[Elec.ru](https://www.elec.ru/) Электротехническая библиотека Elec.ru



**Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т**

**С О Ю З А С С Р**

**СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ИЗОЛЯЦИИ**

**Оценка эксплуатационных характеристик, механизма старения и методы диагностики**

**ГОСТ 27905.2—88**

**Издание официальное**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ**

М о с к в а

Электротехническая библиотека Elec.ru

**УДК 621.315.62.001.4:006.354 Группа ЕЗО**

**Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т С О Ю З А С С Р**

**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**

**(МЭК791—84, МЭК 610—78)**

ОКСТУ 3402

**Срок действия с 01.01,90**

**до 01.01.2000**

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

Стандарт содержит описание механизма старения систем изоля­ ции электрооборудования и методов, с помощью которых опреде­ ляется соответствие механизмов старения функциональных испы­ таний и эксплуатации реально действующих систем. Указаны так­ же методы диагностики для использования в функциональных ис­ пытаниях.

1. **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ДАННЫХ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ИЗОЛЯЦИИ**
	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 функ­ циональных испытаний с новыми системами изоляции;

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

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

* 1. При выборе соответствующей методики оценки по сбору данных опыта эксплуатации и выборе эталонной системы для срав­ нительных функциональных испытаний могут использоваться сле­ дующие категории оборудования:

а) длительный срок службы, крупное обору­ дование:

**Издание официальное Перепечатка воспрещена**

**с.** *Z*Г*,* » **ГОСТ 27905.2—88**

Электротехническая библиотека Elec.ru

несколько единиц, все или большинство используют для опреде­ ления опыта эксплуатации;

б) длительный срок службы, некрупное обо­ рудование:

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

в) короткий срок службы, крупное оборудо­ вание:

несколько единиц, обычно все используются для определения опыта эксплуатации;

г) короткий срок службы, некрупное обору­ дование:

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

* 1. При отсутствии классификации фактических условий экс­ плуатации следует использовать рекомендации ГОСТ 27905.1—88.
	2. Эксплуатационные характеристики, полученные непосред­ ственно из практики, обычно не совпадают с «ожидаемыми эксплу­ атационными характеристиками» или «установленными эксплуата­ ционными характеристиками», указанными в ГОСТ 27905.1—88.

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

* 1. По опыту условия эксплуатации классифицируются на

«нормальные» и «ненормальные».

«Ненормальными» обычно являются условия, когда опыт экс­ плуатации плохо документирован, и случаи с плохими условиями эксплуатации. Можно ограничиться рассмотрением только «нор­ мальных» условий эксплуатации, а по всем другим вопросам от­ правлять потребителя к производителю.

Данные опыта эксплуатации должны содержать все соответст­ вующие условия эксплуатации, в которых работает система изоля­ ции. Перед тем, как количественно обработать данные опыта эксплуатации, необходимо ограничивать сбор данных лишь похо­ жими 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. Для установления свойств проверяемой системы изоляции следует, по возможности, собрать следующую информацию:

**ГОСТ 27905.2—83 С. 3**

* + 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 (вибра­ ция и эффекты термического расширения) и другие нагрузки на си­ стему изоляции, определенные конструкцией;

б) *нагрузка*

Фактическая средняя нагрузка, прикладываемая во время сро­ ка службы системы изоляции, указывает на то, работает ли систе­ ма при конструктивно заложенной нагрузке;

в) *режим*

Включает в себя циклы нагрузки и простоя; г) *неустановившие с я режимы*

Фактические переходные режимы могут оказывать значитель­ ное 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 ра­ ботает система изоляции.

* + 1. Уход за системами изоляции на протяжении срока службы. Система изоляции может подвергаться изменениям в виде замены, перестановки и добавления компонентов. Учитывая опыт эксплуа­ тации, важно знать о таких изменениях и их значительности,
		2. Транспортировка, хранение и установка.
		3. Эксплуатационные характеристики на основе опыта эксплу­ атации (см. п. 2.4).
1. **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИИ**
	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 моделирова­ ния условий эксплуатации в методиках испытания.

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

* 1. Основной целью установления подтвержденных эксплуата­ ционных характеристик системы изоляции на основе опыта эксплу­ атации является возможное их использование в качестве эталон­ ных при сравнительной оценке с другой системой изоляции.

**С 4 ГОСТ 27905.2—88**

На каждый тип оборудования должны быть установлены пра­ вила определения эксплуатационных характеристик систем изоля­ ции.

Устанавливая такие правила, необходимо учитывать последст­ вия ухода за изоляцией, особенно для оборудования с длительным сроком службы. Опыт эксплуатации может быть отражен различ­ ными способами (выход из строя, снижение эксплуатационных ха­ рактеристик, надежность и т. д.). Если опыт эксплуатации выра­ жен через надежность, изменение частоты выхода из строя может дать много информации. Такая информация позволяет рассматри­ вать в качестве критерия конечной точки экономическую работо­ способность.

2 3. Для оценки общих возможностей системы изоляции необ­ ходимо 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 возмож­ ностей системы изоляции.

В соответствующих случаях, когда сравнительные функцио­ нальные испытания могут дать полезную информацию об эксплуа­ тационных характеристиках новой системы изоляции, важно пом­ нить, что решающим критерием при сравнении систем изоляции яв­ ляются их относительные эксплуатационные характеристики. При этом необходимо периодически оценивать эксплуатационные ха­ рактеристики систем изоляции, которые были приняты в резуль­ тате сравнительных функциональных испытаний. Такая оценка поможет определить, действует ли методика, как планировалась, и явится ли руководством для соответствующих изменений.

* 1. Для каждого типа оборудования должны быть установле­ ны правила аттестации систем изоляции, имеющих эксплуатацион­ ную характеристику, подтвержденную при работе в реальных усло­ виях

Данные эксплуатационных характеристик должны быть под­ тверждены на соответствие, после чего их молено статистически об­ работать 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 транспор­ тировке, плохим хранением и другими неблагоприятными условия­ ми, 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 эксплу­ атации, используемый для получения результативных статистичес­ ких данных. Кроме того, термин «отказ» (выход из строя) может означать явление, отличное от фактического пробоя изоляции.

**ГОСТ 27905.2—С. 5**

* 1. Существует три типичные группы значений эксплуатацион­ ных характеристик; большая часть характеристик принадлежит группе б):

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

б) значения частично получены на основании статистики отка­ зов 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 опреде­ ленных условиях.
2. Количество частей оборудования, работающих при конкрет­ ном применении.
3. Описания эталонной системы изоляции с данными опыта эксплуатации, использованными изготовителем оборудования.

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

* 1. Результаты ускоренных испытаний на старение полезны при сравнении поведения двух систем в условиях испытания, одна­ ко необходимо с осторожностью относиться к анализу и интерпре­ тации данных результатов при использовании их в качестве кри­ терия фактических эксплуатационных характеристик. Это в прин­ ципе представляет собой проблему экстраполяции с допустимой надежностью.

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

С другой стороны, оценка, связанная с формулировкой «пс крайней мере не хуже», возможна на основании свидетельства, что для испытуемой системы соотношение между нагрузкой и време­ нем достижения конечной точки совпадает или лучше, чем соответ­ ствующий показатель эталонной системы во всем диапазоне испы­ тательных нагрузок.

**С. 6 ГОСТ 27905.2—88**

Электротехническая библиотека Elec.ru

Однако необходима достаточная уверенность, что соответствую­ щие кривые не пересекаются в области испытательных и эксплуата­ ционных нагрузок.

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

При оценке соотношения между нагрузкой и временем дости­ жения конечной точки необходимо отмечать, что значения времени в испытательном диапазоне или экстраполированные величины не­ обязательно отражают эксплуатационный срок службы оборудо­ вания в абсолютных значениях.

1. **МЕХАНИЗМЫ СТАРЕНИЯ И ИХ ПРОВЕРКА**
	1. Проверка механизмов старения, связан­ ных с эксплуатацией

Решить данную проблему можно при помощи:

1. оценки самой изоляционной системы;
2. измерений, относящихся к нагрузкам, вызывающим старе­ ние;
3. проверок, связанных с оценкой результатов испытаний.

Измерения образцов, а также полученные в результате этого продукты разложения контролируются при помощи соответствую­ щих диагностических методов. Эти методы выбирают (см. табли­ цу), исходя из знания или предположения относительно физичес­ ких и химических процессов, вызванных старением.

Такие изменения м о г у т оказывать влияние на: структуру изоляции;

ее электрические свойства; ее механические свойства;

ее химический состав и выделение ее составляющих и продук­ тов разложения;

ее внешний вид или оптические свойства и т. д.

Следует провести проверку соответствия нагрузок, действую­ щих на испытуемый образец, условиям эксплуатации. Это относит­ ся ко всем видам старящих факторов, используемых во время оце­ ночных испытаний (термических, электрических, на устойчивость к действию окружающей среды, механических), и ко всем вариан­ там приложения факторов, т. е. вне зависимости от того, воздейст­ вует ли на образцы какой-нибудь один фактор или несколько, прикладываемые последовательно или в сочетании друг с другом.

Электротехни**Г**ч**О**ес**С**ка**Т**я б**2**и**7**бл**9**и**0**о**5**те**.**к**2**а**—**Ele**8**c**8**.ru**С. 7**

Из результатов испытаний можно получить полезную информа­ цию, 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.

* 1. Исследования на самих системах изоля- ц и и

3 2.1. *Физические исследования*

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

Такими свойствами бывают, в основном, электрические или ме­ ханические, а также касающиеся внутренней структуры испытуе­ мого образца. Например, можно определить структурные измене­ ния 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 по­ вышенной частоте, желательно определять диэлектрические поте­ ри 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 бу­ дет соответствовать процессам в рабочих условиях. Такое явление может возникнуть даже при рабочей частоте, обычно при высокой температуре. Поэтому может потребоваться регулирование часто­ ты поля или введение контроля температуры.

* + 1. *Химические исследования*

Химический анализ испытуемых образцов не является таким общепринятым техническим методом, как физические исследова­ ния, 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, SF6)

диэлектрик. Наблюдение за поглощением антиокислителей позво­

ляет проводить сравнение старения при различных уровнях нагруз­ ки. Растворимость некоторых образцов может дать информацию о процессе старения.

Следует принимать во внимание скорость диффузии между со­ седними компонентами изоляционной системы и между ними и ок­

**С. 8 ГОСТ 27905.2—88**

Электротехническая библиотека Elec.ru

ружающей средой. Электроизоляционный газ может быть загряз­ нен соединениями, выделяющимися из других компонентов *изоля­ ционной* системы или из резервуара.

* + 1. *Физико-химические исследования*

Можно использовать несколько методов. Некоторые примеры даны ниже.

В анализе газообразных продуктов деструкции во время старе­ ния самым распространенным методом исследования является га­ зовая хроматография, возможно, в сочетании с масс-спектроскопи- ей. Среди газообразных продуктов разложения, образующихся из органических материалов, можно обнаружить водород, окиси угле­ рода и легкие углеводороды. Продукты разложения в большинстве случаев не зависят от типа нагрузки; исключением являются меха­ нические нагрузки, которые обычно не генерируют газы. Вия про­ дуктов 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, п; мере повышения нагрузки на молекулярном уровне продукты деграда­ ции становятся более ненасыщенными (например, ацетилен, про­ пилен и др.). На некоторых уровнях нагрузки могут появляться совершенно новые ненасыщенные продукты, а отношение ненасы­ щенных продуктов к насыщенным может возрастать на более вы­ соких уровнях нагрузок.

Старение может также отразиться в изменении степень: крис­ талличности 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 ко­ торой происходят физические превращения, что может указывать на старение.

Для выявления изменений в микроструктуре полимерной изоля­ ции применяют оптическую микроскопию.

Для изучения поверхностной структуры и ее изменении з ре­ зультате старения применяют сканирующую электронную микро­ скопию.

Показателем старения могут быть другие изменения, напри­

мер, степень полимеризации или изменения массы,

* 1. Измерения, связанные с факторами, вызы­ вающими старение

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

* + 1. *Тепловое старение*

**ГОСТ 27905.2—88 С. 9**

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

Температурные градиенты, па которые может влиять диэлектри­ ческий нагрев, влияют на диффузию. Эти эффекты следует учиты­ вать при проведении испытания, причем может потребоваться ох­ лаждение испытуемого образца.

Намеченное распределение температуры в испытуемом образце должно быть проверено.

Обычно образцы подвергают старению в термостате с равно­ мерным распределением температуры. Корреляция этой темпера­ туры старения с ожидаемым распределением рабочих температур может иметь большое значение;

* + 1. *Электрическое старение*

Имеются различные методы измерения электрического старе­ ния состояния испытуемого образца. Хорошим методом диагнос­ тики является запись амплитуды и распределения во времени час­ тичных разрядов. Сравнение таких распределений при испытатель­ ном и рабочем уровнях электрической нагрузки обеспечивает про­ верке 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 не­ обходимо тщательно рассмотреть.

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

Края плоской, тонкой полости могут быть сильнее подвержены разрядам, чем внутренняя часть. В полостях неправильной фор­ мы разные участки подвержены воздействию при различных на­ пряжениях. Кроме того, отдельные разряды могут меняться по своему характеру при повышении вторичных тангенциальных раз­ рядов.

Диэлектрические потери как функция от напряжения, макси­ мальный разряд за каждый цикл, показатели анализатора диэлек­ трических потерь и квадратичная скорость обнаруживаемых заря­ дов являются параметрами, позволяющими проводить общую оценку интенсивности частичных разрядов.

**С. 10 ГОСТ 27905.2—88**

Известно, что в некоторых случаях частичные разряды с не­ большой амплитудой могут сильно влиять на разрушение материа­ лов, 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 к влажности. Такое разрушение отмечалось и при переменном токе.

* + 1. *Старение под действием окружающей среды*

Следует отметить, что во многих типах оборудования газы н/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 возмож­ ное в условиях эксплуатации.

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

* + 1. *Механическое старение*

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

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

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

* 1. Оценка результатов испытаний
		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 положитель­ ного 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 оконча­ тельной оценке электроизоляционной системы.

**ГОСТ 27905.2—88 С. 11**

3 4 2. *Статистическое распределение*

Может случиться так, что распределение отдельных промежут­ ков времени до пробоя в пределах всей партии может быть интер­ претировано как принадлежащее к двум или большему количеству различных распределений. В таких случаях подозреваемые образ­ цы должны быть изучены с целью выявления возможных дефектов. Если физические различия между образцами обнаружить не уда­ ется, то вся партия должна быть изучена целиком. Это может пов­ лиять на решение, связанное с соответствующим типом статисти­ ческого 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 изоля­ ции.

3 4.3. *Расположение пробоев*

Изучение образцов после испытания может дать соответствую­ щую информацию. Если окончание «жизни» заключается в види­ мом ослаблении или пробое испытуемого образца, то его располо­ жение может свидетельствовать об изменениях в процессе старе­ ния. Иногда можно сделать заключение в отношении электрической прочности образца, если известно расположение точек пробоя по отношению к геометрическому распределению нагрузок, вызываю­ щих старение.

Пробой может произойти или под влиянием старящей нагрузки, или во время приложения диагностической нагрузки. Такое изу- ченне с целью обнаружения дефектов осуществляется главным об­ разе!! тогда, когда пробой происходит под действием механической или з тектрическоп нагрузки.

Пример. Если при более высоком уровне напряжения во время нспьюапий 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 обязатель­ но считать, что любой из этих типов пробоя является характерным для пробоев, которые встречаются в процессе эксплуатации.

1. **ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕДУРЫ**

Все методы оценки состояния образцов, а также выявления ме­ ханизмов 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 разде­ лить на следующие:

не деструктивные;

с вероятностью деструкции;

**С. 12 ГОСТ 27905.2—88**

Электротехническая библиотека Elec.ru

деструктивные.

При проведении не деструктивных испытаний нагрузка оказы­ вает ничтожное воздействие на старение.

Испытания с вероятностью деструкции —- это такие испытания, которые обладают низким воздействием на старение, если исполь­ зовать их как кратковременные испытания для периодического применения. Если какая-то нагрузка возможно деструктивного ха­ рактера используется для непрерывного контролирования старе­ ния, то она должна показывать, что ее влияние на старение нич­ тожно по сравнению со старением под действием других факторов.

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

Если результаты деструктивных испытаний должны использо­ ваться для статистической оценки, то испытанию должно быть под­ вержено достаточное количество образцов.

Перечень некоторых возможных диагностических процедур представлен в таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип испытания | Обозначение стандарта | Диагностическая процедура |
| не дест­ руктивны | с вероят­ е ностьюдеструк­ции | десгрук- тчзные |
| 1. Электрические
	1. Сопротивление изоляции
 | ГОСТ 6433.2—71 | X |  |  |
| 1.2. Диэлектрическая поля- | — | X | — | — |
| ризация и ток деполяризациикак функция времени1.3. Диэлектрическая прони- | ГОСТ 6433.4—71 | X |  |  |
| цаемость1.4. Диэлектрические потери | ГОСТ 6433.4—71 | X | \_ | - п |
| **и** их изменение с нагрузкой и/или частотой1.5. Поверхностное удельное | ГОСТ 6433.2—71 | X |  |  |
| сопротивление1.6. Частичные разряды: на- | ГОСТ 20074—83 | X |   |   |
| пряжение начала и затухания, амплитуда, количество и другие характеристики1.7. Диэлектрические свойст- | ГОСТ 6433.2—71 | X |  |  |
| ва как функция от температу­ ры (см. пп. 1.1—1.6) таблицы1.8. Трекингостойкость | ГОСТ 27473—87 |  | X | X |
| * 1. Проверочные испытания
		1. Постоянное напряже-
 | ГОСТ 6433.3—71 | — | X | — |
| ние |  |  |  |  |

**ГОСТ 27905.2—88 С. 13**

*Продолжение*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип испытания | Обозначение стандарта | Диагностическая процедура |
| не дест­ руктивны | с вероят­ е ностьюдеструк­ции | деструк­ тивные |
| 1.9.2 Переменное напряже- | ГОСТ 6433.3—71 |  | X |  |
| ние1.9.3. Импульсное напряже- |  |  | X |  |
| ние1.10. Проверочные испыта- | — | \_ | -— |  |
| ния с перенапряжением (неза­ висимо от типа рабочего напря­ жения)1.10.1 Постоянное напряже- |  |  | X |  |
| ние1.10 2. Очень низкая частота | \_ |  | X |  |
| (0,1 Го)1.10.3 Переменное напряже- | . |  | X |  |
| ние (50/60 Гц и более высокие испытательные частоты)1.10/ Испытание полувол- |  |  | X |  |
| ной1.10.'. Импульсные испыта- | — | . | X | — |
| ния1.10 6 Высокочастотные ис- | \_ |  | X |   |
| пытания с затухающими коле­ баниями1.11. Испытание с перенапря- |  |  |  | X |
| «ением (повышение напряже­ ния и'и выдерживание его на одном .ровне до пробоя)1. **Физико-механические**
	1. Твердость
 | ГОСТ 24621—81 | X |  |  |
| 2.2. Эластичность | ГОСТ 24622—'81 | X |  | \_ |
| 2.3. Жесткость | ГОСТ 25922—80 | X | —, | — |
| 2.4. Растягивающее напряже- | ГОСТ 11262—80 | —. | X | X |
| ние2.5. 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 | — | X | — | — |
| декремент затухания**2.12. Адгезионная** прочность | - |  | \_ | X |
| **2.13. Определение** внутрен- | — | — | — | X |
| них напряжений2.14. Потери массы ' | — | X | — | — |

**С. 14 ГОСТ 27905.2—88**

*Продо гжение*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип испытания | Обозначениестандарта  | Диагностическая процедура |
| не дест­ руктивны | с вероят е ностьюдеструк­ции | - деструк- т ганые |
| 1. **Химические**
	1. Анализ продуктов разло­ жения
 | — |  |  |  |
| 3.1.1. Газовая хроматогра­фия | '**-** | X | — | **-** -г |
| 3.1.2. Масс-спектрометрия3.2. Анализ компонентов сис­ темы |  | X |  |  |
| 3 2.1. Инфракрасная спектро­фотометрия | — | X | — | —- |
| 3.2.2. Диффракция рентге­ новских лучен | \* | X |  | ■ "\*■ |
| 3 3. Влияние окружающей среды (влажность, пыль и т. д.)4. **Визуальный осмотр** |  |  | X |  |
| 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 внешнийвид пробоев |  | X |  |  |
| 4.5. Размеры | — | X | —■ | — |
| 4.6. Препарирование | — | — | X X | — |
| 4.7. Макроскопические иссле­ дования | " | -1 |  |
| 4.8. Микроскопические ис­ следования |  |  | X |  |

**ГОСТ 27905.2—85 С. 15**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Министерством электротехнической промышленности СССР

ИСПОЛНИТЕЛИ

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

1. Постановлением Государственного комитета СССР по стандар­ там от 25.11.88 № 3842 международный стандарт МЭК 791—84

«Оценка эксплуатационных характеристик систем изоляции на основе данных опыта эксплуатации и результатов функциональ­ ных 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**

1. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ
2. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕН­ ТЫ

П

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ункт, в котором приведена ссылка | Обозначение стандарта МЭК | Обозначение государственного стандарт |
| **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 |

а