

ПРОБЛЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

АВТОРЫ:

БОГОМОЛОВ В.С.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

ЕФИМОВ Е.Н.,
К.Т.Н.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

ЗИХЕРМАН М.Х.,
К.Т.Н.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

КОМАРОВ В.Б.,
К.Х.Н.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

КУЗЬМИЧЕВА К.И.,
К.Т.Н.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

ЛЬВОВ Ю.Н.,
Д.Т.Н.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

МЕРЗЛЯКОВ А.С.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

НАЗАРОВ И.А.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

ТИМАШОВА Л.В.,
К.Т.Н.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

ШЛЕЙФМАН И.Л.,
К.Т.Н.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

Основное оборудование
электрических сетей

Для обеспечения надежности работы электрических сетей коммутационные аппараты высокого напряжения должны выбираться в соответствии с техническими требованиями и методами испытаний, приводимыми в соответствующих стандартах.

Ключевые слова: стандартизация, основное оборудование ПС и ВЛ, коммутационные аппараты, трансформаторы, измерительные трансформаторы напряжения, защитные аппараты, опорные и подвесные изоляторы.



ВВЕДЕНИЕ

В статье рассмотрены проблемы стандартизации основного оборудования ПС и ВЛ.

Правильный выбор основного оборудования электрических сетей высокого напряжения и обеспечение надежности их работы в большой степени зависят от уровня стандартизации технических требований и методов испытаний этого оборудования.

1. КОММУТАЦИОННЫЕ АППАРАТЫ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Национальные стандарты вида общих технических условий, нормирующие технические требования и методы испытаний, на основные коммутационные аппараты были разработаны в 2006–2012 гг.:

- выключатели – ГОСТ Р 52565–2006;
- разъединители – ГОСТ Р 52726–2007;
- комплектные распределительные устройства КРУ напряжением до 35 кВ – ГОСТ Р 55190–2012;
- комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией КРУЭ напряжением выше 110 кВ – ГОСТ Р 54828–2011.

Следует подчеркнуть, что по уровню проработки технических требований и методов испытаний стандарты на разъединители и комплектные распределительные устройства в целом соответствуют международным стандартам МЭК.

Национальный стандарт на выключатели ГОСТ Р 52565 был разрабо-

Рис. 1.
Элегазовый баковый выключатель 110 кВ



тан с учетом требований стандарта МЭК IEC 62271–100 (издание 1), введенного в 2001 г., поэтому он не содержит целый ряд положений, введенных в стандарт МЭК в последние годы. Стандарт дважды модифицировался и при этом был существенно пересмотрен: в 2008 г. вышло издание 2, а в 2012 г. – издание 2.1. В результате действующий национальный ГОСТ Р 52565–2006 на выключатели значительно отличается от стандарта МЭК IEC 62271–100. К наиболее существенным отличиям относятся:

- требования к переходному восстанавливающему напряжению (ПВН) для выключателей, предназначенных для кабельных сетей;
- требования для выключателей на напряжение 1100 и 1200 кВ в части электрической прочности изоляции, ПВН и постоянной времени затухания

- аperiodической составляющей тока КЗ; требования к постоянной времени затухания аperiodической составляющей тока КЗ для различных схем сети, введение постоянных времени 45, 60, 75 и 120 мс вместо одного значения 45 мс в ГОСТе;
- требования к отключению неудаленного КЗ для выключателей на напряжение от 15 до 100 кВ;
- более жесткие требования к проверке состояния изоляции выключателя после испытаний на коммутационную способность;
- конкретизация требований к баковым выключателям (рис. 1) и к выключателям с шунтирующими резисторами.

Таким образом, чтобы привести основные положения национального

Рис. 2.
Элегазовый колонковый
выключатель 35 кВ



стандарта ГОСТ Р 52565 в соответствии со стандартом МЭК, необходимо пересмотреть его основные положения и внести соответствующие существенные изменения и дополнения.

Действующие стандарты ГОСТ 17717 на выключатели нагрузки и ГОСТ 18397 на выключатели для частых коммутационных операций были разработаны более 25 лет назад.

ГОСТ 17717 необходимо пересмотреть с учетом последних достижений в конструировании, достигнутых параметров и обеспечения возможности объединения в одной конструкции выключателей нагрузки и разъединителей, гармонизировав его со стандартом МЭК IEC 62271-103.

Что касается ГОСТ 18397, то он в значительной степени потерял свое значение, поскольку действующий ГОСТ Р 52565 частично перекрывает имеющиеся в нем требования к допустимому числу механических и коммутационных операций. Следует рассмотреть вопрос о целесообразности пересмотра или отмены этого ГОСТа.

Помимо стандартов общих технических условий, на отдельные виды аппаратов имеются национальные

стандарты, определяющие технические требования и методы испытаний для всего комплекса аппаратов высокого напряжения, включая коммутационные аппараты:

- требования к изоляции – ГОСТ Р 55195;
- методы испытаний изоляции – ГОСТ Р 55194;
- требования и методы испытаний на нагрев при длительной работе – ГОСТ 8024-90;
- климатические требования к окружающей среде – ГОСТ 15150-69;
- требования безопасности – ГОСТ 12.2.007.0-75.

Стандарты, нормирующие требования и методы испытаний на нагрев при длительной работе и требования безопасности, целесообразно пересмотреть, согласовав их содержание с действующими стандартами на высоковольтное оборудование. Причем при нормировании допустимого нагрева токоведущих частей аппаратов в среде элегаза следует обязательно учесть последние рекомендации стандарта МЭК IEC 62271-1. При стандартизации требований безопасности выключателей следует ориентироваться на современные конструкции элегазовых и вакуумных выключателей и опыт их эксплуатации.

Необходимо отметить также, что в последнее время появились новые коммутационные аппараты, для которых отсутствуют и не разрабатываются национальные стандарты, а именно: выключатели-разъединители, реклоузеры, комплектные устройства с выкатными выключателями, баковые выключатели со встроенными разъединителями и трансформаторами напряжения типа PASS.

Для выключателей-разъединителей разработаны стандарты организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.130.01.029-2009 и СТО 56947007-29.130.01.145-2013. На начальном этапе внедрения выключателей-разъединителей достаточно наличия стандарта организации. Перейти к разработке соответствующего национального стандарта целесообразно после того, как будет накоплен опыт производства и эксплуатации.

Что касается реклоузеров, комплектных устройств с выкатными выключателями, комплектных устройств типа PASS с баковыми выключателями и встроенными разъединителями и трансформаторами напряжения, достаточно широко внедренных на объектах ФСК ЕЭС и на других энергетических объектах, то представляется разумным организовать разработку как национальных стандартов, так и стандартов организации ФСК ЕЭС.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОММУТАЦИОННЫМ АППАРАТАМ
ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности;

ГОСТ 8024-90 Аппараты и электротехнические устройства переменного тока на напряжение свыше 1000 В. Нормы нагрева при продол-

ИНФОРМАЦИЯ

ИЗ ПРОТОКОЛА СОВ- МЕСТНОГО ЗАСЕДАНИЯ

секций «Техническое регулирование в электроэнергетике», «Стратегия развития надежности и безопасности в электроэнергетике» и «Энергоэффективность и экология в электроэнергетике» научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС» от 6 декабря 2012 г. Слабая развитость стандартизации технических требований к оборудованию электрических станций и сетей приводит к необходимости подробной детализации в договорах на поставку оборудования ряда специфических условий его работы в составе ЕЭС России, например:

- жесткие климатические условия (рабочие температуры оборудования открытых подстанций до -50 °С);
- условия участия в режимном и противоаварийном управлении (кратность форсировки возбуждения не менее 2, диапазон допустимой работы при снижении частоты до 46 Гц).

Спроектированное по устаревшим нормам оборудование оказывается более материалоемким и дорогим, неконкурентоспособным в сравнении с зарубежными аналогами.

жительном режиме работы и методы испытаний;

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов;

ГОСТ 17717-79 Выключатели нагрузки переменного тока на напряжение от 3 до 10 кВ. Общие технические условия;

ГОСТ 18397-86, ГОСТ 18397-86 Выключатели переменного тока на номинальные напряжения 6-220 кВ для частых коммутационных операций. Общие технические требования;

ГОСТ Р 52565-2006 Выключатели переменного тока на напряжение от 3 до 750 кВ. Общие технические условия;

ГОСТ Р 52726-2007 Разъединители и заземлители переменного тока на напряжение свыше 1 кВ и приводы к ним. Общие технические условия;

ГОСТ Р 54828-2011 Комплектные распределительные устройства в металлической оболочке с элегазовой изоляцией (КРУЭ) на номинальные напряжения 110 кВ и выше. Общие технические условия;

ГОСТ Р 55190-2012 Устройства комплектные распределительные в металлической оболочке (КРУ) на номинальное напряжение до 35 кВ. Общие технические условия;

ГОСТ Р 55194-2012 Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции;

ГОСТ Р 55195-2012 Электрооборудование и электроустановки

переменного тока на напряжение от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции;

МЭК IEC 62271-1 High-voltage switchgear and control gear. Part 1. Common Specifications (Коммутационная аппаратура высокого напряжения и аппаратура управления. Часть 1. Общие требования);

МЭК IEC 62271-100 High-voltage switchgear and control gear. Part 100. High-voltage alternating-current circuit-breakers (Коммутационная аппаратура высокого напряжения и аппаратура управления. Часть 100. Выключатели переменного тока);

МЭК IEC 62271-103:2011 Аппаратура распределения и управления высоковольтная. Часть 103. (Коммутационная аппаратура высокого напряжения и аппаратура управления. Часть 103. Выключатели нагрузки на номинальные напряжения от 1 до 52 кВ);

СТО 56947007-29.130.01.029-2009 Выключатели-разъединители 110-330 кВ. Общие технические требования;

СТО 56947007-29.130.01.145-2013 Выключатели-разъединители 110-330 кВ. Методические указания по применению. Схемные решения.

2. ТРАНСФОРМАТОРЫ

В настоящее время в системе нормативно-технической документации по силовому трансформаторному оборудованию действующими национальными стандартами являются:

- ГОСТ 11677-85;
- ГОСТ Р 52719-2007.

К концу 90-х годов прошлого столетия были разработаны нормативно-технические документы, применяе-

Рис. 3.
Силовой трансформатор на
ПС 330 кВ «Новгородская»



мые для оценки состояния силовых трансформаторов в эксплуатации: РД 34.43.107–95, РД 34.51.304–94, РД 34.43.206–94, РД 34.43.208–95, РД 34.46.303–98, РД 34.46.502, РД 153–34.0–20.363–99.

С целью совершенствования системы оценки технического состояния силовых трансформаторов напряжением 110 кВ и выше (рис. 3) в эксплуатации в период с 2000-го по 2007 г. в ОАО РАО «ЕЭС России» были разработаны следующие нормативно-технические документы: РД 153–34.0–46.302–00 и [1–4]. Эти документы были утверждены ОАО РАО «ЕЭС России».

После 2007 г. развитие системы нормативно-технических документов в части обеспечения эксплуатационной надежности силовых трансформаторов (автотрансформаторов) осуществлялось главным образом путем разработки стандартов организации ОАО «ФСК ЕЭС» и национальных стандартов РФ. К настоящему времени система нормативно-технической докумен-

тации была дополнена следующими документами:

- СТО 56947007–29.180.010.070–2011;
- СТО 56947007–29.180.01.116–2012.

Таким образом, сложившаяся к настоящему моменту система нормативно-технических документов в части эксплуатации и оценки состояния силовых трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов напряжением 110 кВ и выше полностью соответствует принципу комплексного подхода к оценке технического состояния силового трансформаторного оборудования, что позволяет принимать четкие и обоснованные решения для определения возможности его дальнейшей эксплуатации или необходимости и целесообразности вывода из рабочего цикла. Как известно, в последние годы резко обострилась проблема продления срока службы существующего парка силового трансформаторного оборудования, значительная часть

которого отработала установленный стандартами срок службы (25 лет). Существенными для корректного понимания данной проблемы (а также проблемы диагностики технического состояния объекта и оценки риска) являются понятия «предельное состояние» и «критерий предельного состояния». Согласно ГОСТ Р 53480–2009, «предельное состояние: состояние изделия, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна по причинам опасности, экономическим или экологическим»; «критерий предельного состояния: признаки предельного состояния, по которым принимают решение о его наступлении».

Следует подчеркнуть, что в настоящее время методика и критерии определения предельного состояния силовых трансформаторов в нормативно-технических документах отсутствуют.

В соответствии с требованием раздела 1.5 документа СО 53–34.20.501 предусмотрено тех-

ническое освидетельствование электрооборудования по истечении установленного нормативно-технического срока службы. Причем при проведении каждого освидетельствования, в зависимости от состояния оборудования, намечается срок проведения следующего освидетельствования. При этом должно быть указано, что задачей технического освидетельствования является оценка состояния, а также должны быть определены меры, необходимые для обеспечения установленного ресурса энергоустановки.

Комиссия, проводящая техническое освидетельствование, в обязательном порядке должна дать заключение относительно предельного состояния трансформатора и, в случае признания состояния трансформатора предельным, указать на необходимость (целесообразность) его замены.

Следует еще раз подчеркнуть, что в настоящее время в нормативно-технической документации отсутствует требование определять и оценивать этот важный показатель – предельное состояние трансформатора. Этот показатель характеризует, помимо всего прочего, степень опасного загрязнения обмоток трансформатора металлосодержащими коллоидными частицами (медь, железо), образующимися в результате взаимодействия масла с конструктивными материалами трансформатора (медью обмоток, железом бака, сердечника и др.).

В настоящее время в соответствии с планом разработки национальных стандартов рабочей группой 4 «Стандартизация электротехнического оборудования» межотраслевого Совета по стандартизации в электротехническом машиностроении и планом ОАО «ФСК ЕЭС» (от 17.01.2012) разработан проект национального стандарта «Критерии оценки загрязнения витковой изоляции трансформаторов, авто-

трансформаторов и шунтирующих реакторов металлосодержащими коллоидными частицами».

ПК 37.6 «Трансформаторы силовые и реакторы» Технического комитета ТК 057 «Электрооборудование для передачи и распределения электроэнергии» по рассмотрению окончательной редакции вышеупомянутого стандарта не рекомендовал Агентству по техническому регулированию и метрологии утверждать его в качестве национального стандарта. Это аргументировалось тем, что в отечественных и зарубежных документах отсутствуют критерии оценки загрязнения витковой изоляции соединениями металлов и нет данных по отказам оборудования по этому признаку. Между тем еще в докладе на СИГРЭ–2008 [5] была продемонстрирована важность этого показателя на примерах повреждений 16 шунтирующих реакторов, возникших из-за развития витковых замыканий в результате загрязнения изоляции обмоток металлосодержащими коллоидными частицами – сульфидом меди Cu_2S (5–7% по массе) при использовании масел, содержащих серу (Nitro 10GBA и Nitro 10GBN).

Считаем необходимым пересмотреть экспертное заключение ПК 37.6 по рассмотрению окончательной редакции проекта национального стандарта «Критерии оценки загрязнения витковой изоляции трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов металлосодержащими коллоидными частицами».

Как показывает опыт эксплуатации, в трансформаторе могут развиваться ионизационные и термические процессы в локальных объемах изоляции, приводящие к внутренним коротким замыканиям, взрывам и пожарам оборудования за длительность меньше периодичности контроля, установленной в РД34.45–51.300.

В настоящее время наиболее актуальным является использование систем мониторинга для фиксации предельного состояния силового трансформаторного оборудования при внутренних коротких замыканиях на стадии развития электрического повреждения, предшествующего появлению электрической дуги, с целью предотвращения взрывов и пожаров оборудования. Необходимо разработать отсутствующую в настоящее время нормативную базу для принятия решения о выводе силового трансформаторного оборудования из работы до возникновения электрической дуги с целью снижения риска тяжелых повреждений, сопровождающихся взрывами и пожарами трансформаторов, при использовании системы мониторинга.

Еще раз подчеркнем, что в настоящий момент первоочередной задачей является необходимость разработки нормативного документа по определению методов и критериев установления предельного состояния силовых трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов с учетом использования системы мониторинга.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТРАНСФОРМАТОРАМ

ГОСТ 11677–85 Трансформаторы силовые. Общие технические условия;

ГОСТ Р 52719–2007 Трансформаторы силовые. Общие технические условия;

ГОСТ Р 53480–2009 Надежность в технике. Термины и определения. – М.: Стандартиформ, 2010;

СТО 56947007–29.180.010.070–2011 Методические указания по определению поверхностного натяжения трансформаторных масел на границе с водой методом отрыва кольца. – ОАО «ФСК ЕЭС», 2011;

СТО 56947007–29.180.01.116–2012 Инструкция по эксплуатации трансформаторов. – ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 2012;

СО 53–34.20.501–2003 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: СПО ОРГРЭС, 2003;

РД 153–34.0–46.302–00 Методические указания по диагностике развивающихся дефектов трансформаторного оборудования по результатам хроматографического анализа газов, растворенных в масле. – М.: АО ВНИИЭ, 2000;

Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России» «Тепловые электрические станции. Методы оценки состояния основного оборудования». – М.: ОАО РАО «ЕЭС России», 2007;

Методические указания по определению оптической мутности трансформаторного масла герметичных вводов 110 кВ и выше силовых трансформаторов и шунтирующих реакторов. – М.: ЗАО «Электрические технологии», 2007;

Методические указания по определению влагосодержания твердой изоляции обмоток силовых трансформаторов (шунтирующих реакторов) по результатам измерения диэлектрических характеристик. – М.: ЗАО «Электрические технологии», 2007;

Методические указания по оценке состояния бумажной изоляции обмоток силовых трансформаторов и шунтирующих реакторов по степени полимеризации. – М.: ЗАО «Электрические технологии», 2007;

Scatigic F., Morchiori C., Botilcho P. Understanding and management of Sulfur corrosion oil. SIGRE – 2008, A2–214.

3. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Согласно ГОСТ 1983–2001 (п. 3.1), антирезонансные трансформаторы напряжения – это трансформаторы, устойчиво работающие при наличии в сети феррорезонансных явлений.

Антирезонансными свойствами обладают все трансформаторы напряжения (ТН) емкостного типа. Электромагнитные ТН 220–500 кВ могут резонировать с емкостями конденсаторов, шунтирующих разрывы выключателей, и с емкостями ошинок энергообъекта. Электромагнитные ТН приобретают антирезонансные свойства в результате применения специальных конструктивных мероприятий.

Эффективность работы электромагнитного антирезонансного ТН зависит не только от его конкретной конструкции, но и от условий применения ТН. Один и тот же трансформатор на одной ПС будет работать безаварийно, а на другой ПС может повредиться, что определяется специфическим сочетанием перечисленных выше емкостей. Завод-изготовитель должен в своем ТУ оговорить условия применения ТН, при которых гарантировано сохранение антирезонансных свойств.

Именно поэтому в ГОСТ 1983 необходимо внести дополнительный раздел 6.15. «Требования к условиям применения антирезонансных трансформаторов напряжения».

НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЙ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ТРАНСФОРМАТОРАМ НАПРЯЖЕНИЯ

ГОСТ 1983-2001 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.

4. ЗАЩИТНЫЕ АППАРАТЫ

Как известно, защита электрооборудования подстанций от набегающих с воздушных линий грозовых волн и коммутационных перенапряжений осуществляется с помощью ограничителей перенапряжения (ОПН) (рис. 4). На сегодня действующими национальными стандартами в области защиты электрооборудования ПС от перенапряжений являются:

- ГОСТ Р 52725–2007;
- ГОСТ Р 53735.5–2009.

ГОСТ Р 52725 разработан с учетом основных нормативных положений стандарта МЭК IEC 60099–4:2004 и является актуальным.

ГОСТ Р 53735.5 является модифицированным стандартом по отношению к МЭК IEC 60099–5:2000. Стандарт МЭК IEC 60099–5:2000 в настоящее время заменен стандартом МЭК IEC 60099–5:2013.

ГОСТ Р 53735.5 содержит рекомендации по выбору вентильных разрядников и ОПН. В настоящее время в РФ вентильные разрядники повсеместно сняты с производства. В эксплуатации вентильные разрядники заменяются на ОПН. В соответствии с [6] (п. 2.3.3.6.) при новом строительстве, реконструкции и техническом перевооружении электросетевых объектов для защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений должны устанавливаться ОПН. Поэтому разделы ГОСТ Р 53735.5, посвященные вентильным разрядникам, их характеристикам и выбору, не соответствуют современному состоянию защиты электрооборудования электрических установок РФ.

Также в разделах ГОСТ Р 53735.5, посвященных выбору ОПН, приведены приближенные формулы по оценке энергии, рассеиваемой ОПН при коммутациях ВЛ, КЛ и кон-

денсаторных батарей, и упрощенный метод расчета защиты от молнии. Как формулы, приведенные в этом разделе, так и упрощенный метод не соответствуют современным требованиям, предъявляемым к выбору основных параметров ОПН. В современных условиях следует выбирать ограничители перенапряжений, использующие программные методы расчета переходных и установившихся процессов для учета схемы конкретной сети, места установки ОПН и реальных грозовых и коммутационных воздействий.

Отсюда следует, что ГОСТ Р 53735.5, как противоречащий применяемой в РФ системе защиты электроустановок 3–750 кВ от перенапряжений, необходимо пересмотреть с учетом рекомендаций стандарта МЭК IEC 60099–5:2013.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗАЩИТНЫМ АППАРАТАМ

ГОСТ 6490–93 Изоляторы линейные подвесные тарельчатые. Общие технические условия;

ГОСТ Р 52725–2007 Ограничители перенапряжений нелинейные для электроустановок переменного тока напряжением от 3 до 750 кВ. Общие технические условия;

ГОСТ Р 53735.5–2009 Разрядники вентильные и ограничители перенапряжений нелинейные для электроустановок переменного тока на напряжение от 3 до 750 кВ. Часть 5. Рекомендации по выбору и применению;

МЭК IEC 60099–4:2004 Разрядники. Часть 4. Металлооксидные разрядники;

МЭК IEC 60099–5:2000 Разрядники. Часть 5. Рекомендации по выбору и применению;

Рис. 4.
ОПН 750 кВ



МЭК IEC 60099–5:2013 Разрядники для защиты от перенапряжений. Часть 5. Рекомендации по выбору и применению;

Положение ОАО «Россети» о Единой технической политике в электросетевом комплексе.

5. ОПОРНЫЕ И ПОДВЕСНЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ

ОПОРНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ И ПОЛИМЕРНЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ

Основными национальными стандартами, определяющими общие нормативно-технические условия и методы испытаний керамических опорных изоляторов, которые в основном и используются в настоящее время в российских сетях на подстанциях, являются ГОСТ Р 52034 и ГОСТ 26093.

ГОСТ Р 52034 включает несколько больший перечень испытаний, чем предусмотрено в стандарте МЭК IEC 60168. В частности, он подразумевает следующие виды испытаний:

- стойкость к воздействию одиночных импульсов;
- испытание на надежность;

- испытание на прочность при транспортировании.

При этом в ГОСТ Р 52034 не учтены некоторые виды испытаний, стандартизированные в МЭК IEC 60168, а именно:

- проверка качества антикоррозионного цинкового покрытия;
- испытание на разрушающую изгибающую силу.

Следует отметить, что ГОСТ Р 52034 не нормирует квалификационные испытания, которые должны проводиться в соответствии с ГОСТ Р 15.201. Отсюда следует, что целесообразно пересмотреть ГОСТ Р 52034 и ГОСТ 26093 с учетом стандартов МЭК 60168 и ГОСТ Р 15.201.

В последние годы керамические опорные изоляторы стали заменяться полимерными (композитными) опорными изоляторами и крышками. Опыт эксплуатации таких изоляторов и крышек, накопленный в России и за рубежом, свидетельствует о высоком уровне их надежности, а также позволяет выявить ряд их существенных преимуществ:

- меньшие затраты при транспортировке и мон-



Рис. 5.
Тарельчатый стеклянный изолятор

- таже;
- лучшие характеристики при эксплуатации в условиях загрязнения;
- взрывобезопасность, что обеспечивает соответствие требованиям экологии.

Для обеспечения надежности полимерных опорных изоляторов зарубежные производители проводят целый комплекс необходимых механических и электрических испытаний в соответствии со стандартами МЭК IEC 62231 и IEC 61462.

Российские производители опорных и полых полимерных изоляторов при производстве и проведении испытаний руководствуются национальным стандартом ГОСТ Р 52082. Однако нормируемые в этом ГОСТе механические испытания станционных опорных полимерных изоляторов (рис. 6) по функциональной оценке состояния изоляторов уступают механическим

испытаниям, нормируемым в стандарте МЭК IEC 62231.

В ГОСТ Р 52082 также отсутствуют длительные испытания по оценке максимальной механической силы на изгиб и кручение, нормируемые в МЭК IEC 62231.

Кроме того, в этом ГОСТе не представлены отдельные испытания полых изоляторов, в частности, на внутреннее давление, которые требуются в соответствии с МЭК IEC 61462.

Для повышения надежности полимерных опорных и полых изоляторов следует включить в ГОСТ отдельные требования, которые приняты в стандартах организации на линейные полимерные изоляторы, а именно:

- электрическая прочность изоляционного тела вдоль и поперек волокон должна быть не менее 4 кВ/мм;
- гидрофобность поверхности защитной оболочки должна быть 1;
- при проведении испытаний на частичные разряды напряженность погасания частичных разрядов должна быть не менее 20 кВ/см.

Таким образом, для полного согласования основных положений ГОСТ Р 52082 со стандартами МЭК IEC 62231 и IEC 61462 целесообразно пересмотреть действующий стандарт ГОСТ Р 52082.

Следует отметить также, что в настоящее время на электротехническом рынке уже появились полимерные опорные изоляторы и покрышки с напряжением до 500 кВ, в то время как ГОСТ Р 52082 нормирует требования к опорным полимерным изоляторам напряжением в диапазоне 6–220 кВ.

В России отсутствует национальный стандарт, нормирующий требования для опорных линейных полимерных изоляторов, используемых в качестве элементов траверс. Целесообразно разработать национальный стандарт на опорные линейные полимерные изоляторы с учетом стандарта МЭК IEC 61952.

ЛИНЕЙНЫЕ ПОДВЕСНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ

Нормативные технические требования и методы испытаний для линейных подвесных полимерных изоляторов описываются в ГОСТ 28856–90.

С небольшими изменениями этот ГОСТ был заново введен в действие в 2002 г. За прошедший период существенно изменилась технология изготовления полимерных изоляторов как в России, так и за рубежом. Изменились также отдельные требования к их качеству и методам испытаний. В свое время эти требования были учтены в МЭК IEC 61109–2008, IEC 62217–2005, IEC 62217–2012. Что касается ГОСТ 28856, то такая работа еще не проделана. Поэтому давно назрела необходимость в пересмотре ГОСТ 28856 с учетом положений МЭК в части отдельных видов испытаний (в первую очередь механических), а также утвержденного национального стандарта ГОСТ Р 55195–2012.

СТЕКЛЯННЫЕ ТАРЕЛЬЧАТЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ

На воздушных линиях в России широко применяются гирлянды изоляторов, составленные из тарельчатых изоляторов из закаленного стекла (рис. 5). Действующие стандарты ГОСТ 27661–88 (издание 2005) и ГОСТ 6490–93 нормируют необходимые технические требования и методы испытаний. Однако за истекшие годы изменилась номенклатура выпускаемых изоляторов – отдельные типы изоляторов

сняты с производства, и в то же время появились новые типы изоляторов. В связи с этим целесообразно скорректировать стандарты ГОСТ 27661 и ГОСТ 6490–93 в соответствии с требованиями времени.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОПОРНЫМ И ПОДВЕСНЫМ ИЗОЛЯТОРАМ

ГОСТ Р 15.201–2000 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство;

ГОСТ 26093–84 (2005) Изоляторы керамические. Методы испытаний;

ГОСТ 27661–88 (2005) Изоляторы линейные подвесные тарельчатые. Типы, параметры и размеры;

ГОСТ 28856–90 Изоляторы линейные подвесные стержневые полимерные. Общие технические условия;

ГОСТ Р 52034–2008 Изоляторы керамические опорные на напряжение свыше 1000 В. Общие технические условия;

ГОСТ Р 52082–2003 Изоляторы полимерные опорные наружной установки на напряжение 6–220 кВ. Общие технические условия;

ГОСТ Р 55195–2012 Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции;

МЭК IEC 60168–2001 Tests on indoor and outdoor post insulators of ceramic material or glass for systems with nominal voltages greater than 1000 V (Изоляторы опорные из керамических материалов или стекла для аппаратов с номинальным напряжением свыше 1000 В,

предназначенные для установки вне и внутри помещений. Испытания);

МЭК IEC 62231–2006 Composite station post insulators for substations with a.c. voltages greater, then 1000 V up to 245 kV – Definitions, test methods and acceptance criteria (Станционные опорные композитные изоляторы для ПС напряжением от 1000 В до 245 кВ);

МЭК IEC 61462–2007 Composite hollow insulators – Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1000 V – Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations (Композитные полые изоляторы. Изоляторы, работающие под давлением и без давления для использования в электроустановках напряжением выше 1000 В);

МЭК IEC 61952 Insulators for overhead lines – Composite line post insulators for alternative current with nominal voltage >1000 V (Изоляторы для ВЛ. Композитные линейные опорные изоляторы для линий переменного тока напряжением свыше 1000 В);

МЭК IEC 61109–2008 Insulators for overhead lines – Composite suspension and tension insulators for a.c. systems with a nominal voltage greater, then 1000 V – Definitions, test methods and acceptance criteria (Изоляторы композитные для воздушных линий электропередачи. Комбинированные подвесные и натяжные изоляторы для систем переменного тока с номинальным напряжением больше 1000 В. Определения, методы испытаний и критерии приемки);

МЭК IEC 62217–2005 Polymeric insulators for indoor and outdoor use with nominal voltage greater than 1000 V – General definitions, test methods and acceptance criteria (Изоляторы полимерные высоко-



Рис. 6.
Станционный опорный полимерный изолятор 500 кВ

вольтные для внутренней и наружной установки. Общие определения, методы испытаний и критерии приемки);

МЭК IEC 62217–2012 Polymeric insulators for indoor and outdoor use with nominal voltage greater than 1000 V – General definitions, test methods and acceptance criteria (Изоляторы полимерные высоковольтные для внутренней и наружной установки. Общие определения, методы испытаний и критерии приемки).

6. НЕИЗОЛИРОВАННЫЕ ПРОВОДА ДЛЯ ВЛ

В Российской Федерации требования к неизолированным проводам для ВЛ устанавливаются ГОСТ 839. Этот ГОСТ распространяется на неизолированные провода традиционной конструкции – медные, алюминиевые, сталеалюминиевые и из алюминиевых сплавов. В со-

Рис. 7.
Провод с композитным сердечником типа АССС



ответствии с ГОСТ 839 длительно допустимая температура эксплуатации проводов не должна превышать 90 °С.

В настоящее время в РФ и за рубежом разрабатываются и производятся провода нового поколения, конструкцией отличающиеся от проводов, выпускаемых по ГОСТ 839. Эти провода обладают улучшенными механическими, электрическими и эксплуатационными характеристиками.

Токопроводящая часть проводов нового поколения может быть выполнена из нескольких слоев проволок круглой формы с применением технологии компактизации посредством пластического обжатия повивов, либо используются профилированные проволоки. Обе технологии обеспечивают высокий коэффициент заполнения токопроводящей части, благодаря чему компактированные провода в сравнении с проводами традиционной конструкции, при идентичных диаметрах, имеют большую площадь сечения токопроводящей части либо имеют существенно меньший диаметр и более гладкую поверхность при одинаковом сече-

нии токопроводящей части. В проводах, относящихся к категории термостойких, в качестве материала токопроводящей части используются обычно термостойкие алюминиевые сплавы, в частности TAL, ZTAL и др., что в зависимости от типа сплава допускает длительную эксплуатацию проводов при температурах 150 °С и более, в отличие от сталеалюминиевых проводов традиционной конструкции. Это обеспечивает возможность длительной работы в режимах с повышенными токовыми нагрузками.

В качестве сердечников в проводах нового поколения применяются стальные оцинкованные или плакированные алюминием проволоки, проволоки из различных сплавов на основе стали, композитные материалы (рис. 7). Сердечник из композитных материалов может представлять собой монолитный стержень круглого сечения или скрученные в прядь элементарные стержни, выполненные из композитного многокомпонентного материала, состоящего из матрицы (полимерной, металлической, углеродной и др.) и армирующих элементов (углеродное волокно, базальтовое волокно,

стекловолокно, нитевидные кристаллы, тонкодисперсные частицы и др.), обеспечивающих необходимую механическую прочность.

В РФ провода нового поколения применяются как на ВЛ в целом, так и на отдельных участках ВЛ. Приемка проводов нового поколения осуществляется по ТУ производителя, так как в настоящий момент в нашей стране отсутствует нормативно-технический документ, устанавливающий технические требования к проводам такого типа.

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27 декабря 2002 г. стандартизация – это деятельность по установлению правил и характеристик в целях их многократного использования, направленной на достижение упорядоченности в сферах производства, обращения и повышения конкурентоспособности продукции. В связи с этим, по нашему мнению (как и по мнению многих представителей электротехнической отрасли РФ), в настоящий момент назрела необходимость в разработке национального стандарта, содержащего общие

технические требования к проводам нового поколения. Такой стандарт установит требования к конструктивным, электрическим, теплофизическим и механическим параметрам неизолированных проводов нового поколения для воздушных линий электропередачи.

В настоящий момент ООО «НПК «Сим Росс» по заказу ОАО «ФСК ЕЭС» разработало проект стандарта организации СТО ОАО «ФСК ЕЭС» «Провода неизолированные круглые из профилированных проволок. Провода неизолированные нормальной конструкции с сердечником из композитных материалов. Технические требования». Однако в этом проекте СТО отсутствуют конструкции проводов целого ряда производителей.

Помимо этого, на текущий момент в РФ нет единого нормативного документа (ГОСТ Р), который бы регламентировал проведение всех необходимых испытаний при приеме неизолированных проводов. При проведении испытаний, как правило, в большинстве случаев ориентируются на рекомендации зарубежных нормативных документов, таких как IEC 62004, ASTM E831, IEC 61395, IEC 60794-4-1, IEEE 1138-2009 и др. Считаю целесообразным разработать национальный стандарт, содержащий методы испытаний, который бы четко регламентировал перечень проводимых испытаний и методы испытаний неизолированных проводов (механические, электрические, тепловые, ресурсные и др.), в том числе для проводов нового поколения.

Таким образом, в соответствии с п. 7 ГОСТ 1.5 целесообразна разработка:

– национального стандарта на неизолированные провода нового поколения для ВЛ, содержащего общие технические требования;

– национального стандарта на неизолированные провода для ВЛ, содержащего методы испытаний.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НЕИЗОЛИРОВАННЫМ ПРОВОДАМ ДЛЯ ВЛ

ГОСТ 839-80 Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия (с изменениями № 1, 2, утвержденными в июне 1988 г., июне 1990 г. (ИУС 10-88, 9-90));

ASTM E831-12 Standard Test Method for Linear Thermal Expansion of Solid Materials by Thermo mechanical Analysis (Стандартный метод испытаний по определению теплового линейного расширения твердых материалов путем термомеханического анализа);

МЭК IEC 60794-4-1:1999 Optical Fibre Cables. Part 4-1. Aerial optical cables for high voltage power lines (Кабели волоконно-оптические. Часть 4-1. Воздушные оптические кабели для высоковольтных линий электропередачи);

МЭК IEC 61395:1998 Overhead electrical conductors – Creep test procedures for stranded conductors (Провода электрические для воздушных линий электропередачи. Методики испытания скрученных проводов на ползучесть);

МЭК IEC 62004:2007 Thermal-resistant aluminum alloy wire for overhead line conductor (Проволока из термостойкого алюминиевого сплава для воздушных линий электропередачи);

IEEE 1138-2009 IEEE Standard for Testing and Performance for Optical Ground Wire (OPGW) for Use on Electric Utility Power Lines.

VII международный салон КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ 2014

Москва,
Всероссийский
выставочный центр,
павильоны № 75 и № 69

20 - 23 мая

Тематические разделы

