
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
29.120.40.041-2010**

**Системы оперативного постоянного тока подстанций.
Технические требования**

Стандарт организации

Дата введения: 29.03.2010
Дата введения изменений: 14.12.2012
Дата введения изменений: 28.01.2015

ОАО «ФСК ЕЭС»

2010

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2004.

Сведения о стандарте организации

1 РАЗРАБОТАН: Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», кафедрой «Электрические станции».

2 ВНЕСЁН: Департаментом релейной защиты, метрологии, и автоматизированных систем управления технологическими процессами, Департаментом инновационного развития.

3 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:

Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 29.03.2010 № 191.

4 ИЗМЕНЕНИЯ ВВЕДЕНЫ: Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 14.12.2012 № 777.

5. ИЗМЕНЕНИЯ ВВЕДЕНЫ: Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 28.01.2015 № 28 в п. 15.1.

5 ВВЕДЁН: с изменениями (Приказ ОАО «ФСК ЕЭС» от 28.01.2015 № 28, Приказ ОАО «ФСК ЕЭС» от 14.12.2012 № 777).

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в Департамент инновационного развития ОАО «ФСК ЕЭС» по адресу 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А, электронной почтой по адресу: vaga-na@fsk-ees.ru.

Настоящий стандарт организации не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО «ФСК ЕЭС».

Содержание

1 Область применения	4
2 Нормативные ссылки	4
3 Термины и определения	4
4 Список принятых сокращений	6
5 Требования к системе оперативного постоянного тока	7
6 Аккумуляторные батареи	10
7 Зарядные устройства	12
8 Щиты постоянного тока	13
9 Распределительная сеть и шкафы распределения оперативного тока	14
10 Защита от сверхтоков	14
11 Защита от перенапряжений	15
12 Мониторинг СОПТ	16
13 Система контроля изоляции и поиска мест замыкания на землю	17
14 Регистрация аварийных процессов и событий СОПТ	17
15 Проектная документация на СОПТ	18
16 Поставка оборудования	19
Библиография	21

1 Область применения

Требования настоящего стандарта организации (СТО) распространяются на системы оперативного постоянного тока (СОПТ) подстанций 35-750 кВ.

Требованиями СТО следует руководствоваться при проверке качества СОПТ в установленном порядке, строительстве новых, комплексной реконструкции, модернизации СОПТ и отдельных компонентов СОПТ действующих подстанций, проектировании, поставках, монтаже, проведении пуско-наладочных работ, приемосдаточных испытаний и техническом обслуживании СОПТ, а также при контроле всех стадий жизненного цикла СОПТ подстанций.

2 Нормативные ссылки

ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 15543.1-89 Изделия электротехнические и другие технические изделия. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам (с Изменением № 1).

ГОСТ 17516.1-90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам (с Изменениями № 1 - 2).

ГОСТ 26881-86 Аккумуляторы свинцовые стационарные. Общие технические условия (с Изменением № 1).

ГОСТ 29176-91 Короткие замыкания в электроустановках. Методика расчета в электроустановках постоянного тока.

ГОСТ Р МЭК 896-1-95 Свинцово-кислотные стационарные батареи. Общие требования и методы испытания. Часть 1. Открытые типы.

ГОСТ Р 51317.6.5-06 (МЭК 61000-6-5:2001) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электростанциях и подстанциях. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51321.1-07 (МЭК 60439-1:2004) Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Устройства, испытанные полностью или частично. Общие требования и методы испытаний.

3 Термины и определения

- | | |
|----------------------------|---|
| Аварийный разряд | - режим питания электроприемников постоянного тока от аккумуляторной батареи при пропадании напряжения на выходе зарядных устройств (на стороне выпрямленного напряжения) |
| Аккумулятор закрытого типа | - аккумулятор, который герметично закрыт в обычных условиях, но имеет устройство, позволяющее выделяться газу, когда внутреннее давление превышает определенное значение. Обычно доливка электролита в такой аккумулятор невозможна |
| Аккумулятор | - аккумулятор, в котором газы, выделяющиеся в |

открытого типа	процессе заряда, могут свободно выходить наружу. Доливка электролита в такой аккумулятор возможна
Гальваническая связь	- наличие одно или двухполюсной кондуктивной электрической связи между двумя цепями
Глубина разряда аккумулятора	- показатель, характеризующий соотношение энергии аккумулятора, переданной во внешнюю цепь или поглощенную в процессе саморазряда и энергии полностью заряженного аккумулятора. Косвенным показателем глубины разряда является величина напряжения между полюсами аккумулятора или плотность электролита
Децентрализованная СОПТ	- СОПТ с двумя и более гальванически развязанными комплектами источников постоянного тока, обеспечивающих питание отдельных групп электроприемников
Ёмкость сети СОПТ относительно земли	- суммарная ёмкость полюсов сети СОПТ относительно земли
Зарядное устройство	- преобразователь переменного тока в постоянный ток, обеспечивающий заряд аккумуляторной батареи и электропитание нагрузок СОПТ
Импульс тока разряда	- кратковременное резкое увеличение тока разряда аккумуляторной батареи
Инжектируемый ток	- составляющая тока в цепи СОПТ, обусловленная влиянием источников помех, устройств мониторинга или диагностики
Кислотостойкая изоляция	- изоляция кабеля, стойкая к воздействию электролита и его парам, например, резиновая изоляция
Коэффициент термокомпенсации	- коэффициент, характеризующий связь между напряжением поддерживающего заряда и температурой
Перезаряд емкости кабельной сети	- переходный процесс заряда ёмкости одного полюса сети за счет разряда ёмкости другого полюса сети относительно земли
Поддерживающий заряд	- заряд аккумулятора для компенсации саморазряда и поддержания его в полностью заряженном состоянии
Полюс сети СОПТ	- совокупность гальванически связанных проводников и клемм сети СОПТ одинаковой полярности относительно «земли»
Пульсации тока	- переменная составляющая выпрямленного тока
Саморазряд	- процесс внутренней химической реакции, сопровождающийся снижением степени его заряженности
Сборка	- ряд электрических клемм, объединяющих три или

	более проводника в общий эквипотенциальный узел
Секция шин	- часть сборных шин распределительного щита, отделенная от другой ее части коммутационным аппаратом
Система оперативного постоянного тока	- электроустановка, обеспечивающая питание электроприемников постоянного тока
Термокомпенсация напряжения заряда	- регулирование величины напряжения поддерживающего заряда в зависимости от температуры аккумулятора
Толчок нагрузки	- резкое кратковременное увеличение тока нагрузки
Уравнительный заряд	- заряд аккумулятора с целью выравнивания напряжения на элементах батареи
Уровень защиты	- количество отключающих защитных аппаратов между аккумуляторной батареей и защищаемым участком радиальной электрической цепи
Ускоренный заряд	- заряд аккумулятора за минимально допустимое по условиям неповреждения время после полного или частичного разряда
Местная сигнализация	- устройства, обеспечивающие световую сигнализацию неисправностей в СОПТ по месту их возникновения
Централизованная СОПТ	- СОПТ с одним комплектом источников постоянного тока на подстанции
Шкаф оперативного тока	- низковольтное комплектное устройство, включающее в себя зарядные устройства, аккумуляторную батарею и распределительное устройство постоянного тока
Шкаф распределения оперативного тока	- распределительное устройство постоянного тока, устанавливаемое в непосредственной близости от группы электроприемников
Щит постоянного тока	- распределительное устройство постоянного тока, коммутирующее вводы источников питания и кабельные линии групп электроприемников

4 Список принятых сокращений

АБ – аккумуляторная батарея;

АРМ – автоматизированное рабочее место;

ЗРУ – закрытое распределительное устройство;

ЗУ – зарядное устройство;

КЗ – короткое замыкание;

ОПУ – общестанционный пункт управления;

ПС – подстанция;

РЗА – релейная защита и автоматика;

СОПТ – система оперативного постоянного тока подстанций;

ШОТ – шкаф оперативного тока;
 ШРОТ – шкаф распределения оперативного тока;
 ЩПТ – щит постоянного тока;
 ЭМС – электромагнитная совместимость;
 C_{10} – номинальная емкость аккумуляторной батареи при десятичасовом режиме разряда.

5 Требования к системе оперативного постоянного тока

5.1 СОПТ должна обеспечивать рабочее и резервное питание следующих основных электроприемников:

- устройств РЗА;
- устройств управления высоковольтными коммутационными аппаратами (без питания приводов разъединителей и заземляющих ножей, питание приводов выключателей возможно при обосновании);
- устройств связи, обеспечивающих передачу сигналов и команд РЗА;
- устройств коммуникации, обеспечивающих передачу сигналов и команд между устройствами РЗА;
- устройств нижнего и среднего уровня АСУ ТП;
- устройств сбора информации для АСУ ТП и ССПИ;
- приводов автоматических вводных и секционных выключателей щитов собственных нужд (ЩСН) напряжением 0,4 кВ;
- устройств сигнализации.

5.2 СОПТ должна обеспечивать резервное питание:

- инверторов резервного питания АСУ ТП;
- светильников аварийного освещения помещений аккумуляторной батареи, ОПУ, релейного щита, ЗРУ, насосных, камер задвижек пожаротушения.

5.3 Состав, компоновка оборудования, схема соединения прокладка кабелей, входящих в СОПТ, а также способы подключения электроприемников, должны обеспечивать в нормальном режиме работы СОПТ, при техническом обслуживании и при отказе любого элемента СОПТ работоспособность хотя бы одного из взаиморезервирующих друг друга устройств РЗА и соленоидов отключения высоковольтных выключателей.

5.4 СОПТ может иметь централизованную или децентрализованную структуру. В централизованной СОПТ применяется один комплект компонентов, в децентрализованной - два и более.

5.5 Типовой состав каждого комплекта СОПТ содержит следующие компоненты:

- две аккумуляторные батареи (АБ) для ПС с высшим напряжением 220-750 кВ и ПС 110 кВ с более чем 3-мя выключателями в распределительном устройстве высшего напряжения, одна АБ – для ПС с высшим напряжением 35 кВ и остальных ПС 110 кВ;
- четыре стационарных зарядных устройства (ЗУ) – по два на каждую АБ для ПС с высшим напряжением 220-750 кВ и ПС 110 кВ с более чем 3-мя

выключателями в распределительном устройстве высшего напряжения, два ЗУ на одну АБ - для ПС с высшим напряжением 35 кВ и остальных ПС 110 кВ;

- два ЩПТ для ПС с высшим напряжением 220-750 кВ и ПС 110 кВ с более чем 3-мя выключателями в распределительном устройстве высшего напряжения, один – для ПС с высшим напряжением 35 кВ и остальных ПС 110 кВ;

- шкафы распределения оперативного тока (ШРОТ);
- кабельная распределительная сеть;
- отключающие аппараты защиты от сверхтоков (коротких замыканий и перегрузок);

- устройства защиты от перенапряжений;

- коммутационные аппараты;

- датчики системы мониторинга СОПТ;

- устройство контроля изоляции полюсов сети относительно земли;

- система автоматизированного поиска мест повреждения изоляции полюсов сети относительно земли (поиск «земли»);

- устройства регистрации аварийных процессов и событий в СОПТ, интегрированные в АСУ ТП по требованию заказчика;

- средства выдачи сигнала обобщенной неисправности в АСУ ТП.

5.6 Номинальное напряжение СОПТ – 220 В.

5.7 Нормально допустимое отклонение напряжения на клеммах электроприемников СОПТ – $\pm 5\%$.

5.8 Предельно допустимое отклонение напряжения на клеммах электроприемников СОПТ, в том числе при аварийных разрядах АБ и при выполнении ускоренных и уравнивающих зарядов АБ - минус 15 - +10 %

5.9 Суммарное сопротивление каждого полюса СОПТ относительно земли с учетом внутреннего сопротивления электроприемников между полюсом сети и землей должно быть не менее 150 кОм при температуре и влажности окружающего воздуха, предусмотренных условиями эксплуатации подстанции.

5.10 Основные и резервные комплекты устройств РЗА должны иметь отдельное электропитание (от разных АБ через разные секции ЩПТ и через разные ШРОТы, при их наличии в составе СОПТ).

5.11 Для устройств РЗА должны быть выделены отдельные секции шин или сборки на ЩПТ и отдельные ШРОТы.

5.12 Цепи взаиморезервирования между ЩПТ должны иметь два коммутационных и защитных аппарата, размещенных в шкафах разных ЩПТ.

5.13 Проводники СОПТ должны удовлетворять требованиям термической стойкости и невозгораемости.

5.14 Все компоненты и электроприемники СОПТ должны быть защищены от токов короткого замыкания и перегрузки отключающими защитными аппаратами: плавкими предохранителями и автоматическими выключателями.

5.15 Защитные аппараты должны обеспечивать отключение коротких замыканий в любой точке СОПТ, сопровождающихся провалом напряжения

на сборках ЩПТ и ШРОТ глубиной более 30 %, со временем, не превышающим 1 с и глубиной более 60 %, со временем, не превышающим 100 мс.

5.16 Время-токовые характеристики защитных аппаратов должны обеспечивать селективное отключение во всем диапазоне возможных значений сверхтоков.

5.17 Должно быть обеспечено дальнейшее резервирование автоматических выключателей действием плавких предохранителей 2-го уровня при трехуровневой системе защиты или действием плавких предохранителей 1-го уровня при двухуровневой системе защиты. Дальнейшее резервирование плавких предохранителей не требуется.

5.18 СОПТ должна иметь защиту от коммутационных перенапряжений и импульсных помех, проникающих через распределительную сеть из первичных силовых цепей ПС и контура заземления.

5.19 Мониторинг СОПТ должен обеспечивать:

- контроль состояния и режимов работы АБ и ЗУ;
- контроль состояния защитных аппаратов ЩПТ;
- контроль положения коммутационных аппаратов ЩПТ;
- контроль отклонений напряжения на сборках ЩПТ;
- контроль сопротивлений изоляции и напряжений полюсов сети СОПТ относительно земли.

5.20 Неисправности компонентов СОПТ должны выявляться автоматически средствами мониторинга и средствами самодиагностики компонентов СОПТ.

5.21 Информация о событиях, неисправностях компонентов, отклонениях от нормального режима работы компонентов СОПТ должна:

- визуализироваться по месту возникновения (местная сигнализация);
- передаваться от устройств мониторинга, в полном объеме, в АСУ ТП.

5.22 Информация о событиях, неисправностях компонентов, отклонениях в режиме работы СОПТ средствами АСУ ТП подстанции должна быть структурирована и отражена на АРМ оперативного персонала в объеме, достаточном для принятия оперативных решений.

5.23 Поиск места замыкания на землю в СОПТ должен производиться без отключения электроприемников. Для выявления и поиска места замыкания на землю должны применяться технические средства и способы, исключающие ложное срабатывание устройств релейной защиты и автоматики.

5.24 Монтаж кабелей, отходящих присоединений в шкафах ЩПТ, ШРОТ и в шкафах РЗА, должен обеспечивать возможность использования токовых клещей для измерения токов в их жилах.

5.25 В СОПТ должно использоваться оборудование со сроком службы не менее 20 лет.

В шкафах оперативного тока (ШОТ) допускается использование АБ с меньшим сроком службы.

5.26 Оборудование СОПТ должно иметь климатическое исполнение, соответствующее категории размещения УХЛ 4.2 по ГОСТ 15543.1.

5.27 Оборудование СОПТ должно соответствовать требованиям стойкости к механическим внешним воздействующим факторам по группе М13 ГОСТ 17516.1 и должно иметь сейсмическую стойкость, соответствующую географическому расположению подстанции.

5.28 Оборудование СОПТ должно иметь гигиенический сертификат и заключения об электробезопасности и пожаробезопасности.

5.29 Оборудование и отдельные устройства в составе компонентов СОПТ должны соответствовать требованиям электромагнитной совместимости по ГОСТ Р 51317.6.5, СТО 56947007-29.240.044-2010 и испытаны на помехоустойчивость в соответствии с ГОСТ Р 51317.6.5.

5.30 Оборудование СОПТ должно быть рассчитано на эксплуатацию с периодичностью технического обслуживания не менее чем 3 года.

5.31 Возможность замены неисправного оборудования должна быть обеспечена без демонтажа исправного. Должен быть обеспечен свободный доступ к клеммам оборудования для ревизии контактных соединений.

5.32 В СОПТ запрещается:

- параллельная работа двух и более АБ;
- использование отключающих защитных и коммутационных аппаратов, не сертифицированных для применения в электроустановках постоянного тока;
- подключение к сети СОПТ устройств с сопротивлением входных цепей относительно земли менее 1 МОм.

6 Аккумуляторные батареи

6.1 АБ должны обеспечивать питание электроприемников постоянного тока при отключении по любой причине ЗУ и компенсацию импульсов тока нагрузки, превышающих технические возможности ЗУ.

6.2 При этом должно обеспечиваться:

- питание всех подключенных к СОПТ устройств РЗА и приводов выключателей в течение времени, необходимого для восстановления нормальной работы СОПТ, установленного с учетом нормативных сроков прибытия дежурного персонала;
- максимальные расчетные толчковые токи в конце гарантированного 2-часового (не менее) разряда током нагрузки.

6.3 На подстанциях должны использоваться стационарные свинцово-кислотные аккумуляторы открытых (вентилируемых) типов по ГОСТ Р МЭК 896-1.

6.4 Проектный срок службы АБ должен быть не менее 20 лет.

6.5 Емкость АБ должна выбираться с учетом ограничения по глубине разряда аккумуляторов, а также с учетом возможных ограничений по импульсам тока разряда, указанным в технической документации на аккумуляторы.

6.6 Аккумуляторы должны иметь фильтр - пробки, обеспечивающие снижение испарений электролита и позволяющие производить доливку дистиллированной воды не чаще, чем один раз в 3 года.

6.7 Для выявления неисправных и отстающих элементов в АБ должен использоваться контроль симметрии напряжения групп аккумуляторов АБ (двух или четырех). Допустимая асимметрия напряжения групп аккумуляторов должна соответствовать допустимому разбросу напряжений на элементах батареи, указанному в инструкции по эксплуатации аккумулятора.

6.8 Размещение АБ и ЩПТ должно обеспечивать применение соединяющего их кабеля минимально возможной длины, как правило, не более 20 м.

6.9 Присоединение АБ к защитным аппаратам первого уровня должно осуществляться медными одножильными гибкими (многопроволочными) кабелями с кислотостойкой изоляцией без использования проходной доски.

6.10 Суммарная индуктивность цепей, соединяющих АБ и ЩПТ, должна обеспечивать значение постоянной времени, не более 5 мс.

6.11 Корпуса аккумуляторов должны изготавливаться из ударопрочного и не поддерживающего горения материала.

6.12 Аккумуляторы должны размещаться на стеллажах на одинаковой высоте от пола.

6.13 Аккумуляторы, как правило, должны поставляться заправленными электролитом. Срок хранения аккумуляторов до постановки на заряд не должен превышать допустимого для аккумуляторов данного типа (как правило, не более 6 месяцев). При поставке сухозаряженных аккумуляторов следует включать в комплект поставки АБ электролит, рекомендованный поставщиком аккумуляторов.

6.14 Аккумуляторы должны поставляться со стеллажом и с комплектом штатных межэлементных, межрядных и межстеллажных изолированных перемычек, динамометрическим ключом для монтажа межэлементных соединений и 2-мя комплектами вспомогательных средств, минимально необходимых для обслуживания АБ в процессе эксплуатации.

6.15 АБ должны размещаться в разных помещениях. Допускается установка 2-х АБ в одном помещении, при условии их разделения негорючими перегородками класса К0 с пределом огнестойкости не менее EI45.

6.16 Аккумуляторное помещение должно быть оборудовано принудительной приточно-вытяжной вентиляцией.

6.17 Температура воздуха в аккумуляторном помещении должна поддерживаться в диапазоне от +10 до +30 °С

6.18 Помещения аккумуляторных батарей, в которых производится заряд аккумуляторов при напряжении более 2,3 В на элемент, должны соответствовать требованиям к взрывопожароопасным помещениям категории «А» по НПБ 105-03.

6.19 Запрещается:

- применять аккумуляторы закрытых типов с абсорбированным электролитом и электролитом в гелеобразном состоянии, кроме использования их в ШОТ;
- подключать какую либо нагрузку к части элементов АБ, за исключением случаев модернизации ПС без замены АБ, имеющей дополнительную («хвостовую») группу элементов.

7 Зарядные устройства

7.1 Зарядные устройства (ЗУ) должны обеспечивать питание электроприемников постоянного тока и заряд аккумуляторных батарей.

7.2 Мощность двух ЗУ, работающих параллельно на одну АБ, должна обеспечивать питание всех подключенных к комплекту СОПТ электроприемников подстанции с учетом одновременного проведения ускоренного заряда АБ до 90 % номинальной ёмкости в течение не более 8 часов. Мощность одного ЗУ должна обеспечивать питание всех подключенных к СОПТ устройств РЗА и соленоидов отключения высоковольтных выключателей, в том числе при действии УРОВ.

7.3 При реконструкции ПС без замены АБ, имеющих дополнительную («хвостовую») группу аккумуляторов, для их заряда должны использоваться два отдельных ЗУ или ЗУ двухканального исполнения с независимой регулировкой напряжения поддерживающего заряда.

7.4 Схема подключения ЗУ к источнику переменного тока должна обеспечивать электропитание хотя бы одного из двух ЗУ АБ, при отказе и ремонте оборудования переменного тока собственных нужд ПС.

7.5 Технические параметры ЗУ должны полностью соответствовать типу аккумуляторов по пульсациям тока поддерживающего заряда, как правило, не более 5 А на 100 Ач емкости АБ.

7.6 Пульсации напряжения при работе ЗУ на полную нагрузку комплекта СОПТ, при отключенной АБ, не должны превышать 5 % $U_{ном}$.

7.7 Точность стабилизации выходного напряжения в режиме поддерживающего заряда должна быть не хуже ± 1 %.

7.8 ЗУ должны иметь блокировку режима уравнительного и ускоренного заряда при неработающей принудительной приточно-вытяжной вентиляции аккумуляторного помещения.

7.9 ЗУ должны обеспечивать возможность термокомпенсации напряжения поддерживающего заряда аккумуляторов и контроль ее исправности.

7.10 ЗУ должны обеспечивать заряд АБ в автоматическом трехступенчатом режиме (ступень ограничения начального тока заряда, ступень ограничения напряжения, ступень термокомпенсированной стабилизации напряжения).

7.11 ЗУ должно автоматически включаться после перерывов питания со стороны переменного тока и работать в режиме заряда, соответствующем состоянию АБ.

7.12 ЗУ должны обеспечивать возможность регулирования и автоматического контроля следующих параметров:

- начального тока заряда полностью разряженной АБ, как правило, на уровне $0,3 C_{10}$;
- напряжения уравнивающего заряда аккумуляторов в интервале 2,3-2,4 В с погрешностью не более $\pm 2 \%$;
- напряжения поддерживающего заряда в соответствии с типом аккумуляторов и их количеством в аккумуляторной батарее;
- коэффициента термокомпенсации напряжения поддерживающего заряда;
- продолжительности уравнивающего заряда в интервале от 0,5 до 72 часов с последующим автоматическим переходом в режим поддерживающего заряда.

7.13 ЗУ не должны размещаться в одном или рядом расположенных шкафах ЩПТ.

7.14 Для проведения индивидуальной подзарядки, тренировки отстающих элементов АБ следует применять мобильные зарядно-разрядные устройства.

8 Щиты постоянного тока

8.1 ЩПТ предназначен для подключения источников питания (АБ и ЗУ) и распределения электроэнергии по группам электроприемников СОПТ.

8.2 Количество ЩПТ на ПС должно быть равно числу АБ.

8.3 В пределах каждого ЩПТ должно обеспечиваться размещение коммутационных и защитных аппаратов, устройств контроля изоляции, устройств мониторинга, устройств защиты от перенапряжений, устройств регистрации аварийных событий, местной сигнализации, рядов клемм для присоединения кабельных линий.

8.4 ЩПТ должен иметь выделенные секции шин или сборки для питания релейных щитов, к которым не должны подключаться другие электроприемники, в том числе, находящиеся вне здания ОПУ. Секции и сборки ЩПТ, предназначенные для питания устройств РЗА, должны подключаться к вводной цепи АБ через отдельные коммутационные аппараты.

8.5 По требованию заказчика на ЩПТ может быть установлено устройство “мигающего плюса”.

8.6 В ЩПТ должно быть предусмотрено место для хранения запасных плавких вставок предохранителей.

8.7 Шкафы ЩПТ должны запираются на ключ.

8.8 На дверцах шкафов ЩПТ могут размещаться измерительные приборы и устройства световой сигнализации.

8.9 Органы управления и коммутации должны размещаться внутри шкафов.

8.10 Конструкция шкафов ЩПТ должна соответствовать ГОСТ Р 51321.1.

8.11 Размещение аппаратуры и рядов клемм в шкафах ЩПТ должно обеспечивать возможность свободного доступа к любому из них для замены, выполнения ремонтных работ и работ по техническому обслуживанию.

8.12 Размещение органов управления и средств отображения информации о состоянии СОПТ должно соответствовать рекомендациям ГОСТ 12.2.033.

8.13 Запрещается установка секционирующих рубильников между секциями или сборками питания устройств РЗА в пределах одного ЩПТ.

9 Распределительная сеть и шкафы распределения оперативного тока

9.1 Кабели от разных АБ до ЩПТ и от ЩПТ до ШРОТ должны прокладываться по разным трассам. Минимальное расстояние между трассами кабельных линий, связывающих АБ с ЩПТ, должно быть не менее 3 метров. Запрещается для соединения АБ с ЩПТ использовать бронированные и экранированные кабели, а также металлические распорки и стягивающие хомуты.

9.2 Шкафы распределения оперативного тока (ШРОТ) предназначены для распределения электроэнергии по цепям питания конечных электроприемников, размещения коммутационных и защитных отключающих аппаратов.

9.3 Конструкция ШРОТ должна соответствовать ГОСТ Р 51321.1.

9.4 ШРОТ с отключающими защитными аппаратами нижнего уровня должны устанавливаться в непосредственной близости к электроприемникам.

9.5 ШРОТ должны иметь вводы питания от разных секций одного ЩПТ. Каждый ввод должен подключаться через коммутационный аппарат, обеспечивающий возможность проведения ремонтных работ в ШРОТ.

9.6 Для автоматического включения резервного питания устройств РЗА и соленоидов отключения высоковольтных выключателей сборки ШРОТ допускается подключать к секциям ЩПТ через разделительные диоды, устанавливаемые в ШРОТ в одном полюсе.

9.7 Запрещается объединение на одной сборке цепей питания электроприемников, чувствительных к перенапряжениям и высокочастотным помехам (микропроцессорные устройства, устройства связи и т.п.), и цепей, выходящих за пределы помещения, в котором размещен ШРОТ.

10 Защита от сверхтоков

10.1 Для защиты от коротких замыканий и перегрузок должна использоваться трех- или двухуровневая система отключающих защитных аппаратов.

10.2 На верхних уровнях должны применяться комбинированные коммутационно-защитные аппараты с плавкими предохранителями.

10.3 Номинальные напряжения защитных аппаратов должны соответствовать наибольшему рабочему напряжению в режимах уравнивающего и ускоренного зарядов аккумуляторной батареи.

10.4 На верхних уровнях защиты от коротких замыканий и перегрузок должны быть установлены плавкие предохранители, сертифицированные для применения в электроустановках постоянного тока соответствующего напряжения и категории применения. Отключающая способность, время срабатывания и чувствительность отключающих защитных аппаратов переменного тока, при использовании их в электроустановках постоянного тока, должны быть подтверждены производителем аппаратов.

10.5 Плавкие вставки ЩПТ должны иметь датчики состояния, а сигналы с датчиков должны отображаться в системе местной индикации и передаваться в АСУ ТП.

10.6 Комбинированные коммутационно-защитные аппараты ЩПТ должны иметь датчики положения «включено/отключено», а сигналы с датчиков должны передаваться в АСУ ТП.

10.7 Конструкция защитных аппаратов должна обеспечивать их безопасное обслуживание и замену плавких вставок под напряжением.

10.8 В качестве защитных аппаратов нижнего уровня следует использовать автоматические выключатели или комбинированные аппараты «предохранитель-выключатель-разъединитель», сертифицированные для применения в электроустановках постоянного тока.

10.9 Параметры срабатывания отключающих защитных аппаратов нижнего уровня следует проверять по условиям отстройки от пусковых токов нагрузки и от токов заряда и перезаряда емкости кабельной сети.

10.10 Отключающие защитные аппараты всех уровней должны обеспечивать селективное отключение сверхтоков.

10.11 Количество запасных плавких вставок должно быть не менее удвоенного количества вставок, установленных в СОПТ, номинальные параметры запасных вставок должны соответствовать установленным в СОПТ.

10.12 При срабатывании плавкого предохранителя, замене подлежат плавкие вставки в обоих полюсах.

10.13 Расчет токов короткого замыкания в СОПТ должен проводиться в соответствии с ГОСТ 29176.

10.14 Отключающие защитные аппараты должны быть чувствительными к дуговым коротким замыканиям в конце защищаемого участка цепи.

11 Защита от перенапряжений

11.1 СОПТ должна иметь устройства защиты от импульсных перенапряжений, обусловленных работой высоковольтных и низковольтных коммутационных аппаратов, молниеприемников, а также короткими замыканиями в высоковольтных распределительных устройствах подстанции.

11.2 Для защиты от перенапряжений рекомендуется использовать кремниевые диоды, подключаемые через плавкие предохранители между полюсами сборок ЩПТ и землей. Диоды должны иметь номинальный ток не менее 160 А. Величина тока утечки устройства защиты от перенапряжений в течение срока эксплуатации объекта не должна превышать допустимое значение по сопротивлению полюсов сети относительно «земли».

11.3 Необходимо обеспечить контроль за исправностью устройства защиты от перенапряжений.

12 Мониторинг СОПТ

12.1 Мониторинг СОПТ должен обеспечивать автоматический контроль и фиксацию параметров режима СОПТ, оповещение дежурного персонала об отклонениях параметров режима от допустимых значений.

12.2 Должен быть обеспечен контроль с автоматической фиксацией и сообщениями о недопустимых отклонениях следующих параметров:

- тока заряда АБ;
- пульсаций тока заряда АБ;
- напряжений между выводами АБ (напряжений групп аккумуляторов);
- напряжений на сборках ЩПТ;
- пульсаций напряжения на выходе ЗУ;
- сопротивлений изоляции полюсов сети СОПТ относительно «земли»;
- «перекос» напряжений полюсов сети СОПТ относительно «земли».

Должен быть обеспечен контроль с автоматической фиксацией и сообщениями об изменениях:

- целостности цепи АБ (обрыв);
- симметрии напряжений групп аккумуляторов АБ;
- исправности ЗУ;
- положения коммутационных аппаратов цепи ввода АБ и ЩПТ.

12.3 На ЩПТ должны быть устройства отображения параметров режима СОПТ и состояния защитных аппаратов. Отображению на ЩПТ подлежат следующие параметры:

- напряжения на сборках;
- сопротивления изоляции полюсов сети относительно «земли»;
- состояния плавких вставок предохранителей;
- целостности цепи АБ и исправности ЗУ;
- ток в цепи АБ;
- напряжения групп аккумуляторов АБ;
- напряжений между полюсами ввода АБ и «землей».

12.4 В ШРОТ, при необходимости, могут быть установлены устройства отображения:

- напряжения на сборках;
- состояния плавких вставок предохранителей.

12.5 Следует предусматривать постоянный мониторинг обесточенных цепей аварийного освещения, с целью контроля их целостности, своевременного выявления коротких замыканий и замыканий на землю.

12.6 Устройство контроля изоляции должно выполнять автоматическое измерение сопротивления изоляции полюсов сети СОПТ относительно земли и выдавать сигнал в АСУ ТП, при снижении сопротивления одного или одновременно двух полюсов ниже 135 кОм.

12.7 Устройство контроля изоляции должно выполнять автоматическое измерение напряжений полюсов сети СОПТ относительно «земли» и выдавать аварийный сигнал при возникновении «перекоса» напряжений полюсов более 65 В.

12.8 На каждом ЩПТ должны регистрироваться средствами АСУ ТП дискретные сигналы о положении коммутационных аппаратов и состоянии плавких предохранителей, сигналы неисправностей и аналоговые сигналы контролируемых параметров, перечисленных в пунктах 11.2 – 11.7.

13 Система контроля изоляции и поиска мест замыкания на землю

13.1 СОПТ должна иметь систему контроля изоляции и поиска мест замыкания на землю, состоящую из двух основных частей:

- стационарной для выявления «перекосов» напряжения полюсов сети СОПТ, автоматического выявления секций шин или сборок ЩПТ, на присоединениях которых произошло снижение сопротивления изоляции относительно земли;
- переносной, в виде специализированного прибора для ручного поиска местоположения дефекта изоляции.

13.2 Устройства поиска мест замыкания на землю должны сохранять работоспособность при изменениях емкости распределительной сети комплекта СОПТ относительно земли, обусловленных изменением коммутационного состояния цепей взаиморезервирования компонентов СОПТ.

13.3 Устройства контроля изоляции и поиска мест замыкания на землю не должны производить помехоэмиссию в распределительную сеть СОПТ сигналов, способных вызывать ложные срабатывания РЗА. Инжектируемый в сеть ток не должен превышать 1,8 мА.

13.4 Устройство контроля изоляции по «перекосу» напряжения между полюсами сети СОПТ и «землей» должно иметь регулируемую уставку срабатывания в пределах от 40 до 80 В с шагом не менее 5 В.

14 Регистрация аварийных процессов и событий СОПТ

14.1 Рекомендуемый состав регистрируемых аналоговых параметров:

- межполюсное напряжение на вводной сборке ЩПТ;
- токи в цепях АБ и ЗУ;
- напряжения полюсов вводной сборки ЩПТ относительно «земли».

15 Проектная документация на СОПТ

15.1 В документации, разрабатываемой для подстанций нового строительства или подстанций комплексного технического перевооружения на стадии проекта (П) и на стадии разработки рабочей документации (РД) по подстанции разделы по СОПТ должны быть выделены в отдельные тома.

15.2 На стадии П должны разрабатываться технические требования к основному оборудованию СОПТ и его компоновке в объеме достаточном для подготовки конкурсной документации для стадии РД.

15.3 В томе по СОПТ стадии П должны быть следующие разделы:

- обоснование выбора структуры СОПТ: централизованная или децентрализованная;
- обоснование состава электроприемников и определение их основных параметров электропотребления;
- расчет постоянной, временной и кратковременной нагрузки, выбор емкости АБ и номинального тока ЗУ;
- обоснование электрической схемы СОПТ, количества секций ЩПТ, количества ШРОТов, распределения электроприемников по ШРОТ;
- выбор сечения кабелей для распределительной сети СОПТ и трасс их прокладки;
- расчеты установившихся режимов с проверкой отклонений и провалов напряжения на соответствие требованиям настоящего стандарта и обоснованием необходимости использования специальных средств регулирования напряжения;
- расчеты коротких замыканий, обоснование основных параметров отключающих защитных устройств, требований к их отключающей способности, чувствительности, селективности и быстродействию;
- разработка мероприятий по обеспечению помехозащищенности электроприемников;
- определение требований к мониторингу и регистрации аварийных процессов;
- определение требований к системе поиска мест замыкания на землю.

15.4 Результаты расчетов оформляются в виде таблиц с требованиями к основному оборудованию СОПТ.

15.5 Отдельно выпускается том со сметной документацией по СОПТ.

15.6 На стадии РД должны быть выполнены уточненные расчеты, учитывающие параметры, указанные в технической документации на оборудование, закупленное в результате конкурсных торгов.

15.7 В томе по СОПТ стадии РД, дополнительно к разделам с уточненными расчетами, перечисленными в п. 15.3, должны быть следующие разделы:

- расчет тепловыделения и вентиляции шкафных изделий;
- расчет коротких замыканий для проверки выбранных кабелей на соответствие требованиям по термической стойкости и по невозгораемости;

- разработка заданий по вентиляции, кондиционированию и отоплению помещений с оборудованием СОПТ;
- разработка заданий по строительной части подстанции на размещение оборудования СОПТ;
- разработка задания на питание устройств СОПТ переменным током;
- разработка заданий заводу на изготовление не типового оборудования;
- разработка электрических схем с отражением положения коммутационных аппаратов в нормальном режиме;
- разработка кабельного журнала;
- разработка локальных смет.

15.8 Основанием на разработку заводской документации и изготовление оборудования СОПТ служат тома - «Пояснительная записка» и «Задание заводу на изготовление не типового оборудования».

15.9 Основанием на разработку томов «Схемы электрические» и «Кабельный журнал» служит заводская документация.

15.10 Документация по СОПТ должна разрабатываться с учетом полного развития подстанции и не менее чем с 10 % запасом по количеству отключающих защитных аппаратов в ЩПТ и в каждом ШРОТ.

15.11 При проектировании и заказе оборудования СОПТ в части, не противоречащей настоящим требованиям, следует дополнительно руководствоваться действующими стандартами и нормами.

16 Поставка оборудования

16.1 Качество оборудования СОПТ, поставляемого на объекты ЕНЭС, должно быть проверено в установленном порядке.

16.2 В комплекте с оборудованием должна быть предоставлена техническая документация на русском языке.

16.3 Состав и содержание технической документации должны обеспечивать решение задач:

- раздела 14 путем указания ссылок или включения соответствующих разделов проектной документации;
- технического обслуживания в целом и отдельных компонентов СОПТ, в том числе по периодичности, видам, объемам, методикам и трудозатратам;
- быть достаточным для разработки эксплуатационных инструкций.

16.4 Совместно с оборудованием СОПТ, должны поставляться запасные части, приборы, инструменты, вспомогательное оборудование и программное обеспечение в объеме указанном заказчиком в техническом задании:

- сухозаряженные резервные элементы аккумуляторных батарей с межэлементными перемычками и крепежом к ним;
- резервные фильтр-пробки аккумуляторов;
- ареометры, термометры/пирометры и другие приспособления для контроля параметров аккумуляторов, рекомендованные заводом-производителем;

- плавкие вставки, автоматические выключатели, рубильники, реле, клеммы и другие электроустановочные изделия;
- щитовые приборы/индикаторы, датчики и контроллеры;
- мультиметр и измерительные клещи постоянного тока, рекомендованные заводом-производителем оборудования СОПТ;
- переносной комплект для поиска мест повреждения изоляции в сети постоянного тока;
- нагрузочное сопротивление для проведения контрольных разрядов аккумуляторных батарей в процессе эксплуатации (на группу подстанций);
- мини-электронасос для доливки дистиллированной воды и электролита в аккумуляторы (на группу подстанций);
- набор химических реактивов для экспресс-анализа качества электролита и дистиллированной воды, рекомендованный заводом производителем аккумуляторов (на группу подстанций);
- ручной инструмент, рекомендованный заводом-производителем оборудования СОПТ;
- программное обеспечение с переносным компьютером для настройки, регулировки, проверки параметров и хранения результатов измерений параметров оборудования СОПТ, имеющего в своем составе микропроцессорные устройства, предусматривающие периодический контроль их технического состояния внешними средствами.

16.5 При поставке ЩПТ должны быть представлены указания изготовителя предохранителей по периодичности их замены и резерв плавких вставок соответствующих номиналов.

16.6 Договор поставки должен предусматривать:

- обязательства по гарантийному обслуживанию оборудования СОПТ (ЩПТ, ЗУ и других компонентов) на срок не менее трех лет;
- обучение оперативного и ремонтного персонала правилам использования и обслуживания оборудования, в том числе, установленного на ЩПТ, в шкафах ЗУ и т.п.;
- гарантированного производителем времени ремонта и/или замены неисправного оборудования СОПТ;
- координаты сервисного центра и горячей линии у производителя или поставщика;
- обязательства по послегарантийному обслуживанию оборудования СОПТ, содержащие подтверждение возможности поставки, в течение не менее чем 25 лет, в том числе расходных материалов необходимых типов и номиналов, и другого оборудования, необходимого для выполнения ремонтных работ.

Библиография

1. СТО 56947007-29.240.043-2010 «Руководство по обеспечению электромагнитной совместимости вторичного оборудования и систем связи электросетевых объектов», ОАО «ФСК ЕЭС».
2. СТО 56947007-29.240.044-2010 «Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства», ОАО «ФСК ЕЭС».
3. СТО 59012820.29.020.002-2012 «Релейная защита и автоматика. Взаимодействие субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии при создании (модернизации) и организации эксплуатации», ОАО «СО ЕЭС».
4. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.