



**Открытое акционерное общество  
«БЕЛЭНЕРГОРЕМНАЛАДКА»  
Филиал «Инженерный центр»**



*Интегрированная система менеджмента качества и охраны труда при выполнении проектных, строительно-монтажных, ремонтных и наладочных работ, изготовлении оборудования и запасных частей для объектов энергетики и других отраслей промышленности сертифицирована BUREAU VERITAS Certification на соответствие международному стандарту ISO 9001:2000 и международной спецификации OHSAS 18001:1999*

**Шкаф оперативного тока  
ШОТ**

**Руководство по эксплуатации**

**КПВУ.885.00.00.00РЭ**

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления лиц, эксплуатирующих шкаф оперативного тока (в дальнейшем – ШОТ или изделие), а также для наладочного и ремонтного персонала.

РЭ включает в себя данные о ШОТ, принципе действия, порядке работы с ним, указания по использованию, техническому обслуживанию в период эксплуатации, хранению и транспортированию.

Обслуживающий персонал должен иметь специальную подготовку в области обслуживания электроустановок до и выше 1000 В, а также должен быть ознакомлен с настоящим РЭ.

## 1. Описание и работа изделия

### 1.1. Назначение ШОТ

1.1.1 Шкаф оперативного тока предназначен для питания цепей управления, защиты, автоматики и сигнализации, а также для питания особо ответственных потребителей, для которых требуется бесперебойное электроснабжение.

1.1.2 ШОТ должен соответствовать требованиям ТУ ВУ 100345505.048-2011.

1.1.3 По воздействию климатических факторов внешней среды ШОТ соответствует исполнению УХЛ4 по ГОСТ 15150, для работы при температуре окружающей среды от плюс 1 °С до плюс 40 °С, относительной влажности воздуха не более 80 % при 25 °С и высоте над уровнем моря не более 1000м.

Режим работы изделия – длительный.

### 1.2. Технические характеристики

1.2.1 Питание осуществляется от сети переменного напряжения 220 В промышленной частоты.

1.2.2 Диапазон регулирования выходного напряжения от 200 до 280 В постоянного тока.

1.2.3 Номинальный выходной ток каждого из двух зарядных устройств 10 А.

1.2.4 Габаритные размеры ШОТ: 2100×600×800 мм.

1.2.5 Масса устройства ШОТ: не более 150 кг.

### 1.3. Комплектность

1.3.1 В комплект поставки входит:

– ШОТ – 1 шт.;

– кабель для интерфейса RS232 – 1 шт.;

– программное обеспечение (программа задания уставок и считывания параметров ЗПТ) – 1 шт.;

– руководство по эксплуатации (РЭ) – 1 шт.;

– паспорт – 1 шт.

### 1.4. Устройство и работа ШОТ

1.4.1 ШОТ включает в себя следующие устройства и схемы:

– реле контроля уровня напряжения KSV;

– реле контроля наличия напряжения KL6;

– два устройства зарядных УЗ 220В/10А (УЗ1, УЗ2);

- два реле контроля выходного напряжения соответственно на У31 и У32;
- амперметр для контроля тока заряда - разряда аккумуляторной батареи РА1;
- схему контроля изоляции состоящую из переключателя для подключения к 1 или 2 секции, вольтметра, реле контроля изоляции, реле повторителя, переключателя изоляции, имеющего три положения для замера напряжения между “+” и “-”, между “+” и “землей” и между “-” и “землей”.
- две защиты постоянного тока микропроцессорных ЗПТ-001;
- блок контроля защит постоянного тока;
- схему подогрева состоящую из устройства контроля температуры (датчик), контактора и резисторов;
- устройство «Сапфир-4» (устанавливается по требованию заказчика);
- реле мигающего света (устанавливается по требованию заказчика);

#### 1.4.2 Устройство ШОТ.

Устройство ШОТ соответствует комплекту конструкторской документации КПВУ.885.00.00.00.

Оборудование (элементы шкафа) размещено в сборном металлическом корпусе двустороннего обслуживания.

Внутри шкафа сверху установлены релейная часть, включающая в себя схему контроля изоляции, напряжения и схему сигнализации, две защиты постоянного тока вводных автоматов ЗПТ. Ниже расположены два устройства зарядных УЗ 220В/10А.

В нижней части шкафа размещены автоматы ввода аккумуляторной батареи, питания зарядных устройств и питания отходящих линий.

Аккумуляторная батарея размещена в отдельном шкафу.

#### 1.4.3 На лицевой панели шкафа расположены:

- амперметр РА1 – ток аккумуляторной батареи;
- вольтметр PV1 – напряжение системы оперативного тока;
- переключатель секций SAC1;
- переключатель контроля изоляции SN1;
- кнопка опробования сигнальных ламп SB1.

На двери размещены следующие лампы световой сигнализации неисправностей:

- HLR1 – включен автомат ввода 1с.;
- HLR2 – включен автомат ввода 2с.;
- HLR3 – отключен автомат переменного тока питания У31 или постоянного тока подключения выхода У31 на шины 1с.;
- HLR4 – отключен автомат переменного тока питания У32 или постоянного тока подключения выхода У32 на шины 2с.;
- HLR5 – неисправность У31;
- HLR6 – неисправность У32;
- HLR7 – неисправность защиты вводного автомата 1с.;
- HLR8 – неисправность защиты вводного автомата 2с.;
- HLR9 – отключен автомат отходящего присоединения 1с.;
- HLR10 – отключен автомат отходящего присоединения 2с.;
- HLR11 – отклонение уровня напряжения;
- HLR12 – «земля» в сети постоянного тока;
- HLR13 – отключен автомат переменного или постоянного тока «Сапфир-4»;
- HLR14 – отключен автомат ввода 1с.;
- HLR15 – отключен автомат ввода 2с.;
- HLR16 – включен автомат обогрева шкафа АБ;
- HLR17 – отключен автомат питания мигающего света.

## 1.5 Маркировка

1.5.1 Маркировка должна быть нанесена металлографическим способом на паспортную прямоугольную табличку размерами (50×32) по ГОСТ 12971. Технические требования – по ГОСТ 12969.

1.5.2 Табличка должна быть закреплена на лицевой стороне задней двери ШОТ.

1.5.3 Маркировка должна содержать:

- аббревиатуру изделия;
- товарный знак изготовителя;
- заводской номер;
- год и месяц изготовления;

## 1.6 Упаковка

1.6.1 Упаковка ШОТ должна быть выполнена согласно ГОСТ 23216 (раздел 3), категория КУ-1, вид внутренней упаковки ВУ-ПА-5. Руководство по эксплуатации и паспорт помещаются внутри ШОТ.

## 2 Использование ШОТ по назначению

### 2.1 Подготовка изделия к работе

2.1.1 Подготовительная работа заключается в изучении РЭ, подготовке контрольно-измерительной аппаратуры и оборудования.

2.1.2 Внешний осмотр.

2.1.2.1 При внешнем осмотре проверяется отсутствие механических повреждений, состояние клемм и винтовых соединений, наличие заземляющих зажимов, знаков заземления, комплектность и т.п.

2.1.3 Проверка сопротивления изоляции.

2.1.3.1 Сопротивление изоляции между цепями питания и цепями постоянного тока, а также между этими цепями и корпусом должно быть не менее 10 МОм.

2.1.3.2 Проверку сопротивления изоляции выполняют путем поочередного изменения сопротивления изоляции мегомметром 1000 В между цепями переменного тока, постоянного тока и корпусом ШОТ.

2.1.4 Проверка электрической прочности изоляции.

2.1.4.1 Электрическая изоляция между цепями питания и цепями постоянного тока, а также между этими цепями и корпусом должна выдерживать испытательное напряжение 1,5 кВ частотой 50 Гц в течение одной минуты.

2.1.4.2 Проверку электрической прочности изоляции выполняют путем поочередной подачи переменного напряжения промышленной частоты в течение одной минуты между теми цепями и той величины, которая указана в пункте 2.1.4.1.

### 2.2 Использование ШОТ и принцип работы

2.2.1 К эксплуатации ШОТ допускаются лица, изучившие РЭ и прошедшие проверку знаний по «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок». Наладка и испытания ШОТ осуществляется специалистами ОАО «Белэнергоремналадка» или специально обученным персоналом. В противном случае предприятие-изготовитель не гарантирует надежной работы изделия.

2.2.2 Электрическая схема изделия обеспечивает:

- питание цепей постоянного тока и постоянный подзаряд аккумуляторной батареи;
- питание цепей постоянного тока от аккумуляторной батареи при аварийном отключении питающей сети на обоих вводах;
- эксплуатацию аккумуляторной батареи в режиме подзаряда и уравнивающего заряда от УЗ.

2.2.3 Сборные шины состоят из двух секций. Напряжение на шины 1 секции подается рубильником QS1 и автоматом QF1. Напряжение на шины 2 секции подается рубильником QS2 и автоматом QF2. Рубильник QS3 – секционный.

2.2.4 Питание нагрузки и подзаряд аккумуляторной батареи осуществляется от зарядного устройства №1 автоматом QF3 и от зарядного устройства №2 автоматом QF4.

Питание переменным напряжением зарядного устройства №1 осуществляется автоматом SF1. Питание переменным напряжением зарядного устройства №2 осуществляется автоматом SF2.

2.2.5 Напряжение с 1 секции на схему контроля изоляции, напряжения и сигнализации подается автоматом QF5.

2.2.6 Напряжение с 2 секции на схему контроля изоляции, напряжения и сигнализации подается автоматом QF6.

2.2.7 Подключение системы автоматизированного поиска замыканий на «землю» в сети постоянного тока «САПФИР-4» к постоянному напряжению осуществляется автоматическим выключателем QF10.

Питание «САПФИР-4» от однофазной сети переменного тока осуществляется автоматическим выключателем QF11.

2.3 Схема контроля изоляции состоит из:

- переключателя SAC1 для подключения к 1 или 2 секциям;
- вольтметра PV1;
- переключателя изоляции SN1, имеющего три положения для замера напряжения между “+” и “-” АБ, между “+” АБ и “землей” и между “-” АБ и “землей”;
- реле контроля изоляции KU1 Moeller EMR4-RDC-1-A.

Устройство обеспечивает:

– автоматическую сигнализацию контроля изоляции с помощью реле контроля изоляции KU1. Данное устройство реагирует только на несимметричное снижение изоляции постоянного оперативного тока ниже 20 кОм. Возможно изменение уставки контроля изоляции в диапазоне 20 кОм – 100 кОм.;

– периодический контроль общего сопротивления изоляции на “землю” и каждого полюса в отдельности с помощью вольтметра.

С помощью вольтметра PV1 можно определить сопротивление изоляции каждого полюса относительно “земли”  $R_+$ ,  $R_-$  и общее сопротивление изоляции  $R_0$  по следующим формулам:

$$R_0 = \frac{U_0 - (U_+ + U_-)}{U_+ + U_-} * R_B ;$$

$$R_+ = \frac{U_0 - (U_+ + U_-)}{U_-} * R_B ;$$

$$R_- = \frac{U_0 - (U_+ + U_-)}{U_+} * R_B ;$$

где,  $R_B$  - сопротивление вольтметра PV1, равное 1000 кОм.

$U_0$  – напряжение, измеренное вольтметром PV1 между “+” и “-” АБ

$U_+$  – напряжение, измеренное вольтметром PV1 между “+” АБ и “землей”

$U_-$  – напряжение, измеренное вольтметром PV1 между “-” АБ и “землей”

2.4 Схема контроля напряжения состоит из реле контроля наличия напряжения KL6 и реле контроля напряжения KSV.

2.5 В схему вызывной сигнализации идут следующие сигналы:

- «земля в сети постоянного тока» в случае снижения уровня изоляции ниже уставки, заданной реле KU1;
- вызов на ШОТ в случае отключения любого автомата, отклонения уровня напряжения, неисправности выпрямителей, исчезновения напряжения, неисправности защит вводных автоматов, снижения уровня изоляции ниже заданной уставки.

2.6 В шкафу установлены два зарядных устройства (У31 и У32).

Технические характеристики зарядного устройства:

- номинальное значение напряжения питающей сети переменного тока 220В;
- рабочий диапазон напряжения питающей сети переменного тока 185...255В;
- диапазон установки выходного напряжения постоянного тока 200...280В;
- дискретность установки выходного напряжения постоянного тока 0,25В;
- диапазон установки максимального выходного тока  $I_{\text{макс}}$  5–10А;
- дискретность установки максимального выходного тока 0,5А;
- нестабильность выходного напряжения при изменении напряжения питающей сети во всем рабочем диапазоне и токе нагрузки  $0,9 I_{\text{макс}}$ , не более 1%;
- нестабильность выходного напряжения при изменении тока нагрузки от холостого хода до  $0,9 I_{\text{макс}}$  при номинальном напряжении питающей сети, не более 1%;
- способ охлаждения – принудительная вентиляция с терморегулированием производительности подачи воздуха;
- пульсации выходного напряжения в режиме стабилизации напряжения, не более 600 мВ эффективного значения;
- пульсации выходного напряжения в режиме ограничения тока, не более 400 мВ эффективного значения;
- в приборе защита от перегрузок и коротких замыканий осуществляется автоматически путем перехода из режима стабилизации напряжения в режим ограничения тока и наоборот.

2.7 Устройство и работа зарядного устройства

Устройство зарядное У3 220В/10А выполнено по принципу бестрансформаторного преобразования напряжения питающей сети переменного тока с помощью корректора коэффициента мощности в напряжение постоянного тока (380В), которое затем с помощью управляемого полумостового инвертора преобразуется в импульсное напряжение повышенной частоты и далее трансформируется в пониженное напряжение с последующим выпрямлением и фильтрацией.

Управление полумостовым инвертором осуществляется в режиме широтно-импульсной модуляции (ШИМ) по сигналам от микроконтроллера, что позволяет регулировать уровень выходного напряжения путем изменения коэффициента заполнения импульсов.

Стабилизация значений выходного напряжения и тока достигается цепью отрицательной обратной связи, состоящей из формирователей сигналов, пропорциональных выходным параметрам, которые поступают на вход микроконтроллера, где сравниваются с опорным напряжением и изменяют коэффициент заполнения импульсов в направлении восстановления значения отклонившегося параметра.

Изменение выходных параметров прибора производится с помощью кнопок, расположенных на передней панели: для индикации применен 4-х разрядный светодиод-

ный цифровой индикатор, первые 3 разряда которого используются для индикации значений выходных параметров, а последний – для индикации вида показаний (напряжение или ток).

Гальваническое отделение выходной цепи источника питания от входной питающей сети выполняется посредством силового трансформатора в инверторе и устройства гальванической развязки, передающего управляющие сигналы из низкочастотной среды ШИМ-контроллера в высокопотенциальную схему инвертора.

## 2.8 Порядок работы зарядного устройства

1) Выключатель питания поставить в положение «I» При этом на индикаторе появится значение выходного тока прибора (3 разряда) и знак «I» (режим измерения и индикации выходного тока).

2) Перейти в режим установки выходных параметров для чего нажать и удерживать кнопку «Выбор» в течение 5с.

3) Установить требуемое значение выходного напряжения по второй уставке с помощью кнопок «<» или «>» (200...280)В. Режим установки подтверждается миганием символа « $\square$ ». Через 4 секунды после установки выходного напряжения индикатор автоматически переходит в режим индикации текущего значения напряжения.

4) Перейти в режим установки максимального выходного тока прибора, для чего нажать кнопку «Выбор». Установить требуемое значение максимального выходного тока с помощью кнопок «<» или «>» в диапазоне (5...10)А. Режим установки подтверждается миганием символа "A". Через 4 секунды после установки максимального выходного тока индикатор автоматически переходит в режим индикации текущего значения напряжения.

5) Автоматическое сохранение установленных параметров происходит спустя 5 секунд после окончания процесса установки выходных параметров прибора. При повторном включении источник питания восстанавливает ранее сохраненные выходные параметры.

6) Свечение красного светодиода «U вых # 220В» свидетельствует об отключенном состоянии прибора вследствие снижения (повышения) напряжения питающей сети переменного тока до минимально (максимально) допустимого значения. Автоматическое включение прибора произойдет при возвращении напряжения питающей сети в пределы рабочего диапазона.

7) Свечение красного светодиода «Защита» свидетельствует о защитном отключении прибора вследствие перегрузки или внутренней неисправности.

8) В случае отсутствия выходного напряжения возможна индикация одного из следующих аварийных состояний:

– «FAUL» плюс непрерывное свечение индикатора «Защита» – защитное отключение прибора. Возможно восстановление работоспособности прибора через его выключение и включение (причина короткое замыкание на нагрузку – выходное напряжение менее 150В (более 285 В) в течении 2с.

– «HEAT» плюс прерывистое свечение индикатора «Защита» – свидетельствует о защитном отключении прибора вследствие повышения температуры тепловыделяющих элементов до значения (70...80)°С. Восстановление рабочего состояния прибора происходит автоматически при снижении температуры до значения (45...50)°С.

– «t°SH» – непрерывное свечение индикатора «Защита» – аварийное отключение прибора вследствие замыкания в цепи встроенного термодатчика.

– «COLD» – непрерывное свечение индикатора «Защита» – аварийное отключение прибора вследствие обрыва в цепи встроенного термодатчика или низкой температуры окружающей среды ( $t^{\circ} < 0$ ).

– «DEAD» – непрерывное свечение индикатора «Защита» – аварийное отключение прибора вследствие перегрузки или выхода из строя.

2.9 Аккумуляторная батарея размещена в отдельном шкафу.

Нормально батарея работает в режиме постоянного подзаряда от одного из зарядных устройств, питание цепей постоянного тока при этом осуществляется от одного из зарядных устройств.

При аварийном отключении напряжения питающей сети, питание нагрузки автоматически переключается от аккумуляторной батареи. После восстановления напряжения питающей сети питание нагрузки вновь осуществляется от зарядных устройств.

Состав шкафа, схему электрических соединений шкафа аккумуляторной батареи см. комплект документации, поставляемой комплектно со шкафом.

2.10 Руководство по эксплуатации на систему автоматизированного поиска замыканий на «землю» в сети постоянного тока «САПФИР-4», защиту постоянного тока микропроцессорную ЗПТ-001, реле контроля напряжения РНС приведены в соответствующих инструкциях, поставляемых совместно с оборудованием ШОТ.

### 3 Указания по эксплуатации

3.1 Питание зарядных устройств переменным напряжением осуществляется от щита собственных нужд. Подзарядные устройства подключаются к автоматам разных секций собственных нужд.

3.2 Порядок включения.

3.2.1 Включите рубильники QS1, QS2 и автоматы QF1, QF2 – аккумуляторная батарея включена на обе секции. Секционный рубильник QS3 – отключен.

3.2.2 Включите автоматы QF5, QF6 – включены схемы контроля изоляции, напряжения и сигнализации.

3.2.3 Включите автоматы QF3, QF4 – включены оба зарядных устройства на шины постоянного тока.

3.2.4 Для включения зарядного устройства необходимо подать напряжение на один или оба зарядных устройства автоматом SF1 (зарядное устройство №1) SF2 (зарядное устройство №2).

3.2.5 Выключатель питания устройства поставить в положение «I». После включения зарядного устройства напряжение автоматически установится 231В.

3.2.6 Включите необходимое количество отходящих присоединений.

3.3 При возникновении неисправности в шкафу оперативного постоянного тока выдается сигнал о неисправности в схему центральной сигнализации и загорается соответствующая лампа световой сигнализации:

HLR3 – отключен автомат переменного тока SF1 (питание У31) или постоянного тока QF3 (подключение выхода У31 на шины 1 с.);

HLR4 – отключен автомат переменного тока SF2 (питания У32) или постоянного тока QF4 (подключение выхода У32 на шины 2 с.);

HLR5 – неисправность У31;

HLR6 – неисправность У32;

HLR7 – неисправность защиты вводного автомата 1 секции;

HLR8 – неисправность защиты вводного автомата 2 секции;

HLR9 – отключен автомат отходящего присоединения 1 секции 1SF1 – 1SF6;

HLR10 – отключен автомат отходящего присоединения 2 секции 2SF1 – 2SF6;



HLR11 – отклонение уровня напряжения. Если на лицевой панели реле KSV горит красный светодиод, напряжение выше нормы. Если горит зеленый светодиод, напряжение ниже нормы;

HLR12 – «земля» в сети постоянного тока. При снижении сопротивления изоляции на реле контроля изоляции КУ1 светится соответствующий полюсу с пониженной изоляцией светодиод. Поиск фидера с пониженной изоляцией вести с помощью «Сапфир-4»;

HLR13 – отключен автомат переменного QF11 или постоянного QF10 тока «Сапфир-4»;

HLR14 – отключен автомат ввода 1 секции QF1;

HLR15 – отключен автомат ввода 2 секции QF2;

HLR17 – отключен автомат питания мигающего света;

### 3.4 Осмотр оборудования ШОТ

При осмотре необходимо:

- проверить ток зарядных устройств по показаниям на их индикаторе, напряжение на шинах и ток АБ по щитовым приборам на двери шкафа.

- проверить сопротивление изоляции шин (см. п.2.4.7 настоящей инструкции).

- проверить положение коммутационных аппаратов ШОТ.

- проверить работу световой сигнализации неисправностей, нажатием кнопки SB3.

- проверить работоспособность ЗПТ-001:

на лицевой панели ЗПТ нажать кнопку «Тест». При правильном прохождении теста загорится светодиод «К. З.», в противном случае – будут светиться все светодиоды. Для приведения ЗПТ в исходное состояние необходимо нажать кнопку «Сброс». При этом на время 0,5 с загорятся все светодиоды.

## 4 Техническое обслуживание ШОТ.

### 4.1 Общие правила.

4.1.1 После первого года эксплуатации проводится профконтроль устройства, целью которого является выявление и устранение приработочных отказов. При выполнении профконтроля необходимо проверить выполнение ШОТ всех функций и прожечь все винтовые соединения.

4.1.2 Каждые последующие 5 лет выполняется профвосстановление, в объем которого, кроме вышеизложенного, входит проверка уставок срабатывания всех автоматов и ЗПТ.

## 5 Меры безопасности

5.1 При обслуживании и ремонтах оборудования ШОТ необходимо соблюдать «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок».

5.2 При обслуживании ШОТ необходимо соблюдать следующие правила:

- чистку и ремонт шкафа производить только при отключенном питании;

- во время работы дверцы панели должны быть закрыты;

- при работе без снятия напряжения на токоведущих частях необходимо принять меры по предотвращению случайного закорачивания полюсов (установка изоляционных прокладок, ограждений) во избежание ожогов от дуги постоянного тока, возникающей при закорачивании.

## 6 Транспортирование и хранение

6.1 Транспортирование ШОТ может осуществляться любым видом транспорта при условии защиты от атмосферных осадков. Условия транспортирования С по ГОСТ 23216 в части воздействия механических факторов, в части воздействия климатических факторов внешней среды, группа С по ГОСТ 15150.

6.2 Хранение ШОТ допускается в упакованном виде или без упаковки в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без паров кислот, вызывающих коррозию. Условия хранения в части воздействия климатических факторов внешней среды, группа С по ГОСТ 15150.

## 6 Сведения об утилизации

6.1 Применяемые материалы и комплектующие, используемые при изготовлении ШОТ, не оказывают вредного влияния на окружающую среду.

6.2 Особые требования к утилизации не предъявляются.

## 7 Заказ ШОТ.

7.1 При заказе ШОТ необходимо указать количество отходящих присоединений типы автоматов, характер нагрузки, наличие или отсутствие устройств «САПФИР-4» и РМС, тип и емкость аккумуляторной батареи для совместной работы с ШОТ.

