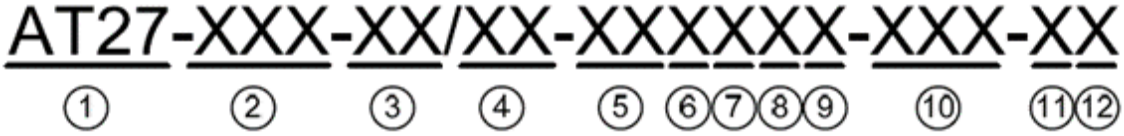
Рисунок 9.1 — Пример шильдика преобразователя частоты Триол АТ27

Таблички установлены на фасаде отсеков ПЧ и фасаде внутренней двери в удобном для чтения месте.

Под табличкой технических характеристик указывается модификация по количеству подключаемых двигателей.

9.4 Определение конфигурации преобразователя Триол АТ27

Структура условного обозначения преобразователей частоты, разработана согласно ТУ 3416-017-82539763-2011 и имеет следующий вид:



1 — наименование серии АТ27 — преобразователь частоты средневольтный многоуровневый;

2 — мощность ПЧ;

3 — номинальное вводное напряжение, кВ — 10;

4 — номинальное выводное напряжение, кВ — 10;

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):
4 — четыре ячейки с функцией «байпас»;
5 — пять ячеек без функции «байпас»;
6 — шесть ячеек с функцией «байпас»;
9 — девять ячеек без функции «байпас»;
1 — 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 DP;
C — CAN Open;
E — Industrial Ethernet.

10 — конструктивное исполнение ПЧ:
C — шкафное исполнение (cabinet);
K6 — исполнение «блок-бокс», 6 метров;
K9 — исполнение «блок-бокс», 9 м;
K12 — исполнение «блок-бокс», 12 м;
B — 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.

9.5 Установка преобразователя частоты Триол АТ27

Установка, настройка и обслуживание преобразователя должна производиться только квалифицированным техническим персоналом. Производите установку преобразователя в соответствии с данным руководством. Небрежное обращение может привести к повреждению преобразователя. Не роняйте преобразователь, не подвергайте его ударам.

ПЧ АТ27 предназначен для эксплуатации в следующих условиях:

- окружающая среда не взрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию, не насыщенная токопроводящей пылью;

- высота над уровнем моря не более 1000 м.

Значения климатических факторов для климатического исполнения УХЛ категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69, ГОСТ 15543.1-89 со следующими отличительными параметрами:

- температура окружающей среды от минус 60 до плюс 50 °С;
- относительная влажность воздуха 100 % при температуре плюс 25 °С
- по содержанию коррозийно-активных агентов атмосфера типа II:
  - сернистый газ от 20 до 250 мг/м^2 х сут. (от 0,025 до 0,31 мг/м^3);
  - хлориды — менее 0,3 мг/м^2 х сут.

Степень защиты — IP43 по ГОСТ 14254-80.

Допустимая длина кабелей, соединяющих преобразователь частоты с электродвигателем — до 1000 м. Рабочее положение ПЧ АТ27 — вертикальное, допускается отклонение от рабочего положения до 5° в любую сторону. Проконтролировать отклонение ПЧ АТ27 при помощи уровня.

Процесс установки и сборки приводной части ПЧ АТ27 проиллюстрирован на рисунках 9.2 - 9.10.

Установить преобразователь частоты АТ27 на бетонные блоки как показано на рисунке 9.2.

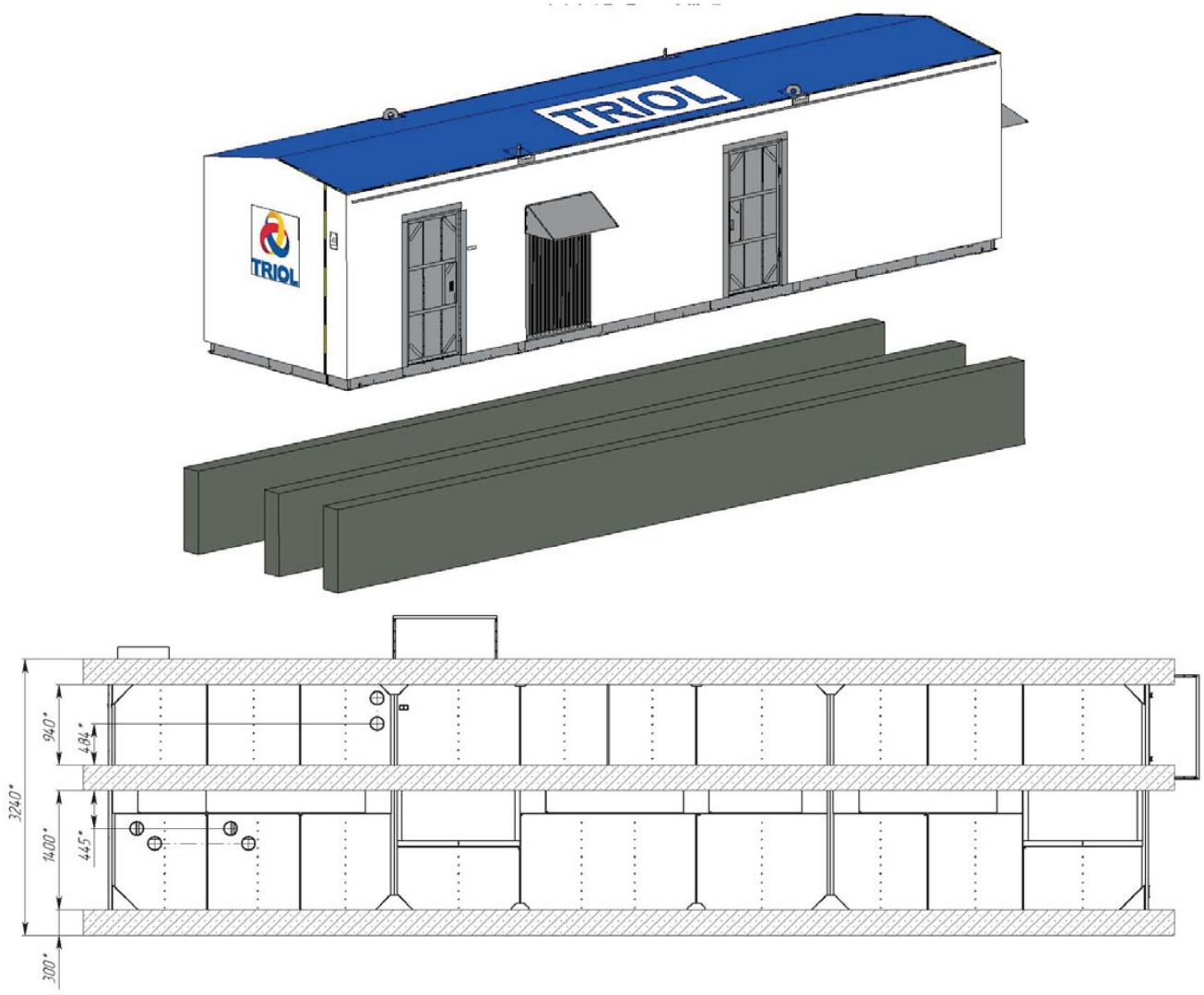


Рисунок 9.2 — Установка преобразователя частоты АТ27

Установить нижние площадки помоста, как показано на рисунке 9.3, и сварить между собой. Собрать помост с лестницей и перилами, как показано на рисунках 9.3-9.6, верхнюю часть помоста приварить к раме нижней преобразователя частоты АТ27, как показано на рисунке 9.5. Места сварных швов обработать с плавным переходом к основному металлу и нанести лакокрасочное покрытие для климатического исполнения УХЛ 4 цвет RAL 7036.

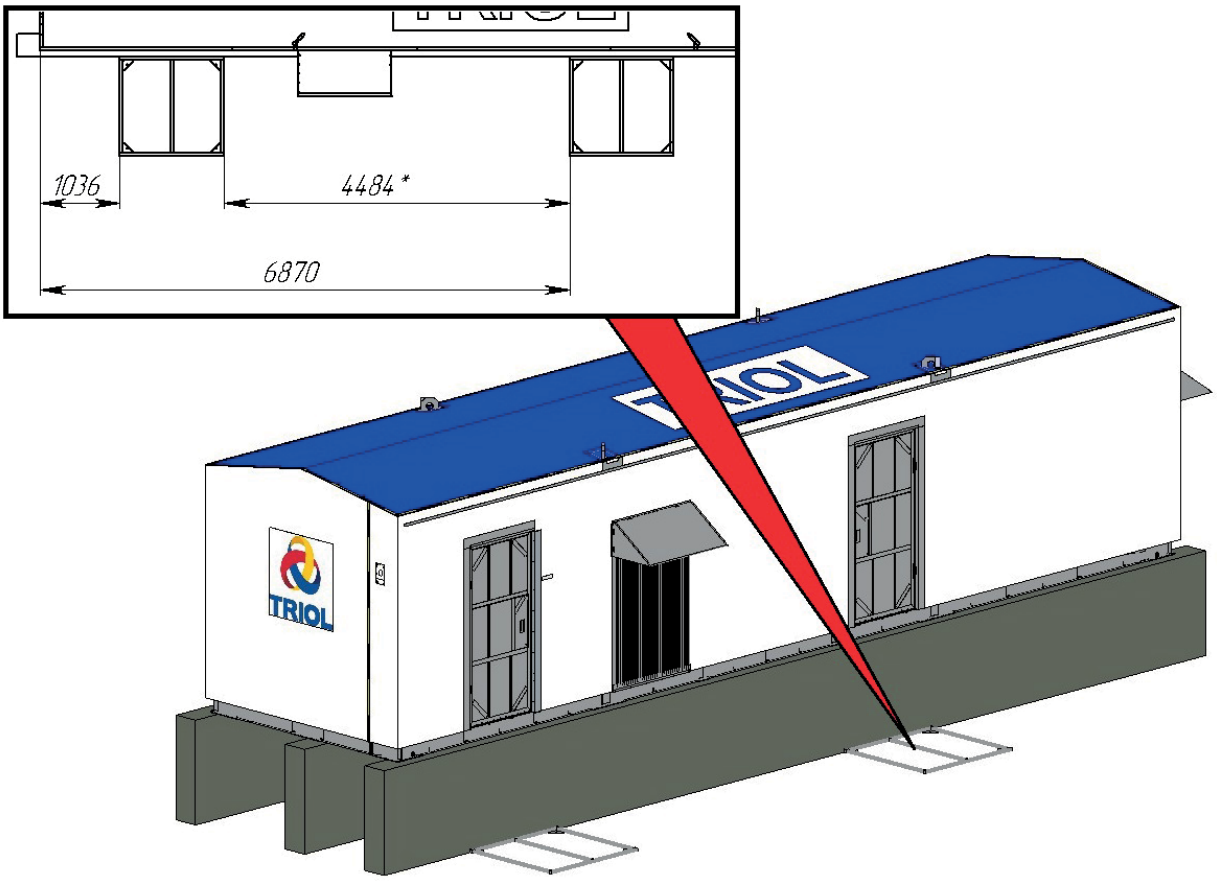


Рисунок 9.3 — Установка нижней части помоста

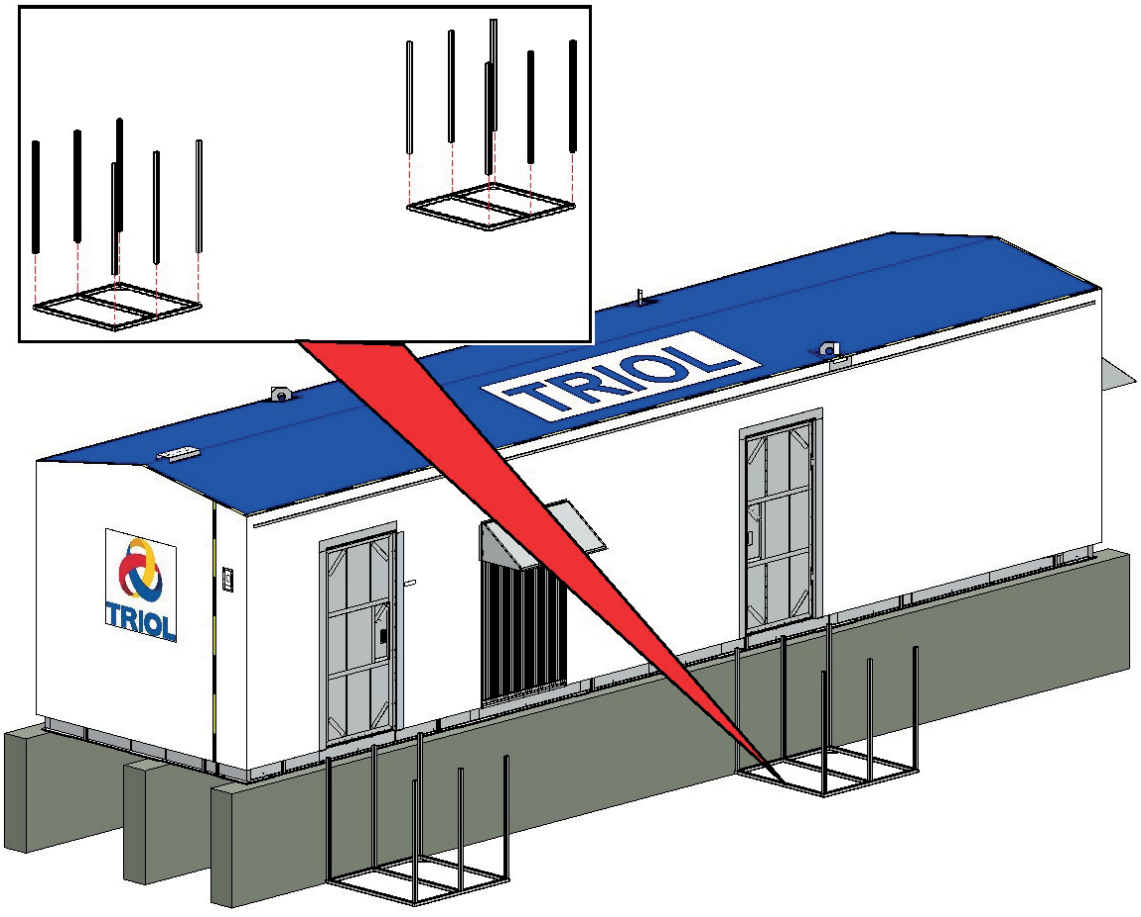


Рисунок 9.4 — Установка стоек помоста

При установке опор возможно попадание в текстуру площадок помоста. В таком случае необходимо подрезать трубы и приварить заново. Места сварных швов обработать с плавным переходом к основному металлу и нанести лакокрасочное покрытие. В случае установки ПЧ на сваи или на бетонные блоки данной ситуации не предполагается.

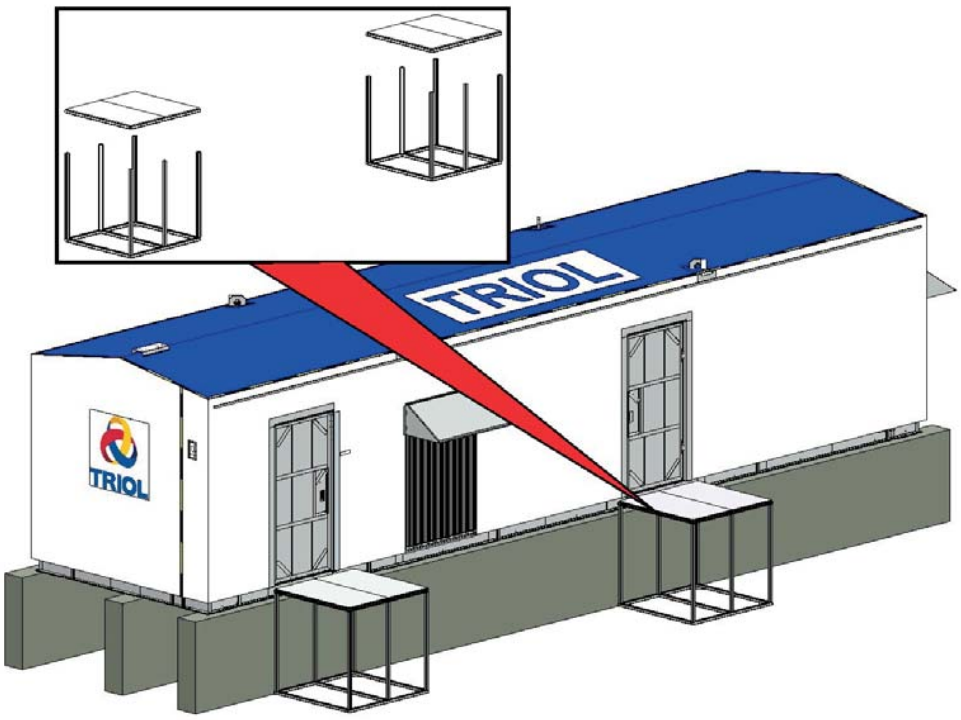


Рисунок 9.5 — Установка верхних площадок помоста

Рисунок 9.6 — Установка перил и лестницы к помосту и пристыковка к боксу

Сварить трубы 20х20 между собой в заготовки длиной 4 м в количестве 4 шт. Приварить один из концов заготовок к стальной полосе 4х60х130. Данные элементы в составе ПЧ являются громоотводами.

Нанести лакокрасочное покрытие в местах сварки.

Установить громоотводы, как показано на рисунке 9.7, и приварить к проушинам и кровельной шине заземления, используя стальную полосу 4х40х110.

Места сварных швов обработать с плавным переходом к основному металлу и нанести лакокрасочное покрытие.

Данные работы выполнять только при соблюдении Правил по охране труда при работе на высоте (с изм. от 17.06.2015 г.).

В качестве средств индивидуальной защиты использовать предохранительный пояс, страховочный канат и каску. Также можно использовать средства подмащивания (леса, подмости, лестницы и др.).

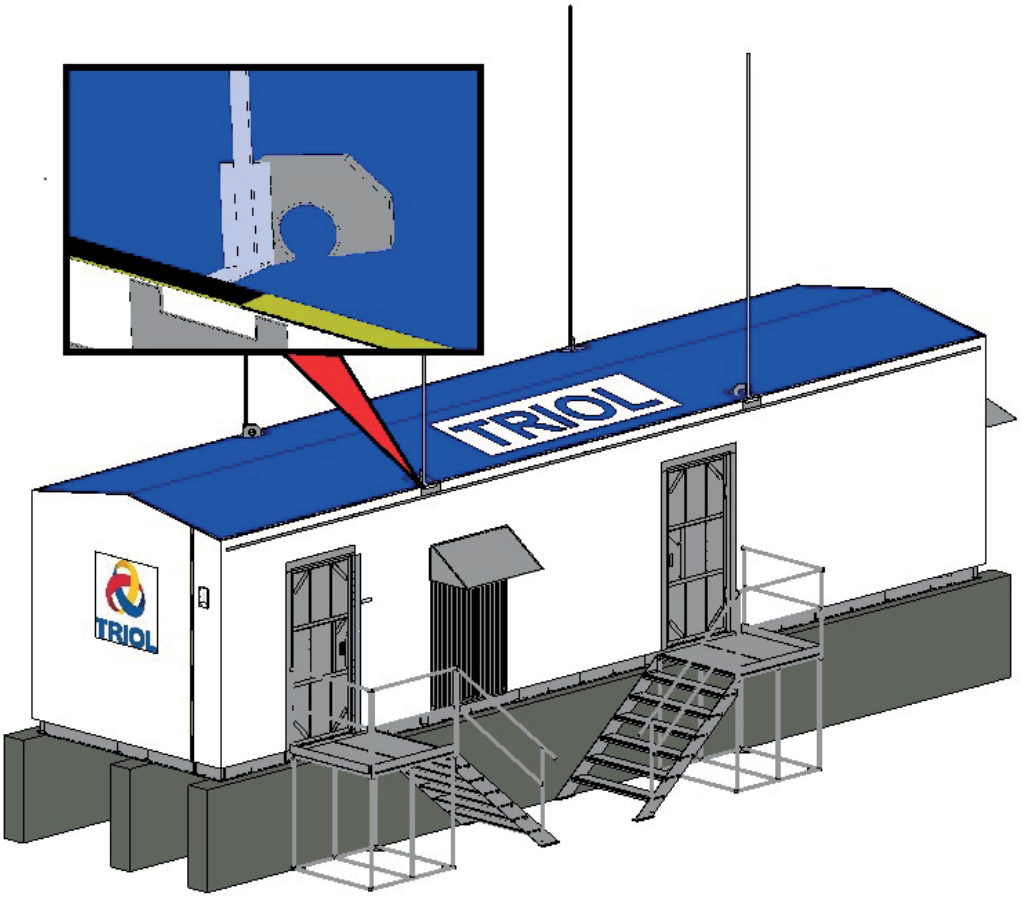


Рисунок 9.7 — Установка громоотводов

Установить козырьки с лампами освещения над дверными проемами, как показано на рисунке 9.8, и зафиксировать при помощи саморезов для крепления фасонных элементов 4,8х19, идущих в комплекте поставки. В местах стыков фланцев козырьков и стены преобразователя частоты АТ27 обеспечить плотность прилегания герметиком полиуретановым APP-PU50 или другим аналогичным герметиком, не уступающим по характеристикам. На козырьки на посадочные места установить ламповые светильники наружного освещения, идущие в комплекте поставки. Просверлить отверстие в сенвдич-панели для монтажа проводников и подключения. Продеть заготовленные изнутри ЧРП провода (наружное освещение) сквозь отверстие, надеть на них гофрированную трубку и подключить светильник. Нанести на отверстие герметик полиуретановый APP-PU50 или другой аналогичный герметик, не уступающий по характеристикам.

Установить извещатели охранно-пожарной сигнализации согласно рис 9.8. Просверлить отверстия в сендвич-панели для монтажа проводников и подключения извещателей. Затем выполнить монтаж, прикрутив извещатель к фасаду и к кровле саморезами крепления фасонных элементов 4,8х19, идущими в комплекте поставки. Продеть провода подключения в отверстие и нанести герметик полиуретановый APP-PU50 или другой аналогичный герметик, не уступающий по характеристикам. Установить фланец извещателя. Внутри ЧРП установить по месту распред. коробку и произвести коммутацию сигнальных проводов согласно проекту пожарной сигнализации.

Рисунок 9.8 — Установка наружного освещения и охранно-пожарной сигнализации

Установить наружный и внутренний блок кондиционера отсека оператора согласно инструкции, идущей в комплекте с кондиционером. Условное расположение показано на рисунке 9.9.

Рисунок 9.9 — Общий вид преобразователя частоты с козырьками и наружным освещением

Собрать козырьки над окнами забора внешнего воздуха, как показано на рисунке 9.10. Зафиксировать при помощи потайных винтов, идущих в комплекте с преобразователем частоты.

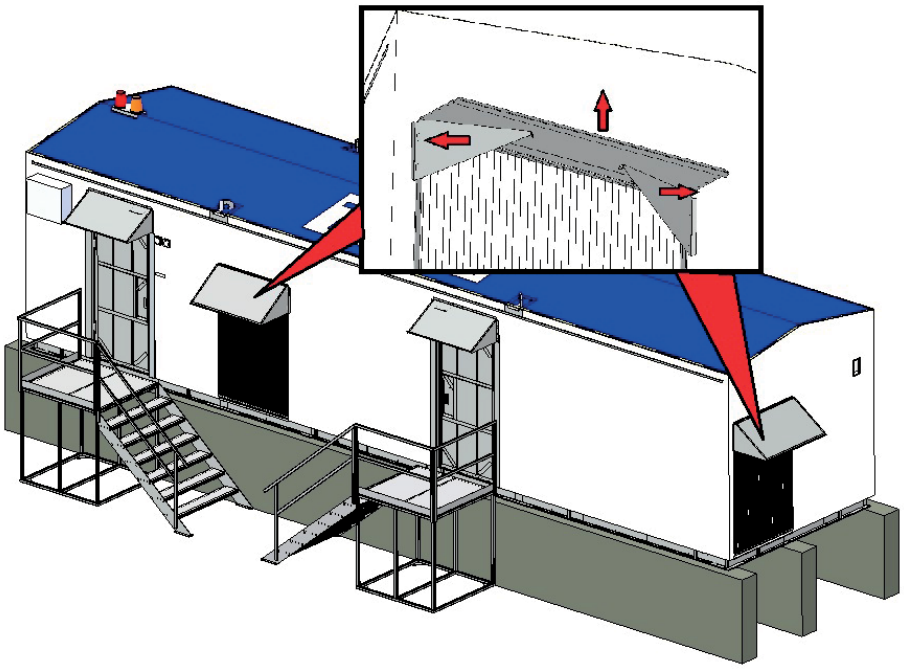


Рисунок 9.10 — Общий вид преобразователя частоты со схемой сборки козырьков над окнами забора воздуха

Установить планки ПВО-01 в нижней части по периметру внахлест 20 мм, как указано на рисунке 9.11, и закрепить при помощи саморезов для крепления фасонных элементов 4,8х19, идущих в комплекте поставки, 4 шт. на планку. В местах стыков планок и стены преобразователя частоты АТ27 обеспечить плотность прилегания герметиком полиуретановым APP-PU50 или другим аналогичным герметиком, не уступающим по характеристикам.

Заземление ПЧ произвести с помощью прикручивания кабеля штатного контура заземления к болтам М16х40, приваренным к швеллеру основания рамы ПЧ, или приварить шину заземления с любой стороны к швеллеру основания, как показано на рис. 9.12. Места сварных швов обработать с плавным переходом к основному металлу и нанести лакокрасочное покрытие.

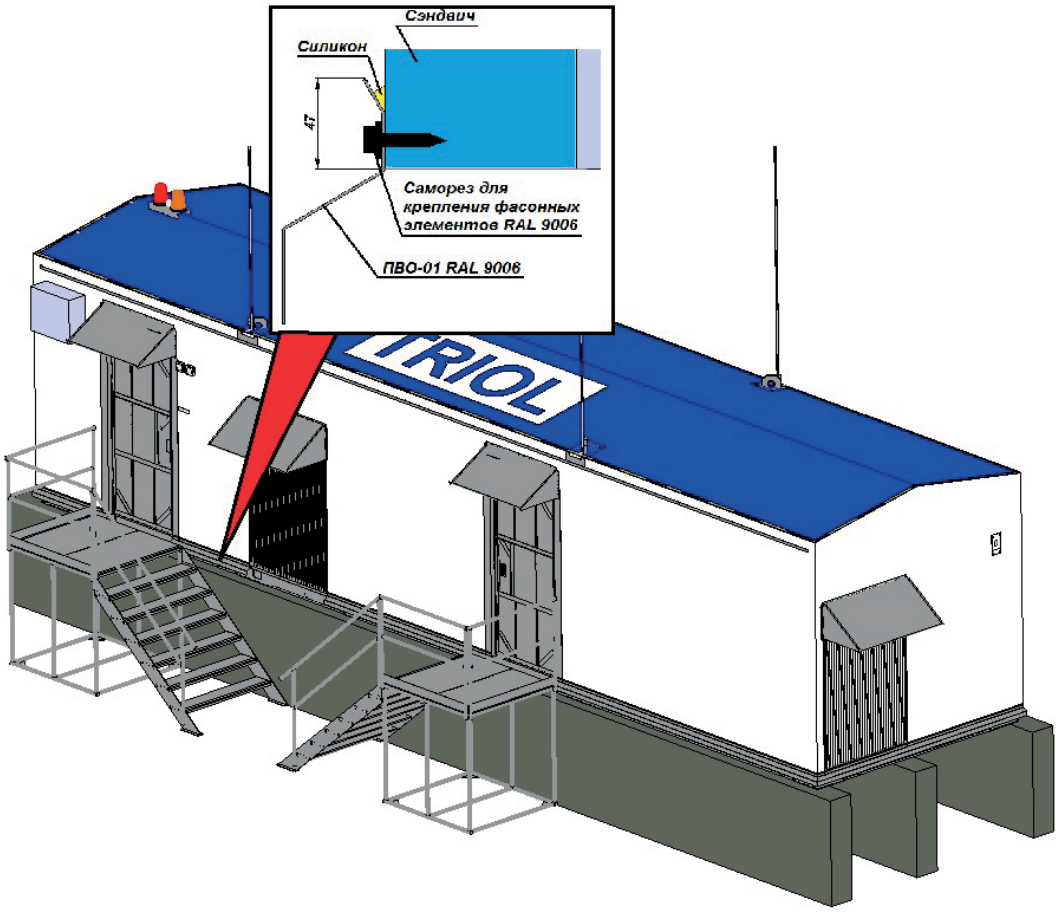


Рисунок 9.11 — Общий вид преобразователя частоты со схемой установки планок отлива

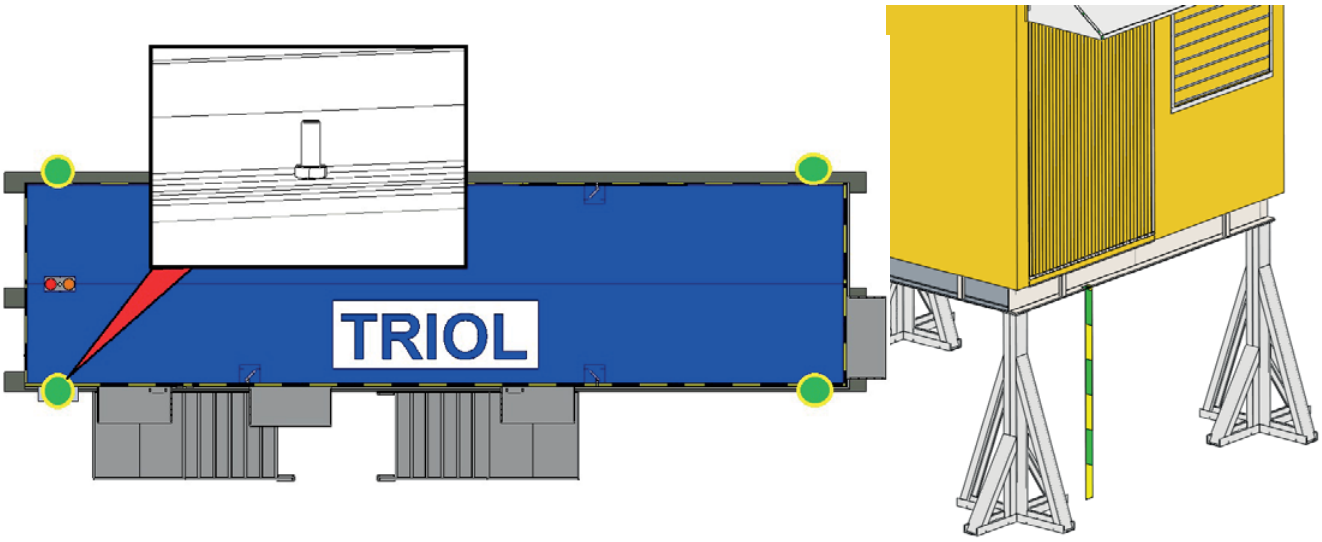


Рисунок 9.11 — Установка заземления

10 Электрический монтаж (внешние подключения) преобразователя частоты Триол АТ27

Для улучшения электромагнитной совместимости (ЭМС) при подключении к преобразователю электродвигателя, а также внешних устройств рекомендуется использовать экранированные/армированные кабели. В этом случае экран кабеля электродвигателя должен быть соединен с «винтом заземления» и с корпусом электродвигателя.
Следует избегать монтажа скрученными концами выводов экрана, так как это подавляет эффект экранирования на высоких частотах.

Работа преобразователя сопровождается генерацией электрических сигналов с широким спектром частот, что может привести к появлению электромагнитных помех. Распространяться эти помехи могут как по силовым кабелям, подключенным к преобразователю, так и непосредственным излучением в окружающее пространство.

Работа вентилей входного выпрямителя вызывает появление негармонического тока потребления, что может привести к ухудшению качественных показателей электрической энергии в точке подключения преобразователя к питающей сети. Это объясняется, во-первых, скачкообразным изменением параметров цепи во время коммутационных процессов в вентильной группе, во-вторых – изменением величины тока нагрузки и связанным с этим падением напряжения на индуктивном сопротивлении сети в коммутационном интервале.

Работа силовых элементов преобразователя в ключевых режимах с короткими фронтами импульсов напряжения и тока с частотой следования до нескольких килогерц может сопровождаться появлением индустриальных радиопомех.

Приобретенный Вами преобразователь соответствует требованиям к помехоэмиссии и устойчив к электромагнитным помехам. Однако на практике все же возможны ситуации, когда необходимо принимать дополнительные меры в целях минимизации влияния помех, генерируемых преобразователем на работу различного рода оборудования, или наоборот, защищать от помех сам преобразователь. При решении этих задач рекомендуется использовать приведенные ниже общие меры по подавлению помех:

- силовые кабели на напряжение 10 кВ в местах подключения к АТ27 должны быть разделаны и оконцованы кабельными муфтами;
- разделку кабелей и установку кабельных муфт производить за пределами отсека, вытянув кабель, чтобы при прогреве муфты не повредить электрооборудование шкафа;
- кабель зафиксировать крепежной скобой;
- по возможности используйте экранированные силовые кабели или кабели, проложенные внутри заземленной металлической трубы, которая будет служить для них экраном;
- для линий управляющих сигналов или для подключения датчиков используйте экранированную витую пару. Экран таких кабелей должен быть обязательно заземлен;
- вывод экрана кабеля, при его наличии, закрепить на шпильку заземления на дне шкафа, в котором выполняется подключение;
- все кабели перед подключением необходимо испытать на сопротивление изоляции и электрическую прочность согласно классу напряжения;

- не допускается прокладка силовых и контрольных кабелей в одном лотке;
- не допускается передача в одном кабеле напряжения питания собственных нужд и дискретных или аналоговых сигналов;
- экраны всех кабелей, как силовых, так и контрольных, должны быть заземлены с одной стороны;
- для подключения цепей связи RS-485 межу изделием и АСУ применяйте специализированный экранированный кабели типа КИФ-В;
- пересечения силовых и контрольных кабелей следует избегать, при наличии таковых они по возможности должны выполняться под углом 90º;
- максимальная длина кабеля для прямого подключения двигателя к преобразователю не должна превышать 30 метров. При подключении к одному преобразователю нескольких двигателей учитывается суммарная длина кабелей;
- корпус преобразователя и двигатель необходимо заземлять в одной точке. Для заземления необходимо использовать винты заземления, находящиеся сбоку преобразователя;
- установите устройство для подавления импульсных помех в оборудовании, расположенном вблизи от преобразователя.

Классификация помех, генерируемых преобразователем, и их воздействие на окружающие приборы, а также меры по борьбе с помехами приведены в таблице 10.1.

Таблица 10.1 — Воздействие помех, возникающих при работе преобразователя и меры по борьбе с ними

Тип помехи	Воздействие	Меры по устранению
Помехи, излучаемые в окружающее пространство непосредственно преобразователем и/или силовыми кабелями	Помехи распространяются в радиочастотном диапазоне и воздействуют на расположенные поблизости восприимчивые к помехам приборы и оборудование, такие как измерительные приборы, приемники или датчики, или приборы, которые имеют сигнальные линии, проходящие в непосредственной близости от преобразователя.	1. Обязательное заземление преобразователя. 2. Установка восприимчивых к помехам приборов вдали от преобразователя. Расположение их сигнальных линий как можно дальше от преобразователя и его силовых цепей. 3. Использование в качестве сигнальных цепей экранированных кабелей или прокладывание их внутри металлических трубок. 4. Установка во входные линии фильтров радиопомех.
Помехи, передаваемые по силовым кабелям	Если периферийные устройства подключены к тому же источнику питания, который использует преобразователь, то помехи, создаваемые преобразователем, могут передаваться этим устройствам через сеть питания и вызывать сбои в работе этих устройств.	1. Установка сетевых фильтров на входе устройств, питающихся от той же фазы, что и преобразователь. 2. Установка сетевых фильтров на входе преобразователя.

Продолжение таблицы 10.1

Тип помехи	Воздействие	Меры по устранению
Помехи, передаваемые по линиям заземления	Помехи, вызванные протеканием значительных токов по линии заземления преобразователя и падением напряжения на ней. Особенно велики при несоблюдении правил заземления устройств.	1. Производить заземление преобразователя и двигателя в одной точке проводом возможно меньшей длины. 2. Не использовать провод заземления преобразователя для заземления каких-либо других устройств. 3. Следить, чтобы при заземлении преобразователя и периферийных устройств, не образовывались замкнутые контуры заземления.
Помехи, вызываемые емкостными токами утечки и/или взаимной индуктивностью близко расположенных проводников	Если сигнальные линии физически расположены рядом с силовыми линиями или проходят параллельно им, то могут возникнуть помехи, вызванные взаимной индуктивностью проводов или их паразитной емкостью.	1. Не прокладывайте силовые и сигнальные линии рядом друг с другом и не связывайте их в один жгут. 2. Помехи такого типа сильно ослабевают с увеличением расстояния между линиями связи. 3. При невозможности физического удаления линий друг от друга необходимо использовать отдельные экраны для каждой из них.

10.1 Общие сведения об электрическом монтаже

Преобразователь соответствует требованиям безопасности ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.11-75 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 AT27 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.

Электронные блоки управления ПЧ содержат элементы, выполненные на основе МОП-технологии, не допускающие воздействие статического электричества. При необходимости монтажа/демонтажа блоков используйте антистатический браслет и заземленный инструмент. Демонтированные блоки располагайте на токопроводящих прокладках.

10.1.1 Монтаж изоляционной муфты 10 кВ

До начала работы

Проверьте, что набор материалов, который Вы собираетесь использовать, соответствует кабелю.

Сверьте содержание этикетки набора с названием монтажной инструкции. Не исключено, что компоненты и рабочие операции подверглись усовершенствованию с тех пор, как Вы в последний раз монтировали данные изделия.

Внимательно прочтите и следуйте последовательности операций, как указано в монтажной инструкции.

Общие положения

Применяйте пропановую (предпочтительнее) или бутановую газовую горелку.

Настройте горелку так, чтобы получить мягкое синее пламя с желтым языком. Следует избегать острого синего пламени.

Направляйте горелку в сторону усадки для того, чтобы предварительно нагреть усаживаемый материал.

Постоянно перемещайте пламя во избежание пережога материала.

Очищайте и обезжиривайте все поверхности, которые будут контактировать с клеем.

Для обезжиривания пользуйтесь «Уайт-спиритом», бензином Б-70 или салфетками, пропитанными изопропиловым спиртом.

Трубки следует обрезать острым ножом, оставляя при этом ровные гладкие кромки без заусенцев.

Усадку трубки начинайте таким образом, как это рекомендовано в инструкции.

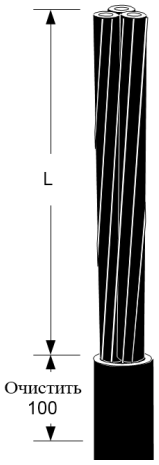
Усаживая трубку, обеспечивайте равномерную усадку ее по всей окружности по мере продвижения вдоль кабеля.

После усадки поверхность трубок должна быть гладкой и без морщин, а профиль внутренних компонентов четко просматриваться.

Подготовка кабеля

1. Кабель с проволочным экраном

1.1. Отрезать кабель и удалить наружный покров в соответствии с необходимой для подключения к оборудованию длиной. Зачистить и обезжирить окончание наружного покрова на длине 100 мм (рис. 10.1). **Внимание!** Минимально допустимая длина жил указана в Таблице 10.2.



1.2. Обернуть одним слоем герметизирующей ленты (красного цвета) окончание наружного покрова на длине 80 мм. Аккуратно отогнуть проволоки экрана на наружный покров (избегая пересечения проволок между собой) и закрепить их временно подмоткой лентой ПВХ.

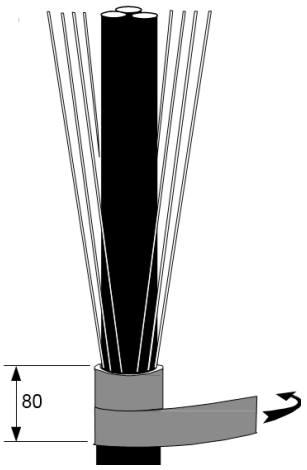


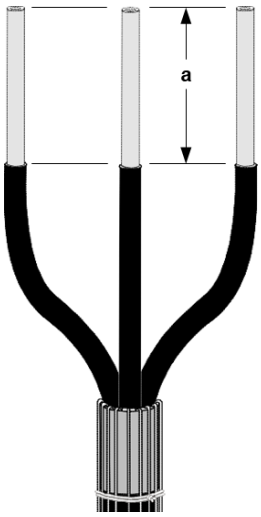
Таблица 10.2 — Минимально допустимая длина жил

Размеры	Макс. напряжение сети	
	12 кВ (мм)	17.5 и 24 кВ (мм)
L* мин. внутр. установка	320	360
a внутр. установка	200	240
L* мин. наружн. установка	320	460
a наружн. установка	200	340

L* = минимальная рекомендуемая длина жил. Необходимую длину жил следует выбирать исходя из геометрических размеров оборудования.

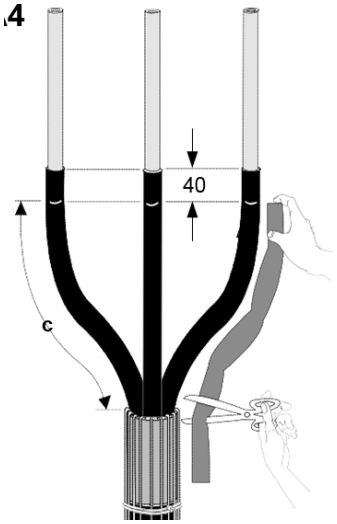
1.3. Удалить межфазные заполнения, развести и изогнуть жилы, расположив их по месту присоединения. Обрезать жилы на необходимой длине. Тщательно удалить полупроводящий экран жил по размеру a (см. таблицу 10.2). Поверхность изоляции должна быть свободна от следов проводящего материала. Сгладить неровности места среза.

Внимание! Не повредите при этом изоляцию.



1.4 В 40 мм от среза полупроводящего экрана выполнить разметку и в соответствии с размером e нарезать для каждой жилы проводящие трубки.

Продолжение монтажа см. п.3.



2. Кабель с ленточным экраном

Таблица 10.3 — Минимально допустимая длина жил

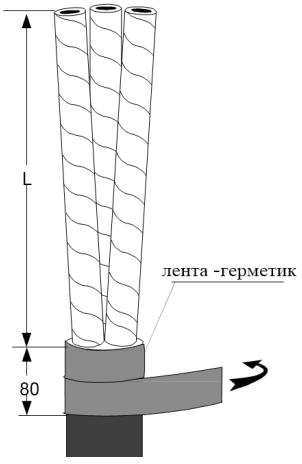
Размеры	Макс. напряжение сети	
	12 кВ (мм)	17.5 и 24 кВ (мм)
L* мин. внутр. установка	320	360
b внутр. установка	200	240
L мин. наружн. установка	320	460
b наружн. установка	200	340

L* = минимальная рекомендуемая длина жил. Необходимую длину жил следует выбирать исходя из геометрических размеров оборудования.

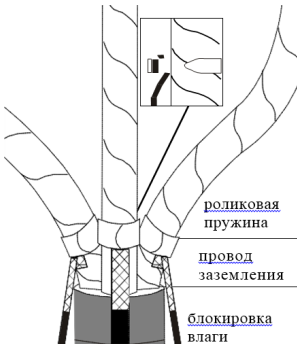
2.1. Отрезать кабель и удалить наружный покров в соответствии с необходимой для подключения к оборудованию длиной. Зачистить и обезжирить окончание наружного покрова на длине 100 мм.

Внимание! Минимально допустимая длина жил указана в таблице 10.3.

Обернуть одним слоем герметизирующей ленты (красного цвета) окончание наружного покрова на длине 80 мм.

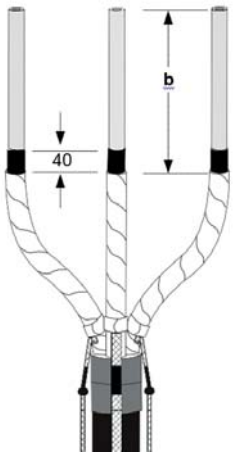


2.2. Наложить провода заземления на металлические ленточные экраны в 100 мм от среза наружного покрова. На окончание провода заземления, расположенного в 100 мм от среза наружного покрова, обернуть два витка роликовой пружины в направлении повива медного ленточного экрана. Отогнуть провод заземления в сторону кабеля и обернуть пружину до конца. Аккуратно сдвинуть пружину с проводом заземления на расстояние около 10 мм от среза наружного покрова. Затянуть пружину вращательным движением и зафиксировать ее двумя витками изоленты. Расположить место блокировки влаги провода заземления в середине наложенной ранее ленты красного цвета.



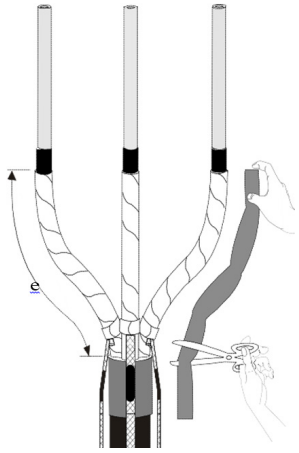
2.3. Развести, изогнуть и обрезать жилы на необходимой длине, расположив их по месту присоединения. Удалить металлический ленточный экран по размеру b (см. в таблице 10.2). Временно закрепить ленты экрана.

Тщательно удалить полупроводящий экран жил, не доходя 40 мм до ленточного экрана. Поверхность изоляции должна быть свободна от следов проводящего материала. Сгладить неровности места среза. Внимание! Не повредите при этом изоляцию.



2.4. В соответствии с размером e нарезать для каждой жилы проводящие трубки.

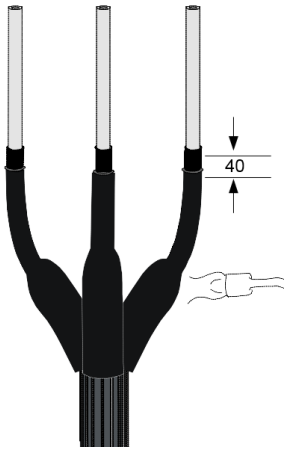
Продолжение монтажа см. п.3.



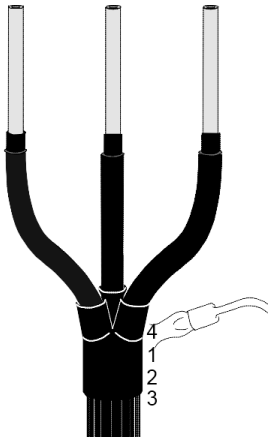
3. Завершение монтажа

3.1. Надвинуть на каждую жилу проводящие трубки, установив их верхний край в 40 мм от среза полупроводящего экрана. Усадить трубки по направлению от концов жил к наружному покрову.

Дать трубкам остыть до продолжения монтажа.



3.2. Надвинуть на разделку перчатку, установив её, по возможности, глубже в корешок. Усадку начать у основания пальцев перчатки в направлении наружного покрова кабеля и затем усадить пальцы перчатки, что показано на рисунке цифрами.



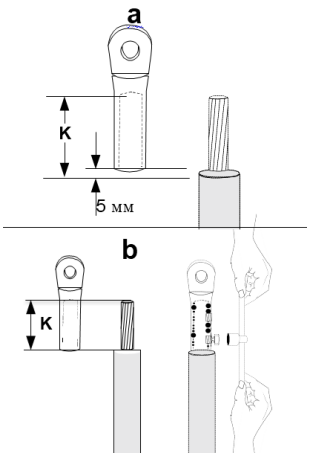
3.3. Снять изоляцию жил в соответствии с размером **K** — глубина трубчатой части наконечника.

a. **Для опрессовки – K** должен быть не более110 мм.

После монтажа наконечника следует удалить острые края и заусенцы.

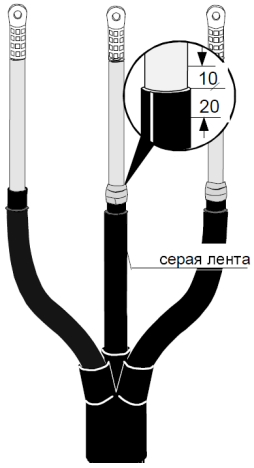
b. **Для механического болтового наконечника.**

Установить наконечник. Равномерно ввернуть болты. Довернуть болты до срыва головок.



3.4. Очистить и обезжирить наконечник и поверхность изоляции.

Желтой лентой выравнивания напряженности электрического поля, выполнить подмотку с заходом на полупроводящий экран на 20 мм и по изоляции на 10 мм. При намотке следует вытягивать ленту примерно на половину исходной ширины и обеспечивать минимальную толщину начала и окончания намотки.

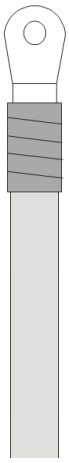


3.5. **Дополнительная подмотка наконечника**: используйте дополнительную подмотку красной герметизирующей лентой на трубчатой части наконечника для следующих классов напряжений и сечений:

12 кВ: 10 - 25 мм^2;

17.5 кВ: 10 - 25 мм^2;

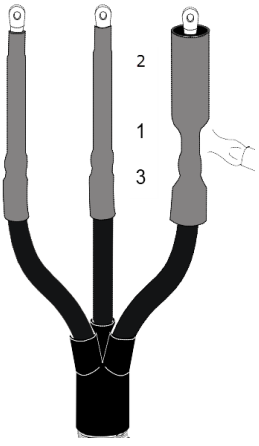
24 кВ: 10 - 25 мм^2.



3.6. Прогреть наконечники. Надвинуть на жилы трекингостойкие трубки красного цвета так, чтобы они перекрывали трубчатую часть наконечников.

Усадить трубки на жилы **желтым пламенем горелки** в соответствии с цифрами на рисунке.

Хорошо прогреть каждую зону, не допуская подгорания трубки.



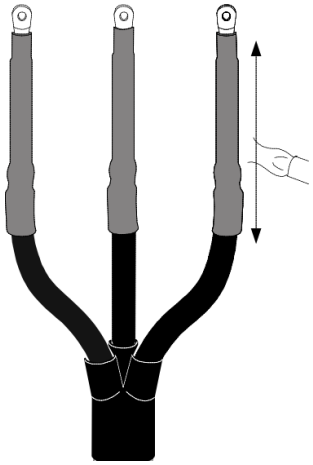
3.7. **Концевая муфта внутренней установки смонтирована.**

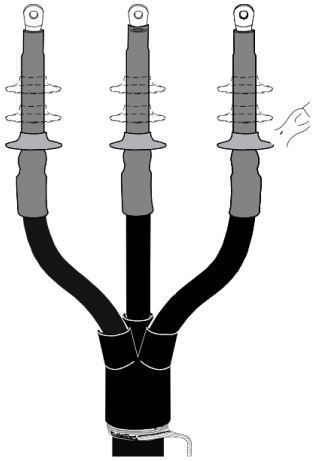
Внимание! По окончании монтажа дополнительно прогреть контактную часть наконечников и трубки на жилах так, чтобы по краям красных трубок на наконечниках был виден выступивший расплавленный клей (зеленого цвета).

Следует дать муфте остыть прежде,чем подвергать какому-либо механическому воздействию.

Проволоки экрана или заземляющие проводники закрепить проволочным бандажом ниже перчатки. Сплести проволоки экрана между собой в виде провода заземления.

3.8. **Для концевой муфты наружной установки:** установить на жилы термоусаживаемые юбки в соответствии с размерами и количеством, указанными на рис. 10.1. Устанавливать первой следует нижнюю юбку.





Установка и расположение юбок при направлении жил вверх и вниз показаны на рис. 10.1.

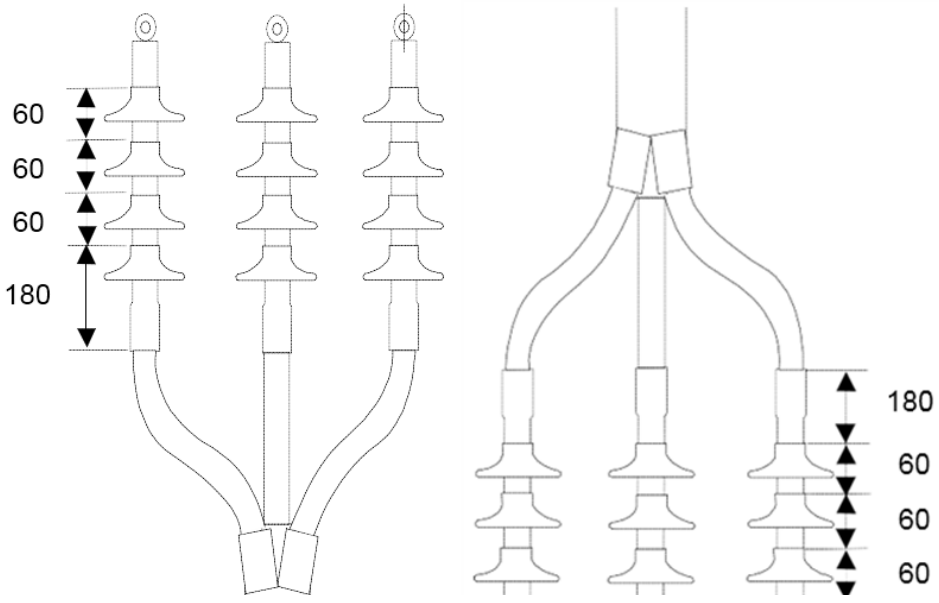


Рисунок 10.1 — Установка термоусаживаемых юбок

Количество юбок на жилу в зависимости от максимального напряжения показаны в таблице 10.4.

Таблица 10.4 — Количество юбок на жилу

Максимальное напряжение сети (кВ)	внутр.	наружн.
12	0	1
17.5 и 24	0	3

Минимальный радиус изгиба и зазор представлены на рис. 10.2 и в таблице 10.5.

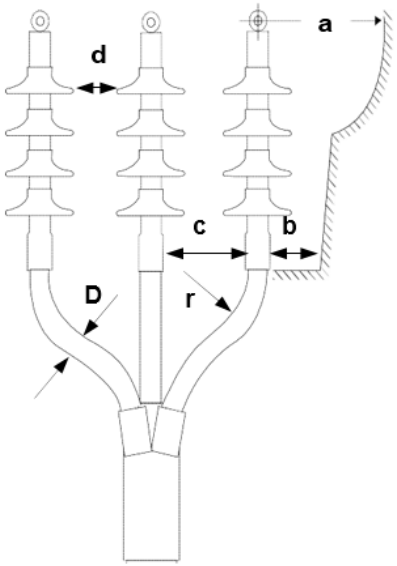


Рисунок 10.2 — Минимальный радиус изгиба и зазор

Таблица 10.5 — Минимальный радиус изгиба и зазор

Минимальный зазор	Макс. напряжение сети		
	12 кВ (мм)	17.5 и 24 кВ (мм)	24 кВ (мм)
a воздушный зазор	В соответствии с местными требованиями		
b фаза/фаза и фаза/земля (мм)	15	20	25
d между юбками (мм)	10	15	20
r минимальный радиус изгиба = **15 x D**			

Просим Вас убрать мусор согласно правилам охраны окружающей среды.

10.2 Монтаж силовых цепей (10 кВ)

Силовые подключения 10 кВ производятся в отсеке силовой коммутации согласно рисунку 10.3.

Подключение двигателей производится также высоковольтным медным/алюминиевым кабелем. Сечение кабеля определяется по формуле (1):

$$S = I_n / 2{,}7 \quad (1)$$

где:

S – площадь сечения кабеля;

In – номинальный входной/выходной ток ПЧ;

2,7 – константа, плотность тока.

Подключение силовых кабелей к клеммам вывода в отсеке силовой коммутации ПЧ AT27 представлено на рисунке 10.3.

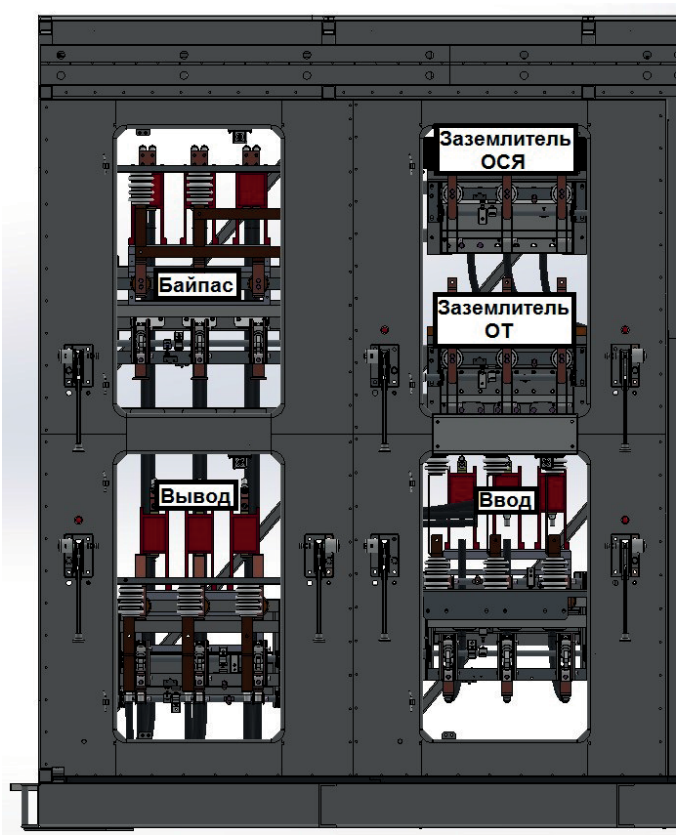


Рисунок 10.3 — Силовые подключения приводной части ПЧ AT27

ВНИМАНИЕ! Любые присоединительные работы и работы должны производиться с включенными заземлителями ОТ и ОСЯ для исключения поражения электрическим током.

Подключите кабель согласно рис. 10.4, руководствуясь разделом 10.1.1 настоящего Руководства. Надеть термоусадочную трубку на шину, как показано на рисунке. Заземлите экран кабеля.

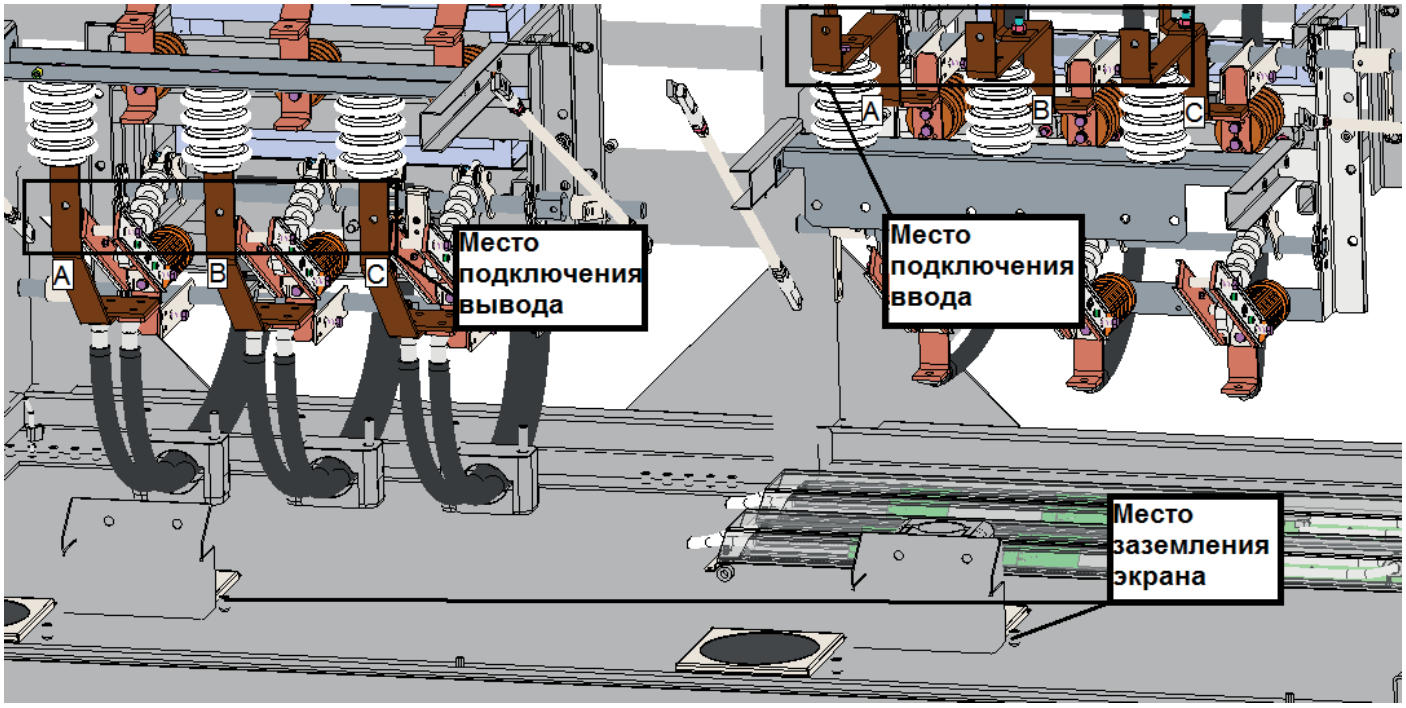


Рисунок 10.4 — Силовые подключения приводной части ПЧ АТ27

После монтажа силового кабеля входные отверстия задуть монтажной негорючей пеной.

Порядок оперирования приводом разъединителя (рис. 10.5)

1. Проконтролировать отсутствие напряжения на разъединителе/заземлителе.
2. Вставить ключ поз. 1 в замок поз. 5.
3. Вытянуть защелку поз. 6 и повернуть ушко поз. 7.
4. Потянуть за кольцо штока ключа поз. 2 до выхода фиксирующего элемента из корпуса.
5. Повернуть шток поз. 3 по часовой стрелке. Блокировка ЗБ-1 зафиксируется в разблокированном положении.
6. Перевести ПР в положение вкл./откл. при помощи рукоятки поз. 4.
7. Для приведения блокировки в исходное положение необходимо повернуть шток ключа поз. 3 до совпадения фиксирующего элемента с пазом корпуса.
8. Вынуть ключ поз 1 из разъема замка поз. 5. Под действием пружины шток займет первоначальное положение. Блок-замок находится в заблокированном состоянии.

В случае, если вытянуть шток замка не удалось, проверить отсутствие напряжения, так как сработала блокировка от защиты поражения электрическим током.

Для аварийного разблокирования замка необходимо ключ блокировки КЭЗ-1 установить на конусном выступе замка, и, нажав на шток ключа, подать его до соприкосновения со штоком замка и потянуть за кольцо. Для приведения блокировки в исходное положение необходимо с усилием снять ключ с замка. Под действием пружины шток замка займет первоначальное положение. Блок-замок находится в заблокированном состоянии.

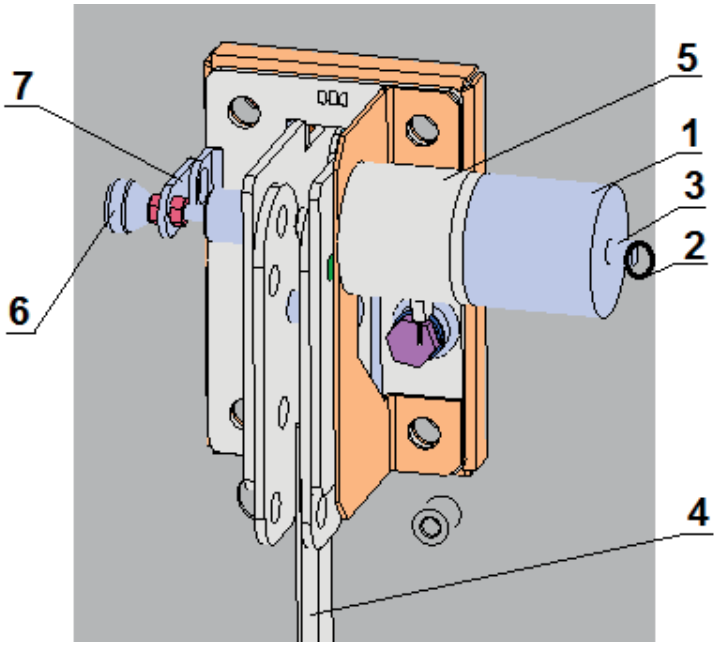


Рисунок 10.5 — Привод разъединителя с замком ЗБ-1

10.3 Монтаж цепей 0,4 кВ

Для обеспечения работоспособности приводной части АТ27 предусмотрен ввод сети 380 В, 50 Гц для питания собственных нужд.

Подключение вводных кабелей сети 380 В проводятся в шкафу управления, а также на панели СН. Для цепей 380 В следует использовать кабель с сечением не менее 25 мм^2. Для этих целей в шкафу управления предусмотрены клеммы XT5 (нейтраль N (PEN)), XT6 (фаза А), XT7 (фаза В), XT8 (фаза С) - Сеть 1, клеммы XT41 (нейтраль N (PEN)), XT42 (фаза А), XT43 (фаза В), XT44 (фаза С) - Сеть 2– рисунок 10.6.

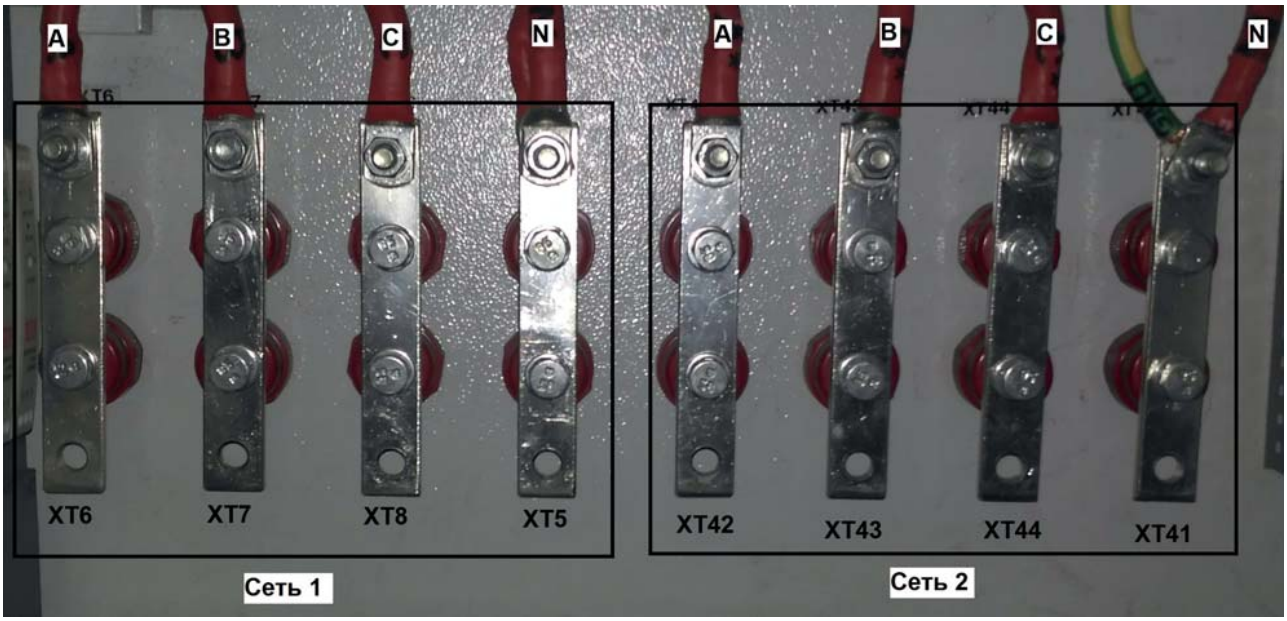


Рисунок 10.6 — Подключения цепей собственных нужд приводной части ПЧ АТ27

Суммарная потребляемая мощность цепей питания собственных нужд ПЧ АТ27 до 70 кВт, в продолжительном безаварийном режиме работы до 40 кВт.

После инсталляции кабелей сети собственных нужд 380 В необходимо установить источник бесперебойного питания в шкаф управления АТ27 (рисунок 10.7) и подключить вилки питания системы управления XP7, XP8 на выход ИБП.

Вход ИБП (вилка XP1) подключить к розетке XS32.

Внимание! Фазировка указана на ИБП и вилках питания системы управления.

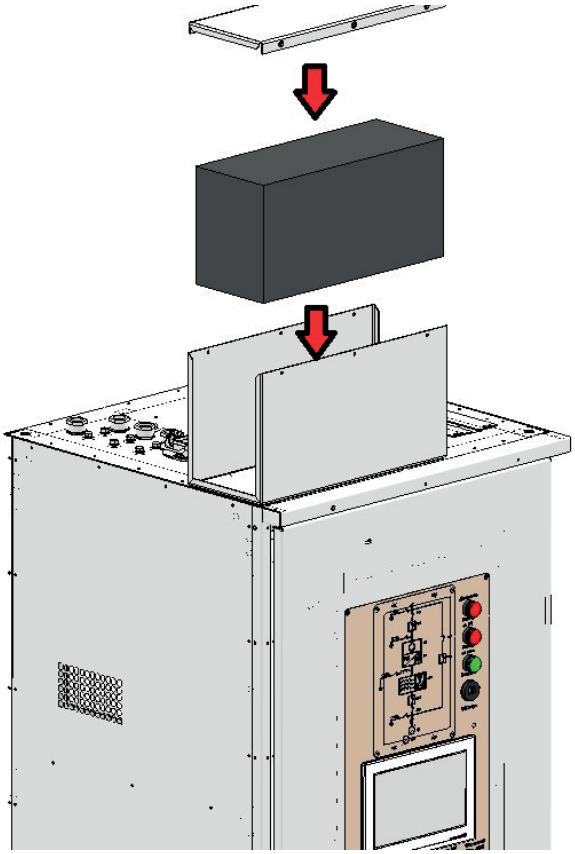


Рисунок 10.7 — Установка ИБП в ШУ АТ27

Установить на посадочные места аккумуляторную батарею (АКБ) в источник питания охранно-пожарной сигнализации РИП24 (рис 10.8).

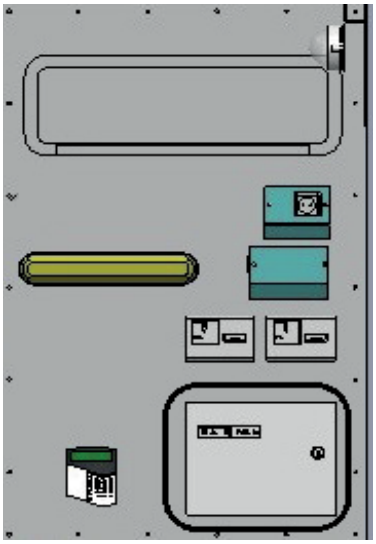


Рисунок 10.8 — Источник питания охранно-пожарной сигнализации РИП24

10.4 Монтаж цепей управления

Для подключения внешних сигналов управления ПЧ АТ27 в шкафу управления установлены клеммные колодки XT23, XT30. Назначение пользовательской колодки изделия Триол АТ27 приведено в таблице 10.4.

Таблица 10.4 — Назначение пользовательских колодок ПЧ

Описание	Колодка
Дискретные сигналы «Пуск системы» и «Стоп системы» для запуска и останова привода в режиме работы по технологическому алгоритму (например, «Каскад», подробнее о технологических алгоритмах и их настройке см. руководство по программированию)	XT23
Дискретный сигнал аварийного стопа (нормально замкнутый)	XT29
Дискретные выходы телемеханики типа «сухой контакт» — «готовность», «работа», «авария» (нормально разомкнутые), а также переход на сеть (только для приводов, поддерживающих функцию перевода двигателя на сеть)	XT23
Сигналы управления возбудителем: • работа в режиме частотного управления; • работа в режиме прямого пуска; • выход 4-20 мА задания возбуждения; • вход аварии возбудителя.	XT23
Сигналы управления и контроля ячейкой двигателя: • включение; • отключение; • контроль состояния (НР+НЗ); • контроль готовности (НО).	XT33
Сигналы управления и контроля вводной ячейкой преобразователя частоты: • включение; • отключение; • контроль состояния (НР+НЗ); • контроль готовности (НО).	XT23, XT30
Аналоговые входы для подключения технологических датчиков	XT23
Канал RS-485 для подключения АСУ верхнего уровня	XT24
Резервный канал RS-485/RS-232	XT29
Подключение измерительных трансформаторов напряжения	XT31
Резервные дискретные выходы (нормально разомкнутые и нормально замкнутые)	XT23
Резервная периферия ББ согласно проекту внедрения ЧРП	XT200

Количество пользовательских клеммников и их назначение зависят от конфигурирования в зависимости от потребностей заказчика.

Подключение сигнальных цепей рекомендуется выполнять гибкими экранированными кабелями с многожильными проводниками. Для подключения аналоговых сигналов следует использовать экранированный кабель типа «витая пара». Не рекомендуется использовать один общий провод для разных сигналов. Аналоговые и цифровые сигналы следует подключать отдельными экранированными кабелями.

Максимальное сечение соединительных проводов 1,5 мм^2 (AWG16), максимальный момент затяжки 0,4 Нм.

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

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Для снижения уровня помех сигнальные и силовые кабели должны укладывать раздельно!

Примеры правильного подключения периферии к ПЧ AT27 показаны на рис. 10.9... 10.14.

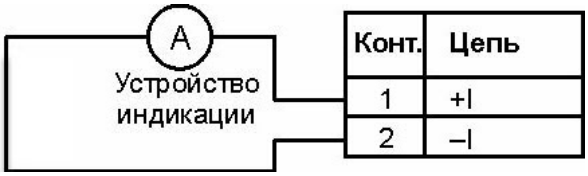


Рисунок 10.9 — Схема подключения выходов тока

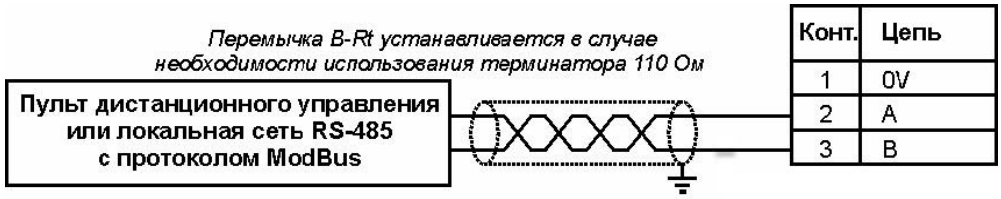


Рисунок 10.10 — Схема подключения интерфейса RS-485

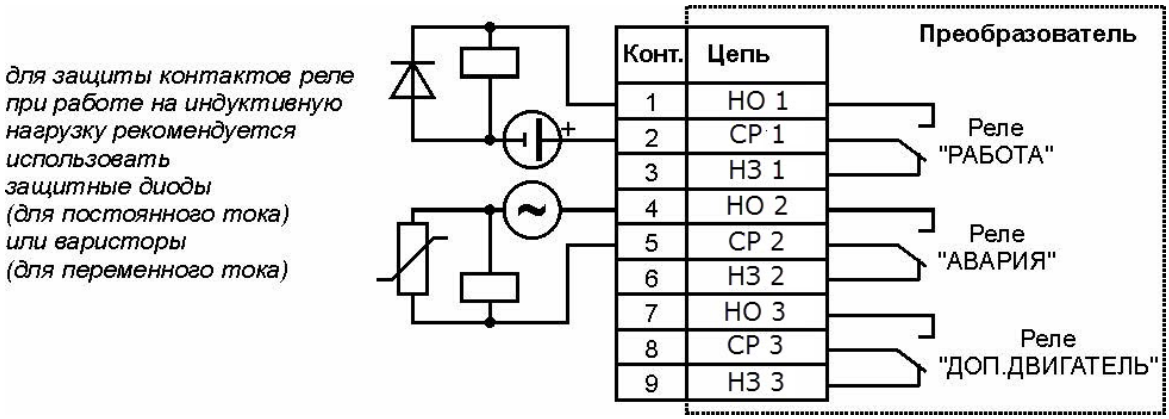


Рисунок 10.11 — Пример подключения релейных выходов

Рисунок 10.12 — Пример подключения входов типа «сухой контакт»

Рисунок 10.13 — Пример подключения задатчика

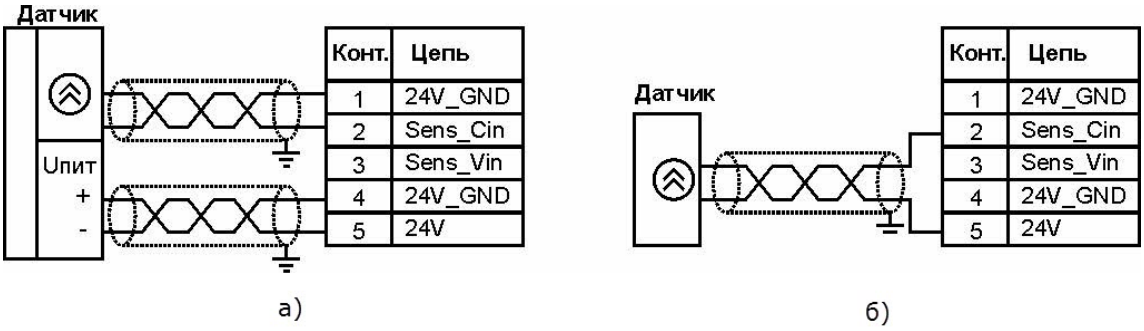


Рисунок 10.14 — Пример подключения датчиков обратной связи:
а) датчик с выходом тока и четырех-проводным подключением;
б) датчик с выходом тока и двухпроводным подключением

10.5 Проверка монтажа преобразователя Триол АТ27

Перед подачей напряжения и включением ПЧ необходимо выполнить следующие проверки:

- подтянуть все болтовые соединения силовых цепей 10 кВ, 0,4 кВ (шин, кабелей и т.д.) во всех отсеках и в ШУ;
- плотность закрытия дверей шкафов ПЧ;
- правильность подключения силовых кабелей напряжением 10 кВ и кабелей собственных нужд напряжением 380 В;
- правильность подключения СЯ к силовому трансформатору;

- правильность подключения цепей RS-485 АСУ верхнего уровня;
- отсутствие видимых механических повреждений в проводах и кабелях;
- отсутствие коротких замыканий между разрозненными проводниками и замыкания на землю;
- соответствие требованиям расстояния между токоведущими частями заземленными элементами конструкции.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Сопротивление изоляции главных цепей 10 кВ преобразователя должно быть не менее 300 МОм , в противном случае необходимо просушить отсеки системой климат-контроля ЧРП. Проверять прочность изоляции при низком сопротивлении категорически запрещается.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Все работы по испытаниям электрической прочности изоляции главных цепей 10 кВ приводной части ПЧ АТ27 должны производиться под надзором представителей корпорации Триол.

Испытательное напряжение цепей 10 кВ приводной части ПЧ состовляет 21 кВ, 50 Гц.

10.5.1 Проверка сопротивления изоляции главных цепей 10 кВ

После транспортировки и подключений провести проверку сопротивления изоляции главных цепей 10 кВ согласно алгоритму ниже.

1. Замкнуть все разъединители (QS1, QS4, QS5).
2. Закоротить все контакторы (KM1, KM2, KM3).
3. Поставить перемычки на входы и выходы силовых ячеек (СЯ).
4. Закоротить синусный фильтр (СФ).
5. Заземлить выход системы.
6. Подключить мегаомметр на вход системы. Измерить сопротивление вводных элементов (сопротивление должно составлять не менее 300 МОм, испытательное напряжение 2,5 кВ).
7. Отсоединить мегаомметр и заземление выхода системы.
8. Заземлить вход системы.
9. Подключить мегаомметр на выход системы. Измерить сопротивление выводных элементов (сопротивление должно составлять не менее 300 МОм, испытательное напряжение 2,5 кВ).

$T_{блок-бокса}$, °C	10	20	30	40	50	60	70
R, МОм	450	300	200	130	90	60	40

10. Отсоединить мегаомметр и заземление входа системы.
11. Заполнить протокол.

10.5.2 Проверка прочности изоляции главных цепей 10 кВ

После транспортировки и подключений провести проверку прочности изоляции главных цепей 10 кВ согласно алгоритму ниже:

1. Замкнуть все разъединители (QS1, QS4, QS5).
2. Закоротить все контакторы (KM1, KM2, KM3).
3. Поставить перемычки на входы и выходы силовых ячеек (СЯ).

4. Закоротить конденсаторы синусного фильтра (СФ).
5. Отключить ОПН от трансформатора ТРСД-4000.
6. Отключить разъемы ILME с крыши ШУ.
7. Отключить все цепи от датчиков тока LEM LTC-600.
8. Заземлить выход ПЧ.
9. Подключить аппарат высоковольтный АВ-50/70 на вход системы. Проверить прочность изоляции вводных элементов (испытательное напряжение не более 21 кВ, 50 Гц в течение 60 с).
   Примечание! Допускается испытание постоянным током 25кВ в режиме ХХ.
10. Отсоединить АВ-50/70 и заземление выхода системы.
11. Заземлить вход ПЧ.
12. Подключить аппарат высоковольтный АВ-50/70 на вход системы. Проверить прочность изоляции вводных элементов (испытательное напряжение не более 21 кВ, 50 Гц в течение 60 с).
13. Отсоединить АВ-50/70 и заземление входа системы.
14. Заполнить протокол.

11 Ввод в эксплуатацию

В данном разделе приведена инструкция по безопасному вводу в эксплуатацию преобразователя частоты.

До выполнения описанных ниже инструкций необходимо завершить все монтажные работы и соответствующие проверки такие, как проверка на электрическую прочность и измерение сопротивления изоляции силовых цепей! Перед вводом в эксплуатацию провести испытания ОПН.

ВНИМАНИЕ! Защита от замыкания на землю в приводной части ПЧ АТ27 настраивается согласно проекту внедрения СВ УЧР АТ27 (предварительная настройка произведена на заводе изготовителе).

11.1 Первое включение преобразователя частоты АТ27

Прежде чем подать питание на АТ27, необходимо установить все пожарно-дымовые оптико-электронные извещатели ИП 212-52 (в случае их отсутствия в отсеках), которые находятся в комплекте ЗИП, в ШУ перевести переключатели SA1 в положение «автомат». Подключите (соблюдая фазировку) источник бесперебойного питания, входящий в состав ШУ, и установите аккумуляторы в источник питания пожарной сигнализации, включите все автоматические выключатели (кроме вводного), расположенные внутри ШУ АТ27.

Для этого необходимо открыть дверь ШУ (для открытия замка используйте специальный ключ! Ключ входит в комплект поставки). После – необходимо закрыть дверь ШУ!

Подайте питание 380 В на вход ШУ «питание собственных нужд» и включите вводной автоматический выключатель, находящиеся в шкафу управления.

Если температура в приводной части ПЧ АТ27 выше 10 °С, то в течение одной минуты должны включиться блоки электроники ШУ. В случае если температура в блок-боксе ниже 10 °С, включится система обогрева ШУ.

После прогрева ШУ включить источник бесперебойного питания ШУ АТ27 (зажать в течение 3-х секунд кнопку «Вкл»).

Внимание! Дверь ШУ должна быть закрыта!

Внимание! Не включать вручную ИБП при отрицательных температурах!

В зависимости от температуры в блок-боксе обогрев ШУ может занять от получаса до 4-х часов.

После того, как включится контроллер УМКА-27 ПЧ АТ27, откройте параметр «Текущие аварии». В случае, если есть «текущие аварии», их необходимо устранить (см. пункт «Диагностика АТ27»).

11.2 Подготовка к пуску и пуск АТ27 в холостом режиме

Прежде чем произвести пуск преобразователя частоты АТ27, необходимо в отсеке высоковольтных коммутаций собрать силовую схему таким образом, чтобы был включен ввод и выключен соответствующий вывод.

Внимание! Заземлители по входу и выходу должны быть в состоянии «отключен»!

Настройте параметры ПЧ АТ27 с помощью УМКА-27 согласно таблице 11.1.

Таблица 11.1 — Перечень уставок АТ27

Группа	Наименование	Заводские значения	Размерность
09	Частота пуска	1,5	Гц
09	Время разгона	50	с
09	Время торможения	50	с
09	Тип торможения	Частотный	–
09	Время выбега	50	с
09	Fминим	16	Гц
09	Fмаксим	52	Гц
11	U1 U/F	1250	В
11	U2 U/F	2250	В
11	U3 U/F	3750	В
11	U4 U/F	5000	В
11	U5 U/F	6250	В
11	U6 U/F	7500	В
11	U7 U/F	8750	В
11	U8 U/F	10000	В
11	F1 U/F	6.2	Гц
11	F2 U/F	12.5	Гц
11	F3 U/F	18.7	Гц
11	F4 U/F	25	Гц
11	F5 U/F	31.2	Гц
11	F6 U/F	37.5	Гц

Продолжение таблицы 11.1

Группа	Наименование	Заводские значения	Размерность
11	F7 U/F	43,7	Гц
11	F8 U/F	50	Гц
12	F запрет вкл	Откл	–
15	Миним напряж ВВ	5000	В
15	Максим напряж ВВ	11000	В
15	ЗащМаксНапрU ВВ1	Вкл	–
15	ЗащМинсНапрU ВВ1	Вкл	–
15	ЗащДисбНапрU ВВ1	Вкл	–
15	ЗащМаксНапрU ВВ2	Вкл	–
15	ЗащМинсНапрU ВВ2	Вкл	–
15	ЗащДисбНапрU ВВ2	Вкл	–
16	Минимнапряж НВ	260	В
16	Максим напряж НВ	456	В
16	ЗащМаксНапрU	Вкл	–
16	ЗащМинНапрU НВ	Вкл	–
16	ЗащДисб U НВ	Вкл	–
16	ЗащdIзарUd	Вкл	–
16	ЗащIмакс НВ	Вкл	–
18	ЗащДисбТокаВых	Откл	–
18	Уст dIвых	20	%
18	ДисбТокаВых	20	%
18	Время dIout	1	с
19	Уставка МТЗ	600	А
19	Макс время заряд	60	с

Продолжение таблицы 11.1

Группа	Наименование	Заводские значения	Размерность
19	Алгоритм пуска	Скаляр	–
19	Окончание заряда	По напряжению напряжению	–
19	Старт без GCC	Вкл	–
49	Канал управления	Местный пульт	–
51	Канал задания	Местный пульт	–
57	Писать журнал	Всегда	–
57	Период 1	5	с
57	Период 2	5	с
65	Вкл алг под опер	Вкл	–
65	Темп опер макс	20	°C
65	Темп опер мин	15	°C

Находясь в операторской (либо в отсеке управления блок-бокса), выберите запускаемый двигатель (Двигатель№1) и нажмите кнопку «ПУСК». По истечении одной минуты включатся соответствующий вводной и выходной контакторы, после чего преобразователь частоты через 50 с выйдет на частоту 50 Гц.

Внимание! В случае, если преобразователь частоты не запускается или остановился по какой-либо аварии, пожалуйста, сделайте выгрузку журнала на USB-накопитель и обратитесь в сервисный центр!

Внимание! При каждом регламентном/аварийном останове преобразователя частоты, в случае необходимости доступа к выводным цепям 10 кВ, необходимо включать заземлитель выхода ПЧ!

Порядок оперирования приводом разъединителя (рис. 11.1)

1. Проконтролировать отсутствие напряжения на разъединителе/заземлителе.
2. Вставить ключ поз. 1 в замок поз. 5.
3. Потянуть за кольцо штока ключа поз. 2 до выхода фиксирующего элемента из корпуса.
4. Повернуть шток поз. 3 по часовой стрелке. Блокировка ЗБ-1 зафиксируется в разблокированном положении.
5. Перевести ПР в положение вкл/откл при помощи рукоятки поз. 4.
6. Для приведения блокировки в исходное положение необходимо повернуть шток ключа поз. 3 до совпадения фиксирующего элемента с пазом корпуса.
7. Вынуть ключ поз 1 из разъема замка поз. 5. Под действием пружины шток займет первоначальное положение. Блок-замок находится в заблокированном состоянии.

В случае, если вытянуть шток замка не удалось, проверить отсутствие напряжения, так как сработала блокировка от защиты поражения электрическим током.

Для аварийного разблокирования замка необходимо ключ блокировки КЭЗ-1 установить на конусном выступе замка, и, нажав на шток ключа, подать его до соприкосновения со штоком замка и потянуть за кольцо. Для приведения блокировки в исходное положение необходимо с усилием снять ключ с замка. Под действием пружины шток замка займет первоначальное положение. Блок-замок находится в заблокированном состоянии.

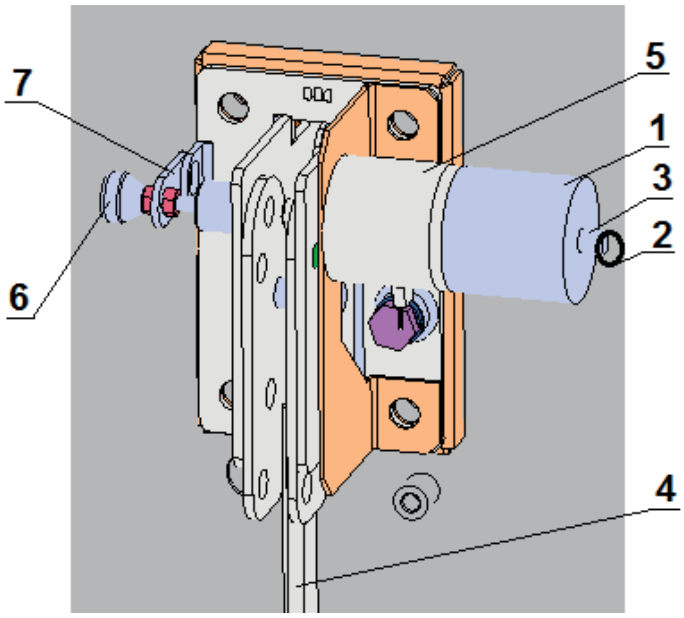


Рисунок 11.1 — Привод разъединителя с замком ЗБ-1

11.3 Подготовка и пуск АТ27 на двигатель без нагрузки на валу

Прежде чем произвести пуск преобразователя частоты АТ27, необходимо в отсеке высоковольтных коммутаций собрать силовую схему таким образом, чтобы был включен ввод и вывод.

Внимание! Заземлители по входу и выходу должны быть в состоянии «отключен»!

Настройте параметры УМКА-27 согласно таблице 11.2.

Таблица 11.2 — Перечень уставок АТ27

Группа	Наименование	Заводские значения	Размерность
09	Частота пуска	1,5	Гц
09	Время разгона	50	с
09	Время торможения	50	с
09	Тип торможения	Выбег	–
09	Время выбега	50	с
09	Fминим	16	Гц
09	Fмаксим	52	Гц

Продолжение таблицы 11.2

Группа	Наименование	Заводские значения	Размерность
11	U1 U/F	750	В
11	U2 U/F	1500	В
11	U3 U/F	2250	В
11	U4 U/F	5000	В
11	U5 U/F	6250	В
11	U6 U/F	4500	В
11	U7 U/F	5250	В
11	U8 U/F	6000	В
11	F1 U/F	6.2	Гц
11	F2 U/F	12.5	Гц
11	F3 U/F	18.7	Гц
11	F4 U/F	25	Гц
11	F5 U/F	31.2	Гц
11	F6 U/F	37.5	Гц
11	F7 U/F	43,7	Гц
11	F8 U/F	50	Гц
12	F запрет вкл	Откл	–
15	Миним напряж ВВ	5000	В
15	Максим напряж ВВ	11000	В
15	Уст dU ВВ	20	%
15	ЗащМаксНапрU ВВ1	Вкл	–
15	ЗащМинсНапрU ВВ1	Вкл	–
15	ЗащДисбНапрU ВВ1	Вкл	–
15	ЗащМаксНапрU ВВ2	Вкл	–
15	ЗащМинсНапрU ВВ2	Вкл	–
15	ЗащДисбНапрU ВВ2	Вкл	–
16	Минимнапряж НВ	260	В
16	Максим напряж НВ	456	В
16	ЗащМаксНапрU	Вкл	–
16	ЗащМинНапрU НВ	Вкл	–
16	ЗащДисб U НВ	Вкл	–

Продолжение таблицы 11.2

Группа	Наименование	Заводские значения	Размерность
16	ЗащdIзарUd	Вкл	–
16	ЗащIмакс НВ	Вкл	–
18	ЗащДисбТокаВых	Вкл	–
18	Уст dIвых	20	%
18	ДисбТокаВых	20	%
18	Время dIout	1	с
19	Уставка МТЗ	Ir*1.2 двигателя	А
19	Макс время заряд	50	с
19	Алгоритм пуска	Скаляр	–
19	Окончание заряда	По напряжению	–
19	Старт без GCC	Вкл	–
49	Канал управления	Местный пульт	–
51	Канал задания	Местный пульт	–
57	Писать журнал	Всегда	–
57	Период 1	5	с
57	Период 2	5	с
65	Вкл алг под опер	Вкл	–
65	Темп опер макс	20	°C
65	Темп опер мин	15	°C

Находясь в операторской (либо в отсеке управления блок-бокса), выберите запускаемый двигатель (Двигатель№1) и нажмите кнопку «ПУСК». По истечении одной минуты включатся соответствующий вводной и выходной контакторы, после чего преобразователь частоты через 50 с выйдет на частоту 50 Гц.

Внимание! В случае, если преобразователь частоты не запускается или остановился по какой-либо аварии, пожалуйста, сделайте выгрузку журнала на USB-накопитель и обратитесь в сервисный центр!

Внимание! При каждом регламентном/аварийном останове преобразователя частоты необходимо включать заземлитель выхода ПЧ!

11.3.1 Пуск асинхронной машины

Выберите соответствующий двигатель для пуска (см. руководство по программированию) и нажмите кнопку «ПУСК». По истечении одной минуты включится вводной кон-

тактор, через секунду – выводной (или вводная ячейка и выводная ячейка соответственно, в зависимости от конфигурации ПЧ), преобразователь частоты через 25 с выйдет на частоту 50 Гц. Вал двигателя должен вращаться с номинальной скоростью.

Внимание! В случае, если преобразователь частоты не запускается или остановился по какой-либо аварии, пожалуйста, сделайте выгрузку журнала на USB-накопитель и обратитесь в сервисный центр!

11.4 Пуск двигателя с нагрузкой на валу

Подключите к двигателю нагрузку.

Прежде чем произвести пуск преобразователя частоты АТ27, необходимо в отсеке высоковольтных коммутаций собрать силовую схему таким образом, чтобы был включен ввод и вывод.

Настройте параметры УМКА-27 согласно таблице 11.3.

Таблица 11.3 — Перечень уставок АТ27

Группа	Наименование	Заводские значения	Размерность
09	Частота пуска	1,5	Гц
09	Время разгона	50	с
09	Время торможения	50	с
09	Тип торможения	Частотное	–
09	Время выбега	50	с
09	Fминим	16	Гц
09	Fмаксим	52	Гц
11	U1 U/F	1250	В
11	U2 U/F	2250	В
11	U3 U/F	3750	В
11	U4 U/F	5000	В
11	U5 U/F	6250	В
11	U6 U/F	7500	В
11	U7 U/F	8750	В
11	U8 U/F	10000	В
11	F1 U/F	6.2	Гц
11	F2 U/F	12.2	Гц
11	F3 U/F	18.7	Гц
11	F4 U/F	25	Гц
11	F5 U/F	31.2	Гц
11	F6 U/F	37.5	Гц
11	F7 U/F	43,7	Гц
11	F8 U/F	50	Гц

Продолжение таблицы 11.3

Группа	Наименование	Заводские значения	Размерность
12	Fзапретвкл	Откл	–
15	Минимнапряж ВВ	5000	В
15	Максим напряж ВВ	11000	В
15	Уст dU ВВ	20	%
15	ЗащМаксНапрU ВВ1	Вкл	–
15	ЗащМинсНапрU ВВ1	Вкл	–
15	ЗащДисбНапрU ВВ1	Вкл	–
15	ЗащМаксНапрU ВВ2	Вкл	–
15	ЗащМинсНапрU ВВ2	Вкл	–
15	ЗащДисбНапрU ВВ2	Вкл	–
16	Минимнапряж НВ	260	В
16	Максим напряж НВ	456	В
16	ЗащМаксНапрU	Вкл	–
16	ЗащМинНапрU НВ	Вкл	–
16	ЗащДисб U НВ	Вкл	–
16	ЗащdIзарUd	Вкл	–
16	ЗащIмакс НВ	Вкл	–
18	ЗащДисбТокаВых	Вкл.	–
18	Уст dIвых	20	%
18	ДисбТокаВых	20	%
18	Время dIout	1	с
19	Уставка МТЗ	In*2.2	А
19	Макс время заряд	50	с
19	Алгоритм пуска	Скаляр	–
19	Окончание заряда	По напряжению	–
55	Старт без GCC	Вкл	–
49	Канал управления	Местный пульт	–
51	Канал задания	Местный пульт	–
57	Писать журнал	Всегда	–

Продолжение таблицы 11.3

Группа	Наименование	Заводские значения	Размерность
57	Период 1	5	с
57	Период 2	5	с
65	Вклалг под опер	Вкл	–
65	Темп опер макс	20	°С
65	Темп опер мин	15	°С

11.4.1 Пуск асинхронной/синхронной машины

Выберите соответствующий двигатель для пуска (см. руководство по программированию) и нажмите кнопку «ПУСК». По истечении одной минуты включится вводной контактор, через секунду – выводной (или вводная ячейка и выводная ячейка соответственно, в зависимости от конфигурации ПЧ), преобразователь частоты через 50 с выйдет на частоту 50 Гц. Вал двигателя должен вращаться с номинальной скоростью.

Внимание! В случае, если преобразователь частоты не запускается или остановился по какой-либо аварии, пожалуйста, сделайте выгрузку журнала на USB-накопитель и обратитесь в сервисный центр!

11.5 Диагностика ПЧ

Диагностика состояния ПЧ АТ27 осуществляется с помощью контроллера УМКА-27 или сенсорной панели оператора СП310.

В случае отсутствия аварий в верхней строке в статусном меню контроллера УМКА-27/СП310 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 11.4. Перечень аварий может изменяться в зависимости от заказа. Номер аварии соответствует коду аварии, который контроллер УМКА-27 передает в АСУ.

Внимание! При срабатывании аварии либо аварийного перехода на прямой пуск работает светозвуковая сигнализация, квитирование происходит при помощи кнопки на сенсорной панели оператора.

Таблица 11.4 — 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
70	ЧерФаз сети 1 ВВ	Нарушение порядка чередования фаз вводной сети 10 кВ №1
71	ЧерФаз сети 2 ВВ	Нарушение порядка чередования фаз вводной сети 10 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 10 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 10 кВ

Продолжение таблицы 11.4

№	Наименование	Примечание
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 10 кВ №1
137	Авария ВЯ2	Авария вводной ячейки 10 кВ №2
138	Авария ВЯ3	Авария вводной ячейки 10 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 10 кВ №1
156	Готовность ВЯ2	Отсутствие готовности вводной ячейки 10 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
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

Продолжение таблицы 11.4

№	Наименование	Примечание
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 RS-485
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 ТР100	Авария датчика измерения температуры обмоток трансформатор №1
336	Авар дат2 ТР100	Авария датчика измерения температуры обмоток трансформатор №2
337	Авар дат3 ТР100	Авария датчика измерения температуры обмоток трансформатор №3

11.6 Перечень возможных неисправностей и методы их устранения

Все неисправности Триол АТ27 можно разделить на:

- неисправности, не требующие мгновенного останова ПЧ, позволяют запускать преобразователь частоты (если тот находится в режиме «Останов») с последующим выяснением и устранением неисправности (дефекта).
- неисправности, требующие мгновенного останова ПЧ, не позволяющие запускать преобразователь частоты до момента устранения неисправности (дефекта).

Таблица 11.5 — Перечень возможных неисправностей и способы их устранения

Характер отказа	Предполагаемые причины	Действия персонала
При включении ПЧ АТ27 не загорается экран контроллера УМКА-27	Отсутствует питание цепей управления (380 В)	Проверить подключение сети 380 В, подать питание 380 В.
	Отключен автомат QF1	Включить автомат QF1 и QF32.
	Не включается ИБП питания	Включить автоматический выключатель ИБП.
	Отказ ИБП	1. Сообщить в сервисный центр. 2. Открыть дверь шкафа управления. 3. Перевести переключатель в положение работа без ИБП. 4. Оформить акт ввода в работу без ИБП.
	Если температура окружающей среды ниже +1 °С, происходит прогрев ШУ. Время прогрева ШУ зависит от температуры окружающей среды и составляет от 20 мин (-1…0 °С) до 4 часов (-50 °С).	Ожидать окончание прогрева ШУ.
При нажатии «ПУСК» не происходит заряд ячеек	Отключен автомат заряда QF3	Проверить состояние автомата QF3, включить.
	Напряжение вводной сети 380 В вышло из диапазона ±15 %, либо присутствует дисбаланс напряжения по фазам	Проверить напряжение вводной сети.
	Нарушен порядок чередования фаз	Поменять местами любые 2-е фазы по входу питания ШУ 380 В.
	Отсутствие одной из фаз сети 380 В	Проверить наличие питания сети 380 В по трем фазам.

Продолжение таблицы 11.5

Характер отказа	Предполагаемые причины	Действия персонала
При завершении заряда не происходит включение привода	Срабатывает авария «Ошибка включения входного контактора»	Сообщить в сервисный центр.
	Срабатывает авария «Ошибка включения выходного контактора»	Сообщить в сервисный центр.
	Минимально допустимое напряжение вводной сети по высокой стороне №1	Проверить вводную сеть, добиться номинальных параметров сети.
	Максимально допустимое напряжение вводной сети по высокой стороне №1	
	Дисбаланс напряжения вводной сети по высокой стороне №1 (№2)	
	Нарушение порядка чередования фаз вводной сети по высокой стороне №1	Поменять местами любые две фазы по входу ПЧ, высокая сторона.
	Отсутствует вводная высоковольтная сеть	Проверить ячейки выключатели в ОВЯ, проверить состояние разъединителя QS1 и соотвествующих заземлителей ОВК.
	Срабатывает защита привода «Низкое напряжение звена постоянного тока при пуске»	1. Произвести заряд привода повторно. 2. Сообщить в сервисный центр.
При работе ПЧ АТ27 происходит его отключение	Срабатывает авария «Дисбаланс выходного тока»	1. Проверить подключение двигателя. 2. Проверить подключение в ОВК. 3. Сообщить в сервисный центр
	Срабатывает авария «Снижение нагрузки по току до минимально допустимого уровня»	Проверить технологический процесс.
	Срабатывает авария «Превышение максимально допустимой перегрузки по току»	
	Срабатывает авария «Превышение максимально допустимого значения напряжения звена постоянного тока»	1. Проверить напряжение входной сети — должно соответствовать номинальному напряжению привода. 2. Если авария произошла в момент частотного торможения, то необходимо увеличить уставку «время торможения».
	Срабатывают аварии «Превышение тока фазы U», «Превышение тока фазы V», «Превышение тока фазы W»	1. Проверить подключение двигателя, возможно, по выходу ПЧ короткое замыкание. 2. Увеличить уставку «время разгона». 3. Сообщить в сервисный центр.

Продолжение таблицы 11.5

Характер отказа	Предполагаемые причины	Действия персонала
При работе АТ27 происходит его отключение	Срабатывают аварии «Отказ ячейки в фазе U», «Отказ ячейки в фазе V», «Отказ ячейки в фазе W»	1. Заменить соответствующую ячейку. 2. Сообщить в сервисный центр.
	Срабатывает авария «Авария блока GSA»	1.Разрешить запуск привода без блока GSA (настраивается в меню УМКА-27. 2. Сообщить в сервисный центр.
	Срабатывает авария «Обрыв связи с МК-27»	Перезапустить шкаф управления (отключить автомат QF1, выключить источник бесперебойного питания, после произвести повторное включение).
	Срабатывает авария «Ошибка подключения контактора питания 380 В собственных нужд»	Сообщить в сервисный центр.
	Срабатывает авария «Ошибка подключения контактора питания 380 В от трансформатора»	
	Срабатывает авария «Авария возбудителя (по одной аварии на каждый возбудитель)»	1. Устранить аварию возбудителя. 2. Сообщить в сервисный центр.
	Срабатывает авария «Ошибка подключения байпасного контактора»	Сообщить в сервисный центр.
	Срабатывает авария «Минимально допустимое значение температуры блок-бокса»	
	Срабатывает авария «Авария обмена с термореле ОТ»	
	Срабатывает авария «Отсутствие связи с модулями расширения Din16Dout8, AOUT8, ADC8_2Mode»	
	Срабатывает авария «Превышение максимально допустимого значения температуры трансформатора»	1. В случае, если окружающая температура превышает допустимый уровень, снизить выходную мощность. 2. В случае, если температура окружающей среды не выше допустимой или показания завышены, сообщить в сервисный центр.
	Срабатывает авария «Открыта дверь шкафа управления»	Если дверь закрыта, сообщить в сервисный центр.
	Срабатывает авария «Открыта дверь в отсек ячеек»	Если дверь закрыта, сообщить в сервисный центр.
	Срабатывает авария «Снята панель в отсеке высоковольтной коммутации»	Если панель установлена, сообщить в сервисный центр.

Продолжение таблицы 11.5		
Характер отказа	**Предполагаемые причины**	**Действия персонала**
При работе ПЧ АТ27 происходит его отключение	Срабатывает авария «Пожар»	Если ложная авария, сообщить в сервисный центр
	Срабатывает авария «Отказ пожарной сигнализации»	Проверить состояние автомата QF22, должен быть включен.
	Срабатывает авария «Защита от замыкания на землю (ОЗЗ)»	Проверить сопротивление изоляции и электрическую прочность высоковольтного кабеля, подключаемого к ПЧ.

ВНИМАНИЕ! Измерение высокого напряжения ПЧ АТ27 зарезервировано. При выходе из строя блока измерения MEAS_HV в ОВК ПЧ произвести его деинсталляцию и выбрать в меню УМКА27/ настройки ПЧ / Тип измерителя – трансформаторы (при условии наличия резервного подключения).

11.7 Рекомендации по настройке ПИД-регулятора

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

$$F_{ВЫХ}(t) = K_{П} err(t) + \frac{1}{T_{ИНТ}} \int err(t)\,dt + T_{ДИФ} \frac{d\,err(t)}{dt}, \quad (2)$$

где:

• err(t) – величина рассогласования (разница между заданием и показанием датчика обратной связи), возникает при изменениях задания или нагрузки электропривода;

• $K_{П}$ – коэффициент передачи регулятора, устанавливает пропорциональную зависимость выходного сигнала регулятора от величины рассогласования;

Положительное значение $K_{П}$ используется в механизмах, где увеличение регулируемого технологического параметра происходит при увеличении частоты вращения двигателя (например, привода вентиляторов воздуходувок);

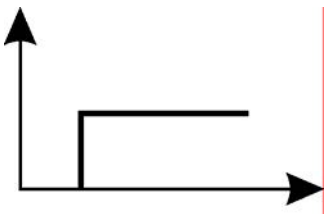
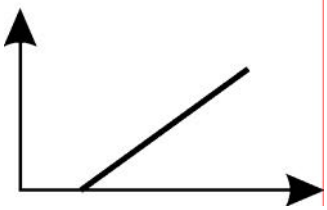
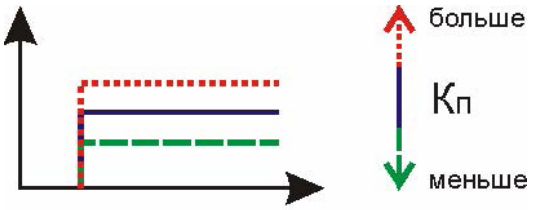
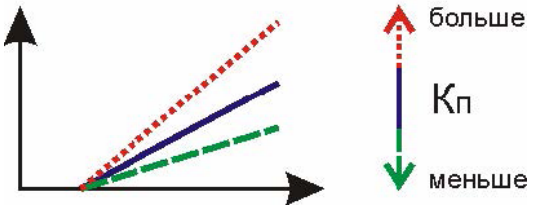
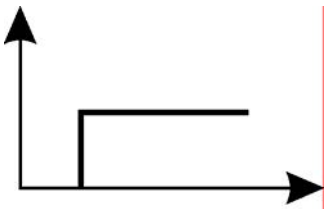
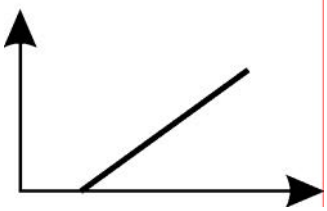
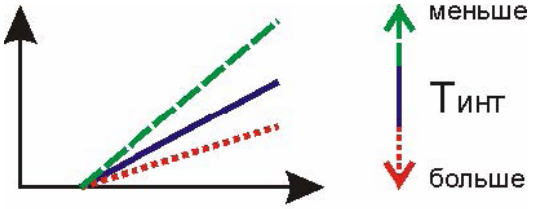
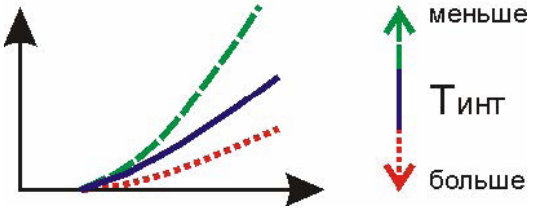
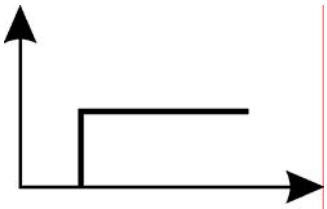
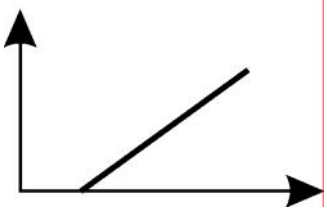
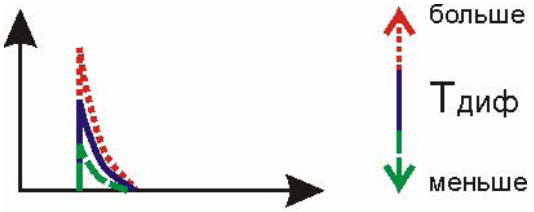
Отрицательное значение $K_{П}$ используется в механизмах, где при увеличении частоты вращения происходи снижение регулируемого параметра (например, привода вентиляторов дымососов);

• $T_{ИНТ}$ – постоянная времени интегрирования. Физически $T_{ИНТ}$ соответствует времени, в течение которого с момента поступления на вход регулятора постоянного сигнала сигнал на выходе регулятора достигнет значения, равного значению входного сигнала;

• $T_{ДИФ}$ – постоянная времени дифференцирования. Физически $T_{ДИФ}$ соответствует интервалу времени, на котором оценивается скорость изменения сигнала рассогласования.

Влияние пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих регулятора на выходной сигнал приведена в таблице 11.6.

Таблица 11.6 — Влияние пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих регулятора на выходной сигнал

Составляющая регулятора	Сигнал задания (или величина рассогласования)	Реакция регулятора
$K_п$ (пропорциональная)	 	 
$T_{инт}$ (интегральная)	 	 
$T_{диф}$ (дифференциальная)	 	

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

• Пропорциональный регулятор (П-регулятор)

$$K_{П} \neq 0;\ T_{ИНТ} = 0;\ T_{ДИФ} = 0 \quad (3)$$

обеспечивает высокую скорость реакции на изменение сигнала рассогласования. При малых значениях коэффициента передачи $K_{П}$ возможна большая ошибка регулирования; при больших значениях $K_{П}$ привод может стать неустойчивым.

• Интегральный регулятор (И-регулятор)

$$K_{П} = 0;\ T_{ИНТ} \neq 0;\ T_{ДИФ} = 0 \quad (4)$$

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

• Пропорционально-интегральный регулятор (ПИ-регулятор)

$$K_{П} \neq 0;\ T_{ИНТ} \neq 0;\ T_{ДИФ} = 0 \quad (5)$$

Широко применяемая структура регулятора. Пропорциональная составляющая обеспечивает высокую скорость реакции, а интегральная – отсутствие ошибки регулирования.

• Дифференциальный регулятор (Д-регулятор)

$$K_{П} = 0;\ T_{ИНТ} = 0;\ T_{ДИФ} \neq 0 \quad (6)$$

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

• Интегрально-дифференциальный регулятор (ИД-регулятор)

$$K_{П} = 0;\ T_{ИНТ} \neq 0;\ T_{ДИФ} \neq 0 \quad (7)$$

ИД-регулятор на практике не используется.

• Пропорционально-дифференциальный регулятор (ПД-регулятор)

$$K_{П} \neq 0;\ T_{ИНТ} = 0;\ T_{ДИФ} \neq 0 \quad (8)$$

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

• Пропорционально-дифференциально-интегральный регулятор (ПИД-регулятор)

$$K_п \neq 0;\ T_{инт} \neq 0;\ T_{диф} \neq 0 \quad (9)$$

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

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

Общие рекомендации по настройке регулятора на основании оценки поведения регулируемого параметра в различных условиях приведены в таблице 11.7. Также следует учитывать, что на работу регулятора оказывает влияние кривая разгона/торможения (скорость изменения сигнала задания частоты на выходе регулятора ограничивается в соответствии с характеристикой разгона/торможения для соответствующего диапазона). Также выходная частота, формируемая ПИД-регулятором, ограничена минимальной и максимальной частотой, задаваемой в меню преобразователя или на входах «сухой контакт». При ограничении выходной частоты возможно возникновение ситуации, когда ПИД-регулятору будет недостаточно заданного диапазона частот для поддержания заданного значения регулируемого параметра.

Таблица 11.7 — Общие рекомендации по настройке регулятора на основании оценки поведения регулируемого параметра в различных условиях

Характерные признаки	Рекомендации по настройке
Медленная реакция на изменение задания или фактического значения регулируемого параметра	Увеличить значение коэффициента передачи КП или увеличить темп разгона/торможения в соответствующем диапазоне частот
Дрейф регулируемого параметра около установившегося значения при медленных изменениях задания	Увеличить значение коэффициента передачи $K_п$
Быстрая реакция на изменение задания или фактического значения регулируемой переменной, но нестабильность регулируемого параметра	Уменьшить значение коэффициента передачи $K_п$
Долгое время выхода регулируемого параметра на установившееся значение	Уменьшить постоянную времени интегрирования $T_{инт}$ или увеличить темп разгона/торможения в соответствующем диапазоне частот
Нестабильность и колебания регулируемого параметра	Увеличить постоянную времени интегрирования $T_{инт}$
Медленная реакция на изменение регулируемого параметра независимо от увеличения коэффициента передачи $K_п$ или большое перерегулирование при изменении задания	Увеличить постоянную времени дифференцирования $T_{диф}$
Нестабильность и колебания регулируемого параметра независимо от уменьшения коэффициента передачи $K_п$	Уменьшить постоянную времени дифференцирования $T_{диф}$

12 Техническое обслуживание и ремонт

Изделие не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала в процессе эксплуатации.

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

ВНИМАНИЕ! В составе шкафа управления имеется переключатель, позволяющий вывести все защиты ЧРП (концевики, электромагнит блокировки дверей) для возможности тепловизионного контроля силовых соединений. Преобразователь АТ27 разработан с учетом всех требований нормативных документов по охране труда при работе и обслуживании. Поскольку АТ27 является средневольтным преобразователем, необходимо соблюдать требования раздела 8. «Указание мер 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 производится с целью защиты ПЧ и двигателя;
- нельзя подсоединять или размыкать датчики, кабели, оптоволоконные кабели, находящиеся под напряжением;
- перед проведением работ в отсеках необходимо выключить ПЧ;
- работы проводить с учетом требований раздела 8 «Указание мер безопасности».

Действия по техническому обслуживанию, диагностированию и ремонту преобразователя частоты средневольтного многоуровневого АТ27 выполняют специалисты Корпорации Триол или квалифицированный персонал, прошедший специальную подготовку на базе Корпорации Триол.

Техническую проверку и обслуживание ПЧ АТ27 необходимо проводить с периодичностью не менее 1 раза в год для обеспечения качественной работы, а также исключения возникновения неисправностей преобразователя частоты.

В ПЧ АТ27 присутствует система самодиагностики для определения аварий (неисправностей) преобразователя.

При возникновении некритической аварии (приводной) контроллер ПЧ оповещает о ее возникновении, при этом работа преобразователя частоты продолжается. Данные об аварии отображаются на экране контроллера УМКА-27/АСУ предприятия (если имеется).

В случае срабатывания защит или при возникновении критической аварии (критическая приводная или авария двигателя) происходит аварийный останов преобразователя частоты (двигателя) с оповещением о неисправности.

В течение 5 минут после остановки ПЧ АТ27 и отключения питания 10000 В конденсаторы силовых ячеек сохраняют заряд, опасный для жизни человека! Перед проведением работ внутри отсеков силовых ячеек и трансформатора необходимо убедиться в отсутствии напряжения на силовых ячейках , а также перевести вводные/выводные заземлители во включенное положение (допускается не включать заземлители отходящей линии к двигателю).

Силовые подключения 10 кВ производятся в отсеке силовой коммутации согласно рисунку 12.1.

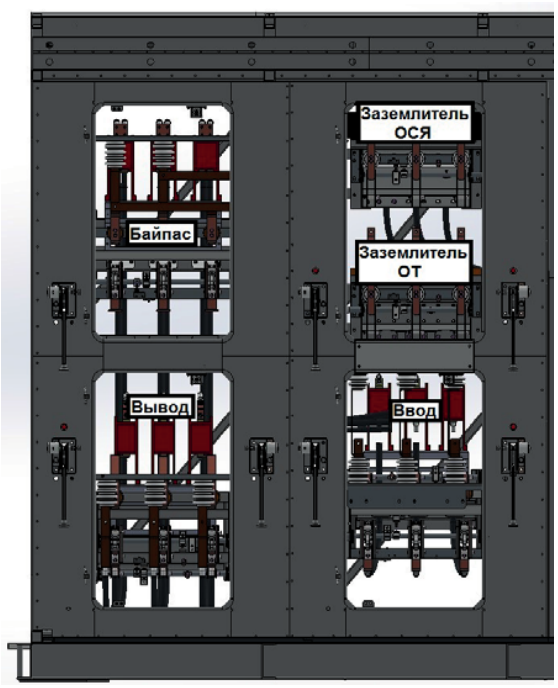


Рисунок 12.1 — Силовые подключения приводной части ПЧ АТ27

Порядок оперирования приводом разъединителя (рис. 12.2)

1. Проконтролировать отсутствие напряжения на разъединителе/заземлителе.
2. Вставить ключ поз. 1 в замок поз. 5.
3. Вытянуть защелку поз. 6 и повернуть ушко поз. 7.
4. Потянуть за кольцо штока ключа поз. 2 до выхода фиксирующего элемента из корпуса.
5. Повернуть шток поз. 3 по часовой стрелке. Блокировка ЗБ-1 зафиксируется в разблокированном положении.
6. Перевести ПР в положение вкл/откл при помощи рукоятки поз. 4.
7. Для приведения блокировки в исходное положение необходимо повернуть шток ключа поз. 3 до совпадения фиксирующего элемента с пазом корпуса.

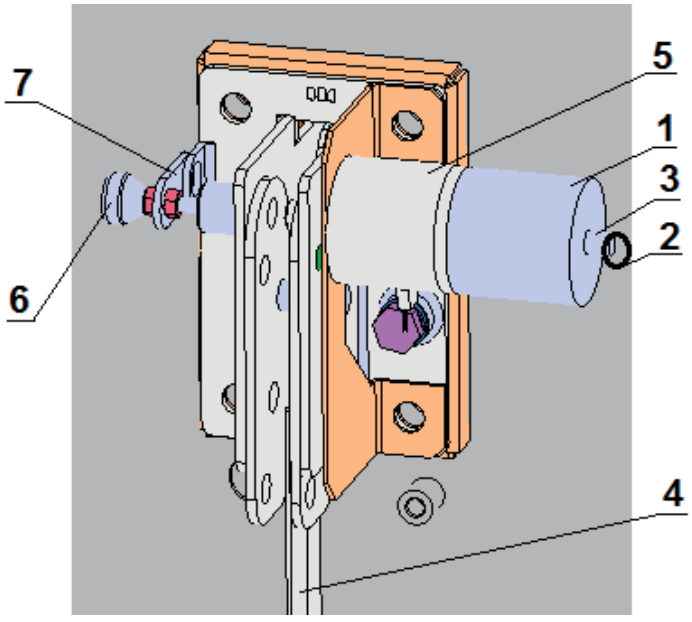


Рисунок 12.2 — Привод разъединителя с замком ЗБ-1

В случае, если вытянуть шток замка не удалось, проверить отсутствие напряжения, так как сработала блокировка от защиты поражения электрическим током.

Для аварийного разблокирования замка необходимо ключ блокировки КЭЗ-1 установить на конусном выступе замка, и, нажав на шток ключа, подать его до соприкосновения со штоком замка и потянуть за кольцо. Для приведения блокировки в исходное положение необходимо с усилием снять ключ с замка. Под действием пружины шток замка займет первоначальное положение. Блок-замок находится в заблокированном состоянии.

12.1 Периодическое обслуживание

Необходимо проводить периодическое обслуживание преобразователя частоты 1 раз в год. При работе ПЧ в условиях сильного запыления периодическое обслуживание рекомендуем производить 1 раз в полгода. Обслуживание датчиков пожарной дымовой сигнализации ИП212-52 проводить обязательно 1 раз в полгода, при простое АТ27 более месяца провести внеплановую чистку датчиков пожарной дымовой сигнализации ИП212-52. Чистку датчиков произвести методом продувки сухим сжатым воздухом давлением 2-3 бар.

При работе соблюдать требования по безопасности (смотри раздел 8 «Указание мер безопасности»). Перечень инструментов, необходимых для обслуживания ПЧ, приведен в таблице 12.1.

Таблица 12.1 — Инструменты для работ по обслуживанию ПЧ

Инструмент	Количество
Набор ключей (10,13,17,19)	1комплект
Набор отверток, шлиц/крест (в соответствии с используемым крепежом)	1комплект
Набор крепежей	1комплект
Динамометрический ключ	1шт.
Мультиметр (1000 В, 10 А)	1шт
Мегомметр (2500 В)	1шт
Клещи токоизмерительные (1000 А)	1шт
Обжимное оборудование для кабельных наконечников	1шт
Лестница	1шт
Пылесос или компрессор	1шт

Затяжку болтов контактных соединений необходимо производить динамометрическим ключом со следующим крутящим моментом:

Диаметр болта	M5	M6	M8	M10	M12	M16
Крутящий момент, Нм	7,5 ±1,0	10,5 ±1,0	22,0 ±1,5	30,0 ±1,5	40,0 ±2,0	60,0 ±2,0

12.2 Обслуживание ОВК

Очистку шкафа производить пылесосом. Затем продуть ОВК сухим сжатым воздухом под давлением 4...6 кг/см^2.

Обслуживание входного силового контактора, расположенного в ОВК, производить согласно документу «Контактор вакуумный типа КВТв. Техническое описание и инструкция по эксплуатации поставляются вместе с ПЧ АТ27».

Проверить затяжку всех болтовых и винтовых соединений ОВК, в случае необходимости — подтянуть.

Остальное оборудование и цепи обслуживать в соответствии с положениями о ТОиР и другими действующими нормативными документами.

12.3 Обслуживание шкафа управления ПЧ АТ27

Очистку шкафа производить пылесосом. Затем продуть сухим сжатым воздухом под давлением 4...6 кг/см^2. Отдельное внимание следует уделить охладителю (смотреть сзади шкафа).

Проверить затяжку всех доступных болтовых и винтовых соединений ШУ, в случае необходимости — подтянуть.

Проверить состояние и фиксацию штепсельных разъемных соединений блоков электроники.

Проверить состояние фильтров кондиционера и по необходимости очистить согласно инструкций и сопроводительной документации на изделие.

Проверить состояние предохранителей 220 В, закрепленных на DIN-рейке.

12.4 Испытания пожарной сигнализации

1. Внешний осмотр, проверка комплектности

1.1. Проверку внешнего вида, комплектности и маркировки производить визуально. При визуальном контроле внешнего вида и качества соединений составных частей аппаратов рекомендуется применять лупу с увеличением не менее х2. При внешнем осмотре обращать внимание на:

- укомплектованность пожарной сигнализации;
- правильность и качество сборки;
- качество контактных соединений;
- качество защитных покрытий, отсутствие загрязнений и посторонних элементов;
- целостность изоляции.

1.2. Проверка на соответствие схеме принципиальной электрической производится с помощью мультиметра в режиме звуковой прозвонки цепи. Проверить:

- целостность проводов;
- правильность их монтажа.

В случае выявления ошибок монтажа составить акт в соответствии с приказом по предприятию, устранить ошибки монтажа и продолжить проверку.

Проверка считается проведенной успешно, если монтаж пожарной сигнализации выполнен согласно проектной документации.

2. Проверка работоспособности охранно-пожарной сигнализации

После проведения внешнего осмотра пожарной сигнализации подать на нее питание, включив защитный автомат QF25 (в ШУ).

Мультиметром в режиме звуковой прозвонки цепи измерять состояния релейных выходов К1 и К2. В нормальном режиме работы они должны быть в замкнутом состоянии. Также в меню УМКА27 «Текущее состояние» проконтролировать отсутствие аварий «Отказ пож. сигн.» и «Пожар».

2.1. Проверка пожарной сигнализации на отказ

На приборе «С2000-4» отключить провод произвольно выбранного пожарного шлейфа (ШС1, ШС2, ШС3) от разъема. Этим действием инициировать аварию прибора пожарной сигнализации по обрыву связи с шлейфом.

Мультиметром в режиме звуковой прозвонки цепи измерять состояния релейного выхода К2. Контакт должен быть разомкнут (состояние аварии). Также необходимо проконтролировать появление аварии «Отказ пож. сигн.» в меню «Текущее состояние» УМКА27.

Поместить отключенный провод шлейфа пожарной сигнализации на его посадочное место. Авария «Отказ пож. сигн.» в меню УМКА27 должна исчезнуть. Релейный контакт К2 (на приборе «С2000-4») должен замкнуться.

Взять на охрану блок-бокс (приложив магнитную карту мастера к считывателю) и открыть входную дверь, после чего произойдет срабатывание сигнализации и будет слышен характерный звук от прибора «С2000-4».

Приложить магнитную карту мастера к считывателю и повторить проверку для пожарного выхода.

2.2. Проверка срабатывания пожара

2.2.1. Проверка ручного извещателя

Проверьте, что при отсутствии пожара релейный выход К1 («С2000-4») замкнут, в меню УМКА27 «Текущее состояние» отсутствует авария «Пожар».

Нажать ручной извещатель, чем спровоцировать срабатывание аварии «Пожар». При этом включится пожарная сирена и световой оповещатель «Выход» над дверью блок-бокса.

Мультиметром в режиме звуковой прозвонки цепи измерять состояния релейного выхода К1. Контакт должен быть разомкнут (состояние аварии «Пожар»). Также необходимо проконтролировать появление аварии «Пожар» в меню «Текущее состояние» УМКА27.

Вернуть ручной извещатель в исходное положение. Через некоторое время перестанет срабатывать пожарная сирена и световой оповещатель «Выход» над дверью блок-бокса. Релейный выход К1 («С2000-4») замкнется, в меню УМКА27 исчезнет авария «Пожар».

2.2.2. Проверка дымовых извещателей

Для имитации возникновения пожара замкнуть контакты срабатывания извещателя. Для этого в отверстие (в нижней части извещателя) просунуть металлический штырь (отвертку), что приведет к замыканию контактов и срабатыванию аварии «Пожар». Включится пожарная сирена и световой оповещатель «Выход» над дверью блок-бокса (как при включении ручного извещателя).

Проверить срабатывание аварии «Пожар» на приборе «С2000-4» и на экране контроллера УМКА27 аналогично с ручным извещателем. Перезагрузить питание прибора пожарной сигнализации для того, чтобы отменить аварию «Пожар». Проконтролировать, что

прибор «С2000-4» перешел в нормальный режим работы (авария «Пожар» отсутствует).

Проверить срабатывание аварии «Пожар» по всем дымовым извещателям блок-бокса.

Проверка считается проведенной успешно, если при ее выполнении аварии «Отказ пож. сигн.» и «Пожар» срабатывали согласно выполняемым действиям.

12.5 Порядок замены силовой ячейки ПЧ АТ27 при снятом напряжении 10 кВ

Силовые ячейки в отсеке силовых ячеек абсолютно идентичные и взаимозаменяемые. Если какая-нибудь силовая ячейка выйдет из строя, то ее можно заменить в следующем порядке:

1. Перевести двигатель на работу от сети (остановить двигатель, выключить ПЧ).
2. Отключать двигатель нет необходимости (при отключенном двигателе снять напряжение с ПЧ (и 10000 В, и 380 В).
3. Выкатывать вводную ячейку нет необходимости (выкатить в контрольное положение вводные выключатели ПЧ).
4. В ОВК приводной части ПЧ отключить вводной и выводной разъединители QS1 и QS4, проконтролировать видимый разрыв цепи и включить заземлитель входа ПЧ и выхода инвертора QS2(з) и QS3(з) (рис. 12.3).

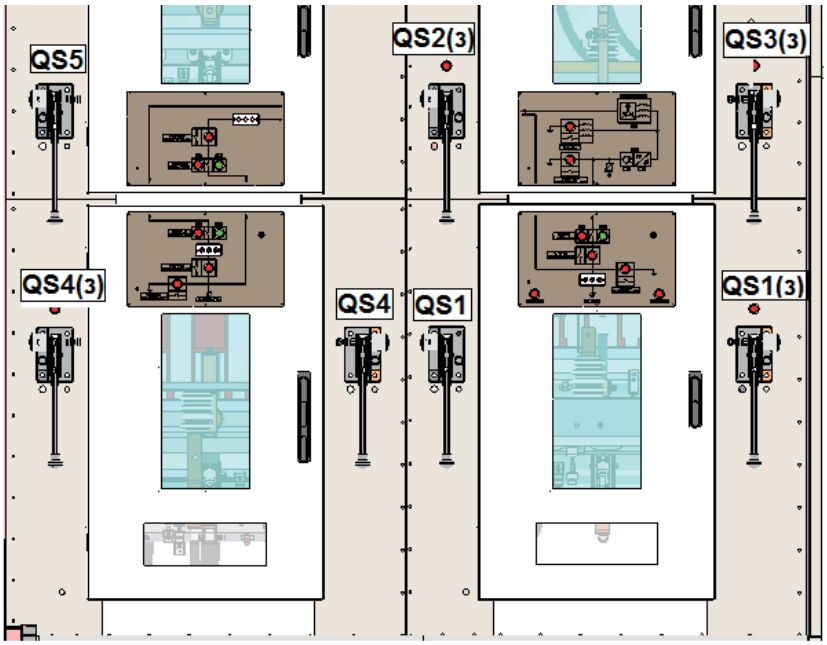


Рисунок 12.3 — Отсек ввода-вывода ПЧ АТ27

Порядок оперирования приводом разъединителя (рис. 12.4):

1. Проконтролировать отсутствие напряжения на разъединителе/заземлителе.
2. Вставить ключ поз. 1 в замок поз. 5.
3. Вытянуть защелку поз. 6 и повернуть ушко поз. 7.
4. Потянуть за кольцо штока ключа поз. 2 до выхода фиксирующего элемента из корпуса.
5. Повернуть шток поз. 3 по часовой стрелке. Блокировка ЗБ-1 зафиксируется в разблокированном положении.
6. Перевести ПР в положение вкл/откл при помощи рукоятки поз. 4.

7. Для приведения блокировки в исходное положение необходимо повернуть шток ключа поз. 3 до совпадения фиксирующего элемента с пазом корпуса.
8. Вынуть ключ поз 1 из разъема замка поз. 5. Под действием пружины шток займет первоначальное положение. Блок-замок находится в заблокированном состоянии.

В случае, если вытянуть шток замка не удалось, проверить отсутствие напряжения, так как сработала блокировка от защиты поражения электрическим током.

Для аварийного разблокирования замка необходимо ключ блокировки КЭЗ-1 установить на конусном выступе замка, и, нажав на шток ключа, подать его до соприкосновения со штоком замка и потянуть за кольцо. Для приведения блокировки в исходное положение необходимо с усилием снять ключ с замка. Под действием пружины шток замка займет первоначальное положение. Блок-замок находится в заблокированном состоянии.

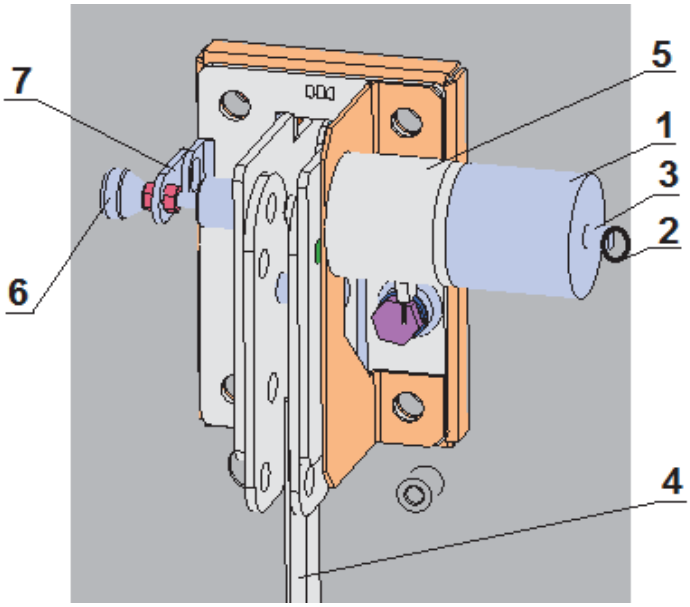


Рисунок 12.4 — Привод разъединителя с замком ЗБ-1

ВНИМАНИЕ! В случае заблокированной двери в силовые отсеки ОТ и ОЯ перевести переключатель снятия блокировок, находящийся внутри шкафа управления, в положение Включено. ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ СНИМАЕТ ВСЕ БЛОКИРОВКИ ДОСТУПА К ЦЕПЯМ 10 кВ НА ВРЕМЯ РЕМОНТА.

5. Открыть дверь отсека трансформатора и силовых ячеек. Убедиться при помощи указателя напряжения в отсутствии опасного напряжения. Убедиться в том, что силовые конденсаторы СЯ разряжены по индикаторам. Если индикаторы светятся — дождаться пока все индикаторы погаснут.

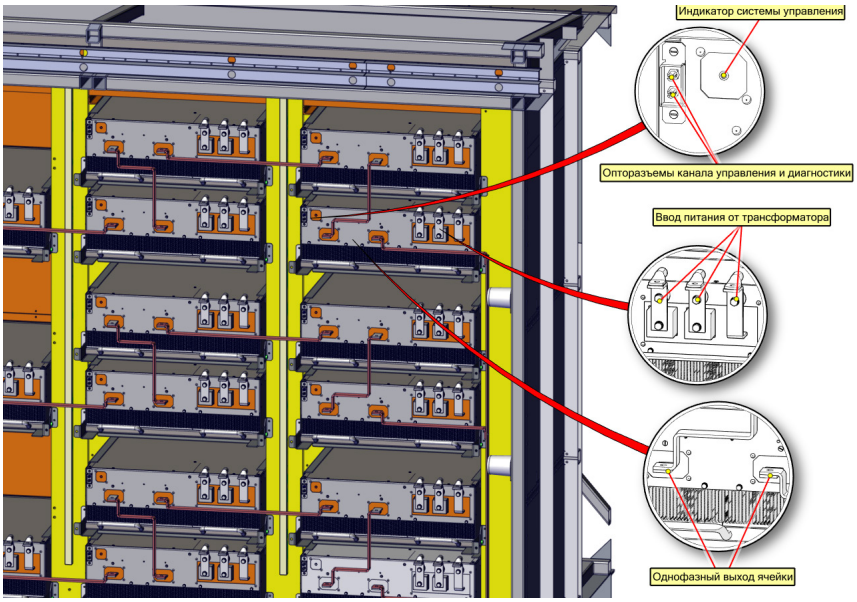


Рисунок 12.5 — Отсек силовых ячеек ПЧ AT27

6. Отключить от вышедшей из строя силовой ячейки оптоволоконные кабели, идущие от разъемов XV1 и XV2. Отсоединить входные и выходные кабели (шины) A(L1), B(L2), C(L3), AC1 и AC2.

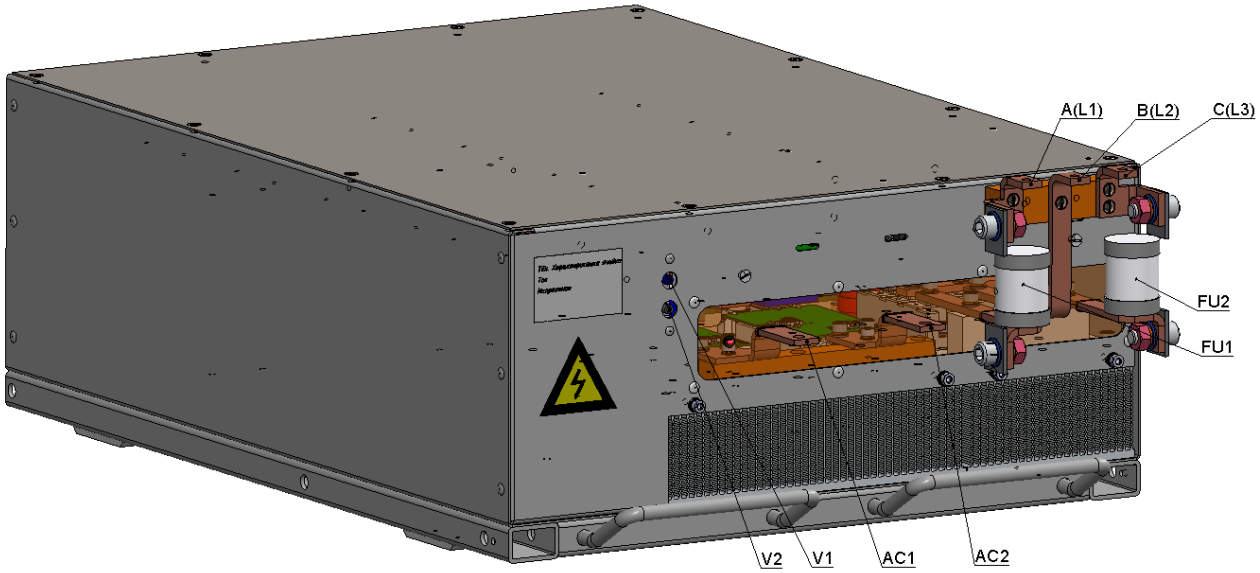


Рисунок 12.6 —Силовых ячейка ПЧ AT27

7. Выкрутить крепежные (стопорные) болты ячейки.

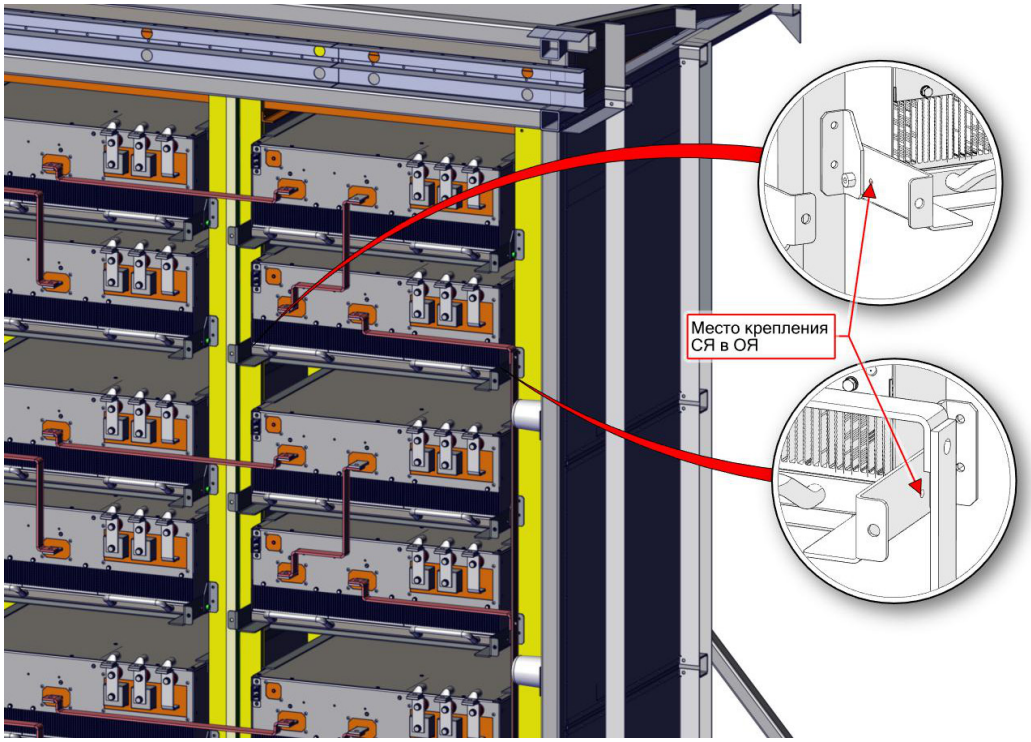


Рисунок 12.7 —Места фиксации силовой ячейки в направляющих отсека ячеек ПЧ АТ27

8. Плавно снять СЯ с направляющих с помощью подъемника или двух человек.
9. Установить запасную СЯ и выполнить вышеуказанные операции в обратном порядке.
10. В ОВК приводной части ПЧ отключть заземлители QS2(з), QS3(з). Включить вводной и выводной разъеденители ПЧ.
11. Вкатывать ячейку нет необходимости (Вкатить в рабочее положение вводной выключатель ПЧ).
12. Подготовить ПЧ к пуску и запустить алгоритм “Забор из сети”.
13. Составить акт с подробным описанием проявленной неисправности и сообщить сервисной службе производителя.

12.6 Порядок регенерации фильтров преобразователя частоты Триол АТ27

При индикации предупреждения срабатывания датчика перепада давления необходимо в кратчайшие сроки произвести регенерацию фильтров отсека вентиляции:

1. Перевести двигатель на работу от сети (остановить двигатель, выключить ПЧ).
2. Отключать двигатель нет необходимости (при отключенном двигателе снять напряжение с ПЧ (и 10000 В, и 380 В).
3. В ОВК приводной части ПЧ отключить вводной и выводной разъединители QS1 и QS4, проконтролировать видимый разрыв цепи и включить заземлитель входа ПЧ и выхода инвертора QS2(з) и QS3(з) (рис. 12.8).

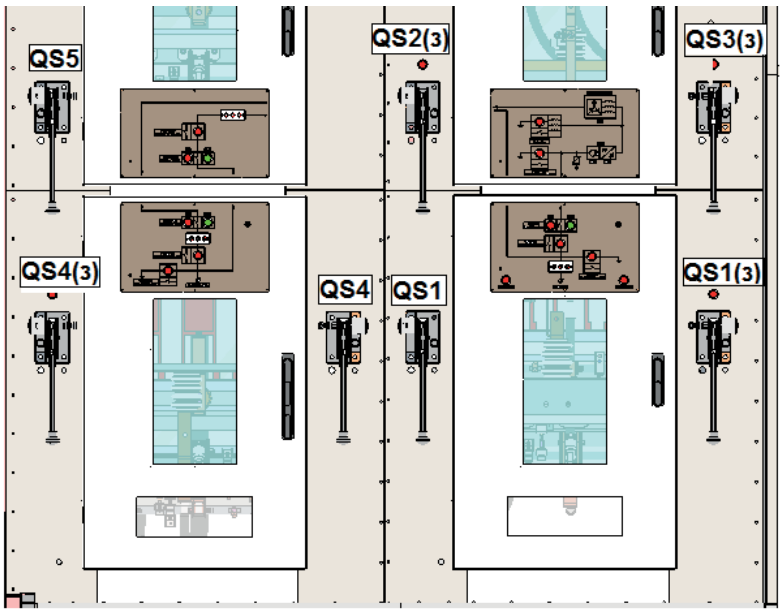


Рисунок 12.8 — Отсек ввода-вывода ПЧ АТ27

4. Открыть дверь отсека трансформатора и силовых ячеек. Убедиться при помощи указателя напряжения в отсутствии опасного напряжения. Убедиться в том, что силовые конденсаторы СЯ разряжены по индикаторам. Если индикаторы светятся, дождаться пока все индикаторы погаснут.

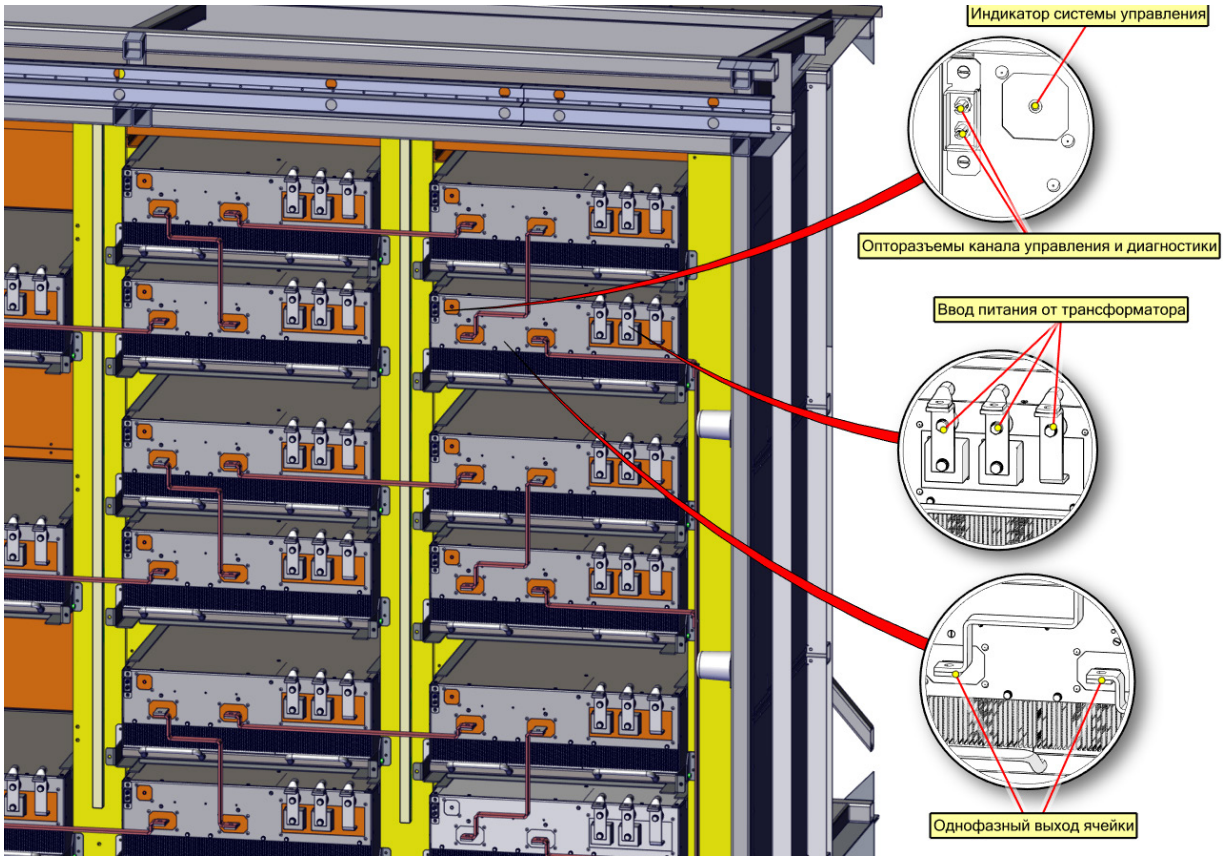


Рисунок 12.9 — Отсек силовых ячеек ПЧ АТ27

5. Снять фильтры очистки воздуха в отсеке вентиляции, выкрутив винты крепления.

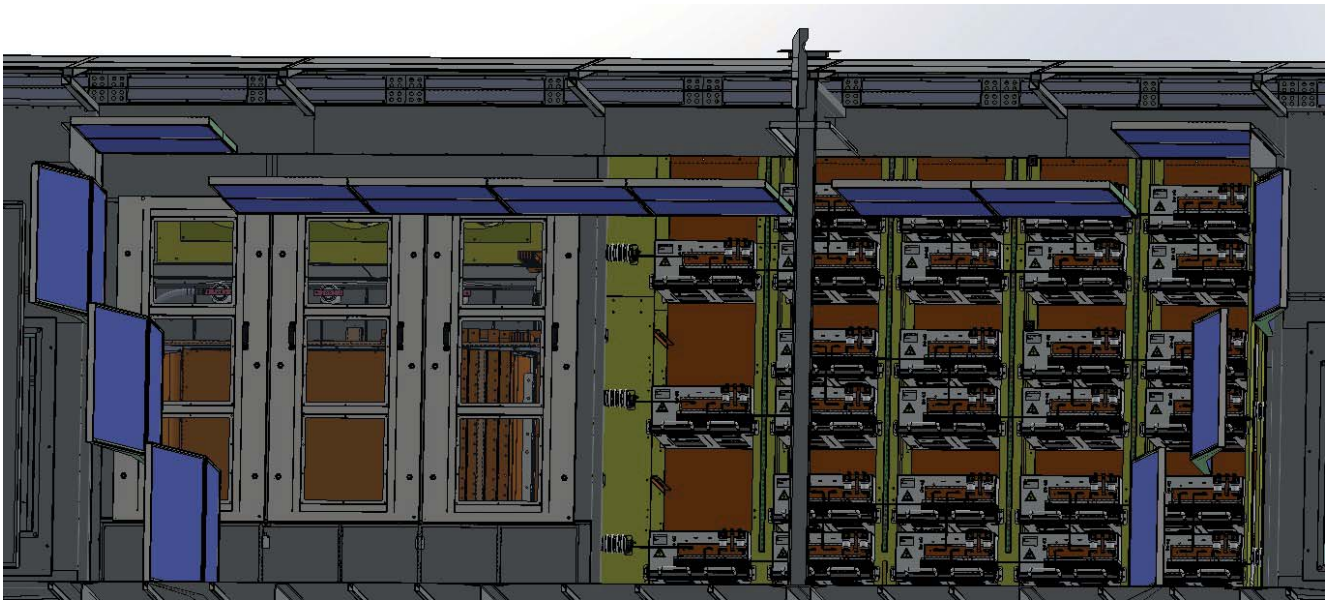


Рисунок 12.10 — Замена воздушных фильтров

6. Вынуть сетки из ячейки и отчистить их при помощи щетки от пыли.

7. Промыть сетки в ванне с горячим (60-70 °С) содовым раствором (одна часть каустической соды на десять частей воды по массе). При наличии горячего водоснабжения промывку в содовом растворе можно заменить промывкой горячей водой при помощи брандспойта.

8. После промывки в содовом растворе сетки следует немедленно промыть в ванне с чистой горячей водой (40-50 °С) в течение 1-2 мин. и дать стечь воде.

9. Корпус ячейки и крышку следует очистить от пыли и промыть в горячей воде.

10. После сборки ячейку фильтра на 1-2 мин. опустить в ванну с маслом. Расход масла на ячейку 250-300 г.

11. После извлечения из масляной ванны фильтр устанавливают в вертикальном положении на стеллаж, расположенный над ванной. Излишек масла стекает около суток, после чего ячейку можно установить в рамку для дальнейшей эксплуатации.

12. В ОВК приводной части ПЧ отключить вводной и выводной разъединители QS1 и QS4, проконтролировать видимый разрыв цепи и включить заземлитель входа ПЧ и выхода инвертора QS2(з) и QS3(з).

13. Установить очищенные фильтра в отсек вентиляции.

13 Общие действия при пожаре

В случае возникновения пожара на объекте действия всех работников должны быть направлены на немедленное сообщение о нем в пожарную охрану, обеспечение безопасности людей и их эвакуации, а также тушение возникшего пожара. Для оповещения людей о пожаре должны использоваться тревожные или звуковые сигналы.

1. Каждый работник, обнаруживший пожар, обязан:

   - немедленно сообщить об этом по телефону «01» в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию и должность) и дежурную пожарную бригаду;

   - сообщить руководителю (начальнику смены, генеральному директору, начальнику цеха и т.п.) или его заместителю о пожаре;

   - принять меры по снятию напряжения с объекта и организации эвакуации людей из блок-бокса дальнейшего тушения очага возгорания;

   - **для экстренного отключения преобразователя частоты АТ27 используйте дистанционную кнопку «АВАРИЙНЫЙ СТОП»;**

Аварийный стоп на шкафу управления обесточивает все провода напряжением 0,4 кВ, остается только аварийное освещение и питание системы управления.

Ни в коем случае не приступать к самостоятельному тушению возгорания и не заходить внутрь, пока объект находится под напряжением. После полного снятия напряжения необходимо подождать еще 5 минут, так как остается заряд в ячейках.

ПЧ АТ27 автоматически закрывает все заслонки и выключает вентиляцию, КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЗАХОДИТЬ в блок-бокс при поданном напряжении.

2. Старшее должностное лицо предприятия, прибывшее к месту пожара, обязано:

   - продублировать сообщение о возникновении пожара в пожарную охрану и дежурную бригаду, поставить в известность вышестоящее руководство;

   - раздать распоряжения по снятию напряжения с объекта и распоряжения по вызову пожарных подразделений, если это еще не сделано;

   - дать распоряжение в краткосрочном порядке приготовить для команд по тушению пожара диэлектрические перчатки и боты, защиту органов дыхания, а также углекислотные огнетушители.

Углекислотные огнетушители с содержанием паров воды в диоксиде углерода более 0,006 % масс. и с длиной струи ОТВ менее 3 м запрещается применять для тушения электрооборудования.

В составе ПЧ АТ27 есть 2 огнетушителя, они расположены рядом с входными дверями (см. Приложение Б).

- остановить работу транспортирующих устройств и агрегатов, выполнить другие мероприятия, способствующие предотвращению развития пожара и задымления помещений здания;

- направить работника для организации встречи подразделений пожарной охраны и оказать помощь в выборе кратчайшего пути для подъезда к очагу возгорания;

- удалить за пределы опасной зоны всех посетителей и работников, не участвующих в тушении пожара;

- сформировать команды по тушению пожара. Обеспечить соблюдение требований безопасности для этих команд, использовав вышеуказанные приспособления при непосредственном контакте с объектом пожаротушения;

- заземлители перевести во включенное положение, после чего можно приступить к тушению пожара;

- осуществить общее руководство по тушению пожара до прибытия пожарной охраны;

- если напряжение снять не удалось, не подходить к ПЧ менее, чем 10 м, до момента снятия напряжения 10 кВ;

Запрещается использовать углекислотные огнетушители внутри блок-бокса без защиты дыхательной системы.

ВНИМАНИЕ! Без средств защиты от едких дымов и газов вход в ПЧ АТ27 категорически запрещен!

- в случае угрозы жизни людей организовать их спасение.

По прибытии пожарного подразделения руководитель или его заместитель обязаны сообщить руководителю тушения пожара все необходимые сведения об очаге пожара; мерах, принятых по его ликвидации; о наличии в складских помещениях взрывопожароопасных материалов, баллонов с газом, а также о наличии в помещениях людей, занятых ликвидацией очагов горения и нуждающихся в помощи.

План эвакуации при пожаре представлен в Приложении Г.

14 Утилизация оборудования

ВНИМАНИЕ! Упаковка оборудования и само оборудование после списания должны утилизироваться как промышленные отходы, иначе возможны несчастные случаи или загрязнение окружающей среды.

При изготовлении упаковки для СВ УЧР Триол АТ27 используется минимум материалов, которые наносят вред окружающей среде; некоторые материалы могут быть переработаны и заново использованы.

Комплектующие высоковольтного ПЧ АТ27 (полипропиленовые конденсаторы, печатные платы, электронные компоненты и некоторые другие части ПЧ) должны быть утилизированы соответствующим образом, чтобы ни одна их часть не была опасна для окружающих. Способы утилизации должны быть согласованы с национальным законодательством и требованиями по защите окружающей среды.

15 Правила консервации

Раздел предназначен для организации хранения преобразователей частоты АТ27 блок боксового исполнения (далее АТ27) на базах, складах и площадках Заказчика. При несоблюдении требований данного руководства, а также инструкций заводов изготовителей блоков входящих в состав АТ27, ответственность за возможную порчу оборудования во время хранения, лежит на Заказчике.

ВНИМАНИЕ! При длительном простое без питания собственных нужд и хранении АТ27 на открытой площадке Заказчика при температуре окружающей среды -10...-60 градусов Цельсия необходимо выполнить следующие действия:

1. Извлечь источник бесперебойного питания (ИБП) вместе с дополнительными аккумуляторами (при наличии). Перед демонтажем ИБП отсоединить разъемы питания шкафа управления и ИБП соответственно (рис. 15.1).

2. Извлечь два аккумулятора АКБ 12В, входящие в комплект резервного источника питания «РИП-24» (Пожарная сигнализация ИБП). Место установки ИП РИП-24 в отсеке управления (далее ОУ) указано на рисунке 15.2.

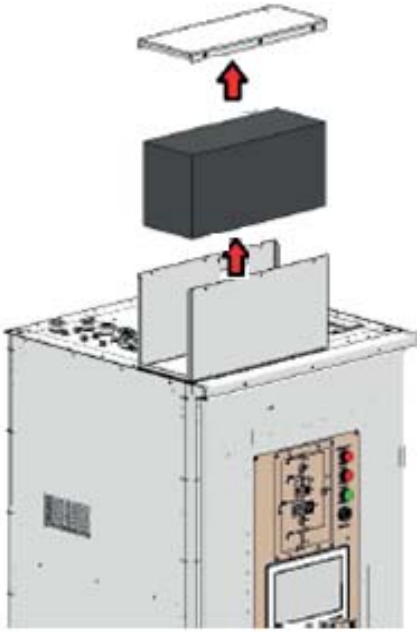


Рисунок 15.1 — Извлечение ИБП

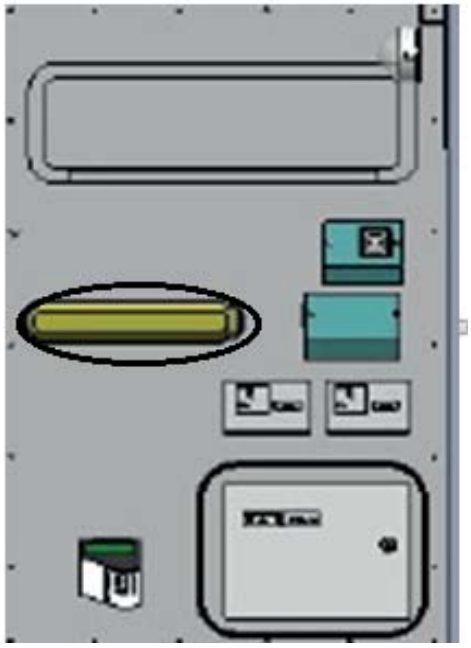


Рисунок 15.2 — Место расположения источника питания РИП24

3. Извлечь светильник аварийного освещения, находящийся над щитом пожарной сигнализации. Место установки светильника аварийного освещения в ОУ указано в приложении на рисунке 15.2.

4. Выкатить в контрольное положение питающие ячейки в распределительном устройстве, выделенные для АТ27, установить защитные заземления на ВВ линии, выделенной для АТ27.

5. Проконтролировать отключенное состояние всех коммутационных устройств отсека высоковольтной коммутации в отсеке оператора АТ27, при условии включенных разъединителей - отключить (рис. 15.3).

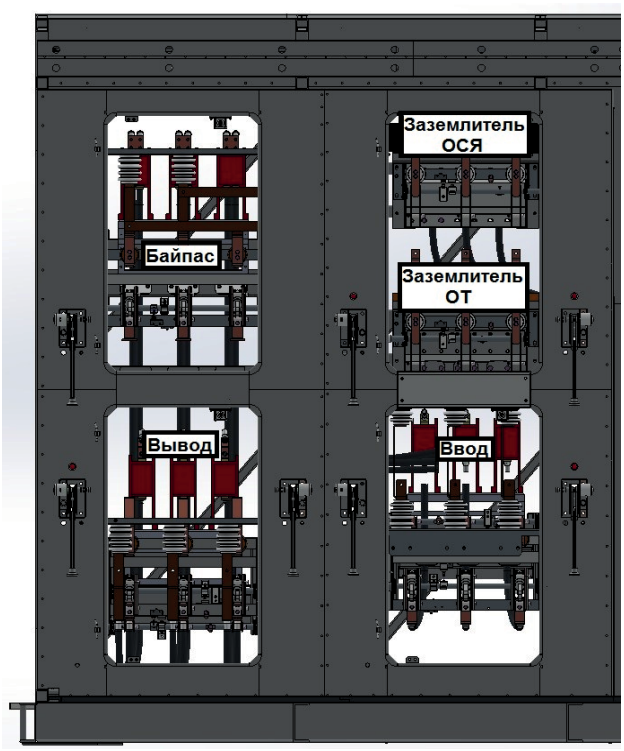


Рисунок 15.3 — Функциональное разделение отсеков ОВК

6. В ОВК отсека управления АТ27 включить заземлитель входа ПЧ и выхода инвертора QS2(з) и QS3(з), а также перевести во включенное положение заземлители приходящей линии QS1(з) и отходящей линии на двигатель QS4(з) (рис. 15.4).
7. Открыть дверь ШУ и отключить все автоматические выключатели, расположенные на левой стенке шкафа. Внешний вид шкафа управления АТ27 показан на рисунке 15.5.
8. Снять напряжение питания собственных нужд (0,4 кВ).
9. Закрыть все двери/съемные панели в отсеке управления и силовом отсеке АТ27 (рис. 15.6).
10. Закрыть все входные двери на ключ и опечатать блок-бокс (рис. 15.7).

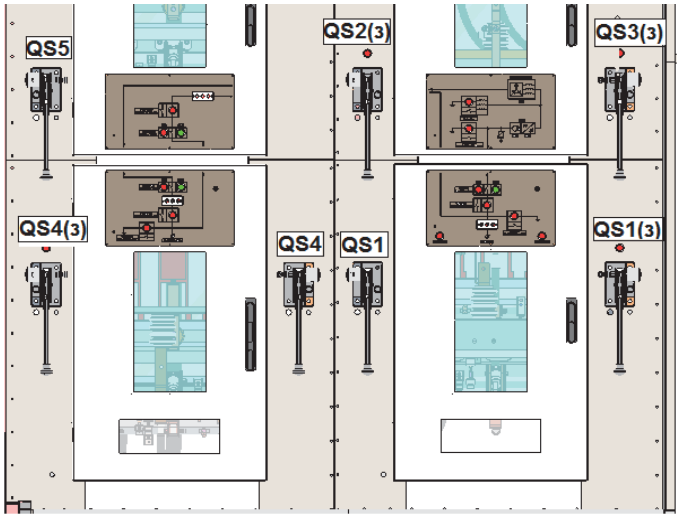
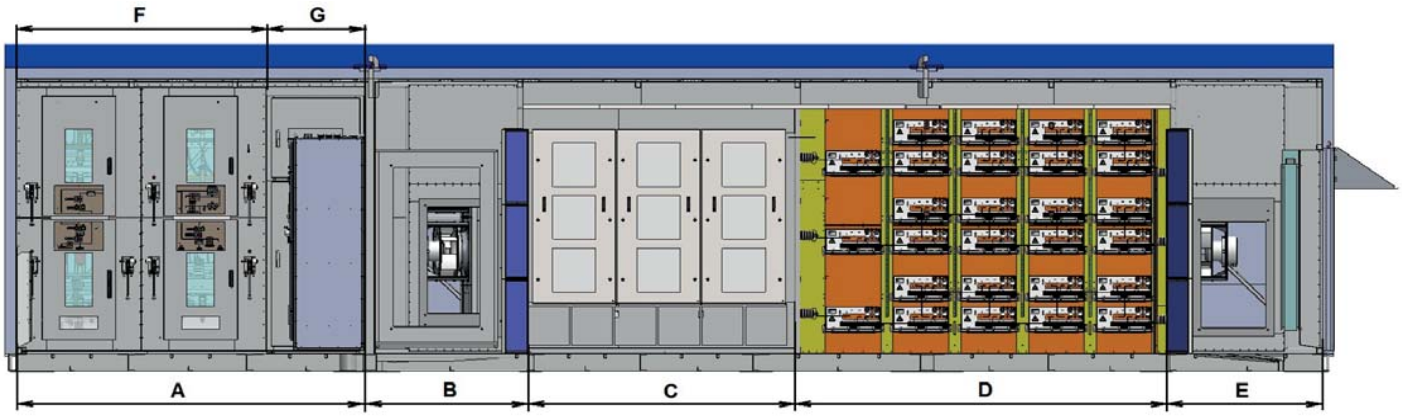


Рисунок 15.4 — Расположение приводов разъединителей/заземлителей ОВК АТ27

Рисунок 15.5 — Внешний вид Шкафа управления АТ27



A — отсек оператора (F — отсек высоковольтной коммутации;
G — шкаф управления с конденсаторами синусного фильтра);
B — отсеки вентиляции и влагоуловителя;
C — отсек трансформатора с синусным фильтром;
D — отсек силовых ячеек; E — отсеки вентиляции и влагоуловителя.

Рисунок 15.6 — Отсеки блок-бокса AT27

Рисунок 15.7 — Расположение входных дверей блок-бокса AT27

При расконсервации и вводе в эксплуатацию выполнить следующие действия:

1. Снять опечатывание блок-бокса AT27 (Рисунок 15.7).
2. Установить все ранее снятые блоки (ИБП, аккумуляторы для источника питания «РИП-24») и лампу аварийного освещения над пожарной сигнализацией в AT27 (Рисунок 15.2).
3. Проверить, выполнить подтяжку всех болтовых соединений главных высоковольтных (ВВ 10 кВ) цепей, а также цепей 0,4 кВ в шкафу управления. Согласно разделу 12 Техническое обслуживание.
4. Восстановить распределительное устройство (убрать заземление, вкатить ячейки в рабочее положение).
5. Выполнить проверку электрической прочности и электрического сопротивления изоляции для изделия AT27 и всех применяемых высоковольтных кабелей как внутри, так и подходящих к AT27. Описание проверки прочности и сопротивления изоляции указано в пункте 10.5.1, 10.5.2.
6. Подать напряжение собственных нужд и включить все автоматические выключатели в шкафу управления, после чего произойдет автоматический прогрев AT27.
7. После получения сообщения «ГОТОВ» на экране контроллера УМКА27/СП10, можно подавать напряжение 10 кВ на AT27 и включать его в постоянную работу, собрав соответствующую схему в ОВК.

16 Гарантии и сервис

Изготовитель гарантирует соответствие преобразователя 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 поставки.

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 изделия и фиксируется в паспорте на ПЧ Триол АТ27.

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

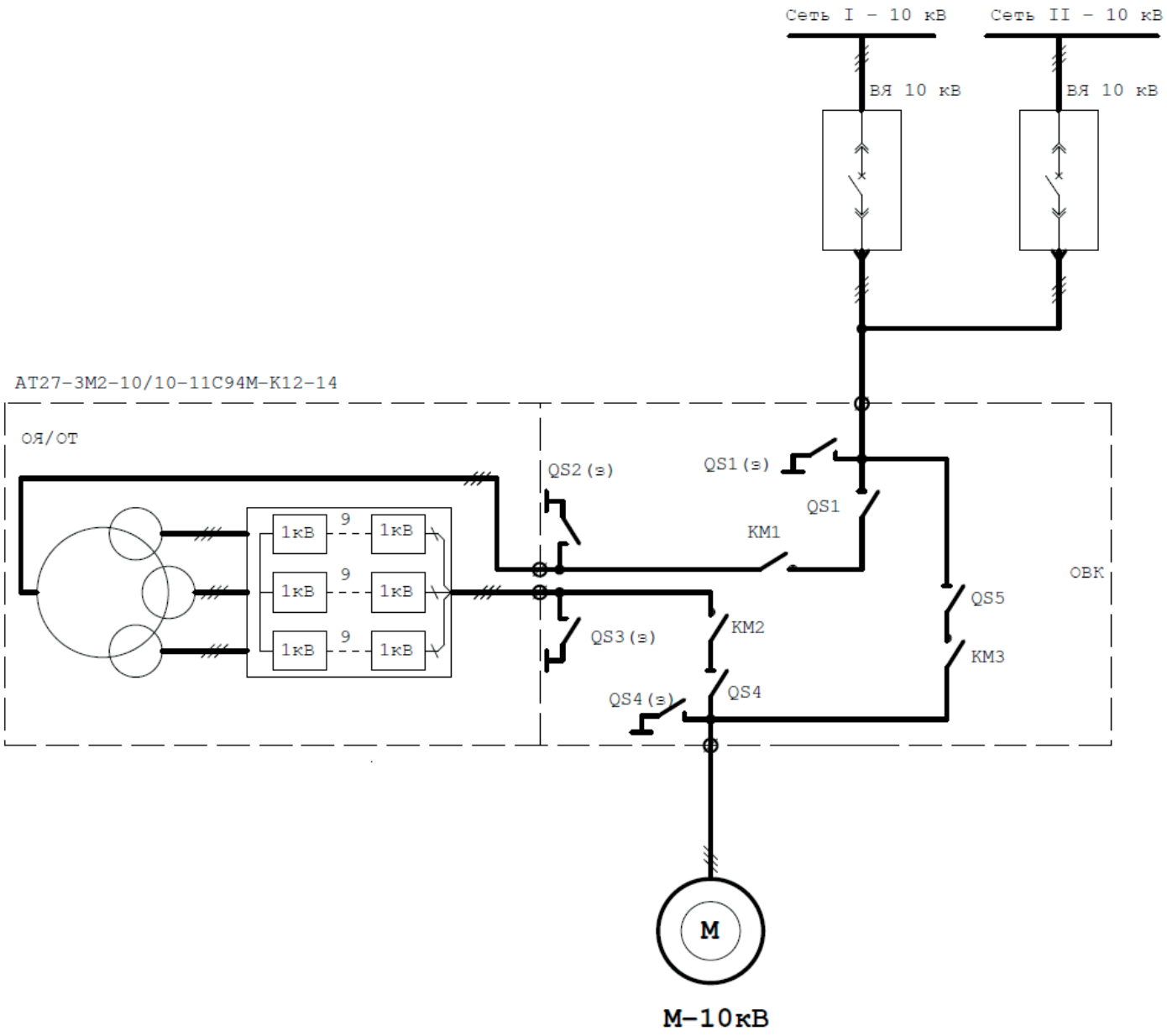
Корпорация Триол

ООО «Триол-Нефть»

ул. Гарибальди, дом 29, корп 4, г. Москва, 117418, Россия

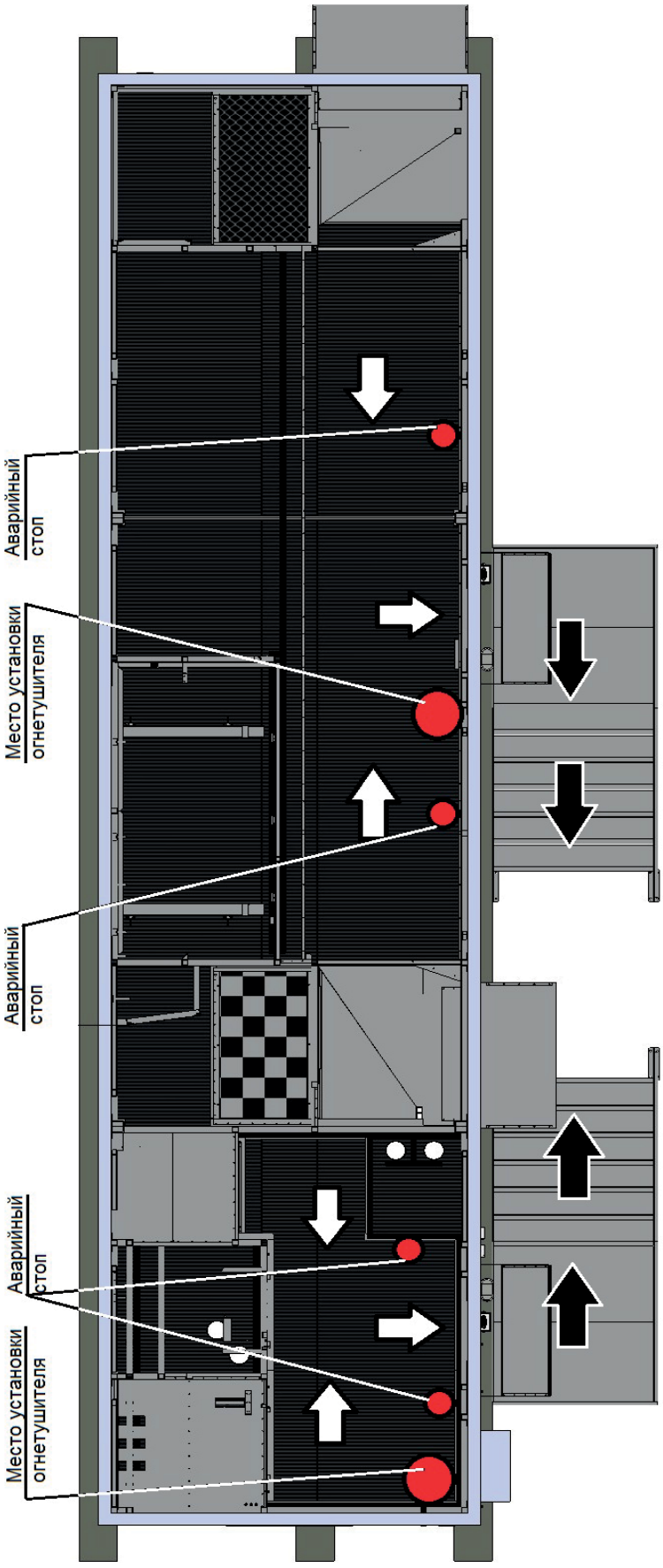
Т/ф.: +7 (495) 662-57-79

Приложение А
Однолинейная схема ПЧ



QS1(З) — вводной заземлитель;
QS1 — вводной разъединитель — сеть 10 кВ;
QS2(з) — заземлитель отсека трансформатора, ОТ — отсек трансформатора;
QS3(з) — заземлитель отсека ячеек, ОСЯ — отсек силовых ячеек, СФ — синусный;
QS4 — выводной разъединитель;
QS4(з) — выводной заземлитель;
QS5 — байпасный разъединитель;
KM1— вводной контактор;
KM2 — выводной контактор;
KM3 — байпасный контактор;
М — двигатель.

Приложение Б
План эвакуации при пожаре



Приложение В
Схема внешних подключений АТ27-3М2

Приложение Г
Габаритный чертеж AT27-3M2