



**TRIOL**  
преобразовываем мир

**КОМПЕНСАТОР НАПРЯЖЕНИЯ  
КН24-М63-380-3000**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
АТ.654226.994 РЭ**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1. Общая информация .....	5
1.1. Обозначения и предупреждения .....	5
1.2. Рекомендации по технике безопасности .....	5
2. Принцип действия компенсатора напряжения КН24 .....	7
3. Состав компенсатора напряжения КН24 .....	10
3.1. Шкаф управления .....	10
3.2. Описание пульта управления Triol P24E .....	11
3.3. Шкаф трансформатора .....	13
3.4. Шкаф ввода .....	15
3.5. Шкаф ячеек .....	16
3.6. Ячейка инвертора, активного выпрямителя .....	17
4. Транспортирование и хранение .....	18
4.1. Транспортирование компенсатора КН24 .....	18
5. Установка компенсатора напряжения КН24 .....	23
5.1. Проверка комплектности и внешний осмотр .....	23
5.2. Установка шкафов .....	23
6. Монтаж электрических соединений .....	27
6.1. Подключение шкафа управления .....	27
6.2. Подключение шкафа трансформатора .....	27
6.3. Подключение шкафа ввода .....	27
6.3. Подключение шкафа ячеек .....	30
7. Порядок пуска КН24 .....	31
8. Останов КН24 .....	32
9. Перевод КН24 на обходной байпас .....	32
10. Перевод КН24 из режима обходного байпаса в режим компенсации .....	32
11. Работа кнопки «аварийный стоп» .....	32
12. Действия персонала в случае возникновения нештатных ситуаций .....	33
13. Работа с пультами управления КН24 .....	34
14. Техническое обслуживание .....	37
15. Возможные аварии КН24 и методы их устранения .....	39
16. Утилизация .....	41
17. Гарантии и сервис .....	41
Приложение А .....	42
Приложение Б .....	43
Приложение В .....	44
Приложение Г .....	45

## УВАЖАЕМЫЕ ГОСПОДА!

Благодарим Вас за покупку оборудования, произведенного Корпорацией Триол. Мы уверены, что эксплуатация нашего оборудования принесет Вам положительные эмоции, значительную пользу и экономию средств. Устройство компенсатор напряжения КН24 (далее – КН24) является надежным выбором для повышения качества энергоснабжения ответственных потребителей электроэнергии.

Мы хотим напомнить, что приобретенный Вами компенсатор КН24 представляет собой сложный программно-аппаратный комплекс, неправильная и неграмотная эксплуатация которого может привести к выходу его из строя. Поэтому мы настоятельно рекомендуем Вам перед началом эксплуатации КН ознакомиться с настоящим Руководством по эксплуатации и обратить особое внимание на указанные примечания и предупреждения. Настоящее Руководство по эксплуатации включает в себя описание устройства и принципа действия компенсатора напряжения, а также определяет правила эксплуатации и технического обслуживания изделия. Технические данные и сведения о комплектации приобретенного Вами компенсатора напряжения отражены в Паспорте.

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

## ВВЕДЕНИЕ

Компенсатор напряжения серии КН24 (далее изделие, компенсатор напряжения, КН, КН24) – сложное электротехническое устройство, задачей которого является защита оборудования от превышения и просадок напряжения длительностью более 2 мс. Корпорация Триол при создании компенсатора напряжения КН24 руководствовалась идеей минимального технического обслуживания и вмешательства персонала в работу изделия при обеспечении технических характеристик и показателей надежности согласно паспорта на изделие.

Данное руководство предназначено для персонала, выполняющего монтаж, настройку, эксплуатацию, обслуживание, ремонт и утилизацию компенсатора напряжения КН24. Изучите 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.

В тексте документа приняты следующие сокращения и обозначения:

КН (КН24) – компенсатор напряжения КН24;

ЯИ – силовая ячейка инвертора;

ЯВ – силовая ячейка активного выпрямителя;

ТЯ – тиристорная ячейка;

ШЯ – шкаф ячеек;

ШВ – шкаф ввода;

ШТ – шкаф трансформатора;

ШУ – шкаф управления.

## 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

### 1.1. Обозначения и предупреждения

В данном руководстве используются два типа указаний, на которые следует обращать особое внимание при выполнении каких-либо работ с изделием. Предупреждения указывают на условия, которые могут привести к серьезным травмам или опасности для жизни и/или к повреждению оборудования, они также указывают, как избежать опасности. Примечания служат для привлечения особого внимания к определенным условиям или фактам или содержат дополнительную информацию по рассматриваемому вопросу. Предупреждения, в зависимости от их содержания, 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. Рекомендации по технике безопасности

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



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Компенсатор напряжения подключается к опасному для жизни напряжению и управляет механизмами, являющимися источниками опасности. К выполнению работ по электрическому монтажу и обслуживанию компенсатора напряжения Triol KN24 допускается ТОЛЬКО квалифицированный персонал с уровнем допуска по электробезопасности на ниже IV категории.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Необходимо обеспечить исключение вероятности доступа детей и посторонних лиц к изделию!



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



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Не допускайте эксплуатацию КН24 со снятыми или незакреплёнными 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 изделия. Для подключения проводников заземления изделие снабжено заземляющими болтами, обозначенными знаком «Заземление».



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** При нажатии кнопки “Аварийный стоп” на выходе изделия может сохраняться опасное для жизни и здоровья напряжение



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Компенсатор напряжения может использоваться только для указанных производителем целей. Недопустимые изменения и применение запасных частей и оснастки, не изготавливаемых или не рекомендуемых корпорацией Триол, могут стать причиной пожаров, поражений электрическим током или травм.



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

Прежде чем приступать к разгрузке и монтажу компенсатора напряжения КН24, внимательно ознакомьтесь с настоящими правилами безопасности и указаниями по разгрузке и монтажу. При погрузке/разгрузке изделия необходимо соблюдать требования межотраслевых правил по охране труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и размещении грузов. Все работы должны выполняться квалифицированным персоналом.

В настоящих правилах безопасности под квалифицированным персоналом понимаются лица, обладающие навыками монтажа, настройки, эксплуатации и технического обслуживания преобразователей частоты и имеющие соответствующую квалификацию для выполнения таких работ. При наладке и эксплуатации изделия запрещается каким либо образом отключать, заглушать или блокировать работу защит от поражения персонала электрическим током. Перед выполнением любых работ с компенсатором напряжения необходимо:

- снять питание с КН24;
- установить защиту от повторной подачи питания;
- убедиться в отсутствии напряжения на клеммах внешних подключений;
- произвести заземление токоведущих частей;
- оградить или закрыть оборудование, оставшееся под напряжением.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** После отключения питания КН24 на токоведущих частях могут сохраняться опасные для жизни напряжения. Для избегания поражения электрическим током необходимо начинать работы не ранее, чем через 15 минут после отключения питания КН24.

Перед выполнением наладочных работ на изделии убедитесь в работе блокировок и защит, установите ограждения и предупреждающие плакаты безопасности. При любых работах, связанных с монтажом и обслуживанием компенсатора напряжения, необходимо соблюдать Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001 (РД 153-34.0-03.150-00), Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, а также отраслевые правила по охране труда.

## Требования по работе с компонентами, чувствительными к статическим зарядам

В состав КН входят блоки и компоненты, восприимчивые к воздействию электростатических разрядов. Данные блоки размещены в шкафу управления, в отсеке электроники шкафа трансформатора, в силовых ячейках (находятся в шкафу ячеек), в шкафу ввода.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Работы по обслуживанию компенсатора напряжения, связанные с компонентами и блоками электроники, чувствительными к электростатическому разряду, должны выполняться только квалифицированным персоналом с применением средств антistатической защиты.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Несоблюдение правил работы с компонентами, чувствительными к электростатическим разрядам, может привести к выходу из строя КН24. Побочным эффектом работы компенсатора напряжения является создание вокруг него электромагнитных полей. Создаваемые компенсатором напряжения электромагнитные помехи могут влиять на работу электронных приборов вплоть до сбоев в их работе.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Лицам с кардиостимуляторами запрещено находиться в помещении с КН24 во время его работы.

## 2. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КОМПЕНСАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ КН24

### Общая информация

Компенсатор напряжения КН24 является программно-аппаратным комплексом, служащим для нейтрализации влияния просадок и скачков напряжения питающей сети длительностью более 2 мс на оборудование офиса, производственного участка, цеха, предприятия в целом.

Компенсатор напряжения представляет собой регулируемый вольтодобавочный трансформатор, вторичные обмотки которого включены в питающую сеть, а первичные обмотки подключены к источнику напряжения, который обеспечивает как повышение напряжения на выходе трансформатора, так и его понижение. Упрощенная структурная схема изделия приведена на рис. 1. Силовая часть КН расположена между разъединителями 3QS2 и 2QS1, они обеспечивают отключение КН24 для текущего обслуживания. Байпасирование трансформатора обеспечивается включением байпасного выключателя 2QF1 и тиристорных ключей ТК1.

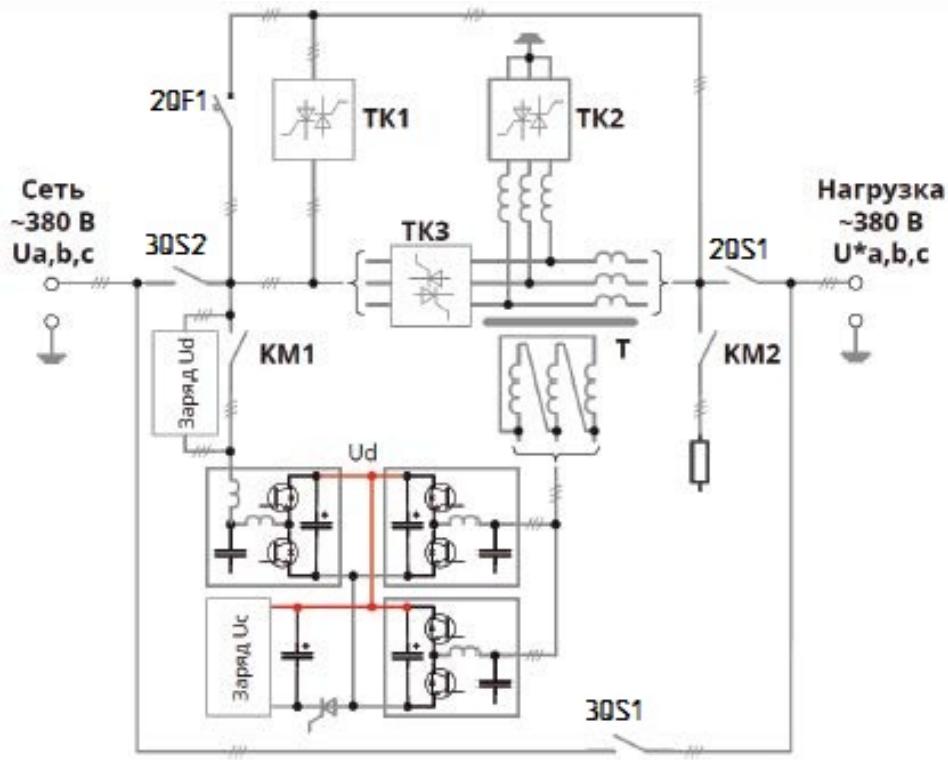


Рисунок 1 - Структурная схема КН24

Тиристорные ключи ТК2, ТК3 служат для переключения между режимами работы трансформатора. Регулирование выходного напряжения осуществляется рекуперативным преобразователем энергии, готовность которого к работе достигается после заряда звена  $U_d$  специальным устройством. Устройство заряда  $U_d$  после окончания заряда шунтируется контактором KM1. Полностью исключить компенсатор напряжения из работы можно путем замыкания разъединителя 3QS1 (запрещается производить эту операцию под нагрузкой).

Для обеспечения минимальной стоимости эксплуатации компенсатора напряжения КН24 предусматривается два основных режима работы: «Компенсатор напряжения» и «Байпас».

### Режим «Байпас»

В режиме «Байпас» обеспечивается минимальное энергопотребление за счет исключения из работы рекуперативного преобразователя напряжения и трансформатора. В этом режиме КН24 не защищает нагрузку от выхода за пределы нормы входного напряжения. Оборудование Заказчика получает питание напрямую от входа КН24, минуя вольтодобавочный трансформатор Т. Критерием перехода из режима «Байпас» в режим «Компенсатор Напряжения» является нажатие кнопки «Пуск» на пульте управления контроллера верхнего уровня. Критерием перехода в режим «Байпас» из режима «Компенсатор Напряжения» является нажатие кнопки «Стоп» на пульте управления контроллера верхнего уровня или возникновение аварии в КН24.

При подаче силового питания на вход КН24 режим «Байпас» включается автоматически. Схематически реализация работы режима «Байпас» показана на рис. 2.

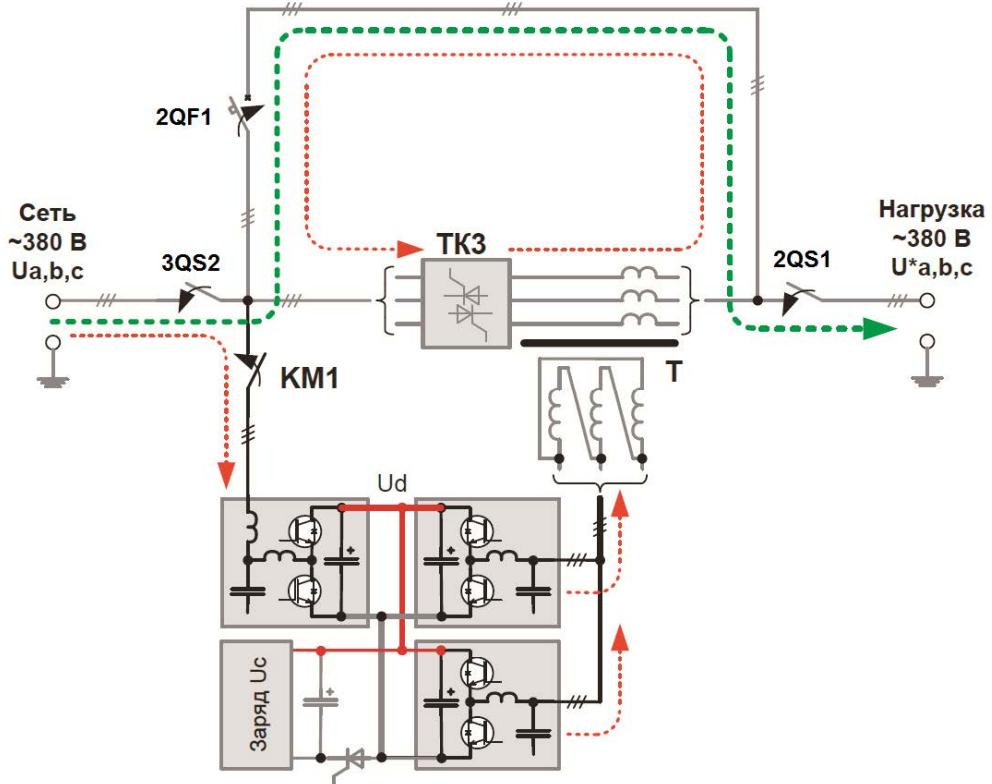


Рисунок 2 - Пояснение к описанию работы в режиме “Байпас”

#### Режим “Компенсатор напряжения”

В режиме «Компенсатор напряжения» компенсатор непрерывно контролирует входное напряжение и сравнивает его с заданным пороговым уровнем напряжения. В случае выхода напряжения из допустимого диапазона группа IGBT-преобразователей динамически формирует напряжения, которые передаются трансформатором Т на трехфазную вольтодобавочную обмотку. При этом активный выпрямитель поддерживает напряжения  $U_d$  на заданном уровне и обеспечивает нормальное функционирование инверторов напряжения.

В этом режиме КН24 формирует заданное напряжение на стороне нагрузки с погрешностью, не превышающей  $+/-1\%$  от номинального значения сети. Схематическая реализация режима «Компенсатор напряжения» показана на рис. 3, 4. Необходимо отметить, что КН24 не устраняет высшие гармоники из состава напряжения сети.

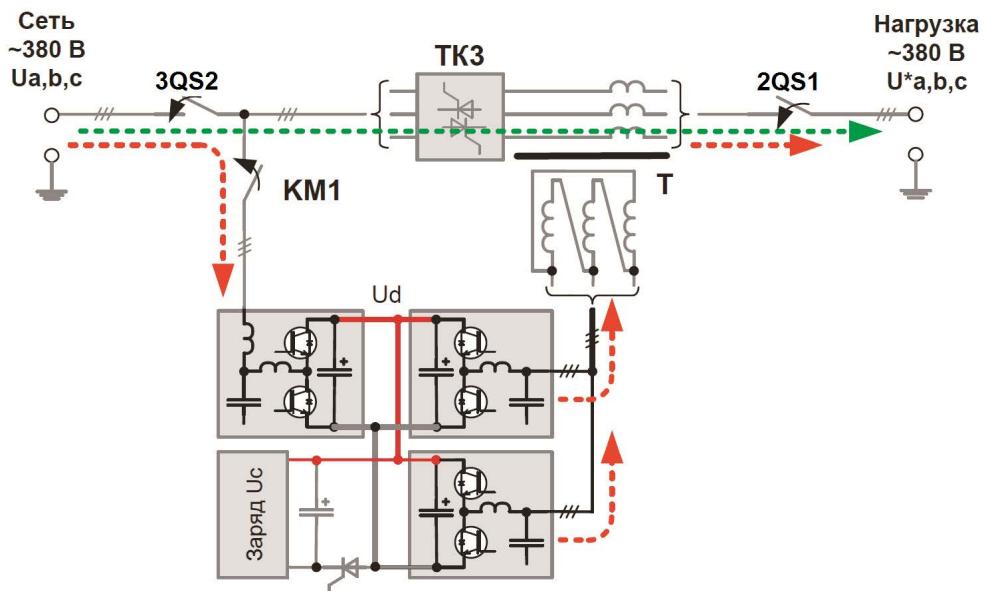
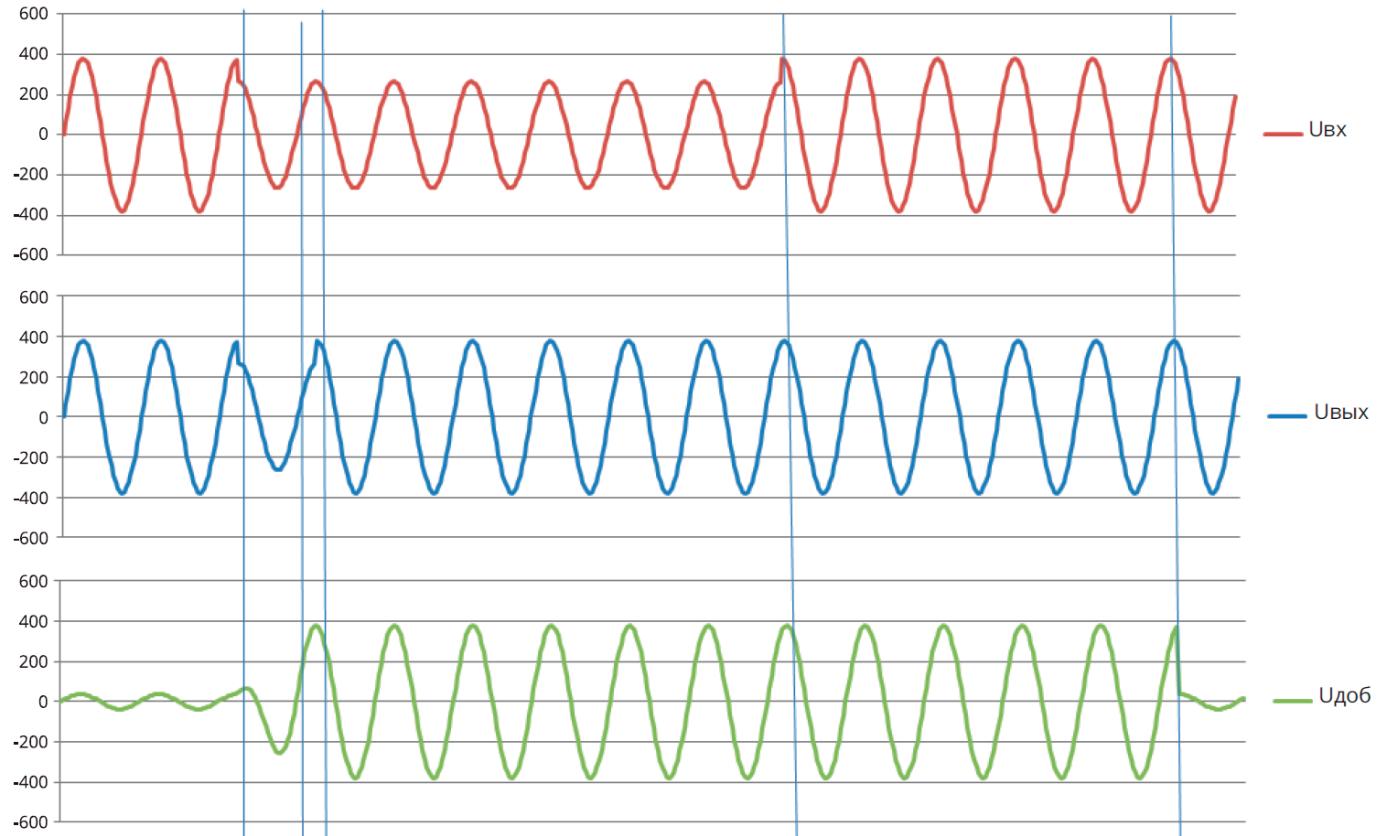


Рисунок 3 - Пояснение к описанию работы в режиме “Компенсатор напряжения”

Состояние “Вкл” разъединителей 3QS2, 2QS1, контактора KM1, ключа ТК3 обеспечивает протекание мощности в нагрузку двумя потоками: через вольтодобавочный трансформатор и инверторы напряжения. Система управления регулирует величину напряжения, формируемого на выходе из инверторов напряжения (нижняя синусоида на рис. 4). Вольтодобавочный трансформатор суммирует напряжение сети (верхняя синусоида, рис. 4) и напряжение инвертора, преобразованное трансформатором Т (результатирующее напряжение – средняя синусоида на рис. 4).



**Рисунок 4 - Пояснение к описанию работы в режиме “Компенсатор напряжения”**  
 (красным цветом обозначено напряжение сети, синим - напряжение на выходе, зеленым - напряжение вольтодобавки)

### 3. СОСТАВ КОМПЕНСАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ КН24

Компенсатор напряжения включает в себя следующие элементы (рис. 5):

- шкаф управления КН24 (А1);
- шкаф ввода КН24 (А2);
- шкаф трансформатора КН24 (А3);
- шкаф ячеек КН24 (А4);
- ячейки инвертора и активного выпрямителя.

Все шкафы КН24 являются шкафами одностороннего фронтального обслуживания. Доступ к содержимому шкафов обеспечивается через двери, открывающиеся наружу.

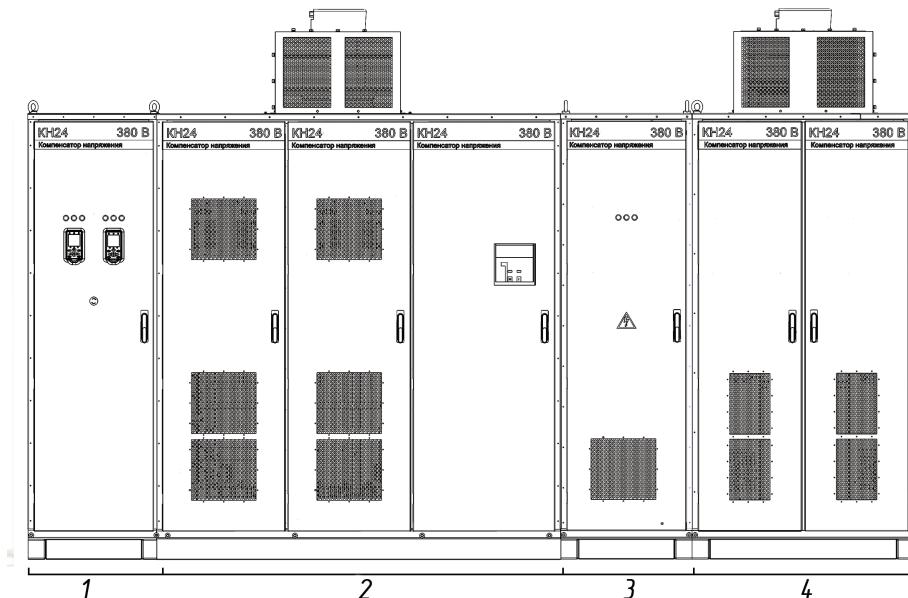


Рисунок 5 - Состав компенсатора напряжения: 1 - шкаф управления, 2 - шкаф трансформатора, 3 - шкаф ввода, 4 шкаф ячеек.

#### 3.1. Шкаф управления

Шкаф управления КН24 предназначен для обеспечения информационной обработки сигналов, поступающих от других компонентов комплекса, выработки управляющих сигналов, хранения журналов событий, обеспечения доступа пользователя к текущим параметрам системы, световую индикацию режима работы, аварийной остановки. Внешний вид шкафа управления, органов управления и индикации приведен на рис. 6.

На двери шкафа управления установлены два ложемента для размещения в них пультов Triol P24E.

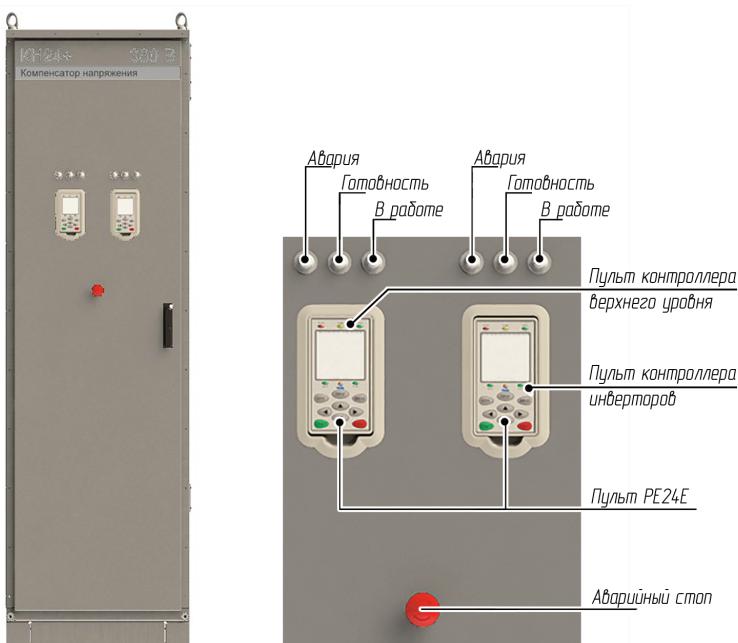


Рисунок 6 - Внешний вид ШУ, органов управления и индикации

Для доступа во внутренний объем шкафа необходимо открыть замочную систему (см. рис. 7):

- сдвинуть накладку (1) над замочной скважиной и открыть ключом замок (2, 3);
- потянуть рукоятку замочной системы на себя (4) и повернуть ее примерно на 90° (5);
- потянуть рукоять на себя, открыв дверь (6).



Рисунок 7 - Порядок открытия двери шкафа КН24

Шкаф управления включает в себя:

- контроллер верхнего уровня;
- контроллер нижнего уровня;
- блок питания;
- коммутационную аппаратуру.

В нижней части шкафа расположена панель автоматических выключателей и розеток, показанная на рис. 8.

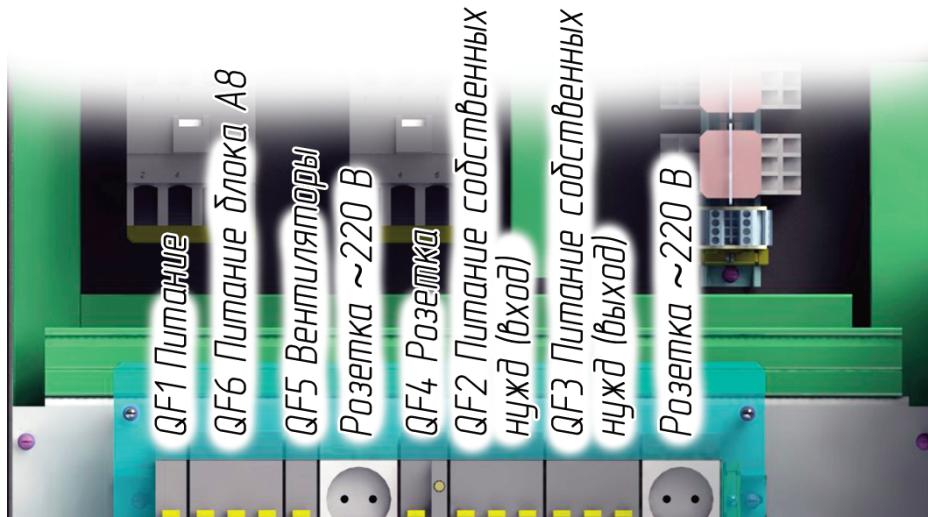


Рисунок 8 - Панель автоматических выключателей и розеток ШУ КН24

## 3.2. Описание пульта управления Triol P24E.

Пульт обеспечивает:

- подачу команд «Пуск», «Стоп» КН;
- отображение и редактирование параметров работы КН;
- индикацию статуса привода («Авария», «Готовность», «Работа»).

Дополнительные функции пульта:

- индикация единиц измерения отображаемого параметра (Гц, сек, А, В, %, °C, кВт и т.д.);
- отображение справочной информации о выбранном параметре;
- индикацию текущего статуса КН24 и его составных частей;
- отображение до 8 групп и 4 параметров одновременно на одном экране;
- сохранение, перенос, чтение, запись наборов значений параметров КН.

Индикацию статуса выполняют светодиоды «Работа», «Готовность», «Авария», расположенные на двери ШУ.

Для навигации по меню пульта требуется использовать клавиши со стрелками. Внешний вид пульта представлен на рис. 9. Описание функций кнопок пульта P24E представлено в таблице 1.

Пульт и его меню может быть выполнен в русскоязычном или англоязычном исполнениях.



Рисунок 9 - Пульт Triol P24E

Таблица 1 - Органы управления пульта Triol P24E

Кнопка пульта	Функция
отм	<ul style="list-style-type: none"> <li>Осуществляет отмену записи текущего параметра в режиме редактирования, а также:</li> <li>Выход из режима мастера настройки,</li> <li>Подсказка по текущему параметру в режиме навигации</li> </ul>
прог	<ul style="list-style-type: none"> <li>Доступ к параметру по его номеру</li> </ul>
ввод	Вход в режим редактирования параметра, запись значения редактируемого параметра
старт	Оперативный пуск
стоп	Оперативный останов
навигационные	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Навигационная клавиша «Вверх»</b> — переход вверх по меню, увеличение активного разряда в режиме редактирования параметра.</li> <li><b>Навигационная клавиша «Вниз»</b> — переход вниз по меню, уменьшение активного разряда в режиме редактирования параметра.</li> <li><b>Навигационная клавиша «Влево»</b> — переход влево по меню, переход влево по разрядам параметра в режиме редактирования (от младших разрядов к старшим).</li> <li><b>Навигационная клавиша «Вправо»</b> — переход вправо по меню, переход вправо по разрядам параметра в режиме редактирования (от старших разрядов к младшим).</li> </ul>

Светодиодные индикаторы отображают обобщенную информацию о статусе КН:

- «Авария» — сигнализирует о наличии текущей аварии КН.
- «Готовн.» — сигнализирует об отсутствии аварии и готовности КН к пуску.
- «Работа» — сигнализирует о работе КН.
- «Местный» — сигнализирует об активном местном канале управления.
- «АСУ/ДУ» — сигнализирует об активном выбранном канале управления — дистанционный пульт, автоматизированная система управления (далее – АСУ).

### 3.3. Шкаф трансформатора

Шкаф трансформатора служит для преобразования электрической энергии и силовой коммутации питающего напряжения, а также для подключения сети и нагрузки.

Основными элементами шкафа трансформатора являются:

- трансформатор с системой контроля температуры обмоток;
- тиристорные ячейки;
- автоматический выключатель байпаса;
- система управления коммутационной аппаратурой;
- вентилятор системы охлаждения трансформатора;
- комплект измерительных датчиков.

Внешний вид шкафа трансформатора и органы индикации и управления показаны на рис. 10 и 11.



Рисунок 10 - Внешний вид шкафа трансформатора

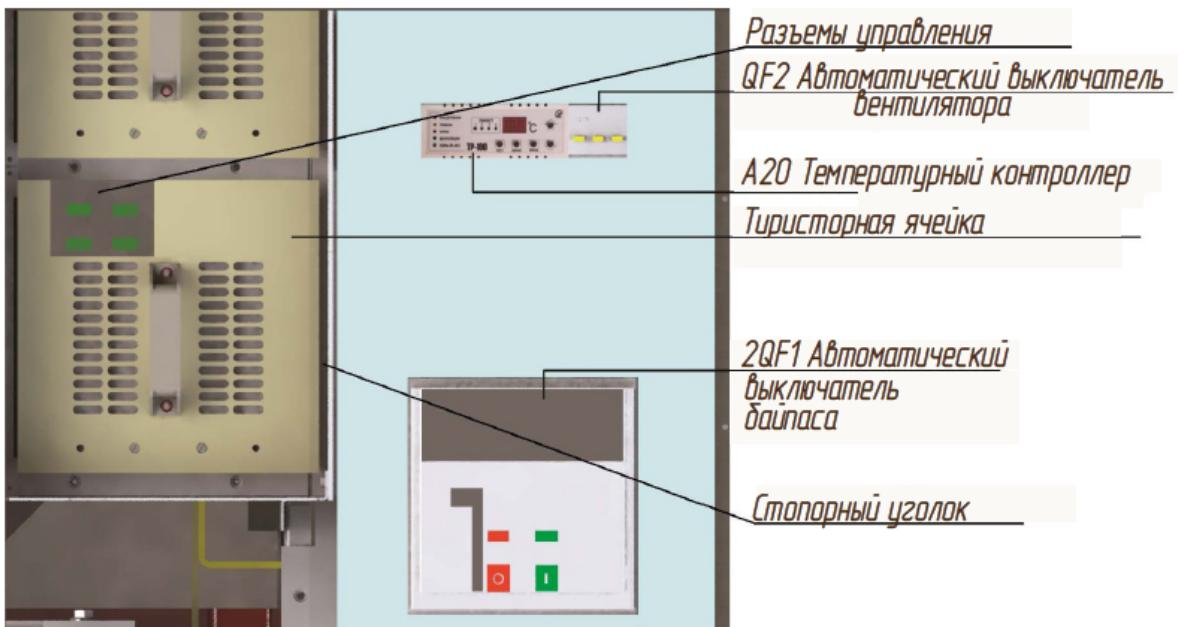


Рисунок 11 - Органы управления шкафа трансформатора

Для контроля температуры трансформатора в состав шкафа трансформатора входит температурный контроллер, доступ к которому в обычном состоянии ограничен дверью. Внешний вид контроллера показан на рис. 12.



Рисунок 12 - Внешний вид температурного контроллера

Шкаф трансформатора обеспечивает байпасирование трансформатора и переключение обмоток трансформатора в зависимости от режима работы. Переключение трехфазных обмоток осуществляется комплексами тиристорных ключей, в каждом из которых фазный ключ конструктивно выполнен в виде отдельного быстросменного модуля тиристорной ячейки, внешний вид которой показан на рис. 13.

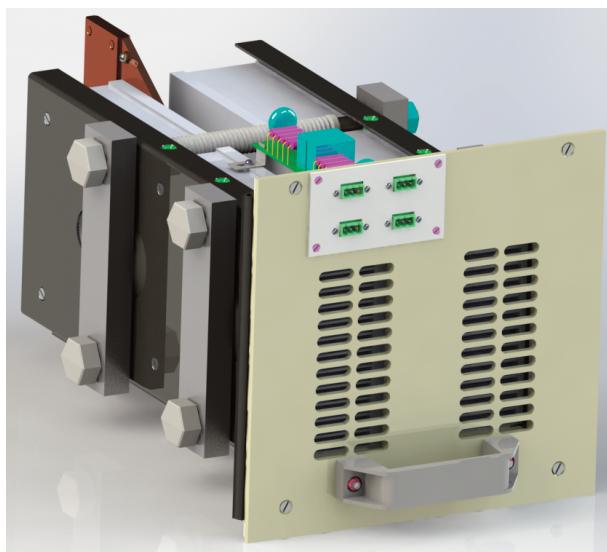


Рисунок 13 - Тиристорная ячейка

### 3.4. Шкаф ввода

Шкаф ввода служит для подключения кабелей питающей сети, управления зарядом звена  $U_d$  силовых ячеек. Основными элементами шкафа ввода являются:

- система управления зарядом звена  $U_d$ ;
- коммутационная аппаратура, обеспечивающая создание видимого разрыва питающей сети;
- коммутационная аппаратура, обеспечивающая байпасирование компенсатора напряжения.

Внешний вид шкафа и элементы управления показаны на рис. 14.

На двери шкафа расположены лампы, сигнализирующие о режимах работы: "Работа АВ", "Вентиляция", "Заряд  $U_d$ ".

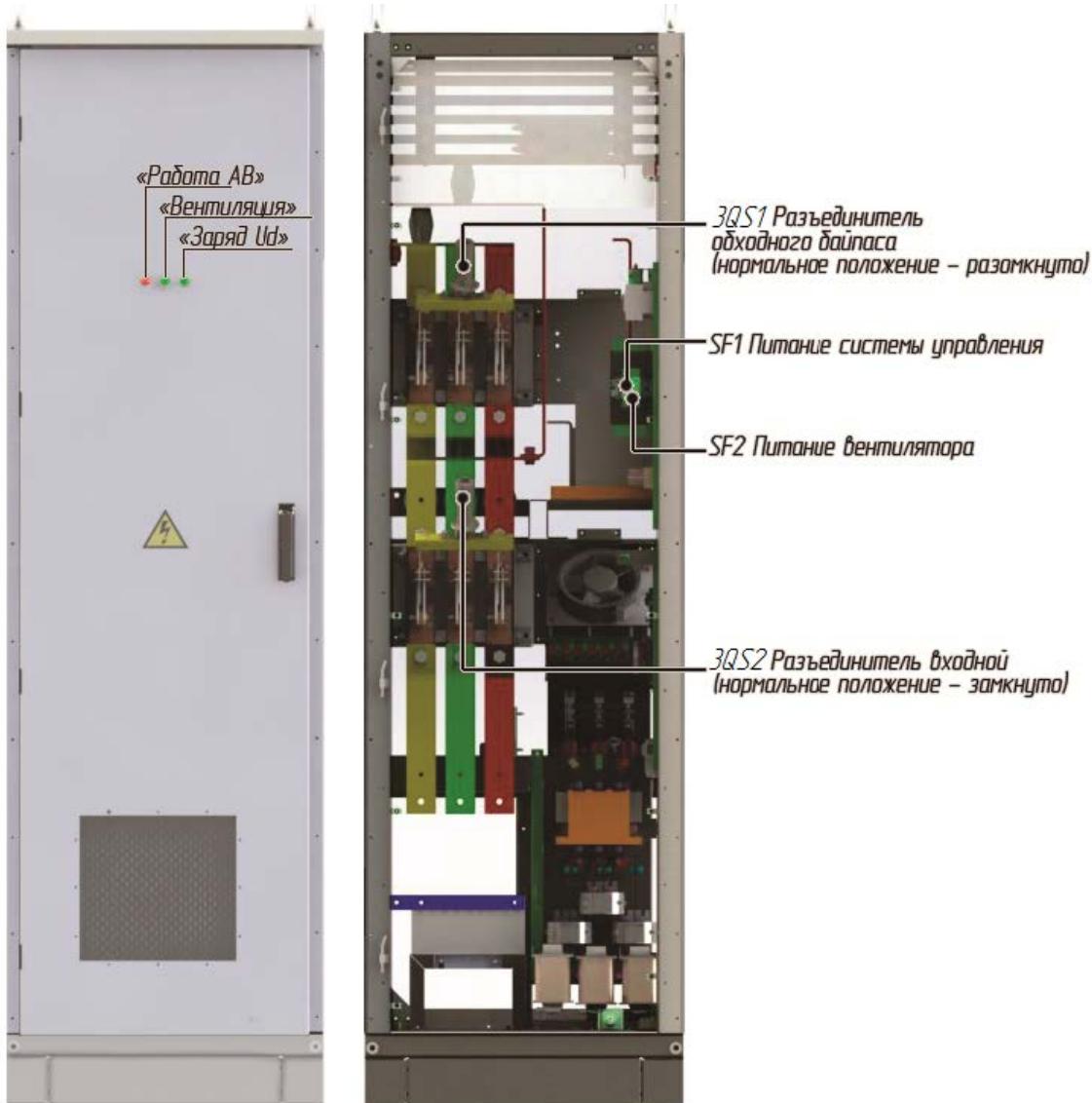


Рисунок 14 - Внешний вид шкафа ввода и отдельных элементов управления.

### 3.5. Шкаф ячеек

Шкаф ячеек служит для обеспечения условий работы ячеек инвертора и ячейки активного выпрямителя. Основными элементами шкафа ячеек являются:

- реакторы переменного тока;
- две ячейки инвертора;
- ячейка активного выпрямителя;
- система вентиляции.

Внешний вид шкафа ячеек и основных элементов показан на рис. 15.

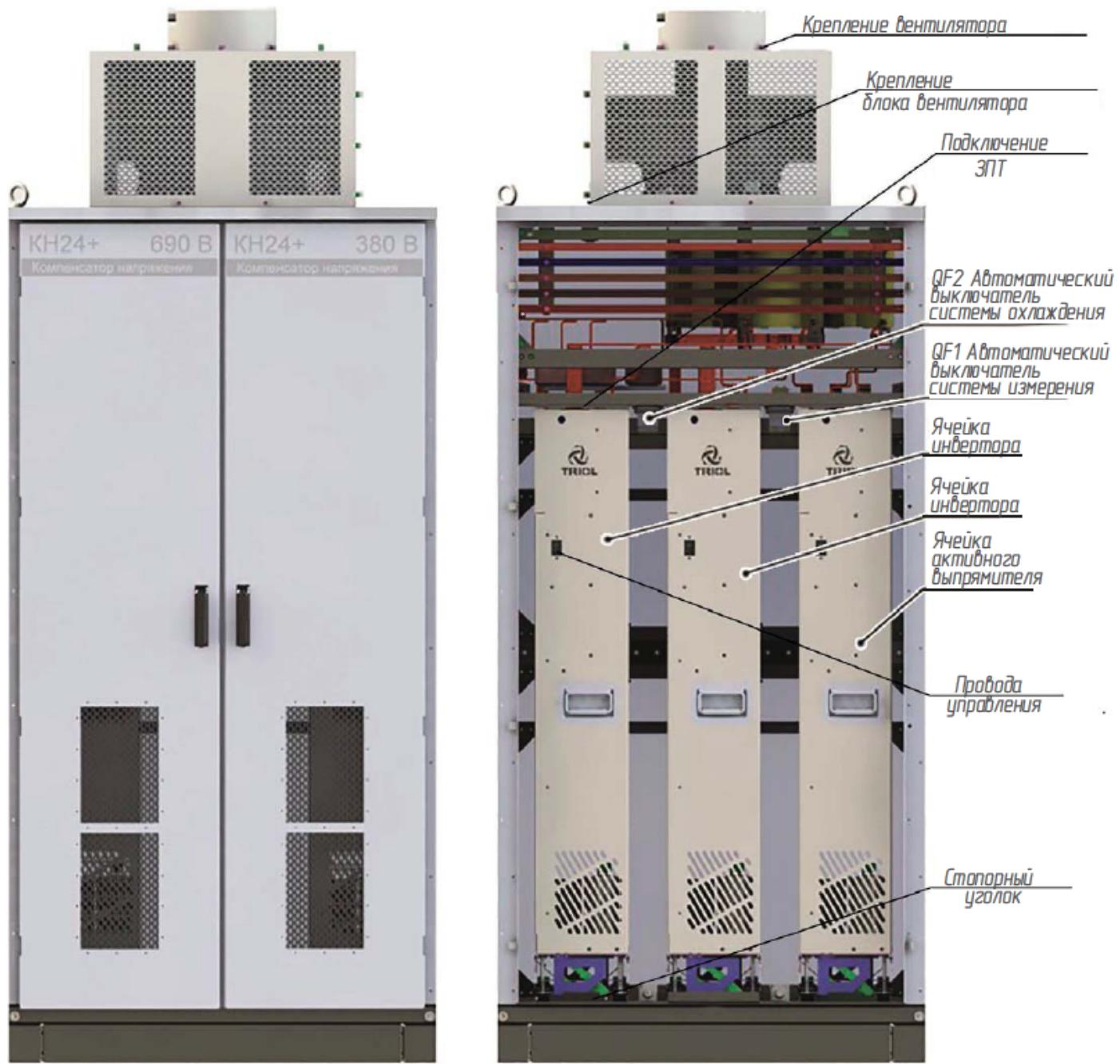


Рисунок 15 - Внешний вид шкафа ячеек и его элементов.

## 3.6. Ячейка инвертора, активного выпрямителя

Ячейки инвертора и активного выпрямителя унифицированы по конструкции и относятся к модели PCIS24-330-069. Расшифровка обозначения ячейки следующая:

PCIS24 - ячейка инвертора напряжения со встроенным синусным фильтром;

- 330 - номинальный ток ячейки 330 А;
- 069 - номинальное напряжение сети 690 В.

Состав ячейки:

- корпус;
- силовая часть (IGBT транзисторы);
- синусный фильтр;
- система управления силовой частью;
- система измерения электрических сигналов.

Ячейки выполнены в конструктиве, обеспечивающем простоту транспортировки, подключения и замены.

Внешний вид ячейки приведен на рис. 16.



Рисунок 16 - Внешний вид силовой ячейки PCIS24-330-069

## 4. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

### 4.1. Транспортирование компенсатора КН24

#### Общие требования

Компенсатор напряжения КН 24 допускает транспортирование всеми видами воздушного или железнодорожного транспорта совместно с автомобильным, с общим числом перегрузок не более двух в соответствии с правилами, действующими на данном виде транспорта. Условия транспортирования оборудования, входящего в состав КН, должны соответствовать в части воздействия механических факторов группе «Л» по ГОСТ 23216-78:

- перевозки без перегрузок железнодорожным транспортом;
- перевозки без перегрузок автомобильным транспортом (по дорогам с асфальтовым и бетонным покрытием, по булыжным и грунтовым дорогам с ограничением по скорости до 40 км/ч);
- температура окружающей среды от минус 60 °С до плюс 50 °С;
- относительная влажность воздуха 100 % при температуре плюс 25 °С.

#### Такелажные работы

Для строповки рекомендуется использовать строповочные приспособления типа 4СК1-5,0, 4СК1-6,3 (см. рис. 17) либо аналогичные, соответствующие массе поднимаемого груза. В качестве захватов в стропах следует применять крюки исполнений К и К1 со страхующими механизмами, защелками, см. рис. 18. Стропы общего назначения подбирать так, чтобы угол между их ветвями не превышал 90°, см. рис. 17, 19.

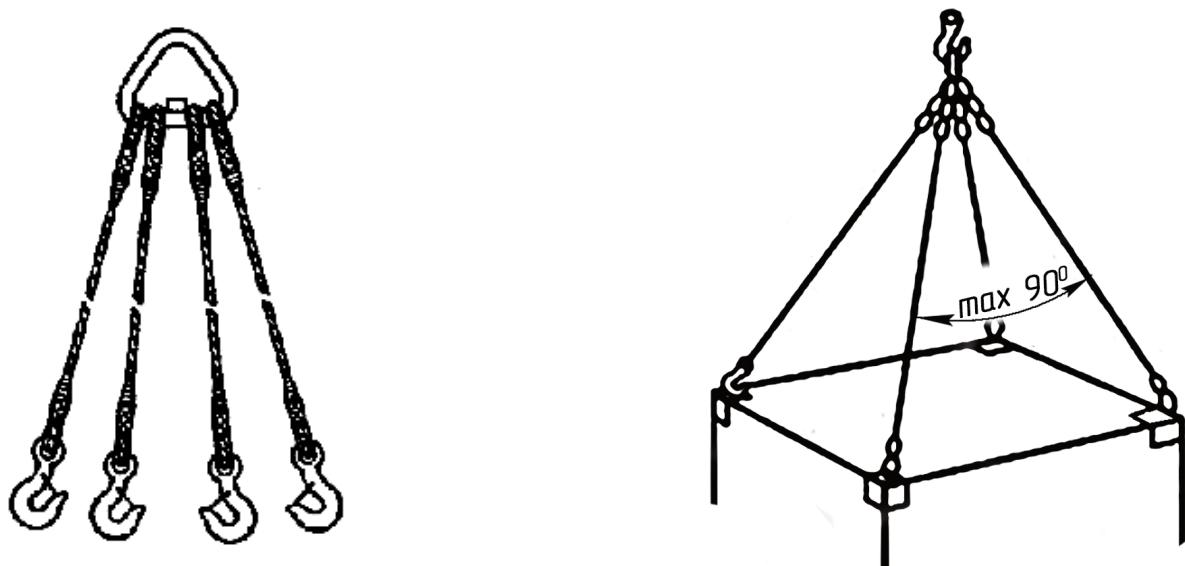


Рисунок 17 - Внешний вид строповочного приспособления, максимально допустимый угол между ветвями приспособлениями

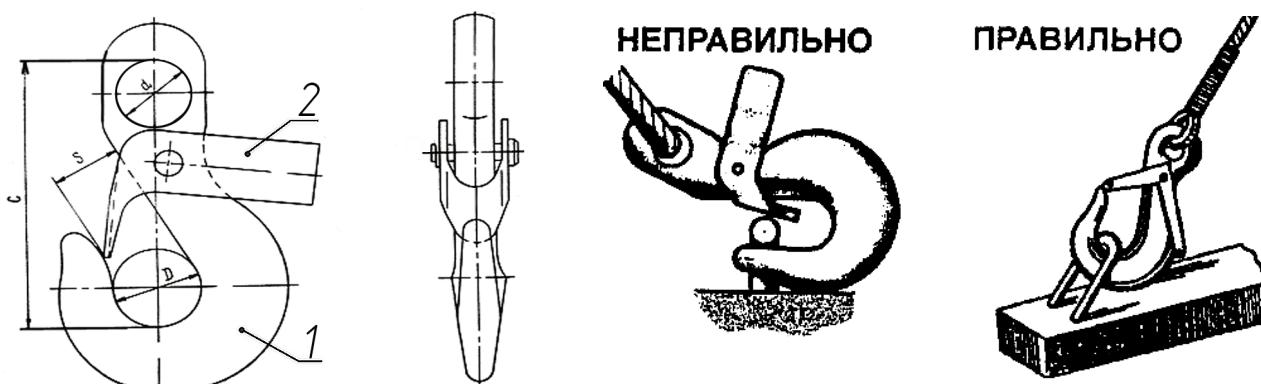
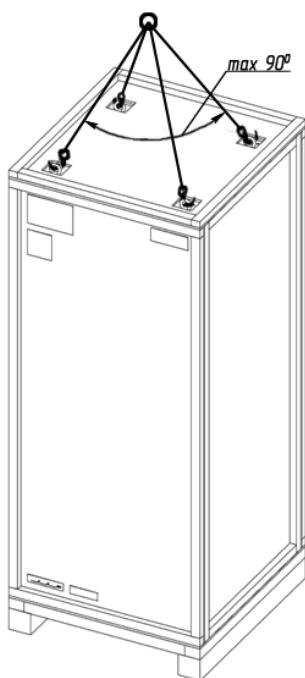
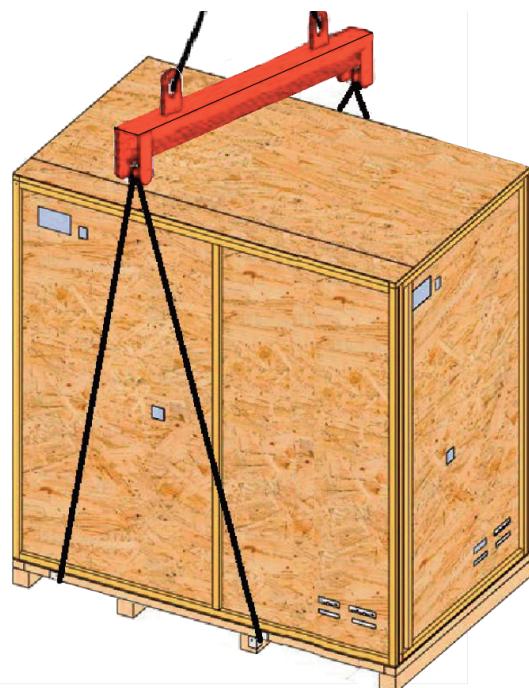


Рисунок 18 - Крюк типа К1 с замком. Положение крюка при такелажных работах  
1 - чалочный крюк; 2 - замок

Погрузку-разгрузку шкафов, входящих в состав изделия, следует выполнять за приспособления для строповки. Приспособления для строповки для ШУ, ШВ и ШЯ расположены в верхней части шкафов КН, как показано на рис. 19. В шкафу трансформатора приспособления для строповки расположены в нижней части. Транспортирование шкафа трансформатора необходимо производить при помощи траверсы, как показано на рис.20.

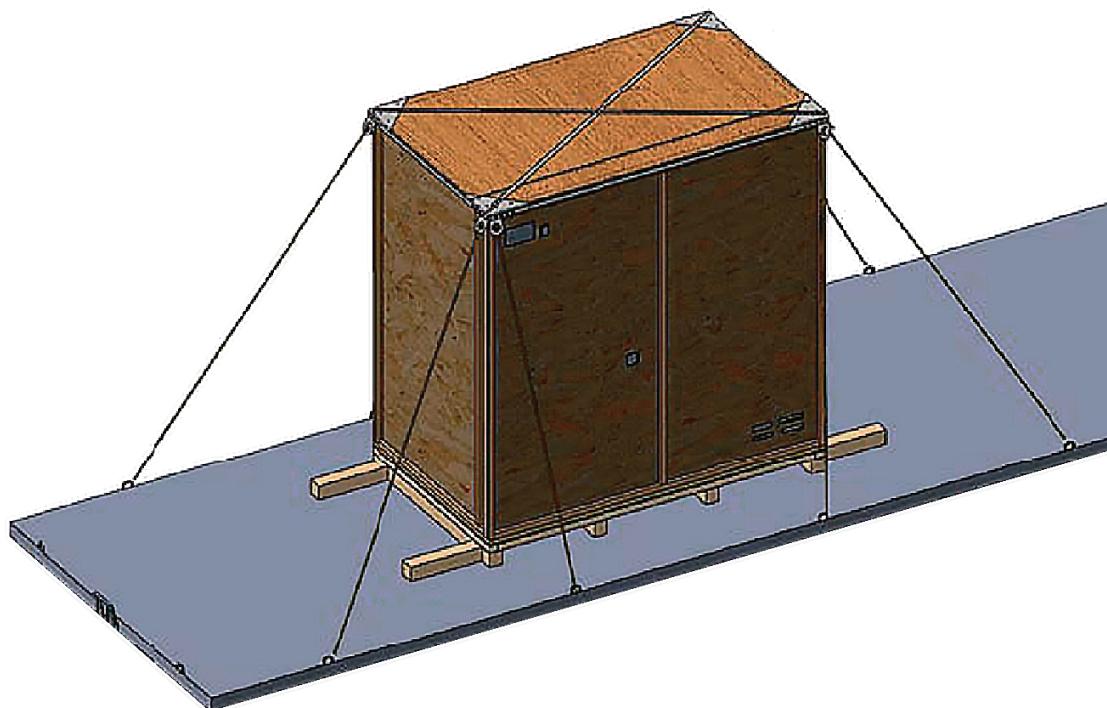


**Рисунок 19 - Транспортировка шкафов управления, ввода, ячеек**



**Рисунок 20 - Транспортировка шкафа трансформатора при помощи траверсы (в комплекте не поставляется)**

Для всех шкафов КН необходимо производить строповку, обязательно используя все 4 строповочных узла. Размещение и крепление шкафов, входящих в состав КН24, в транспортном средстве должно обеспечивать их устойчивое положение, исключать возможность смещения и удары их друг о друга, а также о стенки транспортного средства. Крепления к платформе транспортного средства рекомендуется производить



**Рисунок 21 - Транспортировка шкафа на грузовой платформе автомобиля**

согласно рис. 21. При транспортировании, погрузке, разгрузке и перемещении оборудования, входящего в состав изделия, его нельзя кантовать и подвергать толчкам и крену более 5°. Оборудование необходимо поднимать и перемещать плавно, без рывков и раскачиваний. Не производить подъем, перемещение и опускание оборудования, если под ним находятся люди. Опускать оборудование необходимо только на предназначенный для этого место, где исключается его падение, опрокидывание или сползание. Транспортировать оборудование, входящее в состав КН, допускается только в стандартной таре в соответствии с грузоподъемностью машины, таблицей допустимых нагрузок на стропы подъемника и/или на вилах погрузчика в зависимости от положения центра тяжести.

#### Требования к условиям хранения

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

- температура окружающей среды от минус 60 °С до плюс 50 °С;
- относительная влажность воздуха 100 % при температуре плюс 25 °С;
- по содержанию коррозионно-активных агентов атмосфера типа II по ГОСТ 15150-69: окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию, не насыщенная токопроводящей пылью.

#### 4.2. Снятие упаковки

Перед снятием упаковки убедитесь в соответствии маркировки заказу и отсутствии сквозных повреждений упаковки. Снятие упаковки необходимо производить в помещении при температуре от плюс 1 °С до плюс 40 °С. Перед распаковкой изделия убедитесь, что шкаф стоит на сухом устойчивом основании.

Снятие упаковки производить в следующем порядке:

- демонтировать строповочный узел с крыши упакованного изделия, выкрутив фиксирующие саморезы (только для шкафа трансформатора) (рис. 22);
- демонтировать верхнюю панель, выкрутив фиксирующие саморезы (рис. 23);
- демонтировать боковые панели, выкрутив фиксирующие саморезы (рис. 24);
- аккуратно снять слой из полиэтилена для возможности дальнейшего использования при повторной упаковке;
- аккуратно снять со всех сторон изделия пенопластовые листы и снять слой воздушнопузырчатой пленки;



Рисунок 22 - Упаковка со строповочным узлом (в комплекте не поставляется)

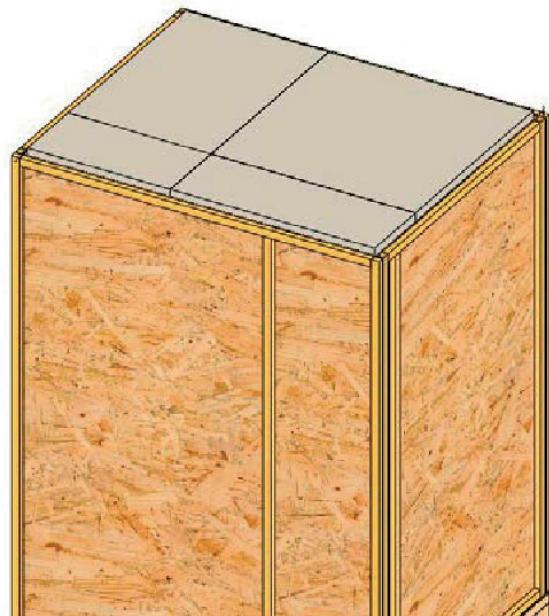


Рисунок 23 - Демонтаж верхней панели упаковки, вид со снятым верхним листом

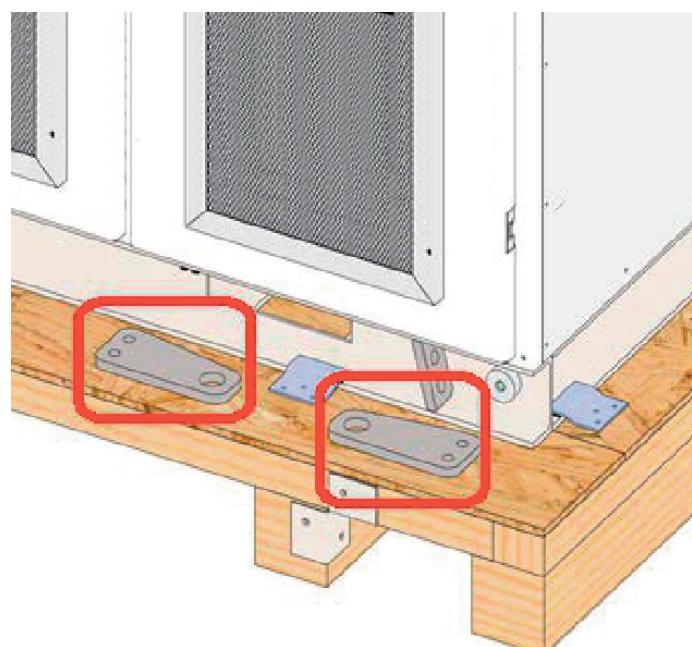
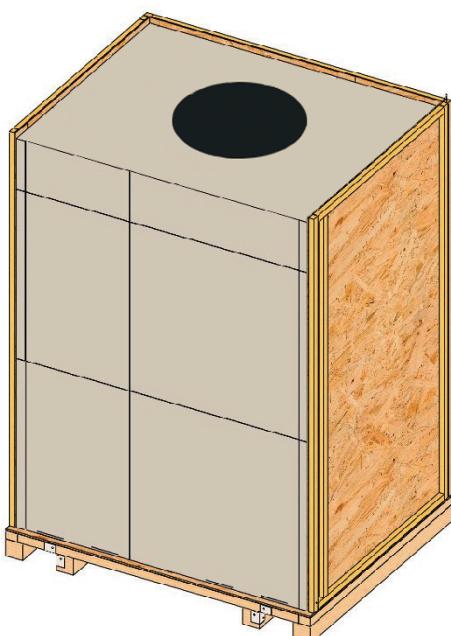


Рисунок 24 - Вид упакованного изделия со снятой верхней и боковой стенками

Рисунок 25 - Проушины для строповки шкафа трансформатора

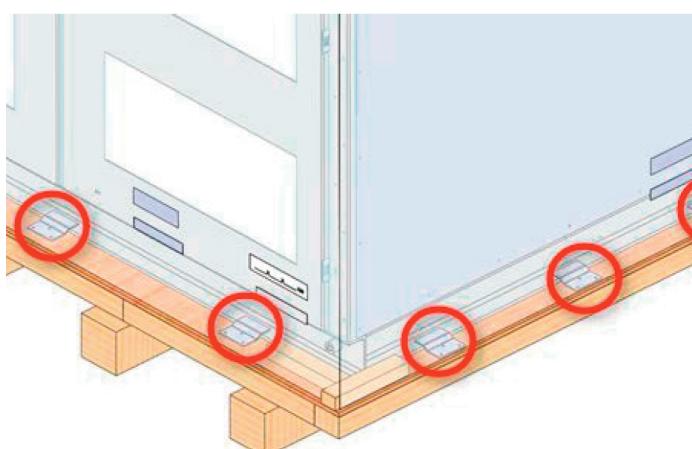


Рисунок 26 - Расположение скоб крепления

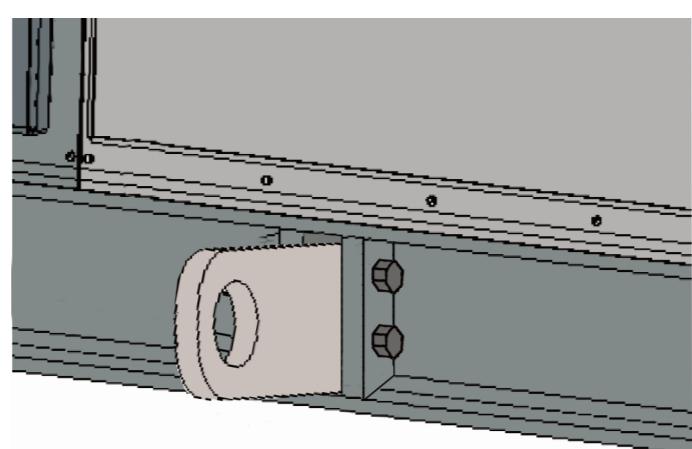


Рисунок 27 - Крепление проушины строповки шкафа трансформатора

- демонтировать проушины строповки изделия, выкрутив фиксирующие саморезы (только для шкафа трансформатора) рис. 25;
- демонтировать скобы крепления изделия к поддону, выкрутив фиксирующие саморезы (только для шкафа трансформатора) рис. 26 ;
- открутить болты и установить проушины строповки изделия и закрепить при помощи болтового соединения М14 (только для шкафа трансформатора) рис. 27.

## 5. УСТАНОВКА КОМПЕНСАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ КН24

### 5.1. Проверка комплектности и внешний осмотр

Во время распаковки КН проверьте его комплектность (в соответствии с паспортом). После снятия упаковки с изделия выполните проверку согласно следующим критериям:

- проверьте маркировку шкафов КН согласно Вашему заказу (маркировка указана на табличке технических характеристик, которая расположена на лицевой стороне каждого шкафа);
- осмотрите изделие на предмет наличия механических повреждений.

После снятия упаковки и внешнего осмотра необходимо открыть все двери каждого из шкафов при помощи ключей, поставляемых в комплекте. В каждом шкафу следует осмотреть основные узлы на предмет повреждений, особое внимание следует уделить состоянию блоков электроники.

Выполните осмотр на предмет:

- контровки крепежа;
- отсутствующего крепежа;
- люфта силовых шин, кабельных наконечников и заделки кабелей в наконечниках;
- повреждения изоляции проводов;
- качества фиксации проводов, отсутствия выпавших из кабельных лотков проводников;
- отсутствия повреждений силового трансформатора;
- наличия влаги;
- наличия пыли.

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

### 5.2. Установка шкафов

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

#### Требования к помещению и размещению

При выборе места для установки компенсатора напряжения КН24 руководствуйтесь следующими условиями и рекомендациями:

- место установки должно отвечать требованиям ПУЭ по пожаробезопасности для электроустановок до 1 кВ без маслонаполненного оборудования;
- место установки компенсатора напряжения должно соответствовать требованиям группы механического исполнения М3 согласно ГОСТ 17516.1-90 по вибрационными ударным воздействиям;
- температура окружающей среды по месту установки должна находиться в пределах +1 °C до +40 °C;
- место установки КН должно быть чистым, без масляного тумана и электропроводящей пыли;
- высота потолка в месте установки должна быть не менее 3,5 м;
- минимальное расстояние от крыши шкафа трансформатора до потолка – 1000 мм;
- помещение должно обеспечивать отвод тепла в объеме 32 кВт/ч.

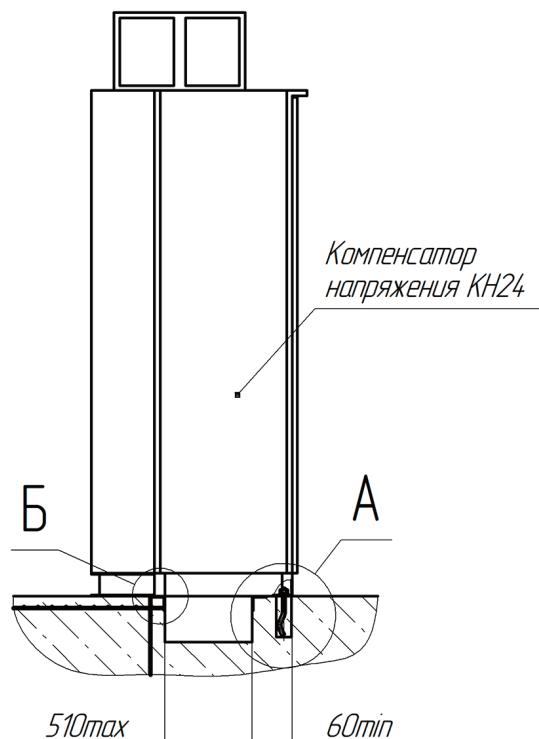
Место для установки компенсатора напряжения должно соответствовать габаритам, приведенным в приложении А, с соблюдением требований ПУЭ по обеспечению прохода для обслуживания электроустановок до 1 кВ.

Рекомендуется оставлять зазор 0,2 м между задней стенкой шкафа трансформатора и шкафа ячеек и стеной для обеспечения лучшего теплоотвода. Допускается установка шкафов компенсатора напряжения вплотную к ограждающим конструкциям помещения.

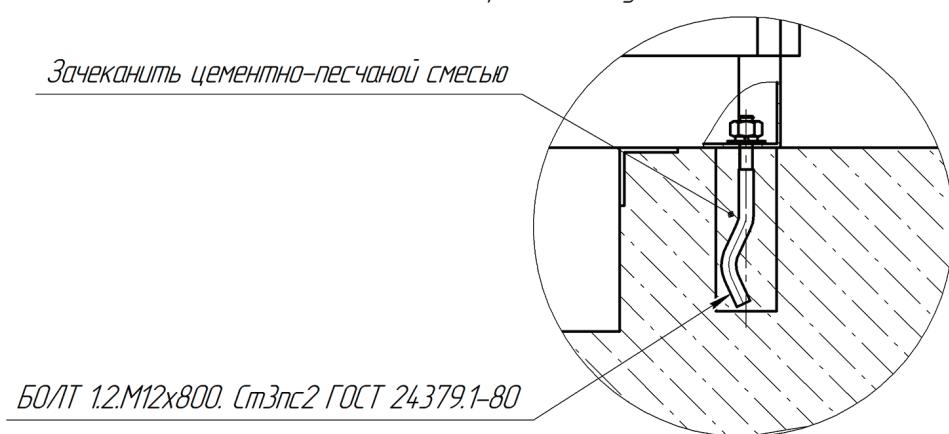
#### Требования к основанию

Установка компенсатора напряжения может осуществляться на следующие типы основания:

- бетонное (железобетонное);
- металлическое сплошное (настил);
- металлическое каркасное.



Крепление анкерными болтами  
к строительному основанию по СНиП 2.09.03-85

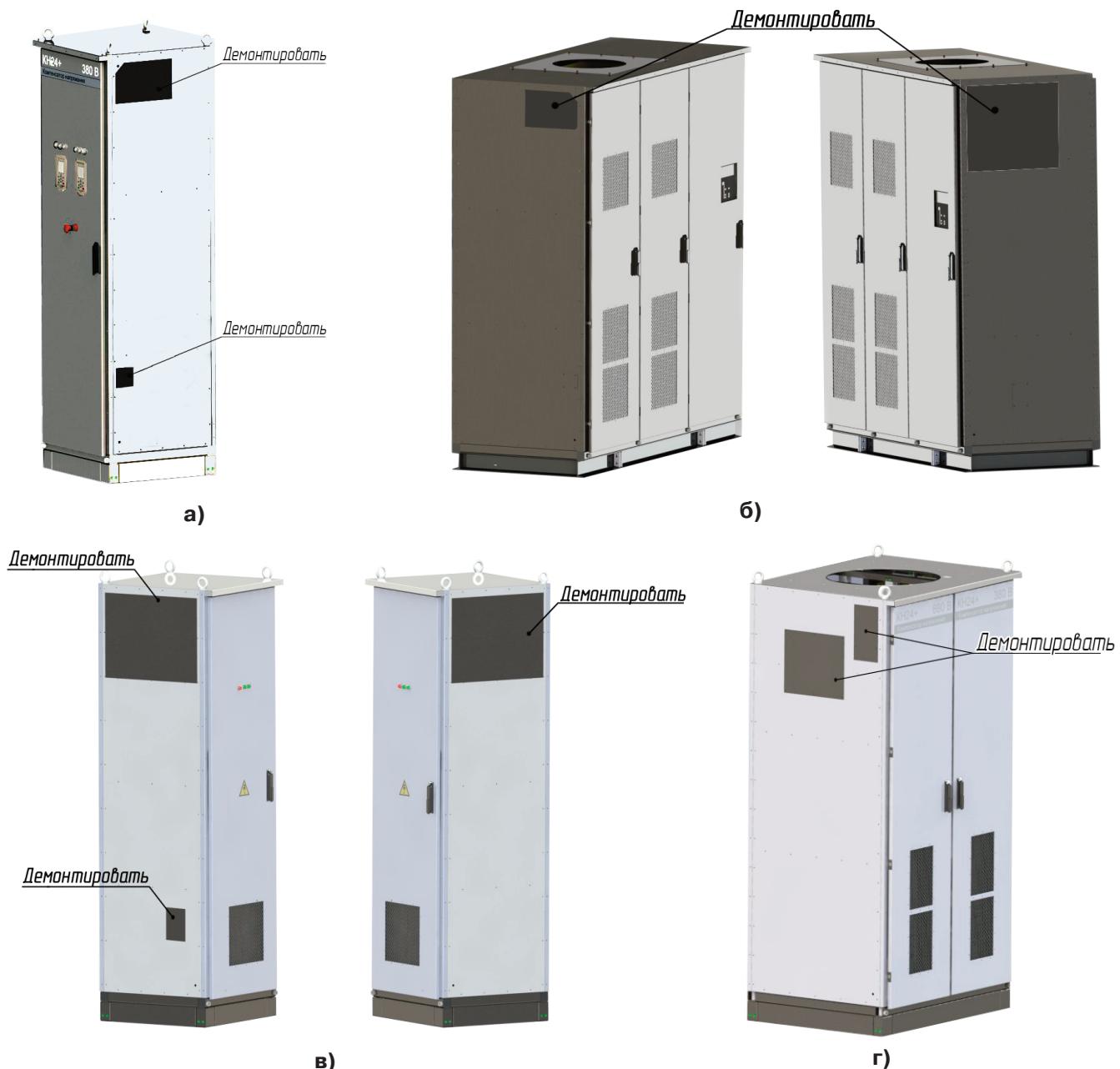


Б  
Приработка шкафа к металлическим элементам  
строительного основания

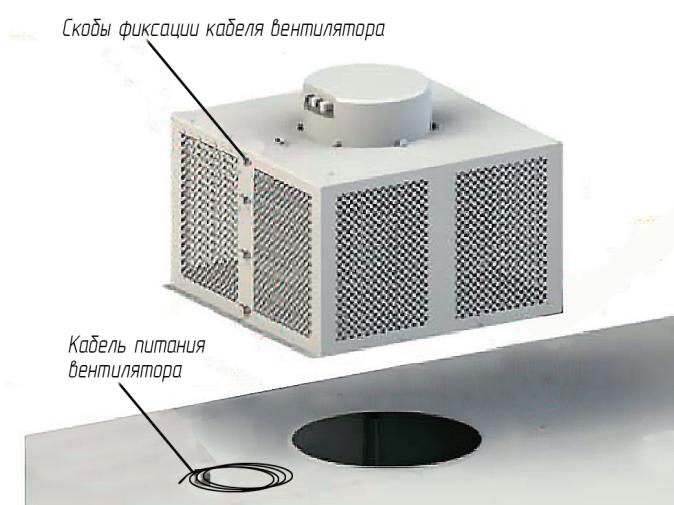


Рисунок 28 - Схема монтажа КН24 на кабельный канал

## ТРИОЛ КН24 - КОМПЕНСАТОР НАПРЯЖЕНИЯ



**Рисунок 29 - Демонтаж заглушек на шкафах компенсатора напряжения КН24**  
а) шкаф управления, б) шкаф трансформатора, в) шкаф ввода, г) шкаф ячеек



**Рисунок 30 - Установка вентиляторов КН24**



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Запрещается устанавливать компенсатор напряжения на основание из горючего материала!

При всех способах установки должно быть обеспечено прилегание поверхности строительного основания с опорными поверхностями длинных сторон шкафов компенсатора напряжения по всей площади этих поверхностей. Допускается отсутствие механического контакта коротких сторон периметра основания шкафов КН24 со строительным основанием.

Строительное основание шкафов должно обеспечивать:

- положение опорной поверхности шкафов КН24 на одном уровне или выше пола помещения;
- установку шкафов без перекосов и исключать возникновение недопустимых вибраций;
- допустимый перепад уровня пола не более 5 мм на всю ширину шкафов;

В приложении Б приведены размеры установки анкерных болтов. Шкаф трансформатора не предусматривает крепление к основанию анкерными болтами. На рис. 28 приведен пример установки шкафов КН24 на фундамент с кабельным каналом, футурованным закладными стальными уголками 63x63x5 и креплением анкерными болтами.

## Порядок установки шкафов

Проверить:

- соответствие помещения и места установки требованиям настоящего Руководства и ПУЭ;
- правильность выполнения закладных элементов в конструкции строительного основания (при их наличии);
- соответствие проемов в строительном основании, предназначенных для прохода силовых и сигнальных кабелей, отверстиям такого же назначения в основаниях шкафов КН24;
- заземление закладных элементов строительного основания.

Демонтировать технологические заглушки, показанные на рис. 29.

Установить шкафы на предназначеннное для них место. После установки шкафов открыть двери шкафов КН24, проконтролировать их ход и запирание. Если двери открываются или закрываются не полностью, то необходимо отрегулировать положение шкафа.

После установки закрепить шкафы анкерными болтами или приварить шкафы к основанию.

## Порядок монтажа вентиляторов

После установки шкафов КН24 на основание следует выполнить монтаж вентиляторов. Перед установкой вентиляторов требуется демонтировать технологические заглушки на крыше шкафа трансформатора и шкафа ячеек. Вентиляторы установить на крышу согласно рис. 30. Крепление произвести болтами M8-6gx16.58 ГОСТ 7805-70, гайками M8 с плоской и пружинной шайбой.

После установки вентиляторов подключить кабель питания вентилятора (в шкафу трансформатора: цепи 425, 426, 427, в шкафу ячеек: цепи 58, 59, 60, в соответствии с маркировкой на проводах кабелей питания) к разъемам вентилятора к клеммам L1, L2, L3 на колодке KL1 вентилятора.

## 6. МОНТАЖ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Монтаж компенсатора напряжения должен выполняться квалифицированными специалистами, имеющими соответствующий допуск к работе в электроустановках до 1000 В.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Перед тем как приступить к электрическому монтажу и подключению компенсатора напряжения, убедитесь, что цепи, к которым будет осуществляться подключение, обесточены и надежно заземлены.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Запрещается эксплуатация компенсатора напряжения со снятыми или незакрепленными деталями корпуса во избежание поражения персонала электрическим током и/или повреждения оборудования.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Проверьте затяжку всех болтовых соединений. Плохой электрический контакт может привести к повреждению оборудования из-за нагрева мест плохого контакта до высоких температур.

Подключения производить, руководствуясь требованиями ГОСТ 7386-80, ГОСТ 7387-82, ГОСТ 10434-82, ГОСТ 23469.3-79, ГОСТ 23587-96.

Подключения к сети может производиться любым кабелем, предназначенным для напряжения 0,4 кВ, с алюминиевыми или медными жилами. Сечение силового кабеля КН24 выбирать в соответствии с мощностью 630 кВт с учетом перегрузок и требуемого коэффициента запаса (в соответствии с требованиями местных норм). Кабель питания собственных нужд КН24 должен иметь медные жилы сечением не менее 4 мм<sup>2</sup>.

Кабели для подключения интерфейса RS485 должны быть экранированными, с медными жилами, типа «витая пара» и соответствовать спецификациям сети.

Контрольные и сигнальные кабели должны быть экранированными с медными жилами сечением до 2,5 мм<sup>2</sup> и рабочим напряжением не менее 0,4 кВ.

Кабели на 0,4 кВ в местах подключения к КН24 разделать и оконцевать кабельными наконечниками ГОСТ 7386-80 или аналогичными. Разделку кабелей и установку кабельных наконечников выполнять за пределами шкафа.

Все кабели перед подключением испытать на сопротивление изоляции и электрическую прочность согласно классу напряжения.

Общая трассировка подключаемых кабелей и проводников показана на рис. 42.

### 6.1. Подключение шкафа управления

Выполнить подключение шкафа согласно таблице соединений (приложение В, Г) к клеммникам, показанным на рис. 31. Кабель питания собственных нужд, подключаемый к клеммнику А1-Х1, зафиксировать крепежной скобой согласно рис. 32.

### 6.2. Подключение шкафа трансформатора

Завести через проем между шкафом трансформатора и управления кабель 1, 4, проводники 14, 15, 16, 16, 17, каналы оптической связи 1..12. Уложить заведенные кабели и проводники в кабельные короба. Подвод кабелей к ХТ7..ХТ9 выполнить через панель ввода, см. рис. 34, предварительно вырезав в резиновой диафрагме отверстия требуемого размера.

Выполнить подключение шкафа согласно таблице соединений (приложение В, Г), рис. 33, 34, 35, 36.

### 6.3. Подключение шкафа ввода

Завести через проем между шкафом трансформатора и шкафом ввода каналы оптической связи 5..12 и выполнить их укладку в короба.

Выполнить подключение шкафа согласно таблице соединений (приложение В, Г), рис. 35, 36, 37, 38, 40, 41. Силовой кабель, подключаемый к А3-Х11, А3-Х12, А3-Х13, А3-Х14, зафиксировать крепежной скобой согласно рис. 40.

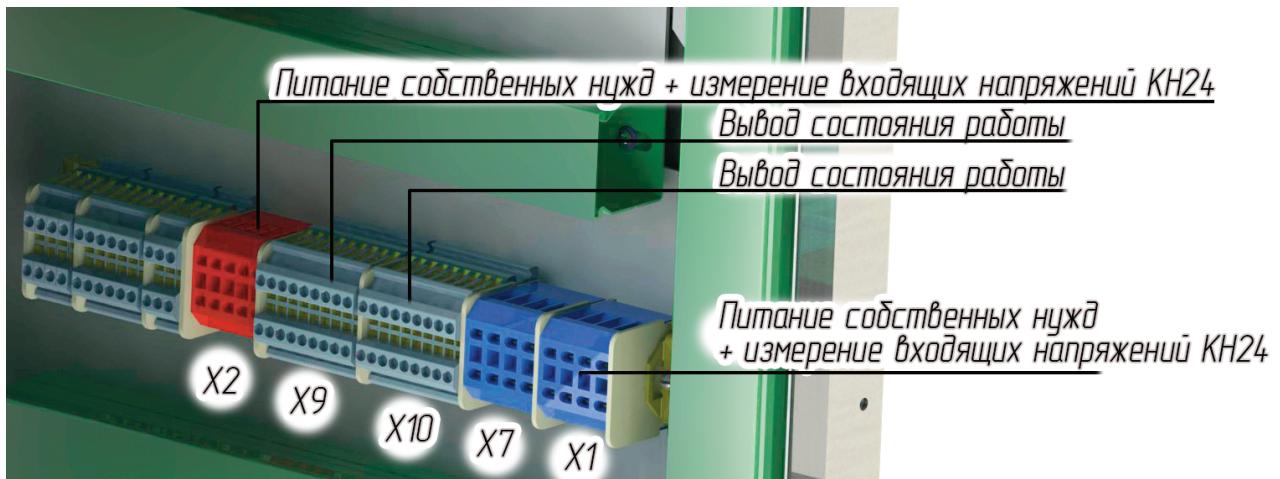


Рисунок 31 - Клеммники подключения в шкафу управления КН24

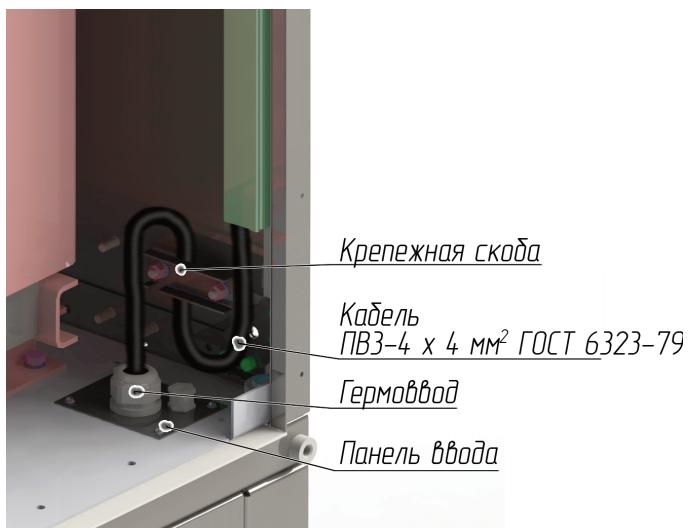


Рисунок 32 - Ввод кабеля питания собственных нужд в шкаф управления КН24

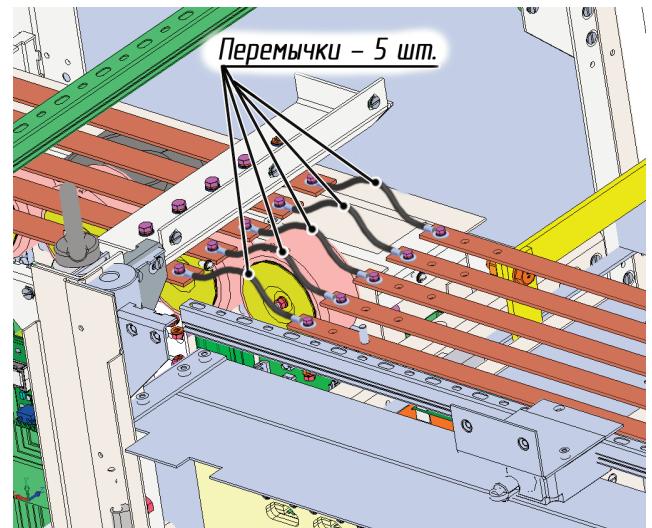


Рисунок 33 - Соединение шинного моста между шкафами трансформатора и управления

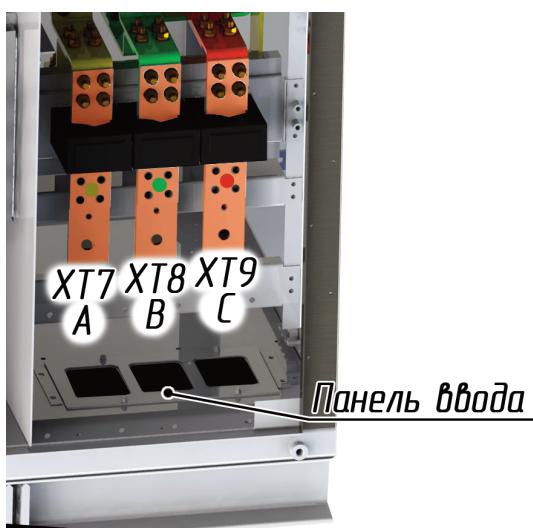


Рисунок 34 - Место подключения выходных кабелей в шкафу трансформатора КН24

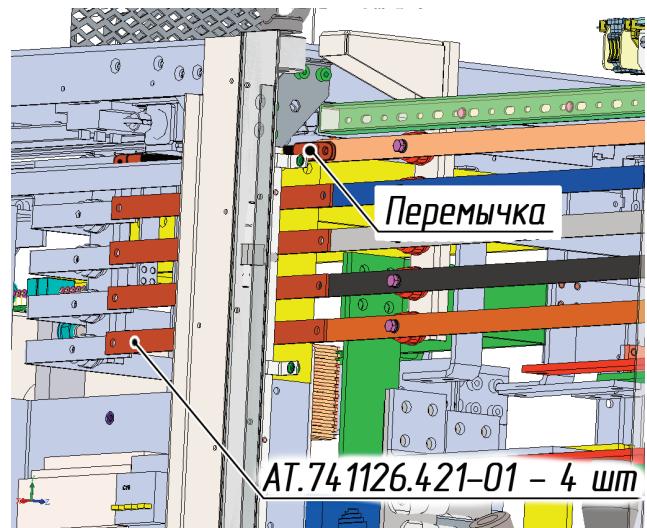


Рисунок 35 - Соединение шинного моста между шкафами трансформатора и ввода



Рисунок 36 - Соединение силовых шин между шкафом трансформатора и шкафом вода

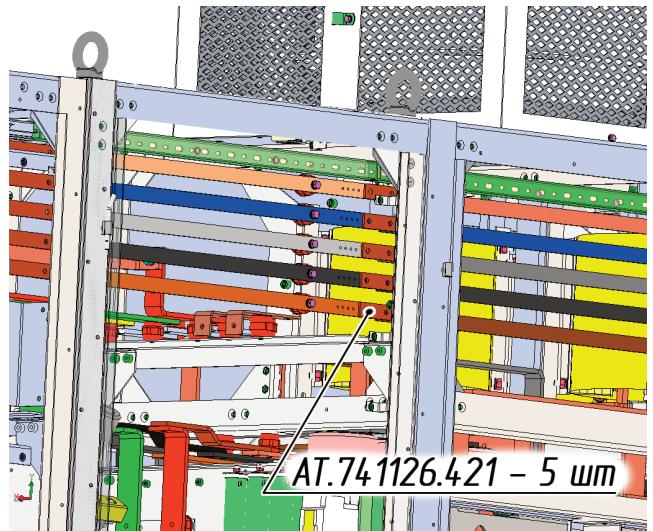


Рисунок 37 - Соединение шинного моста между шкафами ввода и ячеек

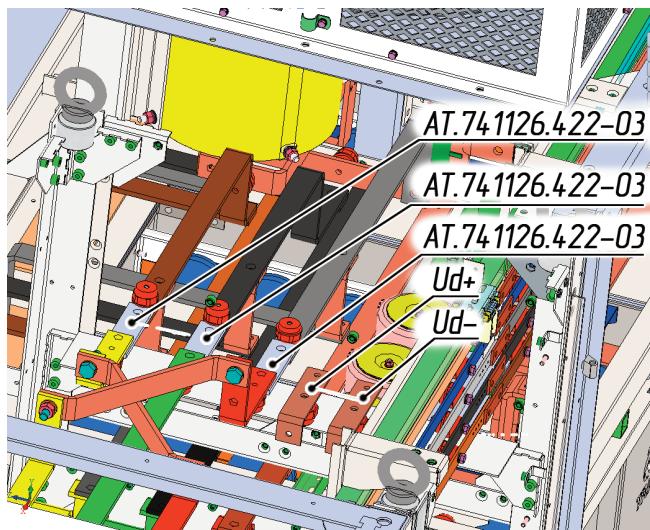


Рисунок 38 - Соединение шинного моста между шкафом ввода и шкафом ячеек

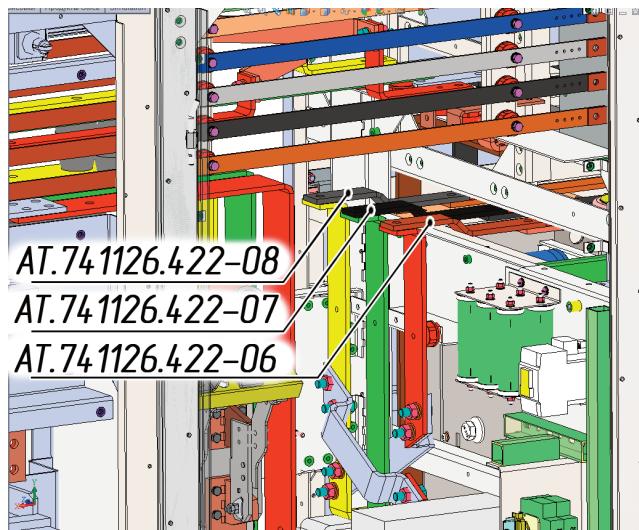


Рисунок 39 - Соединение силовых шин между шкафом ввода и шкафом ячеек

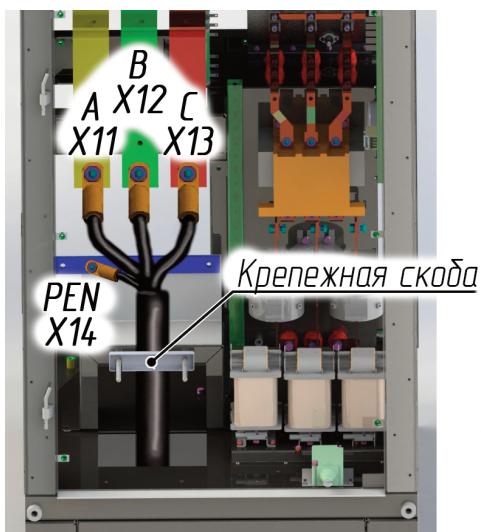


Рисунок 40 - ввод кабеля питания в шкафу ввода КН24

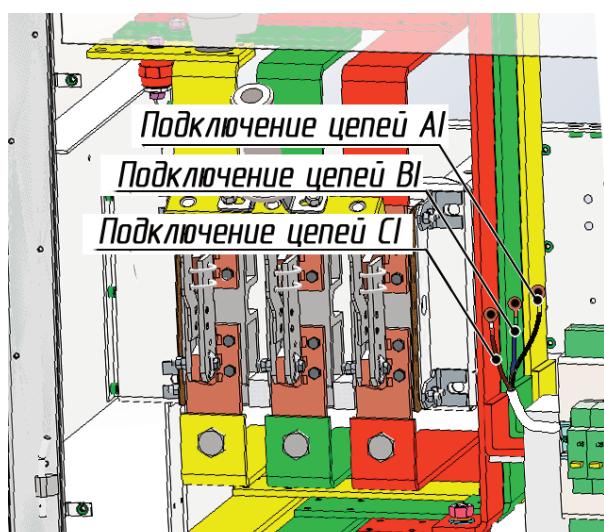


Рисунок 41 - ввод кабеля питания в шкафу ввода КН24

### 6.3. Подключение шкафа ячеек

Завести через проем между шкафом ввода и шкафом ячеек каналы оптической связи 8..12 и выполнить их укладку в короба и подключение к силовым ячейкам инвертора и активного выпрямителя.

Выполнить подключение шкафа согласно таблице соединений (приложение В, Г), рис. 37, 38, 39.

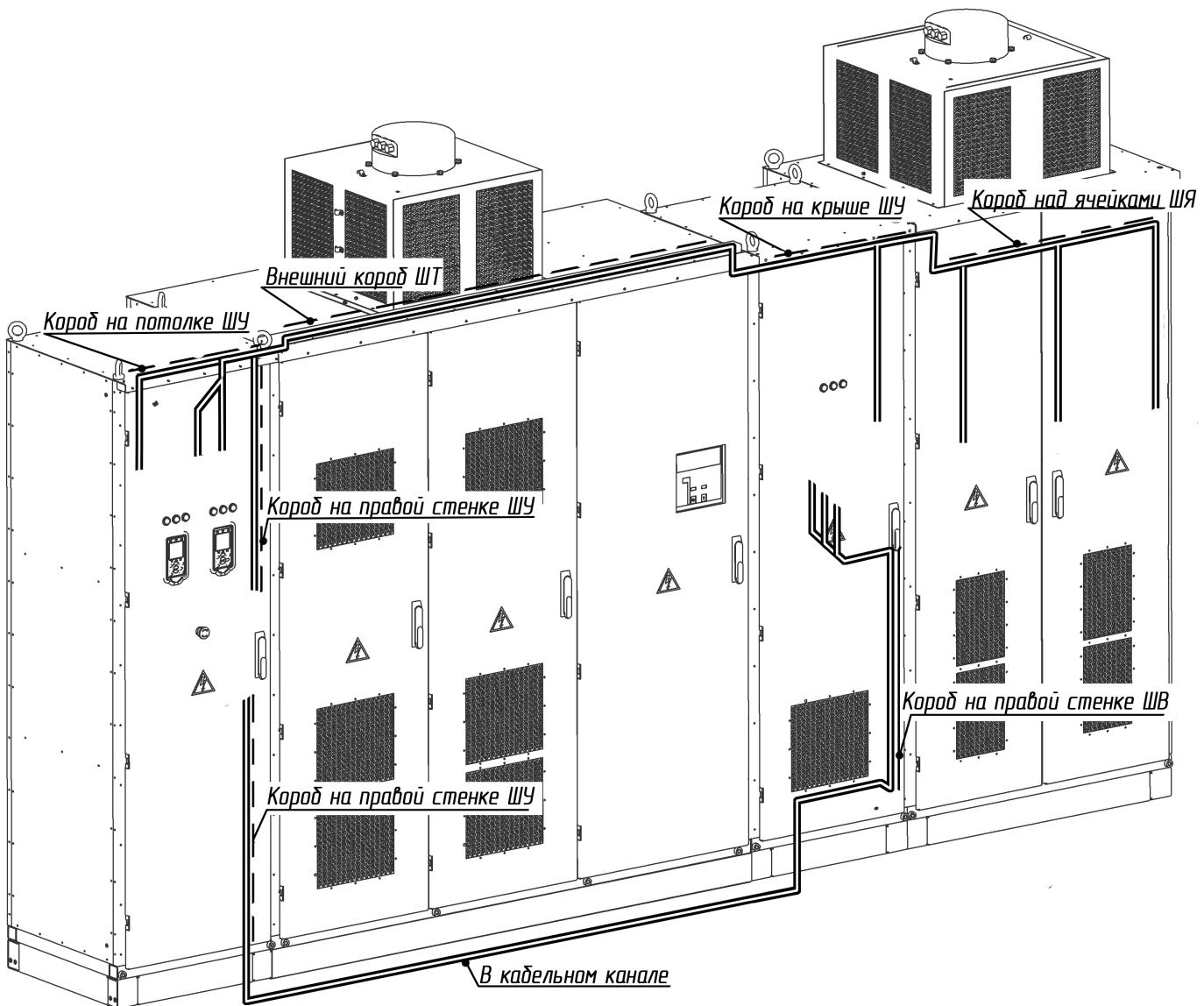


Рисунок 41 - трасса прокладки сигнальных цепей в КН24

## 7. ПОРЯДОК ПУСКА КН24



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



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



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Необходимо обеспечить свободный доступ к передней стенке КН24, ко всем дверям и органам управления.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Проход перед КН24 должен быть свободен. Запрещается загромождать проход перед КН24 в процессе пусконаладки и эксплуатации.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Перед первой подачей питания собственных нужд на компенсатор напряжения убедитесь, что все автоматические выключатели КН24 находятся в положении "выкл".



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Не включайте КН24, если у Вас есть сомнения в его целостности. Обесточьте оборудование и свяжитесь с представителем Корпорации Триол.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Перед подачей напряжения на КН24 убедитесь, что все двери шкафов надежно закрыты. Допускается не закрывать двери шкафа управления при наладке.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** На всех этапах включения КН24 при появлении искрения, дыма, подозрительного шума следует немедленно обесточить КН24 и остановить пусконаладочные работы. После этого необходимо связаться с представителем Корпорации Триол!

1. В шкафу ячеек (ШЯ) включить QF2 и QF3.
2. В шкафу ввода (ШВ) включить SF1, SF2, QF1, 3QS1.
3. В шкафу трансформатора (ШТ) взвести, включить (нажать кнопку «ON») и еще раз взвести 2QF1.  
Включить QF2 и 2QS1.
4. В шкафу управления (ШУ) включить все контакторы (автоматы) в последовательности строго слева направо.

После выполнения п.4 в ШУ должна включиться подсветка шкафа, на двери должны включиться пульты управления. Над пультом контроллера верхнего уровня (слева) должна засветиться лампа «Готов». Должны включиться вентиляторы в ШТ и ШЯ.

5. Отключить (если включен) 3QS1 в ШВ.
6. На пульте контроллера верхнего уровня нажать кнопку «Пуск».

После выполнения п.6 над пультом контроллера верхнего уровня должна погаснуть лампа «Готов» и засветится лампа «Работа». На двери ШВ должны засветиться лампы «Вентиляция» и «Заряд Ud». Через, примерно, 20 сек на двери ШВ должна погаснуть лампа «Заряд Ud» и засветиться лампа «Работа АВ». После этого, на двери ШУ над пультом контроллера инверторов должна засветиться лампа «Работа». При этом в ШТ разомкнется 2QF1. Через пять минут после пуска, на двери ШВ погаснет лампа «Вентиляция».

## 8. ОСТАНОВ КН24

1. На пульте контроллера верхнего уровня нажать кнопку «Стоп».

После выполнения п.1., над пультом контроллера верхнего уровня должна погаснуть лампа «Работа». С выдержкой времени до 10 сек (зависит от разницы напряжений на входе и выходе КН-24) замкнется QF1 в ШТ. На двери ШВ должна погаснуть лампа «Работа АВ». Над пультом контроллера верхнего уровня должна засветиться лампа «Готов». Над пультом контроллера инверторов должна погаснуть лампа «Работа».

## 9. ПЕРЕВОД КН24 НА ОБХОДНОЙ БАЙПАС

1. Выполнить отключение КН-24.
2. В ШВ замкнуть 3QS1.
3. В ШУ привести отключение всех контакторов (автоматов) в последовательности строго справа налево.
4. В ШВ отключить 3QS2.
5. В ШТ отключить 2QS1, нажать кнопку «OFF» на 2QF1.

## 10. ПЕРЕВОД КН24 ИЗ РЕЖИМА ОБХОДНОГО БАЙПАСА В РЕЖИМ КОМПЕНСАЦИИ.

1. Отключить все автоматические выключатели в шкафу управления в порядке справа налево.
2. В ШТ привести выключатель 2QF1 в состояние «Включен» и «Взведен» (см. цветовую маркировку и инструкцию на двери шкафа).
3. В ШВ замкнуть разъединитель 3QS2, в ШТ замкнуть разъединитель 2QS1.
4. Включить все автоматические выключатели в шкафу управления в порядке слева направо.
5. Дождаться включения световой сигнализации «Готов» над пультом контроллера верхнего уровня и появления статусного меню на пультах инвертора и контроллера верхнего уровня.
6. В ШВ разомкнуть разъединитель 3QS1. С этого момента нагрузка получает питание через механический байпасный выключатель 2QF1 и тиристорный ключ ТК1.
7. Нажать кнопку «Пуск» на пульте контроллера верхнего уровня для перевода КН24 в режим компенсации.

## 11. РАБОТА КНОПКИ «АВАРИЙНЫЙ СТОП»

В режиме останова нажатие на кнопку «Аварийный стоп» приведет к блокировке пуска КН-24. На двери ШУ над пультом контроллера верхнего засветиться лампа «Авария». Разблокировка кнопки «Аварийный стоп» переведет контроллер верхнего уровня в состояние готовности к пуску (если нет других аварий) с соответствующей индикацией - засветиться лампа «Готов» и погаснет лампа «Авария».

В режиме компенсации (работы) нажатие на кнопку «Аварийный стоп» будет отработано комплексом в следующем порядке:

1. Произойдет отключение активного выпрямителя и преобразователя частоты (инвертора).
2. Отключится контактор, подающий силовое питание на активный выпрямитель.
3. Нагрузка, подключенная к выходу КН-24, будет обесточена (байпас не включится).



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! В данном состоянии на выходах КН-24 присутствует напряжение, опасное для жизни!**



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! После разблокировки кнопки «Аварийный стоп», включится байпас. Силовое питание появится на выходе КН-24!**

## 12. ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА В СЛУЧАЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ

Нештатная ситуация в режимах «Байпас» и «Компенсатор Напряжения» может возникнуть в следующих случаях:

### 12.1. Исчезновение силового питания на входе КН24.

При исчезновении силового питания на входе КН24 нагрузка будет обесточена до возобновления подачи энергии на вход компенсатора. При появлении силового питания КН24 перейдет в режим «Байпас» и запитает нагрузку. После подачи силового питания на вход КН24 необходимо выполнить следующие действия.

#### 12.1.1. Дождаться появления статусного меню на пультах инвертора и контроллера верхнего уровня.

12.1.2. Привести выключатель 2QF1 в состояние «Включен» и «Взведен» (см. цветовую маркировку выключателя и инструкцию на двери ШТ).

#### 12.1.3. Отключить все автоматические выключатели в шкафу управления в порядке справа налево.

12.1.4. Выждать не менее двадцати секунд после отключения подсветки пультов инвертора и контроллера верхнего уровня.

#### 12.1.5. Включить все автоматические выключатели в шкафу управления в порядке слева направо.

12.1.6. Дождаться включения световой сигнализации «Готов» над пультом контроллера верхнего уровня и появления главного меню на пультах инвертора и контроллера верхнего уровня.

12.1.7. Нажать кнопку «Пуск» на пульте контроллера верхнего уровня для перевода КН24 в режим компенсации.

12.1.8. В случае срабатывания аварийной световой сигнализации (лампа «Авария» над пультами инвертора и контроллера верхнего уровня), при выполнении п.п. 12.1.5 –12. 1.7. необходимо выполнить рекомендации в разделе 15.

### 12.2. Возникновение аварии в одном из узлов КН24.

12.2.1. Световая аварийная сигнализация (лампа «Авария») расположена над пультами инвертора и контроллера верхнего уровня. В случае возникновения аварии КН24 переходит в режим «Байпас». Исключение составляют работа кнопки «Аварийный стоп» (см. раздел 10) и отключение внешнего силового питания.

12.2.2. Выяснить причину аварии. На пульте, над которым светится лампа «Авария» зайти в меню статуса в соответствии с разделом 13 «Доступ к аварийным сообщениям».

#### 12.2.3. Выполнить рекомендации в разделе 15

12.3. Ошибочные действия персонала при манипуляциях силовыми коммутационными аппаратами 2QF1, 2QS1, 3QS1, 3QS2.

12.3.1. Переключения вручную выключателя 2QF1 в любых режимах, кроме случаев, оговоренных в данном руководстве по эксплуатации, ЗАПРЕЩЕНЫ!

12.3.2. Переключения разъединителей 3QS2 и 2QS1 в режимах, отличных от «Обходной байпас» (разъединитель 3QS1 замкнут), ЗАПРЕЩЕНЫ!

12.3.3. Переключения разъединителя 3QS1 при разомкнутых 3QS2, 2QS1 и 2QF1 ЗАПРЕЩЕНЫ!

**ВНИМАНИЕ!** Невыполнение п.п. 3.1. - 3.3. может привести к травмам персонала, аварийному отключению или выходу из строя КН24 и обесточиванию подключенной к нему нагрузки.

В случае возникновения нештатной коммутации необходимо привести КН24 в исходное состояние и выполнить процедуру запуска. Порядок действий:

1. Отключить все автоматические выключатели в ШУ в порядке справа налево.

2. Выполнить запуск, описанный в разделе 7 «ПОРЯДОК ПУСКА КН24».



## #% РАБОТА С ПУЛЬТАМИ УПРАВЛЕНИЯ КН24

При эксплуатации КН24 пульт контроллера верхнего уровня (см. рис. 6) обеспечивает работу с центральным контроллером компенсатора напряжения, а пульт инверторов – обмен информацией с контроллером, отвечающим за безаварийную работу инверторов напряжения. Пульт инверторов применяется при пуско-наладочных работах, проводимых представителями Предприятия-изготовителя компенсатора. Приведенные ниже сведения относятся к пульту контроллера верхнего уровня.

Меню пульта состоит из:

- главного меню;
- статусного меню;
- меню групп;
- меню параметров.

Главное меню предназначено для отображения основных меню групп и меню параметров.

Главное меню содержит следующие меню:

- меню «Настройка» позволяет провести полную настройку параметров КН24. Содержит полный набор параметров КН, а также макросы;
- меню «Настр. статус» позволяет настроить статусное меню, выбрать отображаемые параметры и их количество;
- меню «Текущие знач.» позволяет контролировать текущие значения измеряемых параметров КН24;
- меню «Пароли» позволяет настроить уровень доступа;
- меню «Спис.изм.парам» позволяет просмотреть список из 16 последних измененных пользователем параметров. Последний измененный параметр располагается на первом месте, остальные сдвигаются на одну позицию. Также возможно редактировать данные параметры;
- меню «Язык» позволяет настроить язык меню.

Статусное меню предназначено для отображения текущих значений выбранных пользователем параметров. Для улучшения читабельности значения данных параметров выводятся крупным шрифтом. Одновременно в статусном меню могут отображаться два либо три параметра. Параметры и их количество настраиваются пользователем.

Меню групп могут содержать как меню параметров, так и вложенные меню групп. Одновременно в меню групп могут отображаться на экране до восьми названий меню.

Меню параметров содержат только параметры. Одновременно в меню параметров может отображаться до четырех параметров.

Основные уставки защит, величина задания напряжения на выходе КН24, а также текущие параметры (токи, напряжения и др.) указаны в табл.2, 3.

Вследствие высокой сложности компенсатора КН24, как электротехнического изделия, Пользователь не имеет возможности изменить уставки срабатывания защит:

- уставка МТЗ 3207 А (мгновенное значение тока нагрузки компенсатора);
- минимально допустимое входное напряжение сети “U\_in\_min” 260 В;
- максимально допустимое входное напряжение сети “U\_in\_max” 460 В;
- максимально допустимое выходное напряжение компенсатора “U\_out\_max” 450 В;
- минимально допустимое выходное напряжение компенсатора “U\_out\_min” 280 В;

Уставка “U вых задание” является заданием величины выходного напряжения компенсатора.

В среднем столбце табл. 3 приведены заводские уставки компенсатора КН24.

По результатам пуско-наладочных работ компенсатора КН24 и периода опытной эксплуатации изделия перечень уставок и параметров, доступных Пользователю, может быть расширен и дополнен.

**Доступ к аварийным сообщениям (левый и правый пульты управления).**

1. Выйти в основное меню - нажимать кнопку « <- » (стрелка влево) до тех пор, пока не появится отображение трех строк текущих значений параметров быстрого доступа.
2. Нажать кнопку « -> » (стрелка вправо).
3. В меню, нажимая кнопки «стрелка вниз» или «стрелка вверх», выбрать пункт «Статус КН» (для левого пульта) или «Статус ПЧ» (для правого пульта).
4. Нажать кнопку « -> » (стрелка вправо).
5. Аварийные сообщения отображаются в строках «Текущая авария» и «Причина останова».
6. для возврата в основное меню выполнить п. 1.

**Примечание: на левом пульте статусы «Текущая авария» и «Причина останова» выведены в меню быстрого доступа.**

Основное меню левого пульта отображает:

- токи на выходе КН24;
- линейное напряжение на входе;
- линейное напряжение на выходе;
- напряжение в ЗПТ;
- температуру АВ;
- полный ток;
- полная мощность;
- статус «Текущая авария»;
- статус «Причина останова»;

Основное меню правого пульта отображает:

- линейное напряжение на входе;
- линейное напряжение на выходе;
- суммарный ток ячеек (примерно в три раза ниже тока на выходе КН24);
- режим работы инвертора;
- коэффициент модуляции;
- напряжение в ЗПТ;
- температуру ячеек инвертора;
- ток ячеек инвертора;
- напряжение в ЗПТ ячеек инвертора;



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Уставка “U вых задание” является заданием величины выходного напряжения компенсатора.

Пульт инверторов позволяет просмотреть текущие параметры и уставки инверторов, перечень уставок приведен в табл. 4.

**Таблица 2 - Перечень параметров (пульт контроллера верхнего уровня)**

Наименование	Размерность	Наименование	Размерность
Ток фазы U	A	Тек авария	
Ток фазы V	A	КН_причина_ост	
Ток фазы W	A	Маска ошибок	
Напр. Uab выход	B	Iu авар	A
Напр. Ubc выход	B	lv авар	A
Напр. Uca выход	B	lw авар	A
Напр Uab вход	B	U_U_авар	B
Напр Ubc вход	B	U_V_авар	B
Напр Uca вход	B	U_W_авар	B
Івых. полный	A	U_AB_авар	B
Полн. мощн.	кВА	U_BC_авар	B
Фазировка U вых		U_CA_авар	B
Фазировка U вх			
Частота вх. сети	Гц		
Статус привода			

Таблица 3 - Перечень уставок КН24 (пульт контроллера верхнего уровня)

Наименование	Min	Max	Размерность	Заводские уставки	Help
Пароль Польз.	0	65535		0	Ввод пароля Пользователя
Эталон Польз.	0	65535		1	Изменение пароля Пользователя
Пароль Техн.	0	65535		0	Ввод пароля Технолога
Эталон Техн.	0	65535		2	Изменение пароля Технолога

Таблица 4 – Перечень параметров и уставок инверторов (пульт инверторов)

Наименование	Размерность
Напр. вход Uab	В
Напр. вход Ubc	В
Напр. вход Uca	В
Напр. вращ. Uvх	
Напр. инв. Uab	В
Напр. инв. Ubc	В
Напр. инв. Uca	В
Напр. вращ. Uvых	
Ток фазы U	А
Ток фазы V	А
Ток фазы W	А
Ud	В
Режим инвертора	
Ud яч №0	В
Ud яч №1	В
I полн я №0	А
I полн я №1	А
T0	°C
T1	°C
Статус я №0	
Статус я №1	
Статус привода	
Авария привода	
Авария фикс	
Маска ошибок	

## 14. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

При соблюдении требований к условиям эксплуатации КН24 не требует значительного обслуживания. В таблице 5 указана рекомендуемая периодичность проведения технического обслуживания элементов, входящих в состав изделия.



**ВНИМАНИЕ!** Для проведения всех видов работ по техническому обслуживанию КН24 необходимо выполнить его отключение.

Таблица 5 – Периодичность технического обслуживания

Интервал	Операция технического обслуживания	Инструкции
При хранении более 1 года перед вводом в эксплуатацию	Формование конденсаторов ЗПТ	Обратитесь в ближайший сервисный центр Корпорации Триол. Время хранения исчисляется с момента выпуска электропривода, а не с момента его поставки. Дата выпуска указана на табличке технических характеристик КН24
Ежегодно (при сильной запыленности помещения – каждые полгода)	Очистка от пыли	При помощи пылесоса провести очистку от пыли всех внешних решеток КН24. Открыть двери всех шкафов. Проверить степень загрязнения. В случае сильного запыления произвести очистку внутренних поверхностей шкафов от запыления.
Ежегодно	Проверка и затяжка болтовых силовых токоведущих соединений	Шкаф ввода Открыть двери шкафа. Снять защитное стекло. Проверить степень затяжки болтовых соединений входных кабелей к входным шинам и мест подключения разъединителей 3QS1, 3QS2. При ослаблении соединений произвести затяжку.  Шкаф трансформатора Открыть правую дверь шкафа. Снять защитное стекло. Проверить степень затяжки болтовых соединений входных кабелей к выходным шинам и мест подключения разъединителя 2QS1 и выключателя 2QF1. При ослаблении соединений произвести затяжку.
Каждые 3 года	Проверка и очистка ножевых силовых токоведущих соединений	Шкаф ячеек Открыть двери шкафа. Установить бровень с полом шкафа подставку (в комплект поставки не входит). <b>ВНИМАНИЕ!</b> Подставка должна иметь ровные опорные поверхности и обладать достаточной прочностью, чтобы выдержать массу ячейки (200 кг). Приведенные ниже операции проводить последовательно для каждой из ячеек (см. рис.15): <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонтировать стопорный уголок;</li> <li>- отключить сигнальные провода управления и подключение ЗПТ;</li> <li><b>ВНИМАНИЕ!</b> Оптические кабели хрупкие, минимальный радиус гибки 450мм.</li> <li>- потянуть ячейку на себя за ручку, расположенную на лицевой панели ячейки, выкатить ее на подставку, освободив доступ к ножевым токоведущим соединениям;</li> <li>- проверить качество шинных соединений в ножевом контакте;</li> <li>- очистить все поверхности ножевого контакта и нанести на них слой противокислительного состава;</li> <li>- установить на прежнее место ячейку и восстановить подключения, выполнив вышеуказанные действия в обратном порядке.</li> </ul> <b>ВНИМАНИЕ!</b> Ячейки инвертора и активного выпрямителя менять местами запрещено!

## Продолжение таблицы 5

Интервал	Операция технического обслуживания	Инструкции
		<p>Шкаф трансформатора Открыть левую и среднюю двери шкафа. Приведенные ниже операции проводить последовательно для каждой из тиристорных ячеек (см. рис.11):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонтировать стопорный уголок;</li> <li>- отключить разъемы управления;</li> <li>- потянуть ячейку на себя за ручку, расположенную на лицевой панели ячейки, вытащить ее, освободив доступ к ножевым токоведущим соединениям;</li> <li>- проверить качество шинных соединений в ножевом контакте;</li> <li>- очистить все поверхности ножевого контакта и нанести на них слой противокислотного состава;</li> <li>- установить на прежнее место ячейку и восстановить подключения, выполнив вышеуказанные действия в обратном порядке.</li> </ul>
Каждые 7 лет (при максимальной рабочей температуре и нагрузке электропривода)	Замена вентиляторов охлаждения	<p>При максимальной рабочей температуре и нагрузке электропривода срок службы вентиляторов охлаждения составляет 7 лет. Расчетный срок службы вентилятора удваивается на каждые 10 °C снижения температуры от максимально допустимой. Отказу вентилятора обычно предшествует появление повышенного шума подшипников вентилятора и постепенное повышение температуры на IGBT. Рекомендуется заменять вентилятор немедленно после появления этих признаков.</p> <p><b>ПРИМЕЧАНИЕ.</b> Не следует использовать вентиляторы, технические характеристики которых отличаются от установленных на заводе-изготовителе. Невыполнение данной рекомендации может привести к повреждению оборудования или сбоям в его работе, также возможно сокращение срока службы КН24.</p> <p>Вентиляторы установлены на шкафу трансформатора и на шкафу ячеек. Расположение креплений показано на рис.15.</p> <p>Для замены вентилятора:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- открыть двери шкафа;</li> <li>- отключить провод питания вентилятора от клеммника, расположенного на потолке шкафа;</li> <li>- демонтировать крепление блока вентилятора;</li> <li>- снять с крыши шкафа блок вентилятора;</li> <li>- демонтировать крепление вентилятора;</li> <li>- произвести замену вентилятора, выполнив вышеописанные действия в обратном порядке.</li> </ul>
При необходимости (выход из строя)	Замена силовой ячейки	Обратитесь в ближайший сервисный центр Корпорации Триол.
Каждые 10...12 лет (в зависимости от условий эксплуатации)	Замена конденсаторов звена постоянного тока	Обратитесь в ближайший сервисный центр Корпорации Триол.

## 15. ВОЗМОЖНЫЕ АВАРИИ КН24 И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Перечень возможных аварий и методы их устранения (описание действий оперативного персонала) приведены в табл.6, 7.

Таблица 6 – Отключение компенсатора КН24 с подачей питания к нагрузке

№	Причина аварийного отключения компенсатора КН24 с включением байпасного выключателя 2QF1	Возможные причины аварийного отключения компенсатора КН24	Методы устранения причин аварийного отключения
1	Сверхток нагрузки	Срабатывание защиты МТЗ по уставке Imtz 3207 A (мгновенное значение)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Войти в меню пульта контроллера верхнего уровня (расположен слева на двери ШУ) и определить причину аварийного отключения КН24.</li> <li>2. При необходимости, уточнить причину отключения с помощью пульта инверторов (расположен справа на двери ШУ).</li> <li>3. Зафиксировать событие в рабочем журнале по форме «Причина отключения / время события / подпись ответственного лица».</li> <li>4. Проверить отсутствие видимых повреждений устройства и включить КН24 повторно (см. инструкции раздела 7 настоящего РЭ).</li> <li>5. При неудачной попытке включения КН24 зафиксировать событие в рабочем журнале, включить обходной разъединитель 3QS1 (здесь и далее - см. рис 1) шкафа ввода и обесточить оборудование путем отключения всех остальных выключателей.</li> <li>6. Связаться с представителем сервисной службы Корпорации Триол</li> </ol>
2	Увеличение выходного напряжения КН24 сверх допустимого уровня	Срабатывание защиты от выходного перенапряжения по уставке U_out_max 450 В (действующее значение)	Выполнить п. 1 данной таблицы
3	Уменьшение выходного напряжения КН24 ниже допустимого уровня	Срабатывание защиты от снижения выходного напряжения по уставке U_out_min 280 В (действующее значение)	Выполнить п. 1 данной таблицы
4	Увеличение входного напряжения КН24 сверх допустимого уровня	Срабатывание защиты от входного перенапряжения по уставке U_in_max 460 В (действующее значение)	Выполнить п. 1 данной таблицы
5	Уменьшение входного напряжения КН24 ниже допустимого уровня	Срабатывание защиты от провала входного напряжения по уставке U_in_min 260 В (действующее значение)	Выполнить п. 1 данной таблицы
6	Внутренние неисправности КН24	Установить причины отключения по меню пультов управления	Выполнить п. 1 данной таблицы

Таблица 7 – Отключение компенсатора КН24 с прекращением питания нагрузки

№	Причина аварийного отключения компенсатора КН24 с выключением байпасного выключателя 2QF1	Возможные причины аварийного отключения компенсатора КН24	Методы устранения причин аварийного отключения
1	Групповое отключение активного выпрямителя, инверторов напряжения, тиристорных ключей и байпасного выключателя КН24	Полное исчезновение силового напряжения хотя бы одной из фаз сети длительностью более 4 мс с последующим восстановлением питающего напряжения восстановлением питающего напряжения сети ~380 В, 50 Гц (или без восстановления напряжения сети)	<p>1. Выполнить инструкции раздела 7 настоящего РЭ по включению КН24</p> <p>2. Выполнить инструкции, приведенные в п.1 таблицы 5 с целью включения КН24 в работу.</p>
2	Групповое отключение активного выпрямителя, инверторов напряжения, тиристорных ключей и байпасного выключателя КН24	Срабатывание собственной максимальной токовой защиты байпасного выключателя 2QF1	<p>1. Установить причины отключения по меню пультов управления.</p> <p>2. Восстановить питание нагрузки КН24 за счет включения обходного разъединителя 3QS1 шкафа ввода.</p> <p>3. Установить автоматические выключатели, перечисленные ниже, в состояние “Выкл”:</p> <p>В шкафу ячеек:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>“Вентилятор системы охлаждения”;</li> <li>“Система измерения”.</li> </ul> <p>В шкафу ввода</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>“Вентилятор системы охлаждения”;</li> <li>“Система управления”.</li> </ul> <p>В шкафу трансформатора:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>“Байпас”;</li> <li>“Вентилятор системы охлаждения”.</li> </ul> <p>В шкафу управления:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>“Питание”;</li> <li>“Вентиляторы”;</li> <li>“Розетка”;</li> <li>“Питание собственных нужд “вход””;</li> <li>“Питание собственных нужд “выход””.</li> </ul> <p>Установить автоматический выключатель “Байпас блока UPS” в состояние “выкл”.</p> <p>4. Отключить входной разъединитель 3QS2 и выходной разъединитель 2QS1 – тем самым обеспечить подачу электроэнергии Потребителям (нагрузке КН24).</p> <p>5. Связаться с представителем сервисной службы Корпорации Триол</p>

## 16. УТИЛИЗАЦИЯ

По истечении срока эксплуатации КН24 необходимо выполнить его демонтаж с последующей утилизацией. Демонтаж КН24 включает в себя разборку металлоконструкции, крепежных элементов, монтажных токопроводов и проводников, комплектующей аппаратуры.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** КН24 и его упаковка должны утилизироваться как промышленные отходы.

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

## 17. ГАРАНТИИ И СЕРВИС

Изготовитель гарантирует соответствие компенсатора напряжения КН24 требованиям технических условий при соблюдении потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения.

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

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

Настоящая гарантия действует в случае, если КН24 будет признан неисправным в связи с дефектами изготовителя или заводскими настройками. Настоящая гарантия недействительна в случае, когда обнаружено несоответствие серийного номера КН24 номеру в представленном паспорте или в случае утери паспорта изделия.

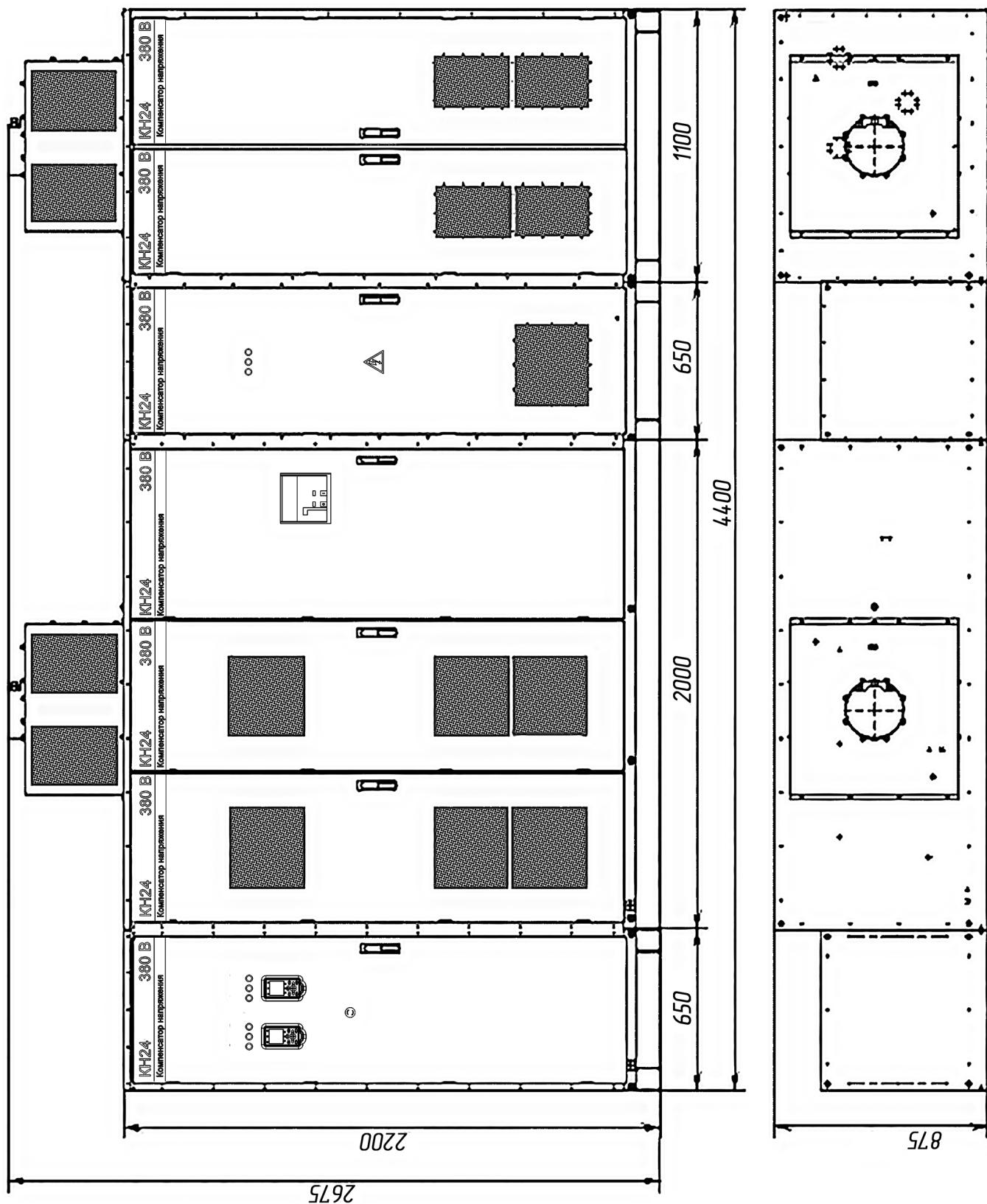
Гарантийные обязательства не распространяются на случаи:

- когда повреждение или неисправность были вызваны: пожаром, молнией, наводнением или другими природными явлениями;
- механического повреждения;
- использованием не по назначению;
- попаданием внутрь устройства воды или агрессивных химических веществ;
- отклонения от требований эксплуатационной документации при установке и настройке компенсатора напряжения;
- в случае ремонта изделия, выполненного физическим или юридическим лицом, не имеющим сертификата предприятия-изготовителя на оказание таких услуг.

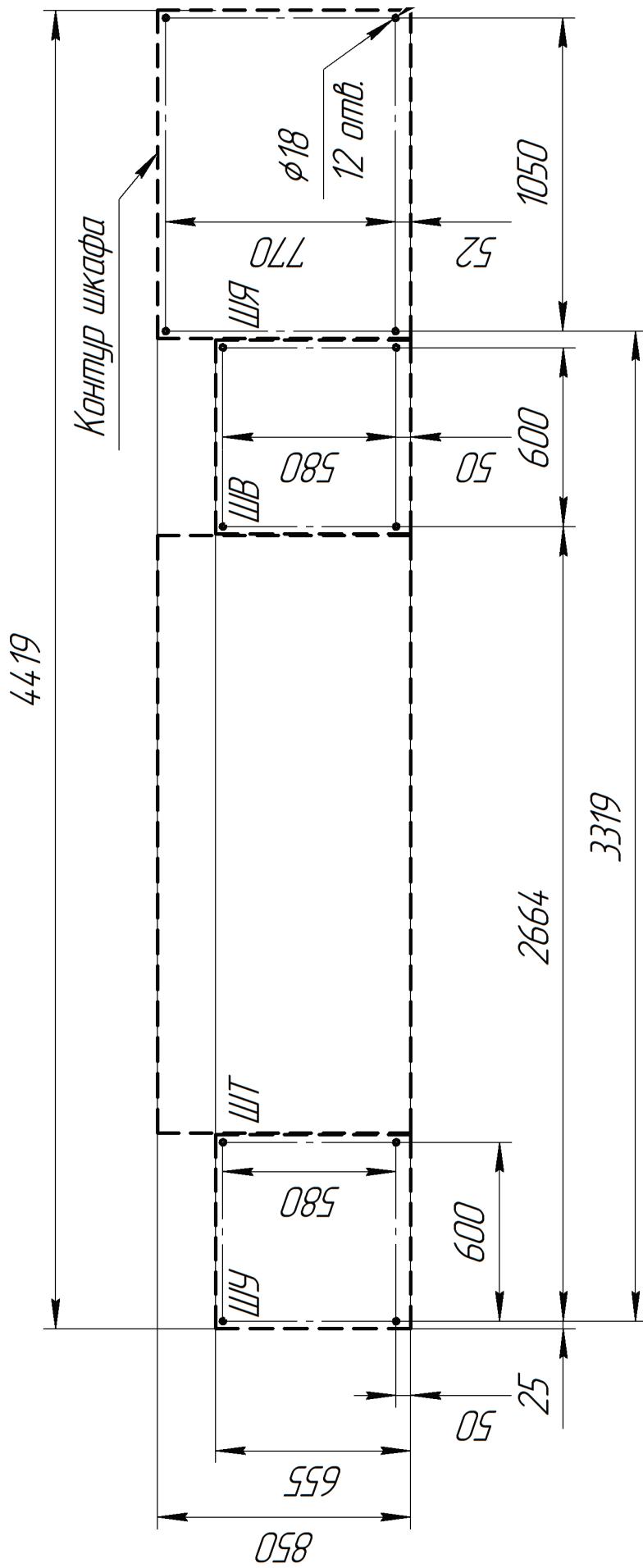
В случае выявления неисправностей в период гарантийного срока потребитель должен подать письменную рекламацию в произвольной форме предприятию-изготовителю.

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

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

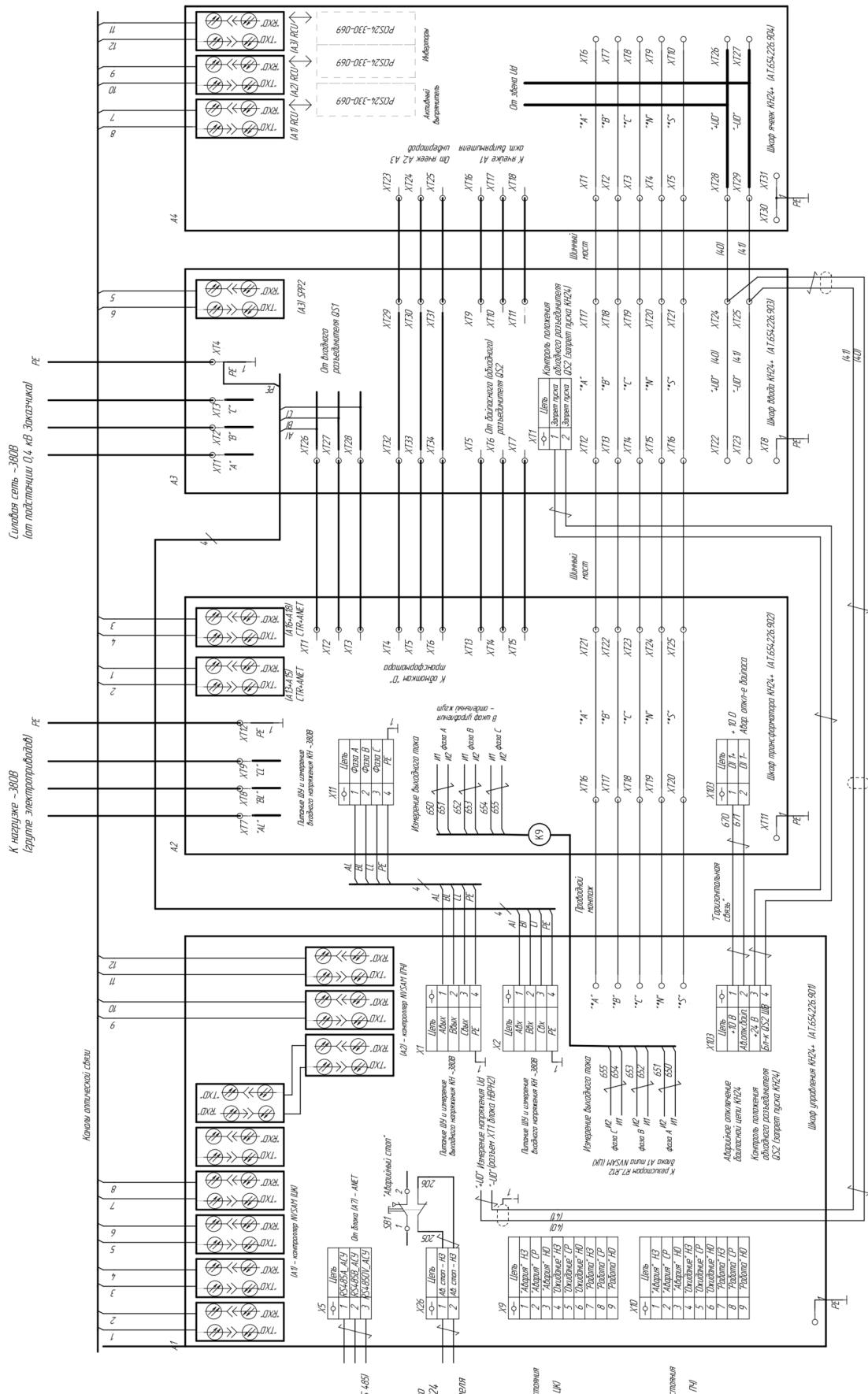


Габариты компенсатора напряжения Триол КН24-М63-380-3000



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

## ТРИОЛ КН24 - КОМПЕНСАТОР НАПРЯЖЕНИЯ



## ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Цепи, обозначенные знаком  $Z$ , перевить с шагом скрутки не менее 15 мм.
  2. Межшкафные соединения шинных мостов и силовых шин "+Ud", "-Ud" выполнить перемычками.
  3. Номинальный выходной ток компенсатора КН24 составляет 957 А.

Схема электрическая принципиальная компенсатора напряжения Триол КН4-М63-380-3000

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица соединений компенсатора напряжения Триол КН24-М63-380-3000 (продолжение)

Проводник	От	К	Проводник	Крепеж	Примечание
1	A1-A1:X18	A2-A15:RXD	Из комплекта поставки		Канал оптической связи
2	A1-A1:X19	A2-A15:TXD	-/-		Канал оптической связи
3	A1-A1:X21	A2-A15:RXD	-/-		Канал оптической связи
4	A1-A1:X22	A2-A15:TXD	-/-		Канал оптической связи
5	A1-A1:X13	A3-A15:RXD	-/-		Канал оптической связи
6	A1-A1:X14	A3-A15:TXD	-/-		Канал оптической связи
7	A1-A1:X15	A4-A1:RXD	-/-		Канал оптической связи
8	A1-A1:X16	A4-A1:TXD	-/-		Канал оптической связи
9	A1-A2:X14	A4-A2:RXD	-/-		Канал оптической связи
10	A1-A2:X15	A4-A2:TXD	-/-		Канал оптической связи
11	A1-A2:X16	A4-A3:RXD	-/-		Канал оптической связи
12	A1-A2:X17	A4-A3:TXD	-/-		Канал оптической связи
40	A1-A8:XT2:1	A3:XT24	-/-		
40	A3-XT24	A4-XT28	-		Болт M8-6гх16.88.016 ГОСТ 7805-70 - 1 шт Гайка М8-6Н.5.016 ГОСТ 5927-70 - 1 шт Шайба 8Л 65Г 029 ГОСТ 6402-70 - 1 шт Шайба 8.01.08кп. 016 ГОСТ 11371-80 - 2 шт
41	A3-XT25	A4-XT29	-		Болт M8-6гх16.88.016 ГОСТ 7805-70 - 1 шт Гайка М8-6Н.5.016 ГОСТ 5927-70 - 1 шт Шайба 8Л 65Г 029 ГОСТ 6402-70 - 1 шт Шайба 8.01.08кп. 016 ГОСТ 11371-80 - 2 шт
A2:670	A1:XT2:2	A3:XT25	-/-		Гор. свя3ь
A2:671	A1:X103:1	A2:X103:1	-/-		Гор. свя3ь
A2:650	A1:X103:2	A2:X103:2	-/-		
A2:651	A1:R7, A1:R8	A2:650	-/-		K9
A2:652	A1:R7, A1:R8	A2:651	-/-		K9
A2:653	A1:R9, A1:R10	A2:652	-/-		K9
A2:654	A1:R9, A1:R12	A2:653	-/-		K9
A2:655	A1:R11, A1:R12	A2:654	-/-		K9
A1	A1:X2:1	A3:XT26	-/-		
Bi	A1-X2:2	A3:XT27	-/-		

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица соединений компенсатора напряжения Триол КН24-М63-380-3000 (продолжение)

Проводник	От	К	Проводник	Крепеж	Примечание
C1	A1-X2:3	A3:ХТ28	-/-		
AL	A1-X1:1	A2-X11:1	-/-		
BL	A1-X1:2	A2-X11:2	-/-		
CL	A1-X1:3	A2-X11:3	-/-		
	A1-X5:1	Согласно проекта			RS485A_ACУ
	A1-X5:2	-/-			RS485B_ACУ
	A1-X5:3	-/-			RS4850V_ACУ
-	A1:Х26:1	-/-			Ав. стоп
-	A1:Х26:2	-/-			Ав. стоп
A1:Х103:3	A3:ХТ1:1	Из комплекта поставки			Пол. обх. разъед.
A1:Х103:4	A3:ХТ1:2	-/-			Пол. обх. разъед.
-	A2-ХТ7	Согласно проекта			Фаза А Вых
-	A2-ХТ8	-/-			Фаза В Вых
-	A2-ХТ9	-/-			Фаза С Вых
-	A3-ХТ1	-/-			Фаза А Вх
-	A3-ХТ2	-/-			Фаза В Вх
-	A3-ХТ3	-/-			Фаза С Вх
-	A1-ХТ1	A2-ХТ16	-		
-	A1-ХТ2	A2-ХТ17	-		Болт М8-6гx30.88.016 ГОСТ 7805-70 - 1 шт
-	A1-ХТ3	A2-ХТ18	-		Гайка M10-6Н.5.016 ГОСТ 5927-70 - 1 шт
-	A1-ХТ4	A2-ХТ19	-		Шайба 8л 65Г 029 ГОСТ 6402-70 - 1 шт
-	A1-ХТ5	A2-ХТ20	-		Шайба 8.01.08кп. 016 ГОСТ 11371-80 - 2 шт
-	A2-ХТ1	A3-ХТ26	AT.745214.511		Болт M10-6гx30.88.016 ГОСТ 7805-70 - 2 шт
-	A2-ХТ2	A3-ХТ27	AT.745214.511		Гайка M10-6Н.5.016 ГОСТ 5927-70 - 2 шт
-	A2-ХТ3	A3-ХТ28	AT.745214.511		Шайба 10л 65Г 029 ГОСТ 6402-70 - 2 шт
-	A2-ХТ4	A3-ХТ32	AT.741126.422-01		Шайба 10.01.08кп. 016 ГОСТ 11371-80 - 4 шт
-	A2-ХТ5	A3-ХТ33	AT.741126.422-01		Болт M10-6гx30.88.016 ГОСТ 7805-70 - 2 шт
-	A2-ХТ6	A3-ХТ34	AT.741126.422-01		Гайка M10-6Н.5.016 ГОСТ 5927-70 - 2 шт
					Шайба 10л 65Г 029 ГОСТ 6402-70 - 2 шт
					Шайба 10.01.08кп. 016 ГОСТ 11371-80 - 4 шт

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица соединений компенсатора напряжения Триол КН24-М63-380-3000 (продолжение)

Проводник	От	К	Проводник	Крепеж	Примечание
-	A2-ХТ13	A3-ХТ5	АТ.7411126.423	Болт М10-6gх30.88.016 ГОСТ 7805-70 - 8 шт	Шина
-	A2-ХТ14	A3-ХТ6	АТ.7411126.423	Гайка М10-6Н.5.016 ГОСТ 5927-70 - 8 шт	Шина
-	A2-ХТ15	A3-ХТ7	АТ.7411126.423	Шайба 10Л 65Г 029 ГОСТ 6402-70 - 8 шт	Шина
-	A2-ХТ21	A3-ХТ12	АТ.7411126.421-01	Шайба 10.01.08кп. 016 ГОСТ 11371-80 - 16 шт	Шина
-	A2-ХТ22	A3-ХТ13	АТ.7411126.421-01	Болт М8-6gх16.88.016 ГОСТ 7805-70 - 2 шт	Шина
-	A2-ХТ23	A3-ХТ14	АТ.7411126.421-01	Гайка М8-6Н.5.016 ГОСТ 5927-70 - 2 шт	Шина
-	A2-ХТ24	A3-ХТ15	АТ.7411126.421-01	Шайба 8Л 65Г 029 ГОСТ 6402-70 - 2 шт	Шина
-	A2-ХТ25	A3-ХТ16	АТ.7411126.421-01	Шайба 8.01.08кп. 016 ГОСТ 11371-80 - 4 шт	Шина
A3-ХТ29	A4-ХТ23	АТ.7411126.422-03	Болт М10-6gх30.88.016 ГОСТ 7805-70 - 2 шт	Шина	
A3-ХТ30	A4-ХТ24	АТ.7411126.422-03	Гайка М10-6Н.5.016 ГОСТ 5927-70 - 2 шт	Шина	
A3-ХТ31	A4-ХТ25	АТ.7411126.422-03	Шайба 10Л 65Г 029 ГОСТ 6402-70 - 2 шт	Шина	
A3-ХТ9	A4-ХТ16	АТ.7411126.422-06	Шайба 10.01.08кп. 016 ГОСТ 11371-80 - 4 шт	Шина	
A3-ХТ10	A4-ХТ17	АТ.7411126.422-06	Болт М10-6gх30.88.016 ГОСТ 7805-70 - 2 шт	Шина	
A3-ХТ11	A4-ХТ18	АТ.7411126.422-06	Гайка М10-6Н.5.016 ГОСТ 5927-70 - 2 шт	Шина	
A3-ХТ17	A4-ХТ1	АТ.7411126.421	Шайба 10Л 65Г 029 ГОСТ 6402-70 - 2 шт	Шина	
-	A3-ХТ18	A4-ХТ2	АТ.7411126.421	Шайба 10Л 65Г 029 ГОСТ 6402-70 - 2 шт	Шина
-	A3-ХТ19	A4-ХТ3	АТ.7411126.421	Шайба 8Л 65Г 029 ГОСТ 6402-70 - 2 шт	Шина
-	A3-ХТ20	A4-ХТ4	АТ.7411126.421	Шайба 8.01.08кп. 016 ГОСТ 11371-80 - 4 шт	Шина
-	A3-ХТ21	A4-ХТ5	АТ.7411126.421		Шина
РЕ	A1:1			Согласно проекта	
РЕ	A2:ХТ11			-//-	
РЕ	A3:ХТ8			-//-	
РЕ	A4:ХТ30			-//-	
РЕ	A4:ХТ31			-//-	
РЕ	-	A3-ХТ4		-//-	
PEN	A1-Х1:4	A2-Х11:4		-//-	
PEN	A1-Х2:4	A3-ХТ4		-//-	