



**Авторы:**

**Быков К.В.,**

**Быков С.В.,**

**к.т.н. Шаварин Н.И.,**

ООО НПП «ЭКРА»,

г. Чебоксары, Россия.

## **ШКАФЫ ОПЕРАТИВНОГО ТОКА ШОТЭ ПРОИЗВОДСТВА НПП «ЭКРА»**

*Аннотация: в статье представлены особенности и характеристики шкафов оперативного тока ШОТЭ.*

Ключевые слова: сеть оперативного постоянного тока, система контроля сопротивления изоляции.



**Быков**

**Константин Владимирович**

Дата рождения: 20.07.1976 г.

В 1999 г. окончил Чувашский

государственный

университет

им. И.Н. Ульянова.

Заместитель заведующего

отделом НКУ ООО НПП

«ЭКРА».



**Быков**

**Сергей Владимирович**

Дата рождения: 25.07.1980 г.

В 2002 г. окончил

Чувашский государственный

университет

им. И.Н. Ульянова.

В настоящее время -

руководитель группы отдела

НКУ ООО НПП «ЭКРА».

На небольших объектах энергетики (подстанции 6-110 кВ, распределительные пункты), нефтеперекачивающих и газокomppressorных станциях, объектах промышленности и связи находят широкое применение шкафы оперативного тока, которые работают в составе систем собственных нужд и являются уменьшенными копиями систем оперативного тока, применяемых на крупных энергообъектах.

Для применения в качестве источника гарантированного питания, на в.у. объектах, на НПП «ЭКРА» разработана система оперативного постоянного тока, получившая название ШОТЭ, которая производится в рамках серии типовых шкафов оперативного тока ШНЭ8003.

ШОТЭ предназначено для питания в нормальных и аварийных режимах различных потребителей постоянного тока:

- системы РЗА и ПА;
- цепи управления первичного оборудования энергообъекта;
- аварийное освещение;
- устройства АСУ и т.д.

Устройство выполняет следующие основные функции:

- прием электроэнергии от источников переменного тока;
- преобразование переменного тока в постоянный;
- прием электроэнергии от аккумуляторных батарей;
- защита вводов и отходящих линий от коротких замыканий и перегрузки;
- резервирование и автоматическое переключение между источниками энергии;
- контроль сопротивления изоляции сети постоянного тока и автоматическое определение отходящей линии с пониженным сопротивлением изоляции;
- мониторинг состояния оборудования ШОТЭ и связь с АСУ ТП;
- индикация состояния оборудования ШОТЭ.

Как и любая система оперативного постоянного тока, ШОТЭ состоит из следующих компонентов:

- зарядные устройства;
- аккумуляторные батареи;
- устройства ввода и распределения;
- система контроля сопротивления изоляции;
- система мониторинга и связи с АСУ;
- системы контроля и автоматики.

ШОТЭ работают в двух основных режимах:

- нормальный режим – когда зарядные устройства получают питание от щита собственных нужд и обеспечивают питание нагрузки постоянным током и одновременно подзаряд/заряд аккумуляторной батареи. В этом режиме основным источником являются зарядные устройства, а аккумуляторная батарея может работать кратковременно, при резком увеличении (бросках) тока нагрузки;

- аварийный режим – когда зарядные устройства не работают (из-за отсутствия питания или неисправности), питание нагрузки обеспечивает аккумуляторная батарея в течение определенного времени.

Основные характеристики ШОТЭ:

Род тока:

основных цепей шкафа – постоянный;  
питающей сети – переменный, 1ф/3ф, 50 Гц.

Номинальное напряжение:

основных цепей шкафа, В – 24, 48, 110, 220;  
питающей сети, В – 220/380.

Номинальный выходной ток, А – 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100.

Вид конструкции – шкаф.

Способ обслуживания – односторонний.

Степень защиты – IP31-IP54.

Габаритные размеры, мм, не более:

высота – 2100;  
ширина – 600-1600;  
глубина – 600.

Рабочий диапазон температур – 0 ÷ +45°C;

– 20 ÷ +45°C (с подогревом);

Сейсмостойкость – до 9 баллов включительно по шкале MSK-64.

**Аккумуляторная батарея:**

- производители: Hawker (PowerSafe), EXIDE (Sonnenschein), Hoppecke, Delta, Challenger и др.;
- емкость АБ С10 = 20-200 Ач;
- необслуживаемая;



- не требует принудительной вентиляции и отдельного помещения;
- срок службы – 5-18 лет;
- размещается в отдельном отсеке ШОТЭ (при  $C10 < 50$  Ач) или в отдельном шкафу или на стеллажах (при  $C10 \geq 50$  Ач).

**Зарядные устройства:**

- производители: НПП «ЭКРА» (ЗПУ-10), Argus Technologies (CORDEX), Eltek (PSR, Flatpack), в соответствии с проектом;
- выходное напряжение – 24, 48, 110, 220 В;
- выходной ток – 5-100 А;
- модульная система, резервирование N+1;
- замена модулей в «горячем» режиме;
- термокомпенсация напряжения подзаряда;
- низкий уровень пульсаций выходного напряжения;
- высокая точность регулирования напряжения.

Зарядные устройства обеспечивают заряд/подзаряд аккумуляторной батареи и одновременно питание потребителей.

Электрическая изоляция между сетью переменного тока на входе и сетью постоянного тока на выходе обеспечивается высокочастотным импульсным трансформатором.

Зарядное устройство работает под управлением контроллера, который обеспечивает распределение тока нагрузки по модулям, формирование режимов заряда, индикацию тока и напряжения, диагностику и связь с системой мониторинга. Также к контроллеру подключается датчик температуры, который устанавливается в отсеке или в шкафу с аккумуляторами, что позволяет обеспечить работу функции термокомпенсации напряжения подзаряда.

**Защитная и коммутационная аппаратура:**

- производитель: Schneider Electric, ABB, Moeller, Siemens, OEZ, Контактор, КЭАЗ и др.;
- защитная аппаратура: автоматические выключатели, предохранители, реле максимального постоянного тока;
- оборудована вспомогательными и сигнальными контактами.

**Контроль сопротивления изоляции и поиск фидера с замыканием на землю:**

- производители: НПП «ЭКРА» (ЭКРА-СКИ, РКИЭ), BENDER, в соответствии с проектом;
- варианты исполнения:
  - с поиском фидера (опция);
  - без поиска.

При выборе варианта с автоматическим поиском отходящих линий с пониженным сопротивлением изоляции на отходящие линии будут установлены датчики тока утечки изоляции.

Краткие технические характеристики системы контроля изоляции ЭКРА-СКИ приведены ниже.

Система контроля изоляции ЭКРА-СКИ обеспечивает:

- измерение, контроль сопротивления изоляции и автоматический поиск фидеров с пониженным сопротивлением изоляции в сетях оперативного постоянного тока подстанций и электростанций;

- надежную работу РЗА за счет возможности работы с Т-образным мостом;
- легкость увеличения количества датчиков контроля присоединений;
- связь с АСУ ТП через интерфейс ETHERNET или RS-485;
- регистрацию событий.

**Система мониторинга и связи с АСУ ТП:**

Функции:

- сбор и обработка информации о состоянии коммутационного, защитного оборудования (автоматические выключатели, рубильники, предохранители, реле и др.), а также о токах и напряжениях в главных цепях ШОТЭ;
- регистрация и осциллографирование аварийных событий;
- обмен информацией с «интеллектуальными» устройствами внутри ШОТЭ (системы контроля изоляции, зарядные устройства и др.);
- управление оборудованием ШОТЭ;
- связь с АСУ ТП (прием команд и передача информации).

*Основные характеристики ЭКРА-СКИ*

№ п.п.	Наименование параметра	Величина
1	Напряжение питания, В	=170...275
2	Потребляемая мощность системы датчика дифференциального тока, Вт	20 1
3	Номинальное напряжение контролируемой сети постоянного тока, В	220
4	Диапазон определяемого сопротивления изоляции сети, кОм	1...1000
5	Максимальная емкость контролируемой сети, не более, мкФ	200
6	Предельное селективно-определяемое снижение сопротивления изоляции присоединения, не более, кОм	100
7	Погрешность определения сопротивления изоляции полюсов сети в диапазоне: 1...100 кОм, 100...1000 кОм	5% 10%
8	Число автоматически контролируемых присоединений (без применения повторителей), не более, шт.	255
9	Количество уставок величин сопротивлений изоляций полюсов	2
10	Количество уставок величин сопротивлений изоляций присоединений	2
11	Диапазон задаваемых сопротивлений изоляций уставок, кОм	20...100
12	Время цикла контроля сопротивлений полюсов сети, не более, сек.	8
13	Время цикла измерения сопротивлений всех присоединений, не более, сек.	20
14	Амплитуда напряжения смещения нейтрали в режиме измерения сопротивлений присоединений, не более, В	15
15	Диаметр окна датчика дифференциального тока присоединения, мм	25, 40, 70



**Шаварин**

**Николай Иванович**

Год рождения: 1949.

Окончил Чувашский государственный университет

им. И.Н. Ульянова в 1977 г.

В 1987 г. в Московском энергетическом институте

защитил диссертацию на соискание ученой степени

кандидата технических наук по теме «Разработка

цифровых систем управления с низкой

чувствительностью к изменению параметров».

Главный специалист отдела НКУ ООО НПП «ЭКРА».

**Интерфейсы связи:**

- Ethernet (основной интерфейс);
- RS-485 (RS-232);
- радиоканал GSM (прием/передача SMS-сообщений).

Протоколы связи:

- МЭК 61870-5-104 (основной протокол);
- МЭК 61850;
- Modbus RTU/TCP.

По единому каналу связи в АСУ ТП передается информация о состоянии коммутационной и защитной аппаратуры, информация о работе системы контроля сопротивления изоляции и автоматического поиска отходящих линий и о зарядном устройстве.

Система мониторинга может быть оснащена модулями поэлементного контроля аккумуляторной батареи, что позволяет производить измерение и контроль напряжения на каждом аккумуляторе аккумуляторной батареи, выявлять поврежденные или «отстающие» элементы.

**Конструктивные особенности:**

- степень защиты IP31-IP54;
- климатическое исполнение УХЛ4;
- подвод кабелей снизу, сверху;
- обслуживание: одностороннее или двухстороннее;
- карман для хранения документации.

Конструктивно ШОТЭ состоит из металлической несущей конструкции шкафового типа, предназначенной для установки на полу.

В дополнительном шкафу (шкаф АБ) смонтированы на полках аккумуляторные батареи, а также датчик температуры АБ. Конструкция шкафа обеспечивает снижение нагрева аккумуляторных батарей во время эксплуатации.

В основном шкафу ШОТЭ смонтированы зарядные устройства, схема ввода и распределения

оперативного тока, система контроля сопротивления изоляции и автоматического поиска отходящих линий, система мониторинга, клеммные зажимы и др.

На двери шкафа ШОТЭ установлены измерительные приборы, контроллеры зарядных устройств и сигнальные лампы.

**Дополнительное оборудование:**

- обогрев шкафа;
- блок аварийного освещения (БАО);
- устройство мигающего света;
- защита от глубокого разряда АБ;
- мнемосхема и световая индикация состояния ШОТЭ;
- программное обеспечение для организации АРМ ШОТЭ;
- панельный компьютер с сенсорным дисплеем для организации человеко-машинного интерфейса.

На основе ШОТЭ можно организовывать системы оперативного постоянного тока распределенного типа для крупных энергообъектов [1, 2]. В этом случае СОПТ энергообъекта будет состоять из нескольких ШОТЭ, объединенных резервными связями.

Для заказа и проектирования СОПТ на основе ШОТЭ разработана техническая информация «Шкафы оперативного тока серии ШНЭ8003» (ЭКРА.657171.004ТИ), содержащая типовые шкафы и типовые решения по ШОТЭ, а также опросный лист [3].

**Литература**

1. СО 153-34.20.122-2006 «Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ».
2. СТО 56947007-29.120.40.041-2010. Системы оперативного постоянного тока подстанций. Технические требования. Стандарт ОАО «ФСК ЕЭС».
3. ЭКРА.657171.004 ТИ. Шкафы оперативного тока серии ШНЭ8003. Техническая информация.

**анСом Экспертиза систем ВЧ-связи по ЛЭП**

ООО «Аналитик-ТС»  
125424 Москва, Волоколамское шоссе, 73  
Тел./факс: (495) 775-60-11  
info@analytic.ru • www.analytic.ru



Анализатор ВЧ-связи AnCom A-7/307

Генератор AnCom A11/G

**Мобильный измерительный комплект – носимая лаборатория ВЧ-связи**

- Замена специализированных селективных вольтметров, анализаторов спектра, генераторов, частотомеров, измерителей АЧХ
- Измерительные возможности комплекта: ЧХ затухания – рабочего и несогласованности, ЧХ импеданса, панорама частотного спектра сигналов и помех, уровни и частоты спектральных составляющих, всплески помех и помехи коронного разряда, АЧХ и ГВП фильтров, характеристики ВЧ-кабеля и НЧ-стыка и др.
- Управляющий нетбук и смартфон – в комплекте поставки
- Автономная работа в условиях ОРУ
- Сертификат об утверждении типа СИ