

**ВЫПРЯМИТЕЛИ  
для КАТОДНОЙ  
ЗАЩИТЫ**

# **В-ОПЕ-М6**

**РУКОВОДСТВО ПО  
ЭКСПЛУАТАЦИИ**  
САНТ.435211.006 РЭ  
Часть 1

серия В



# **ЭНЕРГОМЕРА**

## СОДЕРЖАНИЕ

Вводная часть.....	3
1 Описание и работа.....	3
1.1 Назначение выпрямителя.....	3
1.2 Технические характеристики.....	4
1.3 Состав изделия.....	14
1.4 Устройство и работа.....	15
1.5 Маркировка.....	23
1.6 Упаковка.....	24
2 Использование по назначению.....	25
2.1 Подготовка выпрямителя к использованию.....	25
2.2 Использование выпрямителя.....	30
3 Техническое обслуживание.....	31
3.1 Меры безопасности.....	31
3.2 Порядок технического обслуживания выпрямителя.....	31
3.3 Проверка работоспособности выпрямителя.....	32
3.4 Консервация.....	32
4. Транспортирование и хранение.....	33
5 Утилизация.....	33

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на выпрямители для катодной защиты типа «ЭНЕРГОМЕРА» В-ОПЕ-М6 серия В, в дальнейшем именуемые “выпрямители”, изготавливаемые для внутрироссийских поставок и для экспорта.

Руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с работой и порядком правильной эксплуатации выпрямителей.

При установке, монтаже и эксплуатации выпрямителей необходимо руководствоваться данным руководством по эксплуатации, сборником приложений САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2) и сборником схем блоков и узлов, входящих в выпрямители САНТ.435211.006 РЭ02 (часть 3).

Руководство по эксплуатации часть 3 не входит в комплект поставки и поставляется по отдельному заказу.

Требуемый уровень специальной подготовки обслуживающего персонала – среднетехнический. К работе по обслуживанию выпрямителей должны допускаться только лица, прошедшие специальный инструктаж по технике безопасности, специализированное обучение и получившие необходимые знания по способу катодной защиты сооружений от коррозии, устройству, работе, порядку правильной эксплуатации выпрямителей.

Небольшие расхождения между настоящим руководством по эксплуатации и изготовленными выпрямителями возможны в связи с совершенствованием схемы и конструкции выпрямителей.

## **1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА**

### **1.1 Назначение авпрямителя**

**1.1.1** Выпрямители типа «ЭНЕРГОМЕРА» В-ОПЕ-М6 серии В предназначены для промышленного применения в качестве источников защитного (катодного) тока в системах электрохимической (катодной) защиты подземных металлических сооружений: газопроводов, нефтепроводов, продуктопроводов, объектов коммунального хозяйства, резервуаров-хранилищ нефтепродуктов, кабелей с металлической наружной оболочкой и других аналогичных объектов.

**1.1.2** Выпрямители соответствуют требованиям действующих государственных стандартов Российской Федерации ГОСТ Р 51164-98, ГОСТ 26830-86, техническим условиям ТУ 3415-077-22136119-2009 и комплекту конструкторской документации САНТ.435211.006.

**1.1.3** Выпрямители по способу защиты человека от поражения электрическим током соответствуют классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

**1.1.4** Выпрямители соответствуют климатическому исполнению У категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89, и предназначены для эксплуатации в помещениях или укрытиях, в том числе при встраивании в устройства распределительные катодной защиты типа УКЗВ, УКЗН или в другие типы отапливаемых и неотапливаемых укрытий.

Размещение выпрямителей на месте эксплуатации – стационарное.

**1.1.5** Выпрямители обеспечивают надежную устойчивую работу при воздействии следующих внешних климатических факторов:

- диапазон рабочих температур окружающей среды от минус 45 до + 45°С;
- относительная влажность воздуха до 98 % (при температуре 25 °С);
- атмосферное давление 86,6 - 106,7 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.);

- атмосфера типа I, II.

**1.1.6** Рабочий режим выпрямителей – продолжительный, непрерывный.

**1.1.7** Охлаждение выпрямителей – воздушное, естественное.

## 1.2 Технические характеристики

**1.2.1** Перечень типоразмеров выпрямителей В-ОПЕ-М6 серия В приведен в таблице 1.

**Таблица 1**

Обозначение конструкторской документации	Наименование типоразмеров выпрямителей	Примечание
1	2	3
<b>Выпрямители В-ОПЕ-М6 со встроенным однотарифным счетчиком электроэнергии</b>		
САНТ.435211.006 -01 -02 -03 -04 -05 -06 -07	В-ОПЕ-М6-С1-15-24-У2-В В-ОПЕ-М6-С1-25-24-У2-В В-ОПЕ-М6-С1-42-24-У1-В В-ОПЕ-М6-С1-25-48-У2-В В-ОПЕ-М6-С1-42-48-У2-В В-ОПЕ-М6-С1-63-48-У2-В В-ОПЕ-М6-С1-84-48-У2-В В-ОПЕ-М6-С1-104-48-У2-В	Без встроенного устройства сопряжения с системами телемеханики
-10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17	В-ОПЕ-М6-С1-15-24-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С1-25-24-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С1-42-24-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С1-25-48-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С1-42-48-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С1-63-48-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С1-84-48-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С1-104-48-У2-В-4.20	С встроенным преобразователем сигналов телеизмерений в нормированное значение 4...20 мА и телерегулирования нормированным сигналом 4...20 мА
-20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27	В-ОПЕ-М6-С1-15-24-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С1-25-24-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С1-42-24-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С1-25-48-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С1-42-48-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С1-63-48-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С1-84-48-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С1-104-48-У2-В-485	Со встроенным контроллером СКЗ и каналом связи с системой телемеханики по интерфейсу RS-485

## Продолжение таблицы 1

Обозначение конструкторской документации	Наименование типоразмеров выпрямителей	Примечание
1	2	3
<b>Выпрямители В-ОПЕ-М6 без встроенного счётчика электроэнергии</b>		
-30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37	В-ОПЕ-М6-С0-15-24-У2-В В-ОПЕ-М6-С0-25-24-У2-В В-ОПЕ-М6-С0-42-24-У2-В В-ОПЕ-М6-С0-25-48-У2-В В-ОПЕ-М6-С0-42-48-У2-В В-ОПЕ-М6-С0-63-48-У2-В В-ОПЕ-М6-С0-84-48-У2-В В-ОПЕ-М6-С0-104-48-У2-В	Без встроенного устройства сопряжения с системами телемеханики
-40 -41 -42 -43 -44 -45 -46 -47	В-ОПЕ-М6-С0-15-24-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С0-25-24-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С0-42-24-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С0-25-48-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С0-42-48-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С0-63-48-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С0-84-48-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С0-104-48-У2-В-4.20	С встроенным преобразователем сигналов телеизмерений в нормированное значение 4...20 мА и телерегулирования нормированным сигналом 4...20 мА
-50 -51 -52 -53 -54 -55 -56 -57	В-ОПЕ-М6-С0-15-24-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С0-25-24-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С0-42-24-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С0-25-48-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С0-42-48-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С0-63-48-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С0-84-48-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С0-104-48-У2-В-485	Со встроенным контроллером СКЗ и каналом связи с системой телемеханики по интерфейсу RS-485
<b>Выпрямители В-ОПЕ-М6 с встроенным четырехтарифным счётчиком электроэнергии</b>		
-60 -61 -62 -63 -64 -65 -66 -67	В-ОПЕ-М6-С4-15-24-У2-В В-ОПЕ-М6-С4-25-24-У2-В В-ОПЕ-М6-С4-42-24-У2-В В-ОПЕ-М6-С4-25-48-У2-В В-ОПЕ-М6-С4-42-48-У2-В В-ОПЕ-М6-С4-63-48-У2-В В-ОПЕ-М6-С4-84-48-У2-В В-ОПЕ-М6-С4-104-48-У2-В	Без встроенного устройства сопряжения с системами телемеханики

## Продолжение таблицы 1

Обозначение конструкторской документации	Наименование типоразмеров выпрямителей	Примечание
1	2	3
-70 -71 -72 -73 -74 -75 -76 -77	В-ОПЕ-М6-С4-15-24-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С4-25-24-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С4-42-24-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С4-25-48-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С4-42-48-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С4-63-48-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С4-84-48-У2-В-4.20 В-ОПЕ-М6-С4-104-48-У2-В-4.20	С встроенным преобразователем сигналов телеизмерений в нормированное значение 4...20 мА и телерегулирования нормированным сигналом 4...20 мА
-80 -81 -82 -83 -84 -85 -86 -87	В-ОПЕ-М6-С4-15-24-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С4-25-24-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С4-42-24-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С4-25-48-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С4-42-48-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С4-63-48-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С4-84-48-У2-В-485 В-ОПЕ-М6-С4-104-48-У2-В-485	Со встроенным контроллером СКЗ и каналом связи с системой телемеханики по интерфейсу RS-485

Пример записи условного обозначения выпрямителя типоразмера В-ОПЕ-М6 со встроенным однотарифным счетчиком электроэнергии, с номинальным выходным током 63 А, с номинальным выходным напряжением 48 В, вид климатического исполнения У2 по ГОСТ 15150-69, серии В, со встроенным контроллером СКЗ и каналом связи с системами телемеханики по интерфейсу RS-485 при его заказе и в проектной документации:

- для поставок в пределах Российской Федерации:  
«Выпрямитель для катодной защиты «ЭНЕРГОМЕРА» В-ОПЕ-М6-С1-63-48-У2-В-485. ТУ 3415-077-22136119-2009».
- для поставок за пределы Российской Федерации (экспорта):  
«Выпрямитель для катодной защиты «ЭНЕРГОМЕРА» В-ОПЕ-М6-С1-63-48-У2-В-485. Экспорт».

1.2.2 Основные характеристики выпрямителей приведены в таблице 2.

**Таблица 2**

Наименование параметра	Норма для типоразмеров выпрямителей В-ОПЕ-М6							
	15-24-У2	25-24-У2	42-24-У2	25-48-У2	42-48-У2	63-48-У2	84-48-У2	104-48-У2
1.1 Напряжение питающей сети, В	220 (+22, -44), 230 (+12, -54)							
1.2 Напряжение, при котором выпрямитель сохраняет работоспособность, В	от 160 до 250							
2. Частота питающей сети, Гц	50±3							
3. Номинальная выходная активная мощность, кВт	0,35	0,6	1,0	1,2	2,0	3,0	4,0	5,0
4. Номинальный выходной ток, А - в основном режиме ( $U_H, I_H$ ); - в дополнительном режиме ( $2U_H, 0,5I_H$ )	15 7,5	25 12,5	42 21	25 12,5	42 21	63 31,5	84 42	104 52
5. Номинальное выходное напряжение, В - в основном режиме ( $U_H, I_H$ ); - в дополнительном режиме ( $2U_H, 0,5I_H$ )	24 48	24 48	24 48	48 96	48 96	48 96	48 96	48 96
6. Активная потребляемая мощность, кВт, не более	0,51	0,79	1,26	1,43	2,37	3,56	4,74	5,87
7. Полная потребляемая мощность, не более, кВт	0,57	0,88	1,43	1,59	2,7	4,05	5,39	6,75
8. Коэффициент полезного действия в номинальном режиме, %, не менее	70	76	80	84	85	85	85	85
9. Коэффициент мощности в номинальном режиме, не менее	0,9		0,87					

1.2.3 Выпрямители обеспечивают устойчивую и надежную работу при напряжении питающей сети, соответствующем нормам качества по ГОСТ 13109-97.

1.2.4 Номинальные выходные параметры выпрямителей обеспечиваются при номинальном напряжении питающей сети и работе на номинальную активную и комплексную нагрузку, характеристики которой указаны в таблице 3.

**Таблица 3**

Типоисполнение выпрямителя	Активное сопротивление		Емкость $C_H$ , не более, мкФ	Индуктивность $L_H$ , не более, мГн
	Режим 1 (основной) $U_H, I_H$	Режим 2 (дополни- тельный) $2U_H, 0,5I_H$		
	$R_{H1}, \text{ Ом}$	$R_{H2}, \text{ Ом}$		
В-ОПЕ-М6-С1(С4,С0)-15-24-У2	1,60	6,40	100	3,0
В-ОПЕ-М6-С1(С4,С0)-25-24-У2	0,96	3,84		
В-ОПЕ-М6-С1(С4,С0)-42-24-У2	0,57	2,28		
В-ОПЕ-М6-С1(С4,С0)-25-48-У2	1,92	7,68		
В-ОПЕ-М6-С1(С4,С0)-42-48-У2	1,14	4,56		
В-ОПЕ-М6-С1(С4,С0)-63-48-У2	0,76	3,04		
В-ОПЕ-М6-С1(С4,С0)-84-48-У2	0,57	2,28		
В-ОПЕ-М6-С1(С4,С0)-104-48-У2	0,46	1,84		

**1.2.5** Выпрямители обеспечивают устойчивую и надежную работу при изменении значения активного сопротивления нагрузки  $R_H$  в пределах от  $0,2R_{H1}$  до  $5R_{H1}$ , а емкости  $C_H$  и индуктивности  $L_H$  от нуля до значений, указанных в таблице 3.

**1.2.6** Конструкция выпрямителей обеспечивает возможность переключения цепей силового трансформатора и реактора для создания удвоенного значения выходного напряжения  $2U_H$  при максимальном выходном токе, равном половине номинального значения  $0,5I_H$ . (дополнительный режим).

**1.2.7** Выпрямители обеспечивают работу в режимах:

а) АВТ. ПОТ.-СУМ. – автоматического поддержания заданного суммарного потенциала (с омической составляющей) на защищаемом сооружении в диапазоне от минус 0,5 до минус 3,5 В;

б) АВТ. ПОТ.-ПОЛЯР. – автоматического поддержания заданного поляризационного потенциала (без омической составляющей) на защищаемом сооружении в диапазоне от минус 0,8 до минус 2,0 В;

в) АВТ. ТОК – автоматического поддержания заданного защитного тока;

г) РУЧН. УСТ. – ручной установки выходного напряжения и тока.

д) циклического прерывания защитного тока по сигналам системы телемеханики или от внутреннего таймера (для измерения поляризационного потенциала).

**1.2.8** Сопротивление изоляции электрических цепей выпрямителей:

- между входными зажимами (U, N) и корпусом;
  - между выходными зажимами (+A, - T) и корпусом;
  - между входными (U, N) и выходными (+A, - T) зажимами;
  - между цепями управления (Т, ЭС, ДП) и входными зажимами (U, N);
  - между цепями управления (Т, ЭС, ДП) и выходными зажимами (+A, - T);
  - между цепями управления (Т, ЭС, ДП) и корпусом
- составляет не менее:

1) 20 МОм – в нормальных климатических условиях;

2) 0,5 МОм – в условиях воздействия верхнего значения относительной влажности воздуха.

**1.2.9** Электрическая прочность изоляции электрических цепей выдерживает воз-



действие испытательного напряжения переменного тока частотой 50 Гц (действующее значение), прикладываемого в течение 1 мин к следующим цепям:

- к входным зажимам (U, N) относительно корпуса ..... 2000 В;
- к выходным зажимам (+A, -T) относительно корпуса ..... 1500 В;
- к входным зажимам ("U", "N") относительно выходных зажимов (+A, -T) ..... 2000 В;
- к цепи управления (Т, ЭС, ДП) относительно входных зажимов (U, N) ..... 500 В;
- к цепи управления (Т, ЭС, ДП) относительно выходных зажимов (+A, -T) ..... 500 В;
- к цепи управления (Т, ЭС, ДП) относительно корпуса ..... 500 В.

**1.2.10** В режимах автоматического поддержания заданного суммарного или поляризованного потенциала (АВТ. ПОТ.-СУМ, АВТ. ПОТ.-ПОЛЯР.) установившееся отклонение измеряемого потенциала в диапазоне значений минус (0,5...3,5) В для суммарного потенциала или минус (0,8...2,0) В для поляризационного потенциала при номинальном напряжении питающей сети и нормальных климатических условиях не превышает  $\pm 0,5$  % от заданного значения.

Дополнительное установившееся отклонение измеряемого потенциала при нормальных климатических условиях и изменении напряжения питающей сети в рабочем диапазоне от 176 до 242 В не превышает  $\pm 0,02$  % на 1 В, а при номинальном напряжении питающей сети и изменении температуры окружающей среды в диапазоне от минус 45 до + 45 °С не превышает  $\pm 0,05$  % на 1 °С.

**1.2.11** В режиме автоматического поддержания заданного защитного тока (АВТ. ТОК) при сопротивлении нагрузки от  $0,2R_{н1}$  до  $R_{н1}$  (таблица 3) и напряжении питающей сети от 230 до 242 В диапазон установки выходного тока составляет от 1 до 100 % номинального значения. При минимальном напряжении питающей сети 176 В диапазон установки выходного тока составляет от 1 до 80 % номинального значения.

Установившееся отклонение выходного тока в диапазоне установки от 10 до 80 % номинального значения, при номинальном сопротивлении нагрузки  $R_{н1}$  (таблица 3) и изменении напряжения питающей сети от 176 до 242 В, в нормальных климатических условиях не превышает  $\pm 1,0$  % от заданного значения.

**1.2.12** В режиме ручной установки выходного напряжения и тока (РУЧН. УСТ.) при номинальном сопротивлении нагрузки  $R_{н1}$  (таблица 3) и напряжении питающей сети от 230 до 242 В, диапазон установки выходного напряжения и тока составляет от 1 до 100 % номинального значения.

При минимальном рабочем напряжении питающей сети 176 В и номинальном сопротивлении нагрузки диапазон установки выходного напряжения и тока составляет от 1 до 80 % номинального значения.

**1.2.13** Диапазон регулирования уставки срабатывания счетчика времени ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ от 0,5 до 3,5 В.

**1.2.14** Установившееся отклонение напряжения включения счетчика ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ при номинальном напряжении питающей сети и нормальных климатических условиях не превышает  $\pm 0,04$  В.

**1.2.15** Входное сопротивление устройства измерения потенциала, измеренное между контактами ЭС и Т в нормальных климатических условиях и при воздействии верхнего значения относительной влажности воздуха составляет не менее 10 МОм.

**1.2.16** Выпрямители устойчиво и надежно функционируют при воздействии на

входы измерения потенциала ЭС и Т сигнала помехи – переменного синусоидального напряжения частотой 50 Гц (и свыше 50 Гц), амплитудой до 10 В.

**1.2.17** Коэффициент пульсации выходного тока выпрямителей при номинальных выходных параметрах не превышает 3 %.

**1.2.18** Время выхода выпрямителей на рабочий режим составляет:

- при подаче напряжения питающей сети – от 2 до 10 с;

- при неоднократных кратковременных отключениях цепи нагрузки – не более 1 с.

**1.2.19** Выпрямители надежно включаются в работу после кратковременного пропадания (длительностью не менее 1 с) и последующего появления напряжения питающей сети при сопротивлениях нагрузки от  $0,2R_{н1}$  до  $5R_{н1}$  (таблица 3).

**1.2.20** При перегрузке по выходному току выпрямители переходят в режим токоограничения, поддерживая выходной ток величиной  $(110 \pm 5)$  % от номинального значения. При этом светится индикатор ОГР. ТОКА.

**1.2.21** Выпрямители устойчивы к внешним и внутренним коротким замыканиям.

**1.2.22** При возникновении внутренних неисправностей, вызывающих более чем двукратное превышение тока в первичной цепи силового трансформатора, прекращается подача напряжения питания на силовой трансформатор без срабатывания автоматического выключателя СЕТЬ с засвечиванием индикатора НЕИСПР. или путем отключения автоматического выключателя СЕТЬ.

**1.2.23** Выпрямители сохраняют работоспособность при обрыве цепей нагрузки. После присоединения цепей нагрузки обеспечивается автоматическое восстановление функционирования выпрямителя в установленном режиме.

**1.2.24** В режимах автоматического поддержания заданного суммарного или поляризационного потенциала (АВТ. ПОТ.-СУМ, АВТ. ПОТ.-ПОЛЯР) при снижении измеряемого потенциала ниже  $(0,4...0,5)$  В (обрыв цепей измерения потенциала от защищаемого сооружения или от электрода сравнения) выходной ток выпрямителя поддерживается равным значению, предварительно заданному регулятором УСТАНОВКА 2 блока управления. При этом светится индикатор ОБРЫВ ЭС, Т.

**1.2.25** При понижении напряжения питающей сети до  $(165 \pm 3)$  В или повышении до  $(253 \pm 3)$  В выходное напряжение и ток выпрямителей уменьшаются до нуля. При этом засвечивается индикатор СЕТЬ<>. При последующем установлении напряжения питающей сети в пределах рабочего диапазона от  $(176 \pm 6)$  до  $(242 \pm 5)$  В функционирование выпрямителей автоматически восстанавливается в ранее установленном режиме, а индикатор СЕТЬ<> гаснет.

**1.2.26** Выпрямители (кроме исполнений В-ОПЕ-М6-С0-...) обеспечивают учет активной электрической энергии за весь период работы встроенным счетчиком:

- однотарифным счетчиком активной электрической энергии емкостью

999 99,9 кВт ч для исполнений В-ОПЕ-М6-С1-...;

- четырехтарифным счетчиком активной электрической энергии емкостью

999 99,9 кВт ч для исполнений В-ОПЕ-М6-С4-... .

**1.2.27** Выпрямители обеспечивают учет времени эффективной защиты сооружения заданным значением потенциала счетчиком ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ емкостью 99 999 ч.

**1.2.28** Выпрямители обеспечивают учет времени нахождения под напряжением питающей сети счетчиком ВРЕМЯ НАРАБОТКИ емкостью 99 999 ч.

**1.2.29** Выпрямители имеют защиту от импульсных (коммутационных и грозовых) перенапряжений на сторонах ввода питающей сети, нагрузки и ввода цепей измерения потенциала.

### **1.2.30** Выпрямители содержат следующие органы управления:

- автоматический выключатель СЕТЬ и тумблер ВЫПРЯМИТЕЛЬ для включения и отключения выпрямителя;
  - переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ для выбора режима работы выпрямителя (АВТ. ПОТ.-СУМ, АВТ. ПОТ.-ПОЛЯР., АВТ. ТОК или РУЧН. УСТ.);
  - переключатель РЕЖИМ УПР. для выбора местного или дистанционного режима управления выпрямителем;
  - регулятор УСТАНОВКА 1 для задания уставки защитного потенциала сооружения в режимах АВТ. ПОТ.-СУМ, АВТ. ПОТ.-ПОЛЯР., уставки защитного тока в режиме АВТ. ТОК, выходного тока и напряжения в режиме РУЧН. УСТ;
- Примечание - В качестве регулятора УСТАНОВКА 1 использован переменный резистор, обеспечивающий «грубую» и «точную» настройку выходных параметров выпрямителей, с большим механическим усилием в зоне грубой настройки и меньшим усилием в зоне точной настройки.
- кнопку ИМИТ. ОБРЫВА и регулятор УСТАНОВКА 2 для предварительного задания выходного тока при обрыве цепей измерения потенциала;
  - регулятор КОНТРОЛЬ ПОТЕНЦИАЛА для задания уставки срабатывания счетчика ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ;
  - переключатель ПТ для выбора режимов циклического прерывания выходного тока по сигналам системы телемеханики (ВНЕШН.) или по сигналу внутреннего таймера («4/1», «8/2», «12/3», «27/3»);
  - переключатель ПРЕДЕЛ для обеспечения работы блока управления в основном («50 В») или дополнительном («100 В») режиме.

### **1.2.31** Выпрямители содержат следующие стрелочные приборы:

- вольтметр ВЫХ. НАПРЯЖЕНИЕ для измерения выходного напряжения выпрямителя (класс точности прибора 2,5);
- амперметр ТОК НАГРУЗКИ для измерения выходного тока выпрямителя (класс точности прибора 2,5);
- вольтметр ПОТЕНЦИАЛ ИЗМЕР. для измерения потенциала на защищаемом сооружении (класс точности прибора 1,5).

### **1.2.32** Выпрямители имеют световую сигнализацию:

- СЕТЬ – о наличии напряжения питающей сети на входе выпрямителя;
- ВКЛ – о включенном состоянии выпрямителя;
- НЕИСПР. – о наличии внутренней неисправности выпрямителя;
- СЕТЬ <> – о выходе напряжения сети за пределы рабочих значений;
- ДИСТ. УПР. – о дистанционном режиме управления выпрямителем;
- ОГР. ТОКА – об ограничении выходного тока на уровне  $(110 \pm 5) \%$  от номинального значения;
- НОРМА ПОТЕНЦИАЛА - о соответствии защитного потенциала сооружения заданному значению;
- ОБРЫВ ЭС, Т. – об обрыве цепей измерения потенциала от защищаемого сооружения или электрода сравнения.

**1.2.33** Выпрямители обеспечивают возможность подключения к системам телемеханики для осуществления следующих функций:

#### **- телеизмерения:**

- 1) выходного напряжения выпрямителя;
- 2) выходного тока выпрямителя;

- 3) измеряемого потенциала на защищаемом сооружении;
- 4) потребляемой электроэнергии (кроме исполнений В ОПЕ М6-С0-...);

**- телерегулирования:**

- 1) выходного напряжения и тока выпрямителя (в режиме РУЧН. УСТ.);
- 2) установки защитного тока (в режиме АВТ. ТОК);
- 3) установки заданного потенциала на защищаемом сооружении (в режимах АВТ. ПОТ. – СУМ. и АВТ. ПОТ. – ПОЛЯР.).

**- телесигнализации:**

- 1) о наличии напряжения питающей сети;
- 2) об отключении выпрямителя по причине внутренней неисправности;
- 3) об обрыве измерительных цепей от электрода сравнения или сооружения;
- 4) о действующем режиме дистанционного управления выпрямителем;
- 5) о виде передаваемого в систему телемеханики сигнала измеряемого потенциала (суммарного или поляризационного);

**- телеуправления:**

- выключением и включением выпрямителя;
- заданием местного или дистанционного режима управления выпрямителем.

**1.2.34** Параметры сигналов на блоках зажимов ТМ1 и ТМ-Д выпрямителей для подключения к системам телемеханики приведены в приложении К руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2).

**1.2.35** Перечень основных систем телемеханики, адаптированных к выпрямителям, приведен в приложении Л руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2).

**1.2.36** Для выпрямителей типоразмеров В-ОПЕ-М6-...-У2-В-485 обмен сигналами с системами телемеханики осуществляется с помощью встроенного контроллера СКЗ комплекса технических средств ПК-300 по цифровому интерфейсу RS-485 и протоколу MODBUS RTU.

Для выпрямителей типоразмеров В-ОПЕ-М6-...-У2-В-4.20 обмен сигналами с системами телемеханики осуществляется по проводникам, подключенным к блоку зажимов ТМ2 встроенного преобразователя сигналов телемеханики

ПСТ-3МВ и к блокам зажимов ТМ1 и ТМ-Д выпрямителя. При этом:

- сигналы телеизмерения ПСТ-3МВ преобразует в токовые сигналы 4-20 мА, поступающие в контролируемый пункт (КП) системы телемеханики;
- токовый сигнал 4-20 мА, поступающий от КП системы телемеханики, ПСТ-3МВ преобразует в напряжение телерегулирования выпрямителя (0,5...10) В;
- сигналы телесигнализации в виде состояния «сухого контакта» поступают от выпрямителя непосредственно в КП системы телемеханики;
- сигналы телеуправления поступают от КП системы телемеханики непосредственно в выпрямитель.

Для выпрямителей типоразмеров В-ОПЕ-М6-...-У2-В обмен сигналами с системами телемеханики осуществляется напрямую по проводникам, подключенным к блокам зажимов ТМ1 и ТМ-Д, или с помощью устройства сопряжения с системами телемеханики, установленного в выпрямитель на месте эксплуатации.

**1.2.37** Выпрямители обеспечивают возможность установки на месте эксплуатации выбранного потребителем каналообразующего устройства связи с системой телемеханики, например, одного из модулей КТС ПК-300:

- М-315 для связи по выделенной телефонной линии или УКВ-радиоканалу;

- М-320 для связи по каналу GPRS/GSM по протоколу TCP/IP;
- М-324 для связи по каналу GSM.

**1.2.38** В режиме циклического прерывания защитного тока выпрямители обеспечивают:

а) периодическое прерывание выходного тока по сигналу от внутреннего таймера с подачей сигнала синхронизации на контакты 3 и 4 блока зажимов ТМ-Д при следующих соотношениях времени протекания и отсутствия тока (с погрешностью не более  $\pm 10\%$ ): 4 и 1; 8 и 2; 12 и 3; 27 и 3 с;

б) прерывание выходного тока при подаче внешнего постоянного напряжения (10...15) В от системы телемеханики на контакты 20, 22 блока зажимов ТМ 1, и протекание заданного выходного тока при снятии указанного напряжения.

Для обеспечения возможности одновременного прерывания защитного тока до 10 станций выпрямители имеют выход синхронизации прерывания защитного тока в виде «сухого» контакта, подключенного к контактам 3 (+Синхр. ПТ) и 4 (-Синхр. ПТ) блока зажимов ТМ-Д. В режиме прерывания выходного тока по сигналу от внутреннего таймера при протекании выходного тока контакт разомкнут, при протекании тока – замкнут.

**1.2.39** Уровень радиопомех, создаваемых выпрямителями при работе, не превышает квазипиковых значений, установленных ГОСТ Р 51522-99 для оборудования класса А.

**1.2.40** Степень защиты шкафов выпрямителей - IP20 по ГОСТ 14254-96, а блоков БУ-2МВ и БПСУМ-2М, содержащих узлы на печатных платах - IP44 с резиновым уплотнением.

**1.2.41** Входные зажимы выпрямителей U и N, предназначенные для присоединения кабеля питающего фидера от источника питающего напряжения, обеспечивают механическое присоединение одножильных и многожильных, оконцованных и неоконцованных проводников сечением:

- медных – до 10 мм<sup>2</sup>;
- алюминиевых – до 16 мм<sup>2</sup>.

**1.2.42** Выходные зажимы выпрямителей +А и –Т, предназначенные для присоединения цепей нагрузки, обеспечивают механическое присоединение одножильных и многожильных, оконцованных и неоконцованных проводников дренажных кабелей от защищаемого сооружения и анодного заземлителя, сечением:

- медных – до 35 мм<sup>2</sup>;
- алюминиевых – до 50 мм<sup>2</sup>.

**1.2.43** Зажимы выпрямителей Т, ЭС и ДП, предназначенные для присоединения измерительных цепей от защищаемого сооружения и электрода сравнения, обеспечивают механическое присоединение одножильных и многожильных, оконцованных и неоконцованных медных проводников сечением от 0,75 до 6 мм<sup>2</sup>.

**1.2.44** Зажимы выпрямителей, предназначенные для подключения цепей от системы телемеханики, обеспечивают механическое присоединение одножильных и многожильных, оконцованных и неоконцованных медных проводников сечением от 0,5 до 2,5 мм<sup>2</sup>.

**1.2.45** Габаритные, установочные размеры и масса выпрямителей приведены в приложении А руководства по эксплуатации САИТ.435211.006 РЭ01 (часть 2).

**1.2.46** Средняя наработка выпрямителей на отказ с вероятностью 0,95 – не менее 25 000 ч.

**1.2.47** Установленный средний ресурс выпрямителей с вероятностью 0,95 – не менее

100 000 ч.

**1.2.48** Установленный средний полный срок службы выпрямителей с вероятностью 0,95 – не менее 20 лет.

Установленный срок службы обеспечивается заменой в процессе эксплуатации узлов, блоков или комплектующих, выработавших свой ресурс. В срок службы входит время хранения выпрямителей до ввода их в эксплуатацию.


**1.2.49** Установленный срок сохраняемости выпрямителей до ввода их в эксплуатацию в упаковке изготовителя с вероятностью 0,95 – не более 3 лет.

**1.2.50** Среднее время восстановления работоспособного состояния выпрямителей квалифицированным персоналом – не более 2 ч.

**1.2.51** Время непрерывной работы выпрямителей без технического обслуживания – не менее 6 месяцев.

### 1.3 Состав изделия


**1.3.1** В нижней части шкафа выпрямителя расположены:

а) блок входной А1, включающий в себя зажимы U (ХТ1), N (ХТ2), «» (ХТ3), автоматический выключатель СЕТЬ (QF1), фильтр радиопомех Z1, варисторы RU1, RU2, сервисную розетку ~220В (XS1) с предохранителем 10А (FU1), счетчик электроэнергии PI1 (кроме исполнения В-ОПЕ-М6-СО-...);

б) силовой трансформатор TV1;

в) блок сглаживающего фильтра А5;

г) блок конденсаторов А6;

д) блок выходных зажимов А7, включающий в себя зажимы +А и –Т (ХТ22, ХТ23), ДП, ЭС, Т и «» (ХТ24), варисторы RU4, RU5, конденсаторы С6, С7, разрядники FV1, FV2.

**1.3.2** В верхней части шкафа выпрямителя расположен блок силовой А4, включающий в себя твердотельное реле D1 и варистор RU3, трансформатор тока ТА1, диодный модуль VD1 и тиристорный модуль VS1, шунт RS1, блок преобразователей сигналов и управления мостом БПСУМ-2М (А4-1).

**1.3.3** На двери А2 расположены: блок управления БУ-2МВ (А3), стрелочные приборы ТОК НАГРУЗКИ (РА1), ВЫХ. НАПРЯЖЕНИЕ (PV1), ПОТЕНЦИАЛ ИЗМЕР. (PV2), счетчики ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ (РТ1) и ВРЕМЯ НАРАБОТКИ (РТ2), розетки ТОК НАГРУЗКИ (XS2), ВЫХ. НАПРЯЖЕНИЕ (XS3), ПОТЕНЦИАЛ НА СООРУЖ. (XS4), светодиодные индикаторы СЕТЬ (HL1) и ВКЛ. (HL2), тумблер ВЫПРЯМИТЕЛЬ (SA1), блоки зажимов ТМ1 (Х1) и ТМ-Д (Х3).

**1.3.4** В исполнениях выпрямителей В-ОПЕ-М6-...-У2-В-4.20 на боковой стенке дополнительно устанавливается преобразователь сигналов телемеханики ПСТ-3МВ (А11), размещенный в пластиковом корпусе, обеспечивающем степень защиты IP44.

**1.3.5** В исполнениях выпрямителей В-ОПЕ-М6-...-У2-В-485 в верхней части шкафа на DIN-рейку дополнительно устанавливаются модули М-306 (А10), М 301 (А9), БП-315М (А8) из комплекса технических средств ПК-300.

**1.3.6** В комплект поставки выпрямителей В-ОПЕ-М6 серии В входят:

- выпрямитель ..... 1 шт.;
- паспорт на выпрямитель ..... 1 экз.;
- руководство по эксплуатации на выпрямитель ..... 1 экз.;
- упаковка ..... 1 шт.;

- электрод сравнения неполяризующийся медно-сульфатный  
«Энергомера» ЭСН-МС 2ПК ТУ 4218-005-22136119-2008 ..... 1 шт.;
- формуляр на счетчик электрической энергии  
(кроме исполнений В-ОПЕ-М6-СО-....) ..... 1 экз.;
- руководство по эксплуатации на счетчик электрической  
энергии (кроме исполнений В-ОПЕ-М6-СО-....) ..... 1 экз.;
- паспорт на счетчик времени наработки..... 2 экз.;
- паспорта на амперметр и вольтметры М4231 ..... 3 экз.;
- паспорт на преобразователь сигналов телемеханики  
«Энергомера» ПСТ-3МВ (для исполнений В-ОПЕ-М6-....-4.20) ..... 1 экз.;
- руководство по эксплуатации на преобразователь сигналов  
телемеханики «Энергомера» ПСТ-3МВ (для исполнений  
В-ОПЕ-М6-....-4.20)..... 1 экз.;
- паспорта на модули КТС ПК-300 (для исполнений  
В-ОПЕ-М6-....-485 ..... 3 экз.;
- комплект запасных частей и принадлежностей..... 1 шт.


**Примечание** – Состав комплекта запасных частей и принадлежностей определяется конструкторской документацией на выпрямители САНТ.435211.006.

## 1.4 Устройство и работа

### 1.4.1 Конструкция

**1.4.1.1** Конструктивно выпрямители выполнены по блочному принципу и размещены в шкафу бескаркасного типа. В передней части шкафа расположена дверь, на которой размещены приборы индикации и органы управления.

**1.4.1.2** Для охлаждения выпрямителей на задней и боковых стенках шкафа имеются вентиляционные отверстия.

**1.4.1.3** В нижней части шкафа снаружи имеются два зажима для подключения корпуса выпрямителя к контуру заземления, имеющие нестираемую маркировку «».

**1.4.1.4** Для удобства транспортирования и установки выпрямителей в верхней части шкафа имеются две грузозахватные проушины для перемещения выпрямителей грузоподъемными механизмами.

**1.4.1.5** Подвод кабелей к выпрямителям осуществляется снизу через проходные сальники.

### 1.4.2 Принцип работы

**1.4.2.1** Принцип работы выпрямителей основан на управлении выходным напряжением выпрямителей путем изменения угла отпирания тиристоров модуля VS1, осуществляемого блоком управления АЗ.

### 1.4.3 Устройство и работа

**1.4.3.1** Функциональная схема выпрямителей, поясняющая принцип их работы, приведена в приложении Б руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2). Схема электрическая принципиальная и перечень элементов выпрямителей, приведены в приложениях В, Г руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2).

#### **1.4.3.2** Блок входной (А1) содержит:

- зажимы U (ХТ1), N (ХТ2) для подключения кабеля питающей сети;
- автоматический выключатель СЕТЬ (QF1) для оперативного подключения выпрямителя к питающей сети (положение ВКЛ) и отключения от питающей сети (положение ОТКЛ), а также автоматического отключения от сети при токовых перегрузках и коротких замыканиях;
- варисторы (RU1, RU2) для защиты выпрямителя от импульсных перенапряжений со стороны питающей сети;
- фильтр радиопомех (Z1) для устранения влияния помех, возникающих при работе выпрямителя, на питающую сеть;
- сервисную электрическую розетку ~220 В (XS1) для подключения внешних измерительных приборов или электроинструмента, потребляющих ток до 10 А;
- предохранитель 10А (FU1) для защиты устройств, подключаемых к электрической розетке ~220 В;
- однотарифный счетчик электрической энергии для исполнений выпрямителей В-ОПЕ-М6-С1-... и четырехтарифный счетчик электрической энергии для исполнений В-ОПЕ-М6-С4-... .

#### **1.4.3.3** На двери (А2) размещены:

- блок управления БУ-2МВ (АЗ).
- единичные индикаторы СЕТЬ (НЛ1) и ВКЛ (НЛ2);
- счетчик времени ВРЕМЯ НАРАБОТКИ (РТ1) для учета времени нахождения выпрямителя под напряжением сети;
- счетчик времени ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ (РТ2) для учета времени эффективной защиты сооружения заданным потенциалом;
- амперметр ТОК НАГРУЗКИ (РА1) для измерения выходного тока выпрямителя;
- вольтметр ВЫХ. НАПРЯЖЕНИЕ (PV1) для измерения выходного напряжения выпрямителя;
- вольтметр ПОТЕНЦИАЛ ИЗМЕР. (PV2) для измерения потенциала на защищаемом сооружении;
- розетки ТОК НАГРУЗКИ (XS2), ВЫХ. НАПРЯЖЕНИЕ (XS3), присоединенные параллельно приборам РА1 и PV1 соответственно, позволяющие подключать внешние измерительные приборы для измерения выходного тока и выходного напряжения выпрямителя;
- розетка ПОТЕНЦИАЛ НА СООРУЖ. (XS4), позволяющая измерять потенциал на защищаемом сооружении внешним измерительным прибором, в том числе при отключенном выпрямителе;
- тумблер ВЫПРЯМИТЕЛЬ (SA1) для оперативного включения и выключения выпрямителя;
- блоки зажимов ТМ1 (Х1) и ТМ-Д (Х3) для подключения выпрямителя к системам телемеханики напрямую или с помощью устройства сопряжения.

**1.4.3.4** Схема электрическая принципиальная и перечень элементов блока управления БУ-2МВ приведены в приложениях Д, Е руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2).

Регулятор УСТАНОВКА 1 (R1) служит для установки заданного потенциала на сооружении или выходного тока выпрямителя.

Регулятор УСТАНОВКА 2 (R2) служит для предварительной установки уровня ограничения выходного тока выпрямителя в режиме автоматического поддержания заданного



потенциала при обрыве цепей измерения потенциала.

Регулятор КОНТРОЛЬ ПОТЕНЦИАЛА (R3) служит для задания уставки срабатывания счётчика ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ (RT1). Если значение измеренного потенциала превышает заданную уставку срабатывания счётчика времени защиты, то счётчик ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ выполняет отсчёт времени, а индикатор НОРМА ПОТЕНЦИАЛА светится.

При уменьшении значения измеренного потенциала менее заданной уставки срабатывания счётчика времени защиты, счётчик прекращает отсчёт времени, а индикатор НОРМА ПОТЕНЦИАЛА гаснет.

Переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ (SA1) предназначен для выбора требуемого режима работы выпрямителя АВТ. ПОТ.-СУМ., АВТ. ПОТ.-ПОЛЯР., АВТ. ТОК, РУЧН. УСТ.

В режимах АВТ. ПОТ.-СУМ. и АВТ. ПОТ.-ПОЛЯР. выпрямитель обеспечивает автоматическое поддержание на защищаемом сооружении суммарного или поляризационного потенциала заданного регулятором УСТАНОВКА 1.

При обрыве цепей измерения потенциала от защищаемого сооружения или электрода сравнения происходит ограничение выходного тока на уровне, заданном регулятором УСТАНОВКА 2 (R2), индикатор "ОБРЫВ ЭС и Т" светится.

В режиме АВТ. ТОК выпрямитель обеспечивает автоматическое поддержание защитного тока на уровне, заданном регулятором УСТАНОВКА 1.

В режиме РУЧН. УСТ. обеспечивается ручная установка выходного напряжения и тока выпрямителя регулятором УСТАНОВКА 1.

При перегрузке по выходному току выпрямитель переходит в режим токоограничения, поддерживая выходной ток величиной  $(110 \pm 5) \%$  от номинального значения. При этом светится индикатор ОГР. ТОКА.

Переключатель РЕЖИМ УПР. (SA3) предназначен для выбора дистанционного или местного режима управления выпрямителем.

Переключатель ПТ (SA2) предназначен для выбора режимов циклического прерывания выходного тока по сигналам системы телемеханики (ВНЕШН.) или по сигналу внутреннего таймера («4/1», «8/2», «12/3», «27/3»).

Переключатель ПРЕДЕЛ (SA4) предназначен для обеспечения работы блока управления в основном («50 В») или дополнительном («100 В») режиме.

Кнопка ИМИТ. ОБРЫВА (SB1) предназначена для имитации обрыва цепей измерения потенциала.

Клеммы ПОТЕНЦИАЛ - ЗАДАН (ХТ1), ИЗМЕР (ХТ2), КОНТРОЛЬ (ХТ4), КОНТРОЛЬ ПТ (ХТ3), ОБЩ. (ХТ5) служат для контроля внешними измерительными приборами следующих параметров:

- ХТ1 и ХТ5 – значения заданного потенциала, установленного регулятором УСТАНОВКА 1 (R1);
- ХТ2 и ХТ5 – значения измеряемого потенциала на защищаемом сооружении (потенциала «труба» - «земля»);
- ХТ4 и ХТ5 - уставки срабатывания счётчика времени защиты, заданной регулятором КОНТРОЛЬ ПОТЕНЦИАЛА (R3);
- ХТ3 и ХТ5 – импульсов синхронизации в режиме циклического прерывания выходного тока.

Вставки плавкие БЗ 0,5А (FU1) и БУ 0,5А (FU2), обеспечивают защиту элементов блока управления.

Схема электрическая принципиальная и перечень элементов блока источников питания БИП-ЗМ (А2), входящего в блок управления БУ-2МВ, приведены в приложении А

руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ02 (часть 3).

Трансформатор TV1, выпрямительный мост VD1 и конденсаторы C1, C2, C3 формируют постоянное сглаженное напряжение, которое используется для питания счетчика ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ и DC/DC преобразователя D1, обеспечивающего узлы выпрямителя стабилизированным напряжением питания  $\pm 15$  В.

Несглаженное напряжение с выхода выпрямительного моста VD1 поступает на плату управления ПУ-2М, обеспечивая синхронизацию момента включения силовых тиристоров относительно перехода напряжения сети через ноль.

Транзистор VT1 обеспечивает включение и отключение счетчика ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ по сигналу, поступающему с платы управления ПУ-2М.

Схема электрическая принципиальная и перечень элементов платы управления ПУ-2М (А1), входящей в блок управления БУ-2МВ, приведены в приложении Б руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ02 (часть 3).

Плата управления ПУ-2М содержит следующие основные узлы:

- узел синхронизации с питающей сетью;
- ШИМ-компаратор;
- схема плавного пуска;
- узел согласования управления;
- узел защиты от перегрузок ( $I > 1,2I_n$ );
- контроллер защиты;
- узел ограничения тока;
- источник опорного напряжения;
- прерыватель тока.

Напряжение синхронизации с блока источников питания БИП-3М (А2) фильтруется (конденсаторы C1...C3, резисторы R13, R28, диоды VD4...VD7, стабилитрон VD1) и подается на вход компаратора синхроимпульсов (микросхема DA4:1), формирующего отрицательные импульсы синхронизации, передний фронт которых соответствует переходу сетевого напряжения через ноль. Импульс синхронизации через дифференцирующую цепь (C5, R56) поступает на вход генератора пилообразного напряжения (транзистор VT7, конденсатор C8, резисторы R61...R63), а также на вход узла защиты от пропадания импульсов синхронизации (транзисторы VT6, VT9, диод VD14, контроллер DD1).

Пилообразное напряжение поступает на вход 5 ШИМ-компаратора (микросхема DA11:2). Переключение ШИМ-компаратора происходит, когда пилообразное напряжение достигает значения напряжения управления, подаваемого через резистор R94 на вход 6 компаратора DA11:2. С выхода компаратора импульс напряжения низкого уровня через контакт XP4/1 поступает на плату АЗ, расположенную в блоке БПСУМ-2М (А4-1), где формируется сигнал управления, отпирающий один из тиристоров силового выпрямительного моста.

Схема плавного пуска (конденсатор C11, резистор R69, диоды VD15, VD16) обеспечивает ограничение ударного тока при включении выпрямителя.

Источник на стабилитроне VD2, операционном усилителе (ОУ) DA3:1, транзисторе VT5 формирует опорное напряжение 3,6 В. Он также формирует опорные напряжения для узла ограничения выходного тока выпрямителя на уровне  $1,1I_n$  и узла защиты при выходном токе, превышающем уровень  $1,2I_n$ .

Узел согласования управления формирует сигналы, обеспечивающие следующие функции выпрямителя:

- поддержание заданного потенциала на сооружении;
- ограничение выходного тока на заданном уровне в режиме автоматического поддержания заданного потенциала при обрыве цепей измерения потенциала;
- стабилизацию выходного тока;
- ограничение выходного тока на уровне  $1,1I_n$ ;
- ручную установку выходного напряжения;
- включение режима дистанционного управления;
- включение счетчика времени защиты.

Схема для автоматического поддержания заданного потенциала представляет собой интегратор, выполненный на ОУ DA9, диоде VD24, конденсаторе C17.

При снижении измеряемого потенциала менее 0,5 В (обрыве цепей измерения потенциала) узел, выполненный на компараторе DA5:1, ОУ DA7:2, конденсаторах C7, C15, диодах VD12, VD23, ограничивает выходной ток выпрямителя на уровне, заданном регулятором УСТАНОВКА 2. Транзистор VT1 и оптрон DA2:2 служат для включения световой сигнализации и формирования сигнала телесигнализации об обрыве цепей измерения потенциала.

Сигнал с датчика постоянного тока A1, расположенного в блоке БПСУМ 2М, через контакт XP4/1, резистор R29, служащий для задания диапазона регулирования выходного тока, и буфер на ОУ DA3:2 поступает на схему стабилизации выходного тока (ОУ DA8:1, конденсатор C16).

Ограничитель выходного тока на уровне  $1,1I_n$  включает ОУ DA7:1, конденсатор C14, диоды VD20, VD21. Транзистор VT4 служит для включения световой сигнализации об ограничении выходного тока выпрямителя на уровне  $1,1I_n$ .

Схема для ручной установки выходного напряжения выпрямителя выполнена на ОУ DA8:2.

Узел на ОУ DA10:1, DA10:2, компараторе DA11:1, диодах VD18, VD19, VD25, VD26 формирует напряжение управления, задаваемое регулятором УСТАНОВКА 1 в местном режиме и сигналом телерегулирования в дистанционном режиме, а также обеспечивает переключение между местным и дистанционным управлением в зависимости от значения сигнала телерегулирования. Транзистор VT3 и оптрон DA2:1 служат для включения световой сигнализации и формирования сигнала телесигнализации о дистанционном режиме управления выпрямителем.

Схема включения счетчика ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ выполнена на компараторе DA5:2, диодах VD10, VD11. Транзистор VT2 служит для включения световой сигнализации НОРМА ПОТЕНЦИАЛА.

Сигнал, пропорциональный выходному току выпрямителя, поступает на вход 5 компаратора DA4:2. Компаратор DA4:2 формирует сигнал о превышении выходным током значения  $1,2I_n$ , который через транзистор VT8 поступает на микроконтроллер DD1. Если перегрузка выпрямителя ( $I > 1,2I_n$ ) длится более 1,5 с, контроллер защиты выдает сигнал блоку защиты БЗ-ЗМ на отключение выпрямителя. Для сброса защиты необходимо отключить автоматический выключатель QF1 СЕТЬ выпрямителя и повторно включить его через несколько секунд.

С выхода компаратора DA4:1 через транзистор VT6 на микроконтроллер DD1 поступают импульсы синхронизации в моменты перехода сетевого напряжения через ноль. В случае отсутствия импульсов синхронизации в течение 0,05 с, микроконтроллер выдает сигнал блоку защиты БЗ-ЗМ на отключение выпрямителя.

Прерыватель тока выполнен на микроконтроллере DD1, оптроне DA1:1, диодах VD3,

VD13, VD14, VD28. По сигналу внутреннего таймера контроллер DD1 формирует сигналы циклического прерывания выходного тока, при этом длительность протекания и прерывания тока задается положением переключателя ПТ (SA2): «4/1», «8/2», «12/3», «27/3». В положении «ВНЕШН.» переключателя ПТ (SA2) оптрон DA1:1 обеспечивает прерывание выходного тока при подаче внешнего постоянного напряжения (10...15) В на контакты 20, 22 блока зажимов ТМ1 (X1), и протекание выходного тока при внешнем напряжении равно нулю.

Прерывание тока обеспечивается отключением генератора пилообразного напряжения с помощью транзистора VT9. Оптрон DA1:2 формирует на контактах 3, 4 блока зажимов ТМ-Д (X3) сигнал синхронизации прерывания защитного тока.

Стабилизатор, выполненный на микросхеме DA6, обеспечивает напряжение питания 5 В для микроконтроллера DD1. Разъем XP12 предназначен для подключения программатора. Индикатор HL1 начинает мигать после подачи напряжения питания, если микроконтроллер исправен и запрограммирован.

Схема электрическая принципиальная и перечень элементов блока защиты БЗ-3М (A3), входящего в блок управления БУ-2МВ, приведены в приложении В руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭО2 (часть 3).

Блок защиты БЗ-3М служит для оперативного включения и отключения выпрямителя в режиме местного и дистанционного управления, для отключения выпрямителя при внутренней неисправности или при выходе напряжения питающей сети за пределы рабочих значений, для формирования сигналов световой и телесигнализации о наличии (отсутствии) напряжения питающей сети и об отключении выпрямителя по причине внутренней неисправности. Источник питания блока защиты включает в себя трансформатор TV1, выпрямительный мост VD2, сглаживающий фильтр на конденсаторах C2, C4, параметрический стабилизатор напряжения DA2. Для питания цепи управления твердотельного реле D1 силового блока служит генератор тока, выполненный на транзисторе VT3, диоде VD14, резисторах R20, R23.

Узел отключения выпрямителя при выходе напряжения питающей сети за пределы рабочих значений включает в себя трансформатор TV2, выпрямительный мост VD3, фильтр на конденсаторах C5...C7 и резисторах R2, R3, компараторы DA3:1, DA3:2, транзистор VT1, диоды VD7...VD9.

Схема защиты выпрямителя при внутренних неисправностях включает в себя выпрямительный мост VD4, транзистор VT2, стабилитрон VD6, диоды VD10...VD13, конденсаторы C12, C13, оптоэлектронное реле DA6:1. Датчиком тока для схемы защиты по первичному току выпрямителя служит трансформатор тока ТА1, установленный в блоке силовом А4. Световую сигнализацию и телесигнализацию о неисправности выпрямителя обеспечивает оптрон DA4:1.

Для дистанционного отключения и включения выпрямителя служит схема, включающая в себя оптроны DA5:1, DA5:2, диод VD16. Оптрон DA5:2 предназначен для отключения блокировки узла токовых защит и возможности повторного включения выпрямителя после срабатывания защиты в режиме дистанционного управления. Оптрон DA4:2 предназначен для телесигнализации об отсутствии напряжения питающей сети.

Источник напряжения, включающий в себя трансформатор TV1, выпрямительный мост VD1, сглаживающий фильтр C1, C3, стабилизатор напряжения DA1, предназначен для питания при необходимости внешних цепей сопряжения выпрямителя с системами телемеханики.

Блок индикации БИ-3М (A4), входящий в блок управления БУ-2МВ, служит для

световой сигнализации о неисправности выпрямителя НЕИСПР, о выходе напряжения питающей сети за пределы рабочих значений СЕТЬ <>, о действующем режиме дистанционного управления выпрямителем ДИСТ. УПР, о режиме ограничения выходного тока выпрямителя ОГР. ТОКА, о соответствии измеренного потенциала установленному значению НОРМА ПОТЕНЦИАЛА, об обрыве цепей измерения потенциала ОБРЫВ ЭС, Т.

#### **1.4.3.5** Блок силовой А4 включает:

- твердотельное реле D1 для подключения силового трансформатора TV1 и других узлов выпрямителя к питающей сети и отключения их от питающей сети;
- трансформатор тока ТА1, формирующий напряжение, пропорциональное току в цепи первичной обмотки силового трансформатора TV1 выпрямителя, которое подается в блок защиты БЗ-3М, расположенный в блоке управления АЗ;
- управляемый выпрямительный мост, включающий в себя диодный модуль VD1 и тиристорный модуль VS1;
- шунт RS1, являющийся датчиком выходного тока выпрямителя.

Схема электрическая принципиальная и перечень элементов блока преобразователей сигналов и управления мостом БПСУМ-2М (А4-1), входящего в блок силовой А4, приведены в приложении Г руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ02 (часть 3).

БПСУМ-2М включает в себя три узла на печатных платах:

- плату А1, на которой выполнен датчик постоянного тока;
- плату АЗ, на которой выполнен узел управления силовым выпрямительным мостом;
- плату измерения поляризационного потенциала А2, схема электрическая принципиальная и перечень элементов которой приведены в приложении Д руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ02 (часть 3).

Сигнал с шунта RS1 поступает на вход изолирующего усилителя DA2 на плате А1. Источником питания входной части изолирующего усилителя служит изолирующий DC/DC преобразователь DA1. Для питания выходной части изолирующего усилителя DA2 и преобразователя DA1 служит параметрический стабилизатор DA3. Таким образом обеспечивается гальваническая развязка между выходными цепями выпрямителя и цепями управления. Для усиления токового сигнала до нужного уровня служит дифференциальный усилитель DA4.

Узел управления силовым выпрямительным мостом на плате АЗ содержит логический изолятор DA1. Сигнал управления поступает на вход 2 логического изолятора с ШИМ-компаратора DA1 1:2 платы управления ПУ-2М. Логический изолятор обеспечивает гальваническую развязку между выходными цепями выпрямителя и цепями управления. Диоды VD2-VД5 служат для распределения сигналов управления на тиристоры модуля VS1. Для защиты управляющих переходов тиристоров от помех служат конденсаторы С3, С5. Для ограничения скорости нарастания напряжения на тиристорах служат цепи С2, R2 и С4, R4.

Сигналы с зажимов ДП, ЭС, Т блока выходных зажимов А7 поступают на клеммники ХТ1, ХТ2 платы измерения поляризационного потенциала А2, содержащей следующие узлы:

- источник питания;
- аналоговый коммутатор;
- операционные усилители;
- микроконтроллер со встроенным многоканальным аналогово-цифровым преобразователем (АЦП);
- цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП).

Источник питания включает в себя стабилизатор напряжения +5 В, выполненный на микросхеме DA3, и источник опорного напряжения +5 В для питания аналоговой части схемы, выполненный на микросхеме DA4.

Аналоговый коммутатор DA2 в соответствии с алгоритмом, задаваемым микроконтроллером DD1, осуществляет коммутацию измерительных цепей и их подключение на вход операционного усилителя DA1.

Сигнал с выхода операционного усилителя DA1 масштабируется потенциометром R7, затем через повторитель напряжения, выполненный на операционном усилителе DA5:1, поступает на вход канала AN2 встроенного АЦП микроконтроллера DD1, и через инвертор напряжения, выполненный на операционном усилителе DA5:2, поступает на вход канала AN3 АЦП микроконтроллера DD1.

Микроконтроллер DD1 генерирует сигналы управления аналоговым коммутатором DA2, производит аналого-цифровое преобразование сигналов, поступающих на каналы AN2, AN3 АЦП, обрабатывает их методами цифровой фильтрации для подавления переменной составляющей, выделяет значения, соответствующие суммарному и поляризованному потенциалам на сооружении, формирует сигналы для ЦАП DA6 и передает их по шине SPI.

ЦАП DA6 принимает сигналы от микроконтроллера DD1 по шине SPI и формирует два независимых аналоговых выхода, напряжение которых соответствуют измеренным значениям поляризованного и суммарного потенциала.

1.4.3.6 Силовой трансформатор TV1 понижает напряжение питающей сети до требуемого значения и обеспечивает гальваническую развязку выходных цепей выпрямителя от питающей сети. Трансформатор имеет две вторичные обмотки, которые с помощью перемычек Q1, Q2 на коммутационной панели соединяют параллельно для получения основного режима ( $U_H, I_H$ ) или последовательно для получения дополнительного режима ( $2U_H, 0,5I_H$ ).

**1.4.3.7** Блок сглаживающего фильтра A5 включает в себя реактор L1, предназначенный для снижения пульсаций выходного тока до установленного уровня и повышения коэффициента полезного действия выпрямителя. Как и трансформатор, реактор имеет две вторичные обмотки, которые с помощью перемычек Q3, Q4 на коммутационной панели соединяют параллельно для получения основного режима ( $U_H, I_H$ ) или последовательно для получения дополнительного режима ( $2U_H, 0,5I_H$ ).

**1.4.3.8** Блок конденсаторов A6 включает в себя конденсаторы C3...C5, предназначенные для снижения пульсаций выходного напряжения.

**1.4.3.9** Блок выходных зажимов A7 содержит:

- зажимы +A (XT22), -T (XT23), к которым подключаются дренажные кабели от защищаемого сооружения и анодного заземления;
- зажимы ДП, ЭС, Т, « » (XT24), к которым подключаются измерительные кабели от электрода сравнения и защищаемого сооружения;
- варисторы RU4, RU5, конденсаторы C6, C7, газовые разрядники FV1, FV2 для защиты выходных цепей и цепей измерения потенциала выпрямителя от импульсных (грозовых) перенапряжений.

## **1.5 Маркировка**

**1.5.1** Маркировка выпрямителей соответствует ГОСТ 18620-86 и сохраняется в процессе транспортирования, хранения и эксплуатации.

**1.5.2** На лицевой стороне двери укреплена табличка, на которую нанесены следующие маркировочные данные:

- наименование выпрямителя;
- обозначение типоразмера выпрямителя;
- обозначение технических условий (ТУ 3415-077-22136119-2009);
- товарный знак изготовителя;
- порядковый номер (по системе нумерации изготовителя);
- дата изготовления (месяц, год);
- напряжение питающей сети в вольтах (В);
- частота питающей сети в герцах (Гц);
- номинальное выходное напряжение в вольтах (В);
- номинальный выходной ток в амперах (А);
- номинальная выходная активная мощность в киловаттах (кВт);
- масса в килограммах (кг);
- степень защиты (IP20);
- надпись "Сделано в России" (только для экспортного исполнения).
- знак соответствия добровольной сертификации (при сертификации продукции).

**1.5.3** Маркировка нанесена на табличку нестирающимися знаками, обеспечивающими четкое изображение в течение всего срока службы.

**1.5.4** На все зажимы, в том числе зажимы для внешних соединений, а также на монтажные провода нанесена маркировка в соответствии с конструкторской документацией.

**1.5.5** На внутренней поверхности двери приведена схема внешних присоединений выпрямителя.

**1.5.6** Маркировка тары выполнена по ГОСТ 14192-96, с указанием манипуляционных знаков "ХРУПКОЕ, ОСТОРОЖНО", "МЕСТО СТОПОВКИ", "ВЕРХ".

## **1.6 Упаковка**

**1.6.1** Упаковка обеспечивает сохраняемость выпрямителей в условиях транспортирования и хранения, указанных в разделе 4.

**1.6.2** Категория упаковки соответствует С/КУ-2 по ГОСТ 23216-78.

В зависимости от условий транспортирования и хранения (раздел 4), по согласованию с потребителями, выпрямители могут поставляться в различных сочетаниях транспортной тары и внутренней упаковки:

- а) ТФ (с сочетанием частей тары 0, 11) / ВУ-11А-5 по ГОСТ 23216-78 (тип 1);
- б) ТФ (с сочетанием частей тары 1, 7, 8, 11) / ВУ-11А-5 по ГОСТ 23216-78 (тип 2);
- в) ТК-3 / ВУ-11А-5 по ГОСТ 9142-90 (тип 3).

Упаковка тип 1 используется при транспортировании открытым железнодорожным и автомобильным транспортом в климатических условиях У, кроме районов Крайнего Севера и районов с повышенной влажностью (до 100%).

Упаковка тип 2 используется при транспортировании открытым железнодорожным и автомобильным транспортом, а также водным транспортом в районы Крайнего Севера и районы с повышенной влажностью (до 100%).

Упаковку тип 3 может использоваться при транспортировании в крытом железнодорожном и автомобильном транспорте, в контейнерах, в климатических условиях У, кроме районов Крайнего Севера и районов с повышенной влажностью (до 100%).

Тип упаковки выпрямителей перечисления а), б) и в) должен указываться в заявках (спецификациях) на изготовление и поставку выпрямителей.

**1.6.3** Выпрямитель, комплект запасных частей и принадлежностей и эксплуатационная документация упаковываются в одной упаковке.

**1.6.4** Электрод сравнения упаковывается в отдельную упаковку и размещается в шкафу выпрямителей. Электрод сравнения может поставляться в отдельной транспортной упаковке.

**1.6.5** Эксплуатационная документация на выпрямитель и входящие в состав выпрямителя изделия вкладывается в пакет из полиэтиленовой пленки по ГОСТ 10354-82 и размещается в специально отведенном месте на двери.

**1.6.6** Выпрямители, поставляемые на экспорт, упаковываются в тару по ГОСТ 24634-81. По согласованию с потребителями выпрямители могут поставляться в упаковке, как для внутрироссийских поставок.



## **2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ**

### **2.1 Подготовка выпрямителя к использованию**

#### **2.1.1 Меры безопасности при подготовке выпрямителя к использованию**

**2.1.1.1** При подготовке выпрямителя к эксплуатации и в процессе эксплуатации необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- к обслуживанию и ремонту допускаются лица, прошедшие специальный технический инструктаж и ознакомившиеся с настоящим руководством по эксплуатации;
- необходимо проводить систематический контроль состояния заземляющего проводника и надежности его подключения к корпусу выпрямителя.

**2.1.1.2** При обслуживании выпрямителя запрещается:

- работать с незаземленным выпрямителем;
- работать с выпрямителем, имеющим электрическое сопротивление изоляции ниже допустимого по действующим на объекте правилам технической эксплуатации электрооборудования;
- производить внутренний осмотр и ремонт работающего выпрямителя;
- касаться зажимов и неизолированных токоведущих проводников;
- заменять плавкие вставки предохранителей под напряжением;
- включать выпрямитель в работу без тщательного осмотра и проверки всех элементов, если он был ранее отключен по причине неисправности;
- включать и эксплуатировать неисправный выпрямитель.

#### **2.1.2 Указания по установке**

**2.1.2.1** Перед установкой и монтажом выпрямителя необходимо ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации.

##### **2.1.2.2 Внимание!**

Значение потенциала на сооружении может задаваться в режимах АВТ. ПОТ.-СУМ, АВТ. ПОТ.-ПОЛЯР., АВТ. ТОК и РУЧН. УСТ., при этом в режимах АВТ. ПОТ.-СУМ и АВТ. ПОТ.-ПОЛЯР. заданный потенциал поддерживается выпрямителем автоматически с высокой точностью при изменении напряжения питающей сети, температуры окружающей среды, сопротивления грунта и сопротивления изоляции защищаемого сооружения.

В режимах АВТ. ТОК и РУЧН. УСТ. заданный потенциал на сооружении должен регулярно контролироваться обслуживающим персоналом. Значение потенциала, обеспечивающее эффективную защиту сооружения, зависит от опыта обслуживающего персонала, так как потенциал может изменяться при изменении сопротивления грунта, сопротивления изоляции защищаемого сооружения, температуры окружающей среды, осадков, напряжения питающей сети.

**2.1.2.3** Основными режимами работы выпрямителей являются автоматическое поддержание заданного суммарного или поляризационного потенциала на защищаемом сооружении и автоматического поддержания заданного защитного тока. В указанных режимах катодная защита наиболее эффективна.

**2.1.2.4** Выпрямители должны быть установлены в местах, отвечающих требованиям условий эксплуатации (см. п. 1.1.4). Выпрямители могут быть размещены в помещениях (укрытиях) в том числе при встраивании в устройства распределительные катодной защиты типа УКЗВ, УКЗН или в другие типы отапливаемых или неотапливаемых укрытий.

**2.1.2.5** Выпрямители должны устанавливаться на плоском горизонтальном основании, не препятствующем эффективному охлаждению через вентиляционные отверстия в днище, на расстоянии не менее 250 мм от поверхности земли.

**2.1.2.6** Сечения подводящих кабелей должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 51164-98 и «Правилам устройства электроустановок».

**2.1.2.7** Подводящие кабели должны иметь специальные наконечники, обеспечивающие подсоединение их к зажимам выпрямителей. Допускается подсоединение кабелей без наконечников, со скруткой проводников жил кабелей.


**2.1.2.8** Подводящие кабели должны быть проложены в специальных желобах, трубах или в бронерукавах. В выпрямитель кабели должны вводиться через специальные вводы (сальники), расположенные на днище выпрямителя.

**2.1.2.9** Схема подключения внешних цепей к выпрямителю приведена в приложении И руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2).

Для подсоединения кабелей к выпрямителю необходимо открыть дверь шкафа, и снять защитный щиток с блока входного А1. Затем ослабить верхние гайки проходных сальников, ввести и подсоединить кабели к соответствующим зажимам блока входного А1 и блока выходных зажимов А7. Необходимо обратить особое внимание на надежность контакта кабелей с зажимами.

Подключить кабель питающей сети к зажимам блока входного А1:


- фазный проводник L – к зажиму U (ХТ1);
- нулевой проводник PEN для двухпроводной сети или N для трехпроводной сети – к зажиму N (ХТ2).

При трехпроводной питающей сети защитный проводник (РЕ) подключить к зажиму выпрямителя ХТ3, имеющему нестираемую маркировку «».

Подключить дренажные кабели к зажимам блока выходных зажимов А7:

- от защищаемого сооружения - к зажиму -Т (ХТ23);
- от анодного заземления - к зажиму +А (ХТ22).


Если планируется использовать выпрямитель в режиме автоматического поддержания заданного потенциала на сооружении, подсоединить измерительные кабели к зажимам блока выходных зажимов А7:

- от датчика потенциала - к зажиму ДП (ХТ24/1);
- от электрода сравнения - к зажиму ЭС (ХТ24/2);
- от защищаемого сооружения - к зажиму Т (ХТ24/3);
- экранирующую оболочку кабеля - к зажиму «» (ХТ24/4).

### **Внимание!**

Для использования выпрямителя в режиме автоматического поддержания заданного суммарного потенциала на сооружении зажим ДП (ХТ24/1) необходимо соединить перемычкой с зажимом Т (ХТ24/3).

После подсоединения кабелей, вручную завернуть верхние гайки проходных сальников до плотного обжатия наружных оболочек кабелей. Затем установить защитный щиток блока входного А1 на место.

**2.1.2.10** Подсоединить провод заземления к одному из зажимов «» (ХТ15 или ХТ16), расположенным снаружи в нижней части шкафа.

**2.1.2.11** Для работы в режиме автоматического поддержания заданного потенциала на защищаемом сооружении рекомендуется применять электроды сравнения неполяризующиеся медно-сульфатные «Энергомера» ЭСН-МС 2ПК, входящие в комплект поставки, как наиболее стабильные по параметрам при изменении температуры окру-

жающей среды и в ходе эксплуатации.

**2.1.2.12** Рекомендуемый способ стационарной установки электрода сравнения, соответствующий ГОСТ 9.602-2006, приведен в приложении М руководства по эксплуатации САНТ.435211.007 РЭ01 (часть 2).

### **2.1.3 Подготовка к использованию**

**2.1.3.1** Подготовка выпрямителя к использованию можно проводить непосредственно после установки его на месте эксплуатации или в стационарных условиях при подключении делителя напряжения по схеме, приведенной в приложении Ж руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2).

**2.1.3.2** Визуальный осмотр выпрямителя должен производиться в следующем порядке:

- открыть дверь выпрямителя;
- убедиться в отсутствии механических повреждений;
- удалить с наружных и внутренних частей пыль и загрязнения;
- убедиться в исправности и надёжности подсоединения заземления;
- при необходимости установить в нулевое положение стрелки приборов;
- проверить исправность предохранителей;
- проверить четкость фиксации органов управления, отсутствие механических заеданий.

**2.1.3.3** Проверить правильность установки перемычек на коммутационных панелях силового трансформатора и реактора согласно маркировке, соответствующей требуемому выходному напряжению и току выпрямителя. Изготовитель поставляет выпрямители с перемычками, установленными в положения, соответствующие основному режиму ( $U_H$ ,  $I_H$ ).

Установить переключатель блока управления ПРЕДЕЛ в положение «50 В» или «100 В», соответствующее режиму, установленному перемычками на зажимах силового трансформатора и реактора.

**2.1.3.4** Закрыть дверь выпрямителя.

**2.1.3.5** Установить в блоке управления регуляторы УСТАНОВКА 1 и УСТАНОВКА 2 в крайнее левое положение, регулятор КОНТРОЛЬ ПОТЕНЦИАЛА – в крайнее правое положение. Установить переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ в положение РУЧН. УСТ., РЕЖИМ УПР. - в положение МЕСТН., ПТ - в положение ОТКЛ.

**2.1.3.6** Проверить работу выпрямителя в режиме ручной установки выходного напряжения и тока в следующем порядке:

- подать на выпрямитель напряжение питания установкой автоматического выключателя СЕТЬ в положение ВКЛ., при этом должен засветиться единичный индикатор СЕТЬ;
- включить выпрямитель установкой тумблера ВЫПРЯМИТЕЛЬ в положение ВКЛ, при этом должен засветиться единичный индикатор ВКЛ;
- вращая ручку регулятора УСТАНОВКА 1 по часовой стрелке, убедиться по показаниям амперметра ТОК НАГРУЗКИ и вольтметра ВЫХ. НАПРЯЖЕНИЕ, что происходит увеличение выходного тока и напряжения;
- если выходной ток достигает величины  $(110 \pm 5) \%$  от номинального значения, то должно произойти его ограничение на этом уровне, при этом должен засветиться единичный индикатор ОГР. ТОКА блока управления;
- выключить выпрямитель установкой тумблера ВЫПРЯМИТЕЛЬ в положение ОТКЛ.

**2.1.3.7** Если предусматривается в дальнейшем использовании выпрямителя в режи-

ме автоматического поддержания заданного суммарного потенциала на сооружении, проверить работу выпрямителя в этом режиме, для чего:

- проконтролировать правильность подключения к выпрямителю цепей измерения потенциала на защищаемом сооружении согласно п. 2.1.2.9;
- установить переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ блока управления в положение АВТ. ПОТ.- СУМ., регулятор УСТАНОВКА 1 – в крайнее левое положение, регулятор УСТАНОВКА 2 - в крайнее правое положение;
- включить выпрямитель установкой тумблера ВЫПРЯМИТЕЛЬ в положение ВКЛ, при этом должен засветиться единичный индикатор ВКЛ;
- подсоединить цифровой вольтметр к клеммам ЗАДАН и ОБЩ блока управления, регулятором УСТАНОВКА 1 установить заданное значение потенциала, необходимое для эффективной защиты подземного сооружения от коррозии;
- если при этом выходной ток превышает 50% номинальной величины, то в данной зоне защиты необходима установка выпрямителя с большим номинальным током;
- подключить внешний цифровой вольтметр к клеммам ИЗМЕР и ОБЩ блока управления и проконтролировать измеренный потенциал на сооружении;
- определить величину установившегося отклонения измеряемого потенциала от заданного по формуле:

$$\delta_{оп} = \frac{U_{изм} - U_{зад}}{U_{зад}} * 100\% \quad (1)$$

где:  $U_{изм}$  – измеренный потенциал на клеммах ИЗМЕР и ОБЩ, В;

$U_{зад}$  – заданный потенциал на клеммах ЗАДАН и ОБЩ, В;

- установившееся отклонение измеряемого потенциала от заданного должно быть не более  $\pm 0,5\%$ ;

- в полевых условиях измерение потенциала на сооружении без контроля точности поддержания может проводиться вольтметром выпрямителя ПОТЕНЦИАЛ ИЗМЕР. или внешним вольтметром с входным сопротивлением не менее 1 МОм, подключенным к гнездам ПОТЕНЦИАЛ НА СООРУЖ. на двери выпрямителя.

**2.1.3.8** Если предусматривается в дальнейшем использовании выпрямителя в режиме автоматического поддержания заданного поляризационного потенциала на сооружении, то необходимо выполнить проверку, аналогичную указанной в п. 2.1.3.7, но при этом переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ блока управления должен быть установлен в положение АВТ. ПОТ.-ПОЛЯР.

**2.1.3.9** Проверить работу выпрямителя при обрыве цепей измерения потенциала в следующей последовательности:

- установить переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ на панели блока управления в положение АВТ. ПОТ.- СУМ. или АВТ. ПОТ.-ПОЛЯР.;
- установить регулятором УСТАНОВКА 1 по вольтметру ПОТЕНЦИАЛ ИЗМЕР. требуемое значение потенциала на сооружении;
- нажать кнопку ИМИТ. ОБРЫВА блока управления, при этом индикатор ОБРЫВ ЭС, Т должен засветиться;
- вращая регулятор УСТАНОВКА 2, установить по амперметру ТОК НАГРУЗКИ требуемый уровень ограничения выходного тока в случае обрыва цепей измерения потенциала при эксплуатации выпрямителя;

- после отпускания кнопки ИМИТ. ОБРЫВА потенциал на сооружении и выходной ток выпрямителя должны автоматически вернуться к ранее установленным значениям, а индикатор ОБРЫВ ЭС, Т должен погаснуть;
- выключить выпрямитель установкой тумблера ВЫПРЯМИТЕЛЬ в положение ОТКЛ, при этом единичный индикатор ВКЛ должен погаснуть.

**2.1.3.10** Проверить работу выпрямителя в режиме автоматического поддержания защитного тока, в следующем порядке:

- установить переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ на панели блока управления в положение АВТ. ТОК;
- включить выпрямитель установкой тумблера ВЫПРЯМИТЕЛЬ в положение ВКЛ, при этом должен засветиться единичный индикатор ВКЛ;
- вращая регулятор УСТАНОВКА 1 по часовой стрелке, убедиться по показаниям амперметра ТОК НАГРУЗКИ, что происходит увеличение выходного тока;
- выключить выпрямитель установкой тумблера ВЫПРЯМИТЕЛЬ в положение ОТКЛ, при этом единичный индикатор ВКЛ должен погаснуть.

Диапазон регулирования выходного тока зависит от сопротивления нагрузки и напряжения питающей сети (п. 1.2.11), поэтому рекомендуется при эксплуатации задавать выходной ток выпрямителей в диапазоне (10..80) % от номинального значения.

**2.1.3.11** Проверить работу счетчика времени защиты сооружения заданным потенциалом или защитным током в следующем порядке:

- подключить внешний вольтметр к клеммам КОНТРОЛЬ и ОБЩ. блока управления;
- установить переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ блока управления в положение АВТ. ПОТ. – СУМ., регулятор УСТАНОВКА 1 - в крайнее левое положение;
- установить тумблер ВЫПРЯМИТЕЛЬ в положение ВКЛ;
- вращая регулятор “КОНТРОЛЬ ПОТЕНЦИАЛА”, установить порог срабатывания счетчика “ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ” равный 0,5 В, контролируя его значение по внешнему вольтметру;
- плавно вращать регулятор “УСТАНОВКА 1” из крайнего левого положения по часовой стрелке до момента засвечивания индикатора “НОРМА ПОТЕНЦИАЛА”, при этом счетчик “ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ” должен начать отсчет времени;
- плавно вращать регулятор “УСТАНОВКА 1” против часовой стрелки до момента погасания индикатора “НОРМА ПОТЕНЦИАЛА”, при этом счетчик “ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ” должен прекратить отсчет времени.

Контроль времени защиты сооружения заданным потенциалом или защитным током может осуществляться во всех режимах работы выпрямителя.

**2.1.3.12** Отключить выпрямитель от питающей сети установкой автоматического выключателя СЕТЬ в положение ОТКЛ, при этом единичный индикатор СЕТЬ должен погаснуть.

**2.1.3.13** При использовании совместно с выпрямителем устройств сопряжения с системами телемеханики (преобразователя сигналов или контроллера СКЗ), указанных в пп. 1.3.5, 1.3.6, описание их работы, порядок подключения и ввода в эксплуатацию совместно с выпрямителями указаны в руководстве по эксплуатации устройства сопряжения, прилагаемом к выпрямителю.

**2.1.3.14** При подключении выпрямителей к системам телемеханики, порядок их подключения и работы совместно с системой телемеханики указаны в эксплуатационном документе поставщика системы телемеханики.

## **2.2 Использование выпрямителя**

### **2.2.1 Порядок работы**

**2.2.1.1** Основными режимами работы выпрямителя являются режимы автоматического поддержания заданного суммарного (АВТ. ПОТ.- СУМ.) или поляризационного (АВТ. ПОТ.- ПОЛЯР.) потенциала на защищаемом сооружении. При этом к выпрямителю должны быть присоединены измерительные кабели от электрода сравнения и защищаемого сооружения в соответствии с п. 2.1.2.9.

Включение выпрямителя для работы в режиме автоматического поддержания заданного суммарного или поляризационного потенциала производится в соответствии с пп. 2.1.3.7, 2.1.3.8.

**2.2.1.2** Режим автоматического поддержания защитного тока (АВТ. ТОК) применяется при отсутствии электрода сравнения, в условиях установившейся поляризации подземного сооружения, когда известно, при каком значении защитного тока обеспечивается требуемый защитный потенциал на сооружении.

Включение выпрямителя для работы в режиме автоматического поддержания защитного тока производится в соответствии с п. 2.1.3.10.

**2.2.1.3** Режим ручной установки выходного напряжения и тока выпрямителя (РУЧН. УСТ.) применяется в установившихся климатических условиях при отсутствии электрода сравнения, когда известно, при каком выходном напряжении и токе выпрямителя обеспечивается требуемый защитный потенциал на сооружении.

Включение выпрямителя для работы в режиме ручной установки выходного напряжения и тока производится в соответствии с п. 2.1.3.6.

**2.2.1.4** Задание требуемой уставки срабатывания счетчика ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ производится в следующем порядке:

- подключить внешний вольтметр к клеммам КОНТРОЛЬ и ОБЩ. блока управления;
- переключателем РЕЖИМ РАБОТЫ блока управления выбрать требуемый режим работы выпрямителя;
- включить выпрямитель;
- установить регулятором КОНТРОЛЬ ПОТЕНЦИАЛА по внешнему вольтметру требуемое значение порога срабатывания счетчика ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ, обеспечивающее учет времени эффективной защиты сооружения от коррозии.

### **2.2.2 Перечень возможных неисправностей**

**2.2.2.1** Неисправность выпрямителей могут быть вызваны отказом элементов схемы или нарушением соединений между ними.

**2.2.2.2** Перечень некоторых возможных неисправностей выпрямителей, которые могут быть устранены на месте эксплуатации, приведен в таблице 4.

**Таблица 4.** Перечень возможных неисправностей выпрямителей

Наименование неисправностей, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
1 Выпрямитель не работает, индикаторы не светятся	Отсутствует напряжение питающей сети	Проверить наличие напряжения сети
2 Выпрямитель не работает, индикатор СЕТЬ светится	Неисправен предохранитель в блоке управления	Заменить предохранитель
3 Выпрямитель работает, ток в цепи нагрузки отсутствует	Обрыв цепи нагрузки	Проверить исправность цепи нагрузки
4 Выпрямитель в режимах АВТ. ПОТ.-СУМ. или АВТ. ПОТ.-ПОЛЯР. не работает, в режимах АВТ.ТОК и РУЧН. УСТ. работает	Обрыв в цепях измерения потенциала сооружения	Устранить обрыв. Заменить электрод сравнения

**2.2.2.3** При повреждениях, не указанных в таблице 4, выпрямители подлежат ремонту в стационарных условиях или на месте эксплуатации специалистами по ремонту выпрямителей эксплуатирующей организации или изготовителя (в течение гарантийного срока или по договору).

## **3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

### **3.1 Меры безопасности**

**3.1.1** Меры безопасности во время проведения технического обслуживания должны соответствовать п. 2.1.1 («Меры безопасности при подготовке выпрямителей к эксплуатации») настоящего руководства по эксплуатации.

### **3.2 Порядок технического обслуживания выпрямителя**

**3.2.1** Техническое обслуживание выпрямителя проводится с учетом требований настоящего руководства по эксплуатации не реже одного раза в шесть месяцев в следующем порядке:

- отключить выпрямитель от питающей сети;
- открыть дверь;
- прочистить вентиляционные отверстия;
- очистить узлы выпрямителя (охладители, модуль реле, тиристорный и диодный модули, корпуса блоков, изоляционные панели, контактные соединения) от пыли и других загрязнений;
- проверить состояние контактных соединений и крепления всех блоков и узлов выпрямителя;
- проверить отсутствие заеданий органов управления (автоматического выключателя,

переключателей, тумблеров);

- проверить состояние изоляции проводов внутреннего монтажа и подходящих кабелей;
- проверить состояние креплений силового трансформатора и реактора;
- проверить плотность прилегания модуля реле, тиристорного и диодного модулей к охладителям;
- проверить надежность заземления выпрямителя;
- закрыть дверь.
- провести проверку работоспособности выпрямителя согласно п. 3.3;
- отключить выпрямитель.

### **3.3 Проверка работоспособности выпрямителя**

**3.3.1** Проверку работы выпрямителя в режиме автоматического поддержания заданного суммарного потенциала на месте эксплуатации проводить согласно пп. 2.1.3.7.

Проверку работы выпрямителя в режиме автоматического поддержания заданного суммарного потенциала в стационарных условиях проводить следующим образом:

- а) подключить к выпрямителю делитель напряжения согласно приложению Ж руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2), тумблер SA1 делителя установить в положение «СП» (соединить зажимы «ДП» и «Т» выпрямителя);
- б) проверить работу выпрямителя по п. 2.1.3.7 при значении заданного потенциала 2,0 В;
- в) отключить делитель напряжения от выпрямителя.

**3.3.2** Проверку работы выпрямителя в режиме автоматического поддержания заданного поляризационного потенциала на месте эксплуатации проводить согласно пп. 2.1.3.8.

Проверку работы выпрямителя в режиме автоматического поддержания заданного поляризационного потенциала в стационарных условиях проводить следующим образом:

- а) подключить к выпрямителю делитель напряжения согласно приложению Ж руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2), тумблер SA1 делителя установить в положение «ПП»;
- б) проверить работу выпрямителя по п. 2.1.3.8 при значении заданного потенциала 1,4 В;
- в) отключить делитель напряжения от выпрямителя.

**3.3.3** Проверить работу выпрямителя в режиме автоматического поддержания защитного тока по п. 2.1.3.10.

**3.3.4** Проверить работу выпрямителя в режиме ручной установки выходного напряжения и тока по п. 2.1.3.6.

**3.3.5** Проверить работу выпрямителя при имитации обрыва цепей измерения потенциала на сооружении по п. 2.1.3.9 и работу счетчика времени защиты сооружения заданным потенциалом или защитным током по п. 2.1.3.11.

### **3.4 Консервация**

**3.4.1** Перед длительным хранением выпрямитель должен быть подвергнут консервации. Для этого на металлические части, не имеющие защитного покрытия, нанести слой технического вазелина (смазка ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267-74) предохраняющий



выпрямитель от коррозии. Комплект ЗИП и эксплуатационную документацию упаковать в полиэтиленовый пакет и разместить в специально отведенном месте на двери. Выпрямитель должен быть упакован в тару, обеспечивающую защиту от атмосферных осадков и механических повреждений при транспортировании и хранении.

Срок переконсервации при хранении в соответствии с правилами хранения, изложенными в руководстве по эксплуатации, – не более 6 месяцев.

При расконсервации необходимо снять смазку с законсервированных частей и протереть мягкой ветошью, смоченной в бензине Б - 70.

## **4 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ**

**4.1** Условия транспортирования выпрямителей в части воздействия механических факторов – С по ГОСТ 23216-78.

**4.2** Выпрямители допускают транспортирование автомобильным, железнодорожным, водным или воздушным транспортом в условиях 8 (ОЖЗ) по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающей среды от минус 50 до + 50 °С и относительной влажности воздуха 98 % (при температуре окружающей среды + 25 °С) в упаковке изготовителя.

**4.3** Выпрямители должны храниться в упаковке изготовителя в условиях 5 (ОЖ4), для южных регионов – 6 (ОЖ2) по ГОСТ 15150-69, при температуре окружающей среды от минус 50 до + 50 °С и относительной влажности воздуха до 98 % (при температуре окружающей среды + 25 °С).

**4.4** Допустимый срок хранения выпрямителей в упаковке изготовителя – 3 года.

## **5 УТИЛИЗАЦИЯ**

**5.1** Выпрямители не содержат материалов и веществ, опасных для жизни, здоровья людей и окружающей среды после окончания срока службы.

Специальных мер для утилизации выпрямителей не требуется.

## ОСОБЫЕ ОТМЕТКИ



**ЭНЕРГОМЕРА®**



Предприятие-изготовитель:  
ЗАО «Энергомера»  
Россия, 355029, г. Ставрополь,  
ул. Ленина, 415,  
тел./факс (8652) 56-66-90