

Выпрямители для
катодной защиты
типа «ЭНЕРГОМЕРА»

В-ОПЕ-М6

серия В

Руководство по эксплуатации
Часть 1
САНТ.435211.006 РЭ

Предприятие-изготовитель:
ЗАО «Электротехнические заводы «Энергомера»
355029, Россия, г. Ставрополь, ул. Ленина, 415
тел.: (8652) 35-75-27, факс: 56-66-90,
Бесплатная горячая линия: 8-800-200-75-27
e-mail: concern@energomera.ru
www.energomera.ru



ЭНЕРГОМЕРА

СОДЕРЖАНИЕ

Вводная часть	4
1 Описание и работа	4
1.1 Назначение выпрямителя.....	4
1.2 Технические характеристики	5
1.3 Состав изделия.....	12
1.4 Устройство и работа	13
1.5 Маркировка	19
1.6 Упаковка.....	19
2 Использование по назначению	20
2.1 Подготовка выпрямителя к использованию	20
2.2 Использование выпрямителя	23
3 Техническое обслуживание	25
3.1 Меры безопасности	25
3.2 Порядок технического обслуживания выпрямителя.....	25
3.3 Проверка работоспособности выпрямителя	25
3.4 Консервация	26
4 Транспортирование и хранение	26
5 Утилизация	26

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на выпрямители для катодной защиты типа «ЭНЕРГОМЕРА» В-ОПЕ-М6 серия В, в дальнейшем именуемые «выпрямители».

Руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с устройством, принципом действия, техническими характеристиками выпрямителей, и содержит сведения, необходимые для их правильной и безопасной эксплуатации.

Обслуживающий выпрямители персонал должен иметь допуск к работе в электроустановках с напряжением до 1000 В, а также ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации и сборником приложений САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2).

Сборник схем блоков и узлов выпрямителей САНТ.435211.006 РЭ02 (часть 3) не входит в комплект поставки и поставляется по отдельному заказу.

Ввиду постоянной работы по улучшению выпрямителей, изготовитель оставляет за собой право вносить изменения в конструкцию и технические характеристики без уведомления об этом потребителя.

1 Описание и работа

1.1 Назначение выпрямителя

1.1.1 Выпрямители предназначены для промышленного использования в качестве источников защитного (катодного) тока в системах электрохимической (катодной) защиты подземных металлических сооружений газопроводов, нефтепроводов, продуктопроводов, объектов коммунального хозяйства, резервуаров-хранилищ, кабелей различного назначения с наружной металлической оболочкой и других аналогичных объектов от электрохимической (грунтовой) коррозии.

1.1.2 Выпрямители соответствуют требованиям 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 соответствуют климатическому исполнению У, категории размещения 2* по ГОСТ 15150-69 и предназначены для эксплуатации в помещениях или укрытиях, в условиях отсутствия прямого воздействия солнечного излучения и атмосферных осадков.

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 от 86,6 до 106,7 кПа (от 650 до 800 мм. рт. ст.);
- атмосфера типа I, II.

1.1.4 Выпрямители предназначены для подключения к однофазной сети питания переменного тока частотой (50 ± 3) Гц.

По способу защиты человека от поражения электрическим током выпрямители соответствуют классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

1.1.5 Размещение выпрямителей на месте эксплуатации – стационарное.

1.1.6 Рабочий режим выпрямителей – продолжительный, непрерывный.

1.1.7 Охлаждение выпрямителей – воздушное, естественное.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Перечень типов исполнений выпрямителей приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень типов исполнений выпрямителей

Обозначение конструкторской документации	Наименование типов исполнений выпрямителей	Примечание
1	2	3
Выпрямители В-ОПЕ-М6 со встроенным однотарифным счётчиком электроэнергии		
САНТ.435211.006	В-ОПЕ-М6-С1-15-24-У2-В	Без встроенного устройства сопряжения с системами телемеханики
-01	В-ОПЕ-М6-С1-25-24-У2-В	
-02	В-ОПЕ-М6-С1-42-24-У2-В	
-03	В-ОПЕ-М6-С1-25-48-У2-В	
-04	В-ОПЕ-М6-С1-42-48-У2-В	
-05	В-ОПЕ-М6-С1-63-48-У2-В	
-06	В-ОПЕ-М6-С1-84-48-У2-В	
-07	В-ОПЕ-М6-С1-104-48-У2-В	
-10	В-ОПЕ-М6-С1-15-24-У2-В-4.20	Со встроенным преобразователем сигналов телеизмерений в нормированное значение 4-20 мА и телерегулирования нормированным сигналом 4-20 мА
-11	В-ОПЕ-М6-С1-25-24-У2-В-4.20	
-12	В-ОПЕ-М6-С1-42-24-У2-В-4.20	
-13	В-ОПЕ-М6-С1-25-48-У2-В-4.20	
-14	В-ОПЕ-М6-С1-42-48-У2-В-4.20	
-15	В-ОПЕ-М6-С1-63-48-У2-В-4.20	
-16	В-ОПЕ-М6-С1-84-48-У2-В-4.20	
-17	В-ОПЕ-М6-С1-104-48-У2-В-4.20	
-20	В-ОПЕ-М6-С1-15-24-У2-В-485	Со встроенным контроллером СКЗ и каналом связи с системой телемеханики по интерфейсу RS485
-21	В-ОПЕ-М6-С1-25-24-У2-В-485	
-22	В-ОПЕ-М6-С1-42-24-У2-В-485	
-23	В-ОПЕ-М6-С1-25-48-У2-В-485	
-24	В-ОПЕ-М6-С1-42-48-У2-В-485	
-25	В-ОПЕ-М6-С1-63-48-У2-В-485	
-26	В-ОПЕ-М6-С1-84-48-У2-В-485	
-27	В-ОПЕ-М6-С1-104-48-У2-В-485	
Выпрямители В-ОПЕ-М6 без встроенного счётчика электроэнергии		
-30	В-ОПЕ-М6-С0-15-24-У2-В	Без встроенного устройства сопряжения с системами телемеханики
-31	В-ОПЕ-М6-С0-25-24-У2-В	
-32	В-ОПЕ-М6-С0-42-24-У2-В	
-33	В-ОПЕ-М6-С0-25-48-У2-В	
-34	В-ОПЕ-М6-С0-42-48-У2-В	

Продолжение таблицы 1

Обозначение	Обозначение в электрической монтажной схеме	Позиционное обозначение на рисунке
-35	В-ОПЕ-М6-С0-63-48-У2-В	Без встроенного устройства сопряжения с системами телемеханики
-36	В-ОПЕ-М6-С0-84-48-У2-В	
-37	В-ОПЕ-М6-С0-104-48-У2-В	
-40	В-ОПЕ-М6-С0-15-24-У2-В-4.20	Со встроенным преобразователем сигналов телеизмерений в нормированное значение 4-20 мА и телерегулирование нормированным сигналом 4-20 мА
-41	В-ОПЕ-М6-С0-25-24-У2-В-4.20	
-42	В-ОПЕ-М6-С0-42-24-У2-В-4.20	
-43	В-ОПЕ-М6-С0-25-48-У2-В-4.20	
-44	В-ОПЕ-М6-С0-42-48-У2-В-4.20	
-45	В-ОПЕ-М6-С0-63-48-У2-В-4.20	
-46	В-ОПЕ-М6-С0-84-48-У2-В-4.20	
-47	В-ОПЕ-М6-С0-104-48-У2-В-4.20	
-50	В-ОПЕ-М6-С0-15-24-У2-В-485	Со встроенным контроллером СКЗ и каналом связи с системой телемеханики по интерфейсу RS485
-51	В-ОПЕ-М6-С0-25-24-У2-В-485	
-52	В-ОПЕ-М6-С0-42-24-У2-В-485	
-53	В-ОПЕ-М6-С0-25-48-У2-В-485	
-54	В-ОПЕ-М6-С0-42-48-У2-В-485	
-55	В-ОПЕ-М6-С0-63-48-У2-В-485	
-56	В-ОПЕ-М6-С0-84-48-У2-В-485	
-57	В-ОПЕ-М6-С0-104-48-У2-В-485	
Выпрямители В-ОПЕ-М6 со встроенным четырехтарифным счётчиком электроэнергии		
-60	В-ОПЕ-М6-С4-15-24-У2-В	Без встроенного устройства сопряжения с системами телемеханики
-61	В-ОПЕ-М6-С4-25-24-У2-В	
-62	В-ОПЕ-М6-С4-42-24-У2-В	
-63	В-ОПЕ-М6-С4-25-48-У2-В	
-64	В-ОПЕ-М6-С4-42-48-У2-В	
-65	В-ОПЕ-М6-С4-63-48-У2-В	
-66	В-ОПЕ-М6-С4-84-48-У2-В	
-67	В-ОПЕ-М6-С4-104-48-У2-В	
-70	В-ОПЕ-М6-С4-15-24-У2-В-4.20	Со встроенным преобразователем сигналов телеизмерений в нормированное значение 4-20 мА и телерегулирование нормированным сигналом 4-20 мА
-71	В-ОПЕ-М6-С4-25-24-У2-В-4.20	
-72	В-ОПЕ-М6-С4-42-24-У2-В-4.20	
-73	В-ОПЕ-М6-С4-25-48-У2-В-4.20	
-74	В-ОПЕ-М3-С4-42-48-У1-В-4.20	

Продолжение таблицы 1

Обозначение	Обозначение в электрической монтажной схеме	Позиционное обозначение на рисунке
-75	В-ОПЕ-М6-С4-63-48-У2-В-4.20	Со встроенным преобразователем сигналов телеизмерений в нормированное значение 4-20 мА и телерегулирование нормированным сигналом 4-20 мА
-76	В-ОПЕ-М6-С4-84-48-У2-В-4.20	
-77	В-ОПЕ-М6-С4-104-48-У2-В-4.20	
-80	В-ОПЕ-М6-С4-15-24-У2-В-485	Со встроенным контроллером и каналом связи с системой телемеханики по интерфейсу RS485
-81	В-ОПЕ-М6-С4-25-24-У2-В-485	
-82	В-ОПЕ-М6-С4-42-24-У2-В-485	
-83	В-ОПЕ-М6-С4-25-48-У2-В-485	
-84	В-ОПЕ-М6-С4-42-48-У2-В-485	
-85	В-ОПЕ-М6-С4-63-48-У2-В-485	
-86	В-ОПЕ-М6-С4-84-48-У2-В-485	
-87	В-ОПЕ-М6-С4-104-48-У2-В-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 RS485 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 При номинальном напряжении питающей сети 220/230 В основные параметры выпрямителей соответствуют значениям, указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Основные параметры выпрямителей

Наименование параметров	Норма для типоразмеров выпрямителей В-ОПЕ-М6-Сх-...-У2-В							
	-15-24-	-25-24-	-42-24-	-25-48-	-42-48-	-63-48-	-84-48-	-104-48-
1 Номинальная выходная мощность, кВт	0,35	0,6	1,0	1,2	2,0	3,0	4,0	5,0
2 Номинальный выходной ток Iн, А – в основном режиме (Ун, Iн); – в дополнительном режиме (2Ун, 0,5Iн)	15 7,5	25 12,5	42 21	25 12,5	42 21	63 31,5	84 42	104 52
3 Номинальное выходное напряжение Ун, В – в основном режиме (Ун, Iн); – в дополнительном режиме (2Ун, 0,5Iн)	24 48	24 48	24 48	48 96	48 96	48 96	48 96	48 96
4 Активная потребляемая мощность не более, кВт	0,51	0,79	1,26	1,43	2,37	3,56	4,74	5,87
5 Полная потребляемая мощность, не более, кВА	0,57	0,88	1,43	1,59	2,7	4,05	5,39	6,75
6 Коэффициент полезного действия в номинальном режиме, не менее, %	70	76	80	84	85	85	85	85
7 Коэффициент мощности в номинальном режиме, не менее	0,9		0,87					

1.2.3 Номинальные выходные параметры выпрямителей обеспечиваются при работе на номинальную нагрузку, параметры которой указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Номинальные значения элементов комплексной нагрузки

Типоисполнение выпрямителя	Активное сопротивление		Емкость, C_n , мкФ	Индук- тивность, L_n , мГн
	R_{n1} , Ом (режим U_n, I_n)	R_{n2} , Ом (режим $2U_n, 0,5I_n$)		
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		

1.2.4 Выпрямители обеспечивают устойчивую и надежную работу на комплексную нагрузку со следующими параметрами:

- активное сопротивление нагрузки от $0,1R_{n1}$ до $5R_{n1}$ (таблица 3);
- емкость C_n от 0 до 100 мкФ;
- индуктивность L_n от 0 до 3 мГн.

1.2.5 Выпрямители обеспечивают устойчивую и надежную работу при напряжении питающей сети в диапазоне от 176 до 253 В в следующих режимах:

- а) автоматического поддержания заданного суммарного потенциала (с омической составляющей) на защищаемом сооружении в диапазоне от минус 0,5 до минус 3,5 В;
- б) автоматического поддержания заданного поляризационного потенциала (без омической составляющей) на защищаемом сооружении в диапазоне от минус 0,8 до минус 2,0 В;
- в) автоматического поддержания заданного защитного тока;
- г) ручной установки выходного напряжения и тока;
- д) циклического прерывания защитного тока по сигналам системы телемеханики или от внутреннего таймера (для измерения поляризационного потенциала).

1.2.6 Выпрямители обеспечивают безаварийное функционирование без гарантированного сохранения основных электрических параметров при пониженном (до 150 В) или повышенном (до 264 В) напряжении питающей сети.

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

1.2.8 Сопротивление изоляции электрических цепей выпрямителей относительно корпуса, а также между гальванически изолированными электрическими цепями, составляет не менее 20 МОм в нормальных климатических условиях и не менее 0,5 МОм в условиях воздействия верхнего значения относительной влажности воздуха.

1.2.9 При проверке электрической прочности изоляция электрических цепей выпрямителей выдерживает в течение одной минуты воздействие испытательного напряжения переменного тока частотой 50 Гц, действующее значение которого указано ниже, приложенного к следующим цепям:

- между цепями питания и нагрузки – 2000 В;
- между цепями питания и корпусом – 2000 В;
- между цепями нагрузки и корпусом – 1500 В;
- между цепями управления и питания – 500 В;

- между цепями управления и нагрузки – 500 В;
- между цепями управления и корпусом – 500 В.

1.2.10 В режимах автоматического поддержания заданного суммарного потенциала в диапазоне значений от минус 0,5 до минус 3,5 В или поляризационного потенциала в диапазоне значений от минус 0,8 до минус 2,0 В установившееся отклонение измеряемого потенциала от заданного значения составляет:

- не более $\pm 0,5$ % при нормальных климатических условиях и номинальном напряжении питающей сети;
- не более $\pm 1,0$ % в нормальных климатических условиях при изменении напряжения питающей сети в диапазоне от 176 до 253 В;
- не более $\pm 2,5$ % при номинальном напряжении питающей сети и изменении температуры окружающей среды в диапазоне от минус 45 до 45°C.

1.2.11 В режиме автоматического поддержания заданного защитного тока при номинальном сопротивлении нагрузки $R_{н1}$ (таблица 3) диапазон установки выходного тока выпрямителей составляет не менее от 1 до 100 % номинального значения I_n при напряжении питающей сети от 220 до 253 В или от 1 до 80 % номинального значения при напряжении питающей сети от 176 до 220 В.

В режиме автоматического поддержания заданного защитного тока установившееся отклонение выходного тока выпрямителей составляет:

- не более $\pm 1,0$ % в нормальных климатических условиях при изменении напряжения питающей сети в диапазоне от 176 до 253 В;
- не более $\pm 2,5$ % при номинальном напряжении питающей сети и изменении температуры окружающей среды в диапазоне от минус 45 до 45°C.

Диа диапазон выходного тока выпрямителей менее 5 % номинального значения I_n установившееся отклонение не нормируется.

1.2.12 В режиме ручной установки выходного напряжения и тока при номинальном сопротивлении нагрузки $R_{н1}$ диапазон установки выходного напряжения и тока выпрямителей составляет не менее от 1 до 100 % номинального значения при напряжении питающей сети от 220 до 253 В или от 1 до 80 % номинального значения при напряжении питающей сети от 176 до 220 В.

1.2.13 Диапазон регулирования уставки срабатывания счетчика времени защиты составляет не менее от минус 0,5 до минус 3,5 В.

1.2.14 Входное сопротивление устройства измерения потенциала, измеренное в нормальных климатических условиях и при воздействии верхнего значения относительной влажности воздуха, составляет не менее 10 МОм.

1.2.15 Выпрямители устойчиво и надежно функционируют при воздействии на входы измерения потенциала сигнала помехи – переменного синусоидального напряжения частотой 50 Гц (и выше 50 Гц), амплитудой до 10 В.

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

1.2.17 Время выхода выпрямителей на рабочий режим составляет:

- при подаче напряжения питающей сети – от 2 до 10 с;
- при кратковременных отключениях цепи нагрузки – не более 1 с.

1.2.18 Выпрямители надежно включаются и автоматически выходят на ранее установленный режим работы после кратковременного (менее 3 с) или длительного (более 3 с) отключения и последующего включения напряжения питающей сети при сопротивлении нагрузки от 0,1 $R_{н1}$ до 5 $R_{н1}$ (таблица 3).

1.2.19 При перегрузке по выходному току выпрямители обеспечивают ограничение выходного тока на уровне (110 ± 5) % от номинального значения. При этом светится индикатор ОФР. ТОКА.

1.2.20 Выпрямители устойчивы к внешним и внутренним коротким замыканиям.

1.2.21 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.

1.2.22 Выпрямители сохраняют работоспособность при обрыве цепей нагрузки. После присоединения цепей нагрузки обеспечивается автоматическое восстановление функционирования выпрямителей в установленном режиме.

1.2.23 Выпрямители сохраняют работоспособность при обрыве цепей измерения потенциала от защищаемого сооружения или электрода сравнения. В режимах автоматического поддержания заданного суммарного или поляризованного потенциала, если измеренное значение потенциала превышает минус $(0,35 \pm 0,15)$ В, выходной ток выпрямителя соответствует значению, предварительно заданному регулятором УСТАНОВКА 2 блока управления, а индикатор ОБРЫВ ЭС и Т светится.

1.2.24 При понижении напряжения питающей сети менее (165 ± 3) В или повышении более (257 ± 3) В выходное напряжение и ток выпрямителей уменьшаются до нуля. При этом загорается индикатор СЕТЬ<>. При последующем установлении напряжения питающей сети в пределах рабочего диапазона от (173 ± 5) до (245 ± 5) В функционирование выпрямителей автоматически восстанавливается в ранее установленном режиме, а индикатор СЕТЬ<> гаснет.

1.2.25 Выпрямители имеют защиту от импульсных (коммутационных и грозовых) перенапряжений на вводах электрических цепей питающей сети, нагрузки, измерения потенциала.

Выпрямители по устойчивости к наносекундным импульсным помехам соответствуют требованиям ГОСТ 30804.4.4-2013 при степени жесткости испытаний 3 и критерии качества функционирования В.

Выпрямители по устойчивости к микросекундным импульсным помехам большой энергии соответствуют требованиям ГОСТ Р 51317.4.5-99 при степени жесткости испытаний 2 по схеме «провод-провод», 3 по схеме «провод-земля» и критерии качества функционирования В.

1.2.26 Уровень радиопомех, создаваемых выпрямителями при работе (помехозащита), не превышает квазипиковых значений, установленных ГОСТ Р 51318.11-2006 для оборудования группы 1, класса А.

1.2.27 Уровень шума (звука), создаваемого выпрямителями при работе, не превышает 60 дБА по ГОСТ Р 51164-98

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

а) телеизмерения:

- выходного напряжения выпрямителя;
- выходного тока выпрямителя;
- измеряемого потенциала на защищаемом сооружении;
- потребляемой электроэнергии (кроме исполнений В-ОПЕ-М6-С0-...);

б) телесигнализации:

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

в) телеуправления:

- выключением и включением выпрямителя;

г) телерегулирования – управление выходным напряжением, током или защитным потенциалом на сооружении (в соответствии с режимом работы выпрямителя).

1.2.29 Параметры сигналов на блоках зажимов ТМ 1 и ТМ-Д выпрямителей для подключения к системам телемеханики приведены в приложении К руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2).

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

1.2.30 Выпрямители типоразмеров В-ОПЕ-М6-...-В-485 содержат встроенный контроллер, обеспечивающий обмен с системами телемеханики посредством цифрового интерфейса RS485 по протоколу MODBUS RTU для реализации функций, указанных в п. 1.2.28.

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:

- ПСТ-3МВ преобразует сигналы телеизмерения в токовые сигналы 4-20 мА, поступающие в контролируемый пункт (КП) системы телемеханики;
- ПСТ-3МВ преобразует токовый сигнал 4-20 мА, поступающий от КП системы телемеханики, в напряжение телерегулирования;
- 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.

1.2.31 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.

1.2.32 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 от 10 до 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.

1.2.33 Степень защиты шкафов выпрямителей – IP20 по ГОСТ 14254-96, а блоков БУ-2МВ и БПСУМ-2М, содержащих узлы на печатных платах – IP44.

1.2.34 Зажимы выпрямителей, предназначенные для подключения питающей сети, обеспечивают присоединение одножильных и многожильных, оконцованных и неоконцованных, медных и алюминиевых проводников сечением до 16 мм².

1.2.35 Зажимы выпрямителей, предназначенные для подключения цепей нагрузки, обеспечивают присоединение одножильных и многожильных, оконцованных и неоконцованных, медных и алюминиевых проводников кабелей от защищаемого сооружения и анодного заземления сечением до 2 x 35 мм².

1.2.36 Зажимы выпрямителей, предназначенные для подключения измерительных цепей от защищаемого сооружения и электрода сравнения, обеспечивают присоединение одножильных и многожильных, оконцованных и неоконцованных медных проводников сечением от 0,75 до 6,00 мм².

1.2.37 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 мм².

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

- 1.2.39 Средняя наработка выпрямителей на отказ с вероятностью 0,9 – не менее 25 000 ч.
- 1.2.40 Установленный средний ресурс выпрямителей с вероятностью 0,9 – не менее 100 000 ч.
- 1.2.41 Установленный средний полный срок службы выпрямителей с вероятностью 0,9 – не менее 30 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.

1.2.42 Установленный срок сохраняемости выпрямителей до ввода их в эксплуатацию в упаковке изготовителя – не более 3 лет.

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

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

1.3 Состав изделия

1.3.1 В нижней части шкафа выпрямителя расположены:

- блок входной А1, включающий в себя зажимы U (XT1), N (XT2), «⊥» (XT3), автоматический выключатель СЕТЬ (QF1), фильтр радиопомех Z1, варисторы RU1, RU2, сервисную розетку ~220В (XS1) с предохранителем 10А (FU1), счетчик электроэнергии P11 (кроме исполнения В-ОПЕ-М6-СО-...);

- силовой трансформатор TV1;

- блок сглаживающего фильтра А5;

- блок конденсаторов А6;

- блок выходных зажимов А7, включающий в себя зажимы +А и –Т (XT22, XT23), ДП, ЭС, Т и «⊥» (XT24), 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 контроллер и устройства связи с системой телемеханики по интерфейсу RS485.

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.;

- 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-ЗМВ (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 приборные индикации и органы управления.

1.4.1.2 Для охлаждения выпрямителя 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 « \perp ».

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 замыкания;
- 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 10 А (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 (А3);
- единичные индикаторы СЕТЬ (НЛ1) и ВКЛ (НЛ2);
- счетчик времени ВРЕМЯ НАРАБОТКИ (РТ2) для учета времени нахождения выпрямителя под напряжением сети;
- счетчик времени ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ (РТ1) для учета времени эффективной защиты сооружения заданным потенциалом;
- амперметр ТОК НАГРУЗКИ (РА1) для измерения выходного тока выпрямителя;
- вольтметр ВЫХ. НАПРЯЖЕНИЕ (РВ1) для измерения выходного напряжения выпрямителя;
- вольтметр ПОТЕНЦИАЛ ИЗМЕР. (РВ2) для измерения потенциала на защищаемом сооружении;

- розетки ТОК НАГРУЗКИ (XS2), ВЫХ. НАПРЯЖЕНИЕ (XS3), присоединенные параллельно приборам PA1 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 отключённом выпрямителе;
- тумблер ВЫПРЯМИТЕЛЬ (SA1) для оперативного включения и выключения выпрямителя;
- блоки зажимов ТМ1 (X1) и ТМ-Д (X3) 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 счетчика ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ (PT1). 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, подерживая 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 (ВНЕСН.) 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 (XT1), ИЗМЕР (XT2), КОНТРОЛЬ (XT4), КОНТРОЛЬ ПТ (XT3), ОБЩ. (XT5) служат для контроля внешними измерительными приборами следующих параметров:

- XT1 и XT5 – значения заданного потенциала, установленного регулятором УСТАНОВКА 1 (R1);
- XT2 и XT5 – значения измеряемого потенциала на защищаемом сооружении (потенциала «труба» - «земля»);
- XT4 и XT5 – уставки срабатывания счётчика времени защиты, заданной регулятором КОНТРОЛЬ ПОТЕНЦИАЛА (R3);
- XT3 и XT5 – 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-3М (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 ± 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 ХР4/1 поступает на плату АЗ, расположенную в блоке БПСУМ-2М (А4-1), где формируется сигнал управления, отпугивающий 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 С17.

При снижении измеряемого потенциала менее 0,5 В (обрыве цепей измерения потенциала) узел, выполненный на компараторе DA5:1, ОУ DA7:2, конденсаторах С7, С15, 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 А1, 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 С16).

Ограничитель выходного тока на уровне 1,1н включает ОУ DA7:1, конденсатор С14, диоды VD20, VD21. Транзистор VT4 служит для включения световой сигнализации об ограничении выходного тока выпрямителя на уровне 1,1н.

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 1,2н, который через транзистор VT8 поступает на микроконтроллер DD1. Если перегрузка выпрямителя ($I > 1,2н$) длится более 1,5 с, контроллер защиты выдает сигнал блоку защиты БЗ-3М 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-3М 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 от 10 до 15 В на контакты 20, 22 блока зажимов ТМ1 (Х1), 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 (Х3) 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 (А3), входящего в блок управления БУ-2МВ, приведены в приложении В руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ02 (часть 3).

Блок защиты БЗ-3М служит для оперативного включения и отключения выпрямителя в ре-

жиме 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 TA1, установленный в блоке силовом A4. 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 A4 включает:

- твердотельное реле D1 для подключения силового трансформатора TV1 и других узлов выпрямителя к питающей сети и отключения их от питающей сети;
- трансформатор тока TA1, формирующий напряжение, пропорциональное току в цепи первичной обмотки силового трансформатора TV1 выпрямителя, которое подается в блок защиты БЗ-3М, расположенный в блоке управления A3;
- 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 (A4-1), входящего в блок силовой A4, приведены в приложении Г руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ02 (часть 3).

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

- плату A1, на которой выполнен датчик постоянного тока;
- плату A3, на которой выполнен узел управления силовым выпрямительным мостом;
- плату измерения поляризованного потенциала A2, 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 A1. 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 DA11:2 платы управления ПУ-2М. Логический изолятор обеспечивает гальваническую развязку между выходными цепями выпрямителя и цепями управления. Диоды VD2-V D5 служат для распределения сигналов управления на тиристоры модуля VS1. Для защиты управляющих переходов тиристоров от помех служат конденсаторы C3, C5. Для ограничения скорости нарастания напряжения на тиристорах служат цепи C2, R2 и C4, 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 поляризационному потенциалам на со- оружении, 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 поляризационного 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_n , I_n) или последовательно для получения дополнительного режима ($2U_n$, $0,5I_n$).

1.4.3.7 Блок сглаживающего фильтра А5 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_n , I_n) или последовательно для получения дополнительного режима ($2U_n$, $0,5I_n$).

1.4.3.8 Блок конденсаторов А6 включает в себя конденсаторы C3...C5, предназначенные для снижения пульсаций выходного напряжения.

1.4.3.9 Блок выходных зажимов А7 содержит:

- зажимы +А (ХТ22), -Т (ХТ23), к которым подключаются дренажные кабели от защищаемого сооружения и анодного заземления;
- зажимы ДП, ЭС, Т, « $\frac{1}{2}$ » (ХТ24), к которым подключаются измерительные кабели от электрода сравнения и защищаемого сооружения;

– варисторы RU4, RU5, конденсаторы С6, С7, 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 мощность в киловаттах (кВт);
- масса в килограммах (кг);
- степень защиты (IP20);
- надпись «Сделано в России» (только для экспортного исполнения);
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза (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 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.

1.6.5 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

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

- к обслуживанию и ремонту выпрямителей должны допускаться 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 и эксплуатировать неисправный выпрямитель.

При обнаружении неисправности выпрямителя необходимо руководствоваться указаниями, приведенными в п. 2.2.2.

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 Выпрямители должны быть установлены в местах, отвечающих требованиям условий эксплуатации (п. 1.1.3). Выпрямители могут быть размещены в неотапливаемых (отапливаемых) помещениях (укрытиях), в том числе в устройствах распределительных катодной защиты типа УКЗВ, УКЗН.

2.1.2.3 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.

2.1.2.4 Подводящие кабели должны иметь необходимое сечение согласно «Правилам устройства электроустановок».

2.1.2.5 Подводящие кабели должны иметь наконечники, обеспечивающие подсоединение к зажимам выпрямителей. Допускается подсоединение кабелей без наконечников, со скруткой проводников.

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

2.1.2.7 Для подсоединения кабелей к выпрямителю необходимо открыть дверь шкафа, 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, обращая особое внимание на надежность контакта кабелей с зажимами. Схема подключения внешних цепей к выпрямителю приведена в приложении И руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2).

Подключить кабель питающей сети к зажимам блока входного А1:

- фазный проводник L – к зажиму U (ХТ1);
- нейтральный проводник N – к зажиму N (ХТ2).

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

Подключить дренажные кабели к блоку 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 « $\frac{1}{2}$ » (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.

2.1.2.8 Подсоединить провод заземления к одному из зажимов « $\frac{1}{2}$ » (ХТ15 или ХТ16), расположенным снаружи в нижней части шкафа.

2.1.2.9 Для работы в режиме автоматического поддержания заданного потенциала на защищаемом сооружении рекомендуется применять электроды сравнения неполяризующиеся медно-сульфатные «Энергомера» ЭСН-МС 2ПК, как наиболее стабильные по параметрам при изменении температуры окружающей среды и в ходе эксплуатации.

2.1.2.10 Рекомендуемый способ стационарной установки электрода сравнения, соответствующий ГОСТ 9.602-2005, приведен в приложении М руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2).

2.1.3 Подготовка к использованию

2.1.3.1 Подготовку 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 ($U_{нр}$, $I_{нр}$).

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 Закрывать 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 индикатор СЕТЬ;

- включить выпрямитель установкой тумблера ВЫПРЯМИТЕЛЬ в положение ВКЛ, при этом должен засветиться 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 индикатор ОГР. ТОКА блока управления;

- выключить выпрямитель установкой тумблера ВЫПРЯМИТЕЛЬ в положение ОТКЛ.

2.1.3.7 Если предполагается использовать выпрямитель в режиме автоматического поддержания заданного суммарного потенциала на сооружении, проверить работу выпрямителя в этом режиме в следующем порядке:

- проконтролировать правильность подключения к выпрямителю цепей измерения потенциала на защищаемом сооружении согласно п. 2.1.2.7;

- 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 индикатор ВКЛ;

- подключить цифровой вольтметр к клеммам ЗАДАН и ОБЩ блока управления, регулятором УСТАНОВКА 1 задать значение потенциала, необходимое для эффективной защиты подземного сооружения от коррозии;

- 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:

$$\delta_{on} = \frac{U_{изм.} - U_{зад.}}{U_{зад.}} \times 100\% \quad (1)$$

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 $\pm 0,5 \%$.

2.1.3.8 Если предполагается использовать выпрямитель 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 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 отпущания 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 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 индикатор ВКЛ;

- вращая регулятор УСТАНОВКА 1 по часовой стрелке, убедиться по показаниям амперметра ТОК НАГРУЗКИ, что выходной ток увеличивается;

- выключить выпрямитель установкой тумблера ВЫПРЯМИТЕЛЬ в положение ОТКЛ, при этом 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 от 10 до 80 % от номинального значения.

2.1.3.11 Проверить работу счетчика времени защиты сооружения заданным потенциалом в следующем порядке:

- 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 времени защиты равный 0,5 В, контролируя его значение по вольтметру, подключенному к клеммам КОНТРОЛЬ и ОБЩ. блока управления;

- плавно вращать регулятор УСТАНОВКА 1 из крайнего левого положения по часовой стрелке до момента засвечивания индикатора НОРМА ПОТЕНЦИАЛА, при этом счетчик времени защиты должен начать отсчёт времени;

- плавно вращать регулятор УСТАНОВКА 1 против часовой стрелки до момента погасания индикатора НОРМА ПОТЕНЦИАЛА, при этом счетчик времени защиты должен прекратить отсчёт времени.

Контроль времени защиты сооружения заданным потенциалом 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 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 поляризованного (АВТ. ПОТ. – ПОЛЯР.) потенциала на защищаемом сооружении. В указанных режимах катодная защита наиболее эффективна, так как заданный потенциал поддерживается выпрямителем автоматически с высокой точностью при изменении напряжения питающей сети, температуры окружающей среды, со-

противления грунта и сопротивления изоляции защищаемого сооружения.

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. При этом к выпрямителю должны быть присоединены измерительные кабели от электрода сравнения и защищаемого сооружения в соответствии с п. 2.1.2.7.

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:

- переключателем РЕЖИМ РАБОТЫ блока управления выбрать требуемый режим работы выпрямителя;

- включить выпрямитель;

- установить регулятором КОНТРОЛЬ ПОТЕНЦИАЛА по внешнему вольтметру, подключенному к клеммам КОНТРОЛЬ и ОБЩ. блока управления, требуемое значение порога срабатывания счетчика ВРЕМЯ ЗАЩИТЫ, обеспечивающее учет времени эффективной защиты сооружения от коррозии.

2.2.1.5 Переключение выпрямителя в режим дистанционного управления производится в следующем порядке:

- установить переключатель РЕЖИМ УПР. в положение ДИСТ.;

- включить выпрямитель;

- подать на контакты 5 (плюс) и 7 (минус) блока зажимов ТМ 1 внешнее постоянное напряжение управления, превышающее 0,4 В;

- проконтролировать засвечивание индикатора ДИСТ. УПР.

При дальнейшем увеличении внешнего напряжения управления в диапазоне от 0,5 до 10,0 В обеспечивается телерегулирование – управление выходным напряжением, током или защитным потенциалом на сооружении (в соответствии с режимом работы выпрямителя).

При снижении внешнего напряжения управления до значения $(0,25 \pm 0,15)$ В выпрямитель автоматически переключается в местный режим управления, при этом индикатор ДИСТ. УПР. гаснет.

2.2.1.6 Если переключатель РЕЖИМ УПР. установлен в положение ДИСТ., при подаче внешнего постоянного напряжения от 10 до 15 В на контакты 21 (плюс) и 22 (минус) блока зажимов ТМ 1 происходит дистанционное отключение выпрямителя, выходной ток и напряжение уменьшаются до нуля. При снятии напряжения с контактов 21 и 22 блока зажимов ТМ 1 обеспечивается автоматическое восстановление функционирования выпрямителя в ранее установленном режиме.

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, индикатор ОБРЫВ ЭС, Т светится	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 (охлаждители, 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 охлаждителям;
- проверить надежность заземления выпрямителя;
- закрыть дверь;
- провести проверку работоспособности выпрямителя согласно п. 3.3.

3.3 Проверка работоспособности выпрямителя

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

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

- 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);
- проверить работу выпрямителя по п. 2.1.3.7 при значении заданного потенциала 2,0 В;
- отключить делитель напряжения от выпрямителя.

3.3.2 Проверку работы выпрямителя в режиме автоматического поддержания заданного поляризованного потенциала на месте эксплуатации проводить согласно п. 2.1.3.8.

Проверку работы выпрямителя в режиме автоматического поддержания заданного поляриза-

ционного потенциала в стационарных условиях проводить следующим образом:

- подключить к выпрямителю делитель напряжения согласно приложению Ж руководства по эксплуатации САНТ.435211.006 РЭ01 (часть 2), тумблер SA1 делителя установить в положение «ПП»;

- проверить работу выпрямителя по п. 2.1.3.8 при значении заданного потенциала 1,4 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 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 – Ж 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.

EAC