УДК 621.315.62.001.4:006.354 Группа Е30

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Оценка эксплуатационных характеристик, механизма старения и методы диагностики

Electrical insulation systems.
Evaluation of performances, ageing mechanism and diagnostic procedures

ГОСТ 27905.2—88
(МЭК 791—84, МЭК 610—78)

ОКСТУ 3402

Срок действия с 01.01.90 до 01.01.2000

Настоящий стандарт устанавливает общие положения для разработки методов оценки систем изоляции электрооборудования на основе опыта эксплуатации и функциональных испытаний.

Стандарт содержит описание механизма старения систем изоляции электрооборудования и методов, с помощью которых определяется соответствие механизмов старения функциональных испытаний и эксплуатации реально действующих систем. Указаны также методы диагностики для использования в функциональных испытаниях.

1. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ДАННЫХ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ИЗОЛЯЦИИ

1.1. Методы должны быть основаны на опыте эксплуатации или результатах функциональных испытаний и указывать:

а) на способы использования данных опыта эксплуатации для оценки проверенных в эксплуатации систем изоляции;

б) на возможность использования проверенных в эксплуатации и оцененных систем изоляции для сравнительных оценочных функциональных испытаний с новыми системами изоляции;

в) на выполнение функциональных испытаний для получения данных, необходимых для оценки систем изоляции;

г) на возможность интерпретировать результаты функциональных испытаний при оценке систем изоляции.

1.2. При выборе соответствующей методики оценки по сбору данных опыта эксплуатации и выборе эталонной системы для сравнительных функциональных испытаний могут использоваться следующие категории оборудования:

а) длительный срок службы, крупное оборудование:

gost.e-ecolog.ru

несколько единиц, все или большинство используют для определения опыта эксплуатации;

б) длительный срок службы, некрупное оборудование:

обычно, но не всегда, много единиц, незначительная информация о данных потребителя; для определения опыта эксплуатации можно использовать статистический отбор;

в) короткий срок службы, крупное оборудование:

несколько единиц, обычно все используются для определения опыта эксплуатации;

г) короткий срок службы, некрупное оборудование:

обычно, но не всегда, очень много единиц, незначительная или отсутствие информации о данных у потребителя; оценку можно проводить на основе статистически достаточного количества образцов, находившихся в нормальных условиях эксплуатации.

1.3. При отсутствии классификации фактических условий эксплуатации следует использовать рекомендации ГОСТ 27905.1—88.

1.4. Эксплуатационные характеристики, полученные непосредственно из практики, обычно не совпадают с «ожидаемыми эксплуатационными характеристиками» или «установленными эксплуатационными характеристиками», указанными в ГОСТ 27905.1—88.

Фактические характеристики имеют абсолютное значение; они являются реальными показателями срока службы системы изоляции, такими, как время выхода из строя, время достижения неэкономического возрастания отказов, срок безотказной службы и т. д. (см. п. 2.4).

1.5. По опыту условия эксплуатации классифицируются на «нормальные» и «ненормальные».

«Ненормальными» обычно являются условия, когда опыт эксплуатации плохо документирован, и случаи с плохими условиями эксплуатации. Можно ограничиться рассмотрением только «нормальных» условий эксплуатации, а по всем другим вопросам отправлять потребителя к производителю.

Данные опыта эксплуатации должны содержать все соответствующие условия эксплуатации, в которых работает система изоляции. Перед тем, как количественно обработать данные опыта эксплуатации, необходимо ограничивать сбор данных лишь похожими системами, выполняющими достаточно схожие функции.

В большинстве практических случаев невозможно представить точные числовые данные. В таких случаях лучше использовать всю доступную информацию об опыте эксплуатации, дающую объективную оценку возможностей и недостатков систем.

1.6. Для установления свойств проверяемой системы изоляции следует, по возможности, собрать следующую информацию:

1) Вид разрушения, наблюдаемый при эксплуатации, и, если возможно, характер отказов (трекинг в кабелях, пробой на землю в трансформаторах и т. д.).

2) Эксплуатационные нагрузки на систему изоляции:

а) *конструкция системы*

Фактическое электрическое напряжение, механические (вибрация и эффекты термического расширения) и другие нагрузки на систему изоляции, определенные конструкцией;

б) *нагрузка*

Фактическая средняя нагрузка, прикладываемая во время срока службы системы изоляции, указывает на то, работает ли система при конструктивно заложенной нагрузке;

в) *режим*

Включает в себя циклы нагрузки и простоя;

г) *неустановившиеся режимы*

Фактические переходные режимы могут оказывать значительное воздействие на старение изоляции. Например, неожиданные короткие замыкания вблизи оборудования, несогласованное по фазе включение могут вызвать сильную механическую нагрузку на систему изоляции.

На срок службы также могут оказывать влияние возникающие при эксплуатации перенапряжения;

д) *окружающая среда*

Следует учитывать реальную окружающую среду, в которой работает система изоляции.

3) Уход за системами изоляции на протяжении срока службы. Система изоляции может подвергаться изменениям в виде замены, перестановки и добавления компонентов. Учитывая опыт эксплуатации, важно знать о таких изменениях и их значительности.

4) Транспортировка, хранение и установка.

5) Эксплуатационные характеристики на основе опыта эксплуатации (см. п. 2.4).

2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

2.1. Данные функциональных испытаний получают на основе методов, указанных в ГОСТ 10518—88 и ГОСТ 27905.4—88.

Надежность установленных эксплуатационных характеристик систем изоляции зависит от правильности и точности моделирования условий эксплуатации в методиках испытания.

Значения эксплуатационных характеристик функциональных испытаний даются в соответствии с требованиями п. 2.5.

2.2. Основной целью установления подтвержденных эксплуатационных характеристик системы изоляции на основе опыта эксплуатации является возможное их использование в качестве эталонных при сравнительной оценке с другой системой изоляции.

На каждый тип оборудования должны быть установлены правила определения эксплуатационных характеристик систем изоляции.

Устанавливая такие правила, необходимо учитывать последствия ухода за изоляцией, особенно для оборудования с длительным сроком службы. Опыт эксплуатации может быть отражен различными способами (выход из строя, снижение эксплуатационных характеристик, надежность и т. д.). Если опыт эксплуатации выражен через надежность, изменение частоты выхода из строя может дать много информации. Такая информация позволяет рассматривать в качестве критерия конечной точки экономическую работоспособность.

2.3. Для оценки общих возможностей системы изоляции необходимо оценить эксплуатационные характеристики системы при воздействии факторов старения в соответствии с требованиями п. 2.6. В настоящее время отсутствует общепринятая методика, позволяющая объединить различные функциональные испытания отдельных групп испытуемых объектов в общую оценку возможностей системы изоляции.

В соответствующих случаях, когда сравнительные функциональные испытания могут дать полезную информацию об эксплуатационных характеристиках новой системы изоляции, важно помнить, что решающим критерием при сравнении систем изоляции являются их относительные эксплуатационные характеристики. При этом необходимо периодически оценивать эксплуатационные характеристики систем изоляции, которые были приняты в результате сравнительных функциональных испытаний. Такая оценка поможет определить, действует ли методика, как планировалась, и явится ли руководством для соответствующих изменений.

2.4. Для каждого типа оборудования должны быть установлены правила аттестации систем изоляции, имеющих эксплуатационную характеристику, подтвержденную при работе в реальных условиях

Данные эксплуатационных характеристик должны быть подтверждены на соответствие, после чего их можно статистически обработать как самосогласующуюся группу. В некоторых случаях выход из строя не является отражением последствий ухудшения работоспособности, связанной с нормальной эксплуатацией, а связан с производственным браком, повреждениями при транспортировке, плохим хранением и другими неблагоприятными условиями, например, такими, как выход из строя других компонентов. Возможно, что для таких видов отказов потребуется специальная обработка и их не нужно будет включать в протокол опыта эксплуатации, используемый для получения результативных статистических данных. Кроме того, термин «отказ» (выход из строя) может означать явление, отличное от фактического пробоя изоляции.

2.5. Существует три типичные группы значений эксплуатационных характеристик; большая часть характеристик принадлежит группе б):

а) все значения характеристик получены на основании протоколов отказов при эксплуатации, принятых за критерии конечной точки;

б) значения частично получены на основании статистики отказов и частично из «опыта эксплуатации без отказов»;

в) все значения характеристик получены на основании «опыта эксплуатации без отказов».

Примеры данных из опыта эксплуатации

1) Время службы отдельных частей оборудования при определенных условиях.

2) Количество частей оборудования, работающих при конкретном применении.

3) Описания эталонной системы изоляции с данными опыта эксплуатации, использованными изготовителем оборудования.

Если имеются данные о выходах из строя (или работе без отказов), желательно посредством методов статистического анализа квалифицировать систему изоляции для конкретного применения или установить эксплуатационную характеристику эталонной системы. Эти эксплуатационные характеристики могут быть даны как среднее время до первого отказа, среднее время до медианного отказа, средее время между отказами и т. д. Такая информация позволит проводить сравнение на ранних периодах эксплуатации системы. В настоящее время разрабатываются методики с использованием статистики Базена, предназначенные для оценки параметров выхода из строя, которые, возможно, следует рассмотреть в случае применимости таких методик.

2.6. Результаты ускоренных испытаний на старение полезны при сравнении поведения двух систем в условиях испытания, однако необходимо с осторожностью относиться к анализу и интерпретации данных результатов при использовании их в качестве критерия фактических эксплуатационных характеристик. Это в принципе представляет собой проблему экстраполяции с допустимой надежностью.

Оценка, касающаяся кодирования систем изоляции по ГОСТ 27905.1—88 с количественно определенными пределами планируемых характеристик, требует подробных правил оценки. Обычно для оценки надежности требуются статистические методики.

С другой стороны, оценка, связанная с формулировкой «по крайней мере не хуже», возможна на основании свидетельства, что для испытуемой системы соотношение между нагрузкой и временем достижения конечной точки совпадает или лучше, чем соответствующий показатель эталонной системы во всем диапазоне испытательных нагрузок.

Однако необходима достаточная уверенность, что соответствующие кривые не пересекаются в области испытательных и эксплуатационных нагрузок.

Как указано в ГОСТ 27905.1—88, желательно иметь возможность проводить оценки в абсолютных значениях. Тем не менее, по существу это не представляется возможным в настоящее время. При настоящем уровне развития технологии электрической изоляции можно проводить только сравнительные оценки. Проблему абсолютных оценок легче решить для небольшого по размеру оборудования с коротким сроком службы и очень трудно для крупного оборудования с длительным сроком службы, где необходимо использовать модели и ускоренные испытания.

При оценке соотношения между нагрузкой и временем достижения конечной точки необходимо отмечать, что значения времени в испытательном диапазоне или экстраполированные величины необязательно отражают эксплуатационный срок службы оборудования в абсолютных значениях.

3. МЕХАНИЗМЫ СТАРЕНИЯ И ИХ ПРОВЕРКА

3.1. Проверка механизмов старения, связанных с эксплуатацией

Решить данную проблему можно при помощи:

1) оценки самой изоляционной системы;

2) измерений, относящихся к нагрузкам, вызывающим старение;

3) проверок, связанных с оценкой результатов испытаний.

Измерения образцов, а также полученные в результате этого продукты разложения контролируются при помощи соответствующих диагностических методов. Эти методы выбирают (см. таблицу), исходя из знания или предположения относительно физических и химических процессов, вызванных старением.

Такие изменения могут оказывать влияние на:

структуру изоляции;

ее электрические свойства;

ее механические свойства;

ее химический состав и выделение ее составляющих и продуктов разложения;

ее внешний вид или оптические свойства и т. д.

Следует провести проверку соответствия нагрузок, действующих на испытуемый образец, условиям эксплуатации. Это относится ко всем видам старящих факторов, используемых во время оценочных испытаний (термических, электрических, на устойчивость к действию окружающей среды, механических), и ко всем вариантам приложения факторов, т. е. вне зависимости от того, воздействует ли на образцы какой-нибудь один фактор или несколько, прикладываемые последовательно или в сочетании друг с другом.

Из результатов испытаний можно получить полезную информацию, касающуюся механизмов старения. При этом необходимо:

проанализировать зависимость между нагрузкой и временем приложения нагрузки;

проконтролировать распределение времени до конечной точки в партии образцов;

сравнить расположения мест пробоя при различных уровнях нагрузок и определить, происходит ли это под действием старящих нагрузок или при приложении диагностического фактора.

3.2. Исследования на самих системах изоляции

3.2.1. *Физические исследования*

Во время старения определение того или иного физического состояния или свойства и сравнение результатов, полученных при различных уровнях нагрузки и за различное время, может дать соответствующую информацию, касающуюся процесса старения.

Такими свойствами бывают, в основном, электрические или механические, а также касающиеся внутренней структуры испытуемого образца. Например, можно определить структурные изменения при контроле изменения эластичности, твердости и т. д. Для определения изменений в структуре изоляционной системы может быть использована интенсивность частичных разрядов.

Когда проводится электрическое старение, в частности, при повышенной частоте, желательно определять диэлектрические потери как функцию от частоты при испытательных температурах во избежание ненормально высокого нагревания во время испытаний на старение. В некоторых случаях диэлектрический нагрев может привести к термической нестабильности, и процесс старения не будет соответствовать процессам в рабочих условиях. Такое явление может возникнуть даже при рабочей частоте, обычно при высокой температуре. Поэтому может потребоваться регулирование частоты поля или введение контроля температуры.

3.2.2. *Химические исследования*

Химический анализ испытуемых образцов не является таким общепринятым техническим методом, как физические исследования, но в некоторых случаях он может дать ценную информацию, касающуюся процесса старения. Например, скорость нарастания кислотности и изменения продуктов деструкции может быть тесно связана с процессом старения. Это относится к системам изоляции, включающим в себя жидкий или газообразный (например, SF_6) диэлектрик. Наблюдение за поглощением антиокислителей позволяет проводить сравнение старения при различных уровнях нагрузки. Растворимость некоторых образцов может дать информацию о процессе старения.

Следует принимать во внимание скорость диффузии между соседними компонентами изоляционной системы и между ними и ок-

ружающей средой. Электроизоляционный газ может быть загрязнен соединениями, выделяющимися из других компонентов изоляционной системы или из резервуара.

3.2.3. *Физико-химические исследования*

Можно использовать несколько методов. Некоторые примеры даны ниже.

В анализе газообразных продуктов деструкции во время старения самым распространенным методом исследования является газовая хроматография, возможно, в сочетании с масс-спектроскопией. Среди газообразных продуктов разложения, образующихся из органических материалов, можно обнаружить водород, окиси углерода и легкие углеводороды. Продукты разложения в большинстве случаев не зависят от типа нагрузки; исключением являются механические нагрузки, которые обычно не генерируют газы. Вид продуктов разложения является показателем энергии, рассеиваемой на молекулярном уровне под действием приложенной нагрузки.

Наличие определенных продуктов деградации или их отсутствие указывает на изменение процесса старения. В частности, по мере повышения нагрузки на молекулярном уровне продукты деградации становятся более ненасыщенными (например, ацетилен, пропилен и др.). На некоторых уровнях нагрузки могут появляться совершенно новые ненасыщенные продукты, а отношение ненасыщенных продуктов к насыщенным может возрастать на более высоких уровнях нагрузок.

Старение может также отразиться в изменении степени кристалличности полимера.

Инфракрасная спектрофотометрия может выявить образование новых структурных групп в изоляционных материалах.

Методы термического анализа, например, дифференциальный термический анализ (ДТА) или дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), выявляют изменения температуры, при которой происходят физические превращения, что может указывать на старение.

Для выявления изменений в микроструктуре полимерной изоляции применяют оптическую микроскопию.

Для изучения поверхностной структуры и ее изменения в результате старения применяют сканирующую электронную микроскопию.

Показателем старения могут быть другие изменения, например, степень полимеризации или изменения массы.

3.3. Измерения, связанные с факторами, вызывающими старение

Замечания, содержащиеся в ГОСТ 27905.1—88, касаются прежде всего одиночных факторов старения. При одновременном приложении более чем одного фактора, даже если усилен лишь один фактор, возникают дополнительные сложности.

3.3.1. *Тепловое старение*

Когда тепловые нагрузки являются основным фактором старения, метод нагревания должен обеспечивать соответствующее распределение температуры внутри образца. Следует принимать во внимание требование ГОСТ 27905.1—88, где говорится о температурных градиентах.

Температурные градиенты, на которые может влиять диэлектрический нагрев, влияют на диффузию. Эти эффекты следует учитывать при проведении испытания, причем может потребоваться охлаждение испытуемого образца.

Намеченное распределение температуры в испытуемом образце должно быть проверено.

Обычно образцы подвергают старению в термостате с равномерным распределением температуры. Корреляция этой температуры старения с ожидаемым распределением рабочих температур может иметь большое значение.

3.3.2. *Электрическое старение*

Имеются различные методы измерения электрического старения состояния испытуемого образца. Хорошим методом диагностики является запись амплитуды и распределения во времени частичных разрядов. Сравнение таких распределений при испытательном и рабочем уровнях электрической нагрузки обеспечивает проверку обоснованности интенсификации как по уровню, так и по частоте. Если выше определенного уровня напряжения возникают частичные разряды с амплитудами значительно выше, чем при эксплуатации, то обоснованность этих результатов испытаний необходимо тщательно рассмотреть.

Повышение напряжения имеет разные последствия в различных условиях. В небольших пустотах — полостях амплитуда импульсов частичных разрядов и подверженная воздействию площадь изменяться не будут, но количество импульсов за единицу времени изменяется ступенчатым образом. В пустотах — полостях постоянной толщины размеры импульса могут не иметь больших изменений до определенного уровня напряжения, но геометрическое распределение точек импульса будет изменяться.

Края плоской, тонкой полости могут быть сильнее подвержены разрядам, чем внутренняя часть. В полостях неправильной формы разные участки подвержены воздействию при различных напряжениях. Кроме того, отдельные разряды могут меняться по своему характеру при повышении вторичных тангенциальных разрядов.

Диэлектрические потери как функция от напряжения, максимальный разряд за каждый цикл, показатели анализатора диэлектрических потерь и квадратичная скорость обнаруживаемых зарядов являются параметрами, позволяющими проводить общую оценку интенсивности частичных разрядов.

Известно, что в некоторых случаях частичные разряды с небольшой амплитудой могут сильно влиять на разрушение материалов, сравнимое с действием больших разрядов в зависимости от той среды, в которой они происходят.

В настоящее время измерения частичных разрядов еще нельзя сопоставить с явлением трекинга.

Электрическое разрушение связано с уровнем температуры и влажности. Такое разрушение отмечалось и при переменном токе.

3.3.3. *Старение под действием окружающей среды*

Следует отметить, что во многих типах оборудования газы и/или жидкости являются частью электроизоляционной системы.

Необходимо соблюдать осторожность, чтобы не дать продуктам деградации, включая воду, собираться на испытуемых объектах или вокруг них в количестве, значительно превышающем возможное в условиях эксплуатации.

Если система изоляции рассчитана на использование в определенной среде (газ или жидкость), то окружающая среда должна приниматься во внимание во время проведения испытаний. Изменения окружающей среды часто создают изменения в механизме деградации, и таких изменений следует избегать. Например, изменение газовой среды может влиять как на интенсивность, так и на механизм химической деградации от частичных разрядов.

3.3.4. *Механическое старение*

При механическом старении, когда приложена вибрация, следует проверить, чтобы распределение нагрузки было достаточно характерным и чтобы не возникали резонансы, если в этом не будет явной потребности.

При наличии переходных термо-механических нагрузок следует рассматривать не только скорость изменения приложенной температуры, но и скорость распространения тепловой волны внутри образца.

Необходимо следить, не вызывает ли ускорение тепловых или механических испытаний взаимное перемещение компонентов испытуемого объекта, как это бывает в процессе эксплуатации.

3.4. Оценка результатов испытаний

3.4.1. *Зависимость между нагрузкой и временем*

Если результаты испытания на различных уровнях нагрузки оцениваются с целью получения кривой «жизни», то ее отклонение от формы, ожидаемой на основе теории механизма старения, если таковая существует, или на основе предшествующего положительного опыта, предполагает изменение механизма старения.

Видимое изменение наклона кривой при более высоких уровнях нагрузки четко указывает на изменение механизма старения. Когда наклон кривой сильно меняется при повышенных уровнях нагрузки, результаты на этих уровнях не должны учитываться при окончательной оценке электроизоляционной системы.

3.4.2. *Статистическое распределение*

Может случиться так, что распределение отдельных промежутков времени до пробоя в пределах всей партии может быть интерпретировано как принадлежащее к двум или большему количеству различных распределений. В таких случаях подозреваемые образцы должны быть изучены с целью выявления возможных дефектов. Если физические различия между образцами обнаружить не удается, то вся партия должна быть изучена целиком. Это может повлиять на решение, связанное с соответствующим типом статистического анализа, который должен быть использован.

Условием для аннулирования результатов испытания является обнаружение различных отклонений от нормы в образце, т. е. целью оценки является определение характеристик хорошей изоляции.

3.4.3. *Расположение пробоев*

Изучение образцов после испытания может дать соответствующую информацию. Если окончание «жизни» заключается в видимом ослаблении или пробое испытуемого образца, то его расположение может свидетельствовать об изменениях в процессе старения. Иногда можно сделать заключение в отношении электрической прочности образца, если известно расположение точек пробоя по отношению к геометрическому распределению нагрузок, вызывающих старение.

Пробой может произойти или под влиянием старящей нагрузки, или во время приложения диагностической нагрузки. Такое изучение с целью обнаружения дефектов осуществляется главным образом тогда, когда пробой происходит под действием механической или электрической нагрузки.

Пример. Если при более высоком уровне напряжения во время испытаний на длительную электрическую прочность большинство пробоев происходит на краях электрода, а распределение точек пробоя при более низких нагрузках произвольное, то это может указывать на изменение механизма старения. Однако не обязательно считать, что любой из этих типов пробоя является характерным для пробоев, которые встречаются в процессе эксплуатации.

4. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕДУРЫ

Все методы оценки состояния образцов, а также выявления механизмов старения должны обладать низким эффектом старения по сравнению со старением во время испытания. Диагностические процедуры по контролю свойств изоляционных систем во время работы или при проведении испытаний на старение можно разделить на следующие:

не деструктивные;

с вероятностью деструкции;

деструктивные.

При проведении не деструктивных испытаний нагрузка оказывает ничтожное воздействие на старение.

Испытания с вероятностью деструкции — это такие испытания, которые обладают низким воздействием на старение, если использовать их как кратковременные испытания для периодического применения. Если какая-то нагрузка возможно деструктивного характера используется для непрерывного контролирования старения, то она должна показывать, что ее влияние на старение ничтожно по сравнению со старением под действием других факторов.

Деструктивные диагностические процедуры должны использоваться как критерий конечной точки или как средство определения того, как изменяются характеристики материала, такие, как электрическая или механическая прочность, в зависимости от времени старения.

Если результаты деструктивных испытаний должны использоваться для статистической оценки, то испытанию должно быть подвержено достаточное количество образцов.

Перечень некоторых возможных диагностических процедур представлен в таблице.

Тип испытания	Обозначение стандарта	Диагностическая процедура		
		не деструктивные	с вероятностью деструкции	деструктивные
1. **Электрические**				
1.1. Сопротивление изоляции	ГОСТ 6433.2—71	X	—	—
1.2. Диэлектрическая поляризация и ток деполяризации как функция времени	—	X	—	—
1.3. Диэлектрическая проницаемость	ГОСТ 6433.4—71	X	—	—
1.4. Диэлектрические потери и их изменение с нагрузкой и/или частотой	ГОСТ 6433.4—71	X	—	—
1.5. Поверхностное удельное сопротивление	ГОСТ 6433.2—71	X	—	—
1.6. Частичные разряды: напряжение начала и затухания, амплитуда, количество и другие характеристики	ГОСТ 20074—83	X	—	—
1.7. Диэлектрические свойства как функция от температуры (см. пп. 1.1—1.6) таблицы	ГОСТ 6433.2—71	X	—	—
1.8. Трекингостойкость	ГОСТ 27473—87	—	X	X
1.9. Проверочные испытания				
1.9.1. Постоянное напряжение	ГОСТ 6433.3—71	—	X	—

Продолжение

Тип испытания	Обозначение стандарта	Диагностическая процедура		
		не деструктивные	с вероятностью деструкции	деструктивные
1.9.2 Переменное напряжение	ГОСТ 6433.3—71	—	X	—
1.9.3. Импульсное напряжение	—	—	X	—
1.10. Проверочные испытания с перенапряжением (независимо от типа рабочего напряжения)	—	—	—	—
1.10.1 Постоянное напряжение	—	—	X	—
1.10.2. Очень низкая частота (0,1 Гц)	—	—	X	—
1.10.3 Переменное напряжение (50/60 Гц и более высокие испытательные частоты)	—	—	X	—
1.10.4 Испытание полуволной	—	—	X	—
1.10.5. Импульсные испытания	—	—	X	—
1.10.6 Высокочастотные испытания с затухающими колебаниями	—	—	X	—
1.11. Испытание с перенапряжением (повышение напряжения и выдерживание его на одном уровне до пробоя)	—	—	—	X
2. Физико-механические				
2.1. Твердость	ГОСТ 24621—81 ГОСТ 24622—81	X	—	—
2.2. Эластичность	—	X	—	—
2.3. Жесткость	ГОСТ 25922—80	X	—	—
2.4. Растягивающее напряжение	ГОСТ 11262—80	—	X	X
2.5. Изгиб	ГОСТ 4651—82	—	X	X
2.6. Кручение	—	—	X	X
2.7. Удлинение	ГОСТ 11262—80	—	X	X
2.8. Сжатие	ГОСТ 4651—82	—	X	X
2.9. Вибрация	—	—	X	X
2.10. Удар	ГОСТ 19109—84	—	X	X
2.11. Резонансная частота и декремент затухания	—	X	—	—
2.12. Адгезионная прочность	—	—	—	X
2.13. Определение внутренних напряжений	—	—	—	X
2.14. Потери массы	—	X	—	—

Продолжение

Тип испытания	Обозначение стандарта	Диагностическая процедура		
		не деструктивные	с вероятностью деструкции	деструктивные
3. **Химические**				
3.1. Анализ продуктов разложения	—			
3.1.1. Газовая хроматография	—	X	—	—
3.1.2. Масс-спектрометрия	—	X	—	—
3.2. Анализ компонентов системы				
3.2.1. Инфракрасная спектрофотометрия	—	X	—	—
3.2.2. Диффракция рентгеновских лучей	—	X	—	—
3.3. Влияние окружающей среды (влажность, пыль и т. д.)	—	—	X	—
4. **Визуальный осмотр**				
4.1. Оценка цвета и цветовых изменений	—	X	—	—
4.2. Состояние поверхности (гладкая или шероховатая)	—	X	—	—
4.3. Следы масла, влаги или другие загрязнения	—	X	—	—
4.4. Расположение и внешний вид пробоев	—	X	—	—
4.5. Размеры	—	X	—	—
4.6. Препарирование	—	—	X	—
4.7. Макроскопические исследования	—	—	X	—
4.8. Микроскопические исследования	—	—	X	—

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН** Министерством электротехнической промышленности СССР

ИСПОЛНИТЕЛИ

А. В. Хвальковский, канд. техн. наук; **Е. И. Ярошеня**, канд. техн. наук; **В. П. Вайсфельд**

2. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 25.11.88 № 3842 международный стандарт МЭК 791—84 «Оценка эксплуатационных характеристик систем изоляции на основе данных опыта эксплуатации и результатов функциональных испытаний» и стандарт МЭК 610—78 «Основные аспекты функциональной оценки систем изоляции электрооборудования: механизм старения и методы диагностики» введены в действие непосредственно в качестве государственного стандарта СССР с 01.01.90

3. **ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

4. **ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Пункт, в котором приведена ссылка	Обозначение стандарта МЭК	Обозначение государственного стандарта
4	—	ГОСТ 4651—82
4	—	ГОСТ 6433.2—71
4	—	ГОСТ 6433.3—71
4	—	ГОСТ 6433.4—71
2.1	МЭК 611—78	ГОСТ 10518—88
4	—	ГОСТ 11262—80
4	—	ГОСТ 19109—84
4	—	ГОСТ 20074—83
4	—	ГОСТ 24621—81
4	—	ГОСТ 24622—81
4	—	ГОСТ 24473—87
4	—	ГОСТ 25922—80
4	—	ГОСТ 27473—87
1.3; 1.4; 2.6; 3.3; 3.3.1	МЭК 505—75	ГОСТ 27905.1—88
2.1	МЭК 727—82, п. 3.3.4.2	ГОСТ 27905.4—88

gost.e-ecolog.ru