

---

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

---



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
ПАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-  
29.080.15.231-2016**

---

**Методические указания  
по проведению ускоренных испытаний на старение  
изоляторов линейных подвесных стержневых полимерных  
на напряжение 110 - 750 кВ**

Стандарт организации

Дата введения: 29.11.2016

ПАО «ФСК ЕЭС»

2016

## **Предисловие**

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2012.

## **Сведения о стандарте организации**

1. РАЗРАБОТАН: Филиалом АО «НТЦ ФСК ЕЭС» - СибНИИЭ.
2. ВНЕСЁН: Департаментом инновационного развития.
3. УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:  
Приказом ПАО «ФСК ЕЭС» от 29.11.2016 № 435.
4. ВВЕДЕН: ВПЕРВЫЕ.

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

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

## Содержание

1 Область применения .....	4
2 Нормативные ссылки .....	4
3 Термины и определения .....	4
4 Общие положения .....	5
4.1 Объекты испытаний.....	6
4.2 Состав и последовательность испытаний .....	6
4.3 Общие требования и условия испытаний.....	7
5 Электрические и климатические испытания на старение .....	7
5.1 Испытуемые образцы изоляторов .....	7
5.2 Предварительные испытания.....	8
5.3 Процедура испытаний на старение .....	8
5.4 Контрольные испытания .....	10
5.5 Оценка результатов испытаний.....	11
6 Механические испытания на старение .....	11
6.1 Испытуемые образцы изоляторов .....	11
6.2 Предварительные испытания.....	11
6.3 Процедура испытаний на старение .....	12
6.4 Контрольные испытания .....	13
6.5 Оценка результатов испытаний.....	14
Приложение А (рекомендуемое) .....	15

## **1 Область применения**

Настоящий стандарт организации (далее - стандарт) распространяется на линейные подвесные стержневые полимерные изоляторы (далее - изоляторы), предназначенные для изоляции и крепления проводов воздушных линий электропередачи, проводов ошиновки в распределительных устройствах электрических станций и подстанций переменного тока частотой 50 Гц классов напряжения 110-750 кВ. Стандарт распространяется на изоляторы, применяемые в поддерживающих и натяжных изолирующих подвесках проводов. Стандарт не распространяется на изоляторы специального назначения (изоляторы для межфазных распорок, консольные изоляторы полимерных траверс), которые могут подвергаться воздействию механических нагрузок на кручение и изгиб. Стандарт не распространяется на гибридные изоляторы: фарфоровые, стеклянные изоляторы с полимерным покрытием.

Стандарт содержит методические указания по проведению ускоренных испытаний на старение с целью получения сведений о способности изоляторов к эксплуатации в течение всего срока службы.

Цели стандарта:

- дать определение применяемым терминам;
- установить общие требования к проведению ускоренных испытаний на старение;
- установить методы проведения ускоренных испытаний на старение;
- установить критерии приемки изоляторов по результатам испытаний.

## **2 Нормативные ссылки**

ГОСТ 1516.2-97 Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжение 3 кВ и выше. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции.

ГОСТ 17512-82 Электрооборудование и электроустановки на напряжение 3 кВ и выше. Методы измерения при испытаниях высоким напряжением (с Изменением № 1).

ГОСТ 27905.1-88 (МЭК 505-75) Системы электрической изоляции электрооборудования. Оценка и классификация.

ГОСТ 28856-90 Изоляторы линейные подвесные стержневые полимерные. Общие технические условия (с Изменением № 1).

ГОСТ Р 52082-03 Изоляторы полимерные опорные наружной установки на напряжение 6-220 кВ. Общие технические условия.

## **3 Термины и определения**

В настоящем стандарте применяются следующие термины с соответствующими определениями.

### **3.1. Термины и определения, относящиеся к характеристикам изоляторов**

**3.1.1. Изолятор линейный подвесной стержневой полимерный:** изолятор, состоящий из стеклопластикового стержня в полимерной оболочке и металлической арматуры (оконцевателей), оборудованный защитными экранами.

3.1.2. **Стеклопластиковый стержень:** часть изолятора, выполняющая основную функцию изолирующего и грузонесущего элемента. Стеклопластиковый стержень состоит из однонаправленных стекловолокон, армированных полимерным связующим материалом на основе эпоксидной смолы.

3.1.3. **Оболочка:** часть изолятора, предназначенная для защиты стеклопластикового стержня от внешних воздействий и формирования необходимой длины пути утечки тока по поверхности изолятора. Оболочка изготавливается из резиновых композиций на основе силиконового каучука.

3.1.4. **Ребро:** изолирующий элемент оболочки, выступающий из ее цилиндрической части, предназначенный для увеличения длины пути утечки.

3.1.5. **Металлическая арматура (оконцеватели):** часть изолятора, предназначенная для соединения изолятора с несущей конструкцией (опорой), проводом или другим изолятором.

3.1.6. **Граница раздела:** граница (поверхность), разделяющая различные материалы в составе изолятора. Например, граница раздела: стержня с оболочкой, металлической арматуры с оболочкой, отдельных элементов (ребер) оболочки между собой.

3.1.7. **Изоляционная высота:** кратчайшее расстояние в свету между оконцевателями изолятора.

3.1.8. **Трек:** необратимое повреждение изоляции в виде проводящих дорожек на поверхности оболочки и (или) границе раздела, возникающих при воздействии частичных разрядов, дужек.

3.1.9. **Эрозия:** необратимое непроводящее повреждение изоляции: разрушение материала оболочки из-за воздействия частичных разрядов, дужек. Эрозия может возникать, как на поверхности, так и внутри оболочки, может иметь равномерную, локальную или древовидную структуру.

3.1.10. **Нормированная механическая разрушающая сила на растяжение (НМРС):** характеристика изолятора, определяемая изготовителем в соответствии с классом изолятора по ГОСТ 28856.

3.2. Термины и определения, относящиеся к эксплуатации, старению и испытаниям изоляторов в соответствии с ГОСТ 27905.1

3.2.1. **Условия эксплуатации:** условия, выраженные в виде факторов воздействия и режимов, которые действуют на изолятор во время работы.

3.2.2. **Фактор воздействия:** воздействие нагрузок или влияния окружающей среды на изолятор во время эксплуатации.

3.2.3. **Старение:** необратимые изменения, снижающие способность изоляции в эксплуатации. Такие изменения определяются частотой повреждений, возрастающей со временем.

3.2.4. **Фактор старения:** фактор воздействия, вызывающий старение.

3.2.5. **Функциональное испытание:** испытание, в котором изолятор или его части или испытательный макет подвергают воздействию факторов старения, воспроизводящих условия эксплуатации, с целью получения сведений о способности к эксплуатации.

3.2.6. **Ускоренное старение:** ускорение старения путем усиления уровня

и/или частоты приложения факторов старения сверх обычных условий эксплуатации.

**3.2.7. Ускоренное испытание:** функциональное испытание, в котором применяется ускоренное старение с целью сокращения времени испытания по сравнению с ожидаемой эксплуатационной характеристикой.

**3.2.8 Испытательный макет:** макет, представляющий изолятор или его часть и предназначенный для использования в функциональном испытании.

## 4 Общие положения

### 4.1. Объекты испытаний

Изоляторы предъявляются на испытания с комплектом сопроводительной документации, в которую должны входить:

- паспорт на изолятор;
- протокол приемо-сдаточных испытаний;
- руководство по монтажу и эксплуатации изоляторов;
- акт отбора изоляторов.

Требования к испытываемым образцам изоляторов и количество образцов определяются в соответствующих пунктах методов испытаний.

### 4.2. Состав и последовательность испытаний

4.2.1 Испытания включают два вида испытаний изоляторов на ускоренное старение: комбинированные электрические и климатические испытания и механические испытания. Состав и последовательность испытаний представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Состав и последовательность испытаний

№ п/п	Наименование испытаний	Количество испытываемых образцов	Пункты методов испытаний
1	Электрические, климатические испытания на ускоренное старение	2 изолятора	р. 5
1.1	Идентификация, предварительные испытания изоляторов	образцы по п. 1	п. 5.2
1.2	Испытания на старение под действием рабочего напряжения и климатических факторов окружающей среды в течение 5000 часов	образцы, испытанные по п. 1.1	п. 5.3
1.3	Контрольные испытания	образцы, испытанные по п. 1.2	п. 5.4
2	Механические испытания на ускоренное старение	6 изоляторов	р. 6
2.1	Идентификация, предварительные испытания изоляторов	3 образца по п. 2	п. 6.2
2.2	Испытания на старение под действием статической нагрузки на растяжение, циклической нагрузки на изгиб ( $10^7$ циклов) и кислотной среды (192 часа)	3 образца по п. 2	п. 6.3
2.3	Контрольные испытания	образцы, испытанные по п. 2.2	п. 6.4

4.2.2 Электрические и климатические испытания на ускоренное старение проводятся при длительном воздействии рабочего напряжения в сочетании с климатическими воздействующими факторами окружающей среды.

В данных испытаниях проверяется качество оболочки, а также границ раздела оболочки со стеклопластиковым стержнем и арматурой изолятора: способность сохранять гидрофобность, трекинго - эрозионную стойкость, герметичность, электрическую прочность в условиях загрязнения и увлажнения.

4.2.3 Механические испытания изоляторов на ускоренное старение проводятся при длительном воздействии статической нагрузки на растяжение в сочетании с циклической нагрузкой на изгиб и воздействием кислотной среды. Статическая нагрузка на растяжение имитирует среднюю эксплуатационную нагрузку на изоляторы от веса проводов без учета ветра и гололеда. Циклическая нагрузка на изгиб имитирует нагрузку на изоляторы, возникающую при вибрации проводов под действием ветра. Кислотная среда имитирует воздействие кислотных дождей, а также кислот, образующихся при коронных разрядах на изоляторах.

В данных испытаниях проверяется качество стеклопластикового стержня и мест соединений стержня с арматурой изолятора: способность сохранять механическую прочность в течение срока службы, стойкость к хрупкому излому.

### **4.3. Общие требования и условия испытаний**

4.3.1 Испытания проводятся в закрытом помещении. Общие условия испытаний - по ГОСТ 1516.2. Методы измерения при испытаниях высоким напряжением - по ГОСТ 17512.

4.3.2 Стенд для электрических и климатических испытаний изоляторов на ускоренное старение должен обеспечивать автоматическое регулирование условий испытаний в соответствии с заданными требованиями (п. 6.3), а также непрерывный автоматический контроль параметров испытательных воздействий в течение всего периода испытаний.

Контрольные и измерительные приборы, используемые для проведения испытаний должны обеспечивать погрешность измерений - не более  $\pm 2,5$  %.

4.3.3 Стенд для механических испытаний изоляторов на ускоренное старение должен обеспечивать одновременное приложение механической силы на растяжение и циклической нагрузки на изгиб в соответствии с заданными требованиями (п. 6.3). Параметры испытательных воздействий должны контролироваться непрерывно в автоматическом режиме в течение всего периода испытаний.

Контрольные и измерительные приборы, используемые для проведения испытаний должны обеспечивать погрешность измерений - не более  $\pm 2,5$  %.

## **5 Электрические и климатические испытания на старение**

### **5.1. Испытуемые образцы изоляторов**

Испытания проводятся на двух образцах - макетах изоляторов с уменьшенной изоляционной высотой. При этом длина пути утечки макетов изоляторов должна составлять 1000 - 1600 мм. Макеты изоляторов должны быть изготовлены по той же технологии, что и серийные изоляторы. Конструкция оконцевателей и способ их соединения со стержнем, а также конструкция изоляционной части от заделки в оконцевателе до ближайшего ребра, должны быть такими же, как у серийных изоляторов.

## **5.2. Предварительные испытания**

5.2.1 Испытуемые образцы изоляторов должны быть идентифицированы: проведен внешний осмотр, определены габаритные размеры, количество ребер, измерена изоляционная высота, длина пути утечки. Конструкция испытуемых образцов должна соответствовать чертежу изолятора.

5.2.2 Предварительные испытания включают:

- определение среднего разрядного напряжения изоляторов при переменном напряжении промышленной частоты;
- определение класса гидрофобности оболочки изоляторов.

Среднее разрядное напряжение определяется методом 100 % разряда по ГОСТ 1516.2. Класс гидрофобности - по ГОСТ 52082.

Значения разрядных напряжений, класса гидрофобности, полученные в ходе предварительных испытаний, используются в дальнейшем для сравнения при проведении контрольных испытаний.

## **5.3. Процедура испытаний на старение**

5.3.1 Испытания на старение заключаются в приложении к изоляторам переменного напряжения промышленной частоты ( $U_{НР} / \sqrt{3}$ ) и различных циклических воздействий, имитирующих природные воздействия на изоляцию в условиях эксплуатации:

- имитации солнечного излучения;
- искусственного дождя;
- сухого нагрева;
- влажного нагрева (при содержании влаги близком к насыщению);
- соленого тумана.

Цикл испытаний, включающий указанные воздействия, приведен в Таблице 2. Длительность цикла составляет 24 часа, изменение параметров воздействий происходит через каждые 2 часа. Суммарная продолжительность испытаний составляет 5000 часов (около 209 циклов).

Рекомендуемая схема расположения изоляторов в испытательной камере и оборудования, обеспечивающего указанные циклические воздействия, приведена в Приложении А.



Таблица 2. Цикл ускоренного старения при воздействии рабочего напряжения и климатических факторов внешней среды

Вид воздействия	Время приложения данного воздействия, часы, в течение суточного цикла*											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Увлажнение												
Нагрев, 50 °С												
Искусственный деминерализованный дождь												
Соленый туман, 7 кг/м <sup>3</sup>												
Имитация солнечного излучения												
Приложение рабочего напряжения $U_{НР} / \sqrt{3}$												

\* - есть заливка - действует, нет заливки - не действует

Примечание. Допускаются еженедельные перерывы в испытаниях с целью осмотра изоляторов продолжительностью не более 30 мин и технологические перерывы не чаще 1 раза в неделю продолжительностью не более 30 мин. Время перерывов не учитывается в продолжительности испытаний.

5.3.2 Испытательное напряжение должно быть приложено к изоляторам в течение всего цикла. В периоды нагрева, когда увлажнение не действует, допускается снимать напряжение. Величина испытательного напряжения определяется путем умножения наибольшего рабочего напряжения ( $U_{НР} / \sqrt{3}$ ) на масштабный коэффициент, равный отношению длины пути утечки макета к длине пути утечки серийного изолятора. Способ приложения напряжения к изоляторам - «плавный подъем» по ГОСТ 1516.2.

Нагрузочная характеристика испытательного трансформатора должна обеспечивать стабильность испытательного напряжения, приложенного к изоляторам, при активном токе утечки вплоть до 250 мА. Снижение напряжения на изоляторах при этом токе не должно превышать 5 %. Уровень срабатывания защиты по току должен быть установлен 1 А.

5.3.3 Испытания при воздействии соляного тумана проводятся во влагонепроницаемой камере, объемом (10 - 20) м<sup>3</sup>, оборудованной вводом высокого напряжения. Для создания тумана должен использоваться распылитель воды: турбо форсунка или увлажнитель воздуха с постоянной распыляющей способностью. В распылитель подается соленая вода, подготовленная из деионизированной воды с добавкой NaCl.

Условия испытаний:

- продолжительность 8 часов × 209 циклов;
- расход воды (0,4 ± 0,1) л / (м<sup>3</sup> × час);
- размер капель от 5 до 10 мкм;
- температура (20±5) °С;
- содержание NaCl в воде (7 ± 0,5) кг/м<sup>3</sup>.

5.3.4 В периоды нагрева и увлажнения в камере должна обеспечиваться температура воздуха (50±5) °С и относительная влажность воздуха - (98-100) %. Время нагрева включает в себя время подъема температуры до (50±5) °С. Требуемая температура нагрева и относительная влажность воздуха должны достигаться не более чем за 25 мин.

В периоды когда нагрев и увлажнение не действуют изоляторы должны находиться при комнатной температуре 15-25 °С и относительной влажности воздуха 30 - 60 %. Возвращение к температуре окружающей среды после нагрева должно обеспечиваться путем естественного охлаждения камеры в течение примерно 2 часов. При этом должна обеспечиваться конденсация влаги на изоляторах до состояния насыщения (стекания капель).

5.3.5 Испытания при воздействии дождя должны проводиться в соответствии с ГОСТ 1516.2 при условиях дождевания 1.

5.3.6 Имитация солнечного излучения осуществляется с помощью ксеноновой дуговой лампы мощностью 5000 Вт. Лампа должна располагаться на расстоянии (45 - 50) см от изоляторов. При этом с помощью фильтров должны воспроизводиться мощность и спектр солнечного излучения в зоне умеренного климата в солнечный полдень - около 90 мВт/см<sup>2</sup>.

5.3.7 В ходе испытаний должны выполняться еженедельные осмотры изоляторов. При осмотрах фиксируется наличие повреждений: трещин, эрозии на поверхности изоляторов.

При испытании воздействием соляного тумана должен контролироваться ток утечки по изоляторам. Контроль проводится в начале и конце периода воздействия соляного тумана не реже 1 раза в каждом суточном цикле. Ток утечки измеряется с помощью шунта тока и осциллографа. По осциллограммам тока определяются максимальное и среднее значение бросков тока утечки по 50 периодам промышленной частоты.

#### **5.4. Контрольные испытания**

Контрольные испытания должны быть проведены после окончания испытаний на старение не позднее, чем через 48 часов. Перед испытаниями изоляторы должны быть высушены.

Контрольные испытания включают:

- повторное определение класса гидрофобности оболочки изоляторов;
- повторное определение среднего разрядного напряжения при переменном напряжении промышленной частоты ( $U_{CP}$ );
- испытание импульсами напряжения с крутым фронтом (1000 мкс/дел);
- приложение испытательного переменного напряжения  $0,8 \times U_{CP}$  в течение 30 мин с контролем температуры поверхности изолятора.

Среднее разрядное напряжение, класс гидрофобности определяются, как описано в п. 5.2.2. Испытание импульсами напряжения с крутым фронтом проводится по ГОСТ 28856. Температура поверхности изолятора при испытательном переменном напряжении  $0,8 \times U_{CP}$  должна измеряться до приложения напряжения и сразу после приложения напряжения. Измерение должно производиться с помощью термопары на цилиндрической части изолятора по всей его длине.

Изоляторы считаются выдержавшими контрольные испытания, если:

- класс гидрофобности оболочки изоляторов после испытаний на старение - не выше 3;
- среднее разрядное напряжение изоляторов после испытаний на

старение ( $U_{CP}$ ) снизилось не более чем на 10 % по отношению к первоначальному значению до испытаний;

- отсутствуют полные и частичные пробои изоляторов при испытании импульсами напряжения с крутым фронтом и переменным напряжением  $0,8 \times U_{CP}$  в течение 30 мин;

- повышение температуры поверхности изолятора после приложения переменного напряжения в течение 30 мин составляет не более 20 °С.

### **5.5. Оценка результатов испытаний**

Изоляторы считаются выдержавшими испытания на старение, если:

- число перекрытий изоляторов (отключений из-за перегрузки по току) за весь период испытаний не превысило трех;

- отсутствуют критические повреждения изоляторов: треки суммарной длиной более 1/3 длины пути утечки, эрозионные кратеры, трещины глубиной более 1/3 толщины полимерного покрытия;

- изоляторы успешно выдержали контрольные испытания.

## **6 Механические испытания на старение**

### **6.1. Испытуемые образцы изоляторов**

6.1.1 Испытания проводятся на серийных образцах изоляторов. Испытания изоляторов на напряжение 330 - 750 кВ допускается проводить на макетах изоляторов с уменьшенной изоляционной высотой, но не менее 200 см. Макеты изоляторов должны быть изготовлены по той же технологии, что и серийные изоляторы. Конструкция оконцевателей и способ их соединения со стержнем, а также конструкция защитной оболочки должны быть такими же, как у серийных изоляторов.

На испытания должны быть представлены 6 образцов изоляторов. При этом, три образца из 6 подвергаются только предварительным испытаниям. Оставшиеся три образца проходят испытания на старение и последующие контрольные испытания.

6.1.2 Испытуемые образцы изоляторов должны быть идентифицированы: проведен внешний осмотр, определены габаритные размеры, количество ребер, измерена изоляционная высота, длина пути утечки. Конструкция испытуемых образцов должна соответствовать чертежу изолятора.

### **6.2. Предварительные испытания**

6.2.1 Предварительные испытания изоляторов проводятся для подтверждения нормированной механической разрушающей силы на растяжение (НМРС), определенной изготовителем, после приложения нагрузки на растяжение, равной 70 % НМРС, в течение 96 часов.

Испытания выполняются на стенде - разрывной машине. Механическая сила должна прикладываться к арматуре - оконцевателям изоляторов с помощью специальной сцепной арматуры, обладающей повышенной механической прочностью по отношению к механической прочности

испытуемого изолятора.

6.2.2 Испытания проводятся в 2 этапа. На первом этапе к изоляторам прикладывается механическая сила на растяжение, равная 70 % НМРС. Механическая сила повышается быстро, но плавно от нуля до 70 % НМРС и затем выдерживается при этом значении в течение 96 часов.

На втором этапе к изоляторам прикладывается механическая сила на растяжение, равная 100 % НМРС. Механическая сила повышается быстро, но плавно от нуля до (70-75) % НМРС. Затем она постепенно повышается за время от 30 до 90 с до 100 % НМРС. Если нагрузка 100 % НМРС достигается менее чем за 90 с, то далее эта нагрузка (100 % НМРС) должна выдерживаться оставшееся время до истечения 90 с. Такое испытание считается эквивалентным 1 минутному испытанию механической прочности на растяжение при 100 % НМРС.

Примечание. Испытание на 2 этапе может быть продолжено для определения разрушающей нагрузки на растяжение. В этом случае после приложения 100 % НМРС нагрузка увеличивается в течение (30-90) с до разрушения изолятора.

6.2.3 Изоляторы считаются выдержавшими предварительные испытания, если не произошло частичного повреждения или полного разрыва стержня, разрыва, деформации или смещения оконцевателей.

Дальнейшие испытания на старение проводятся только при положительных результатах предварительных испытаний.

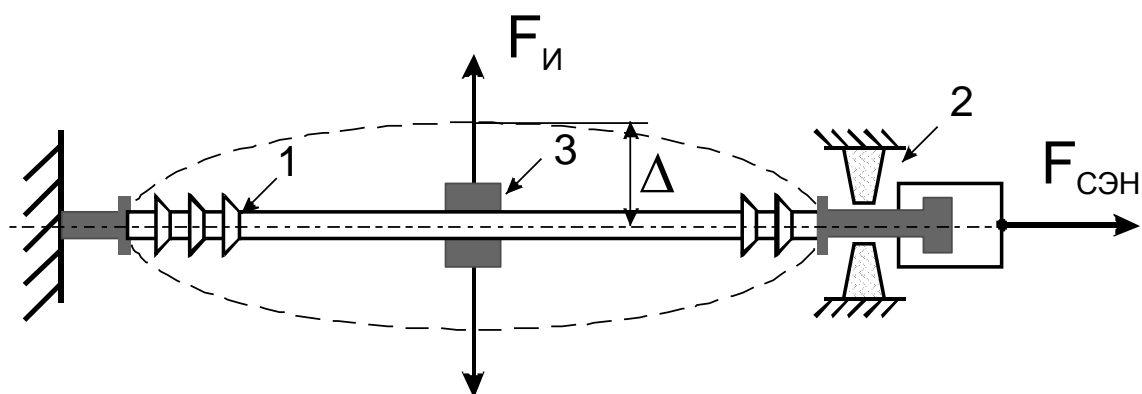
### 6.3. Процедура испытаний на старение

6.3.1 Испытания на старение проводятся воздействием на изоляторы статической нагрузки на растяжение, динамической нагрузки на изгиб и кислотной среды, как указано в Таблице 3.

Таблица 3. Порядок и условия испытаний на механическое старение

Вид воздействия	Условия испытаний:
Одновременное приложение статической нагрузки на растяжение ( $F_{сзн}$ ) и динамической нагрузки на изгиб	Статическая нагрузка - механическая сила на растяжение – 10 % НМРС.  Динамическая нагрузка - циклическая механическая сила на изгиб: - частота - $(7 \pm 1)$ Гц; - максимальный прогиб изолятора - $(0,9 \pm 0,1)$ см/1м изоляционной высоты; - продолжительность - $10^7$ циклов (около 196 часов)
Внешний осмотр, подготовка к воздействию кислотной среды	Длительность перерыва не более 24 часов
Погружение в раствор кислоты	Раствор $2HNO_2$ , pH = 2. Продолжительность - $4 \times 48$ часов (4 раза через каждые $2 \times 10^6$ циклов)

6.3.2 Стенд для испытаний должен обеспечивать одновременное приложение к изолятору механической силы на растяжение и циклической силы на изгиб, как показано на рисунке 1.



- 1 - изолятор;  
 2 - приспособление, ограничивающее вращение оконцевателя изолятора;  
 3 - специальный хомут на цилиндрической части изолятора для приложения силы на изгиб,  
 где:  
 $F_{сэН}$  - механическая сила на растяжение;  
 $F_{и}$  - механическая сила на изгиб;  
 $\Delta$  - прогиб изолятора.

Рисунок 1 Стенд для испытаний на механическое старение

Механическая сила на растяжение должна прикладываться к оконцевателям изолятора с помощью стандартной цепной арматуры и оставаться неизменной в течение всего периода испытаний. При этом один оконцеватель может быть закреплен неподвижно, а вращение другого оконцевателя должно быть предотвращено.

Механическая сила на изгиб должна прикладываться в середине изолятора перпендикулярно его оси с помощью специального хомута, закрепленного неподвижно на цилиндрической части изолятора. Специальное устройство должно обеспечивать циклическое приложение нагрузки на изгиб в соответствии с заданными параметрами (Таблица 3). Приложение нагрузки на изгиб не должно приводить к повреждению полимерной защитной оболочки изолятора.

6.3.3 Весь период испытаний разбивается на 5 этапов по  $2 \times 10^6$  циклов приложения нагрузки на изгиб. После каждого этапа производится внешний осмотр изоляторов, фиксируются возможные повреждения: смещение, деформация оконцевателей, разрывы полимерной защитной оболочки.

После 1, 2, 3 и 4 этапов изоляторы погружаются в раствор кислоты  $2\text{HNO}_2$  на 48 часов. Раствор кислоты должен полностью покрывать цилиндрическую часть изолятора, включая место соединения полимерной оболочки с оконцевателями. Температура раствора должна поддерживаться на уровне (40-45) °С.

## 6.4. Контрольные испытания

6.4.1 После испытаний на старение изоляторы должны быть подвергнуты контрольным испытаниям для подтверждения нормированной механической

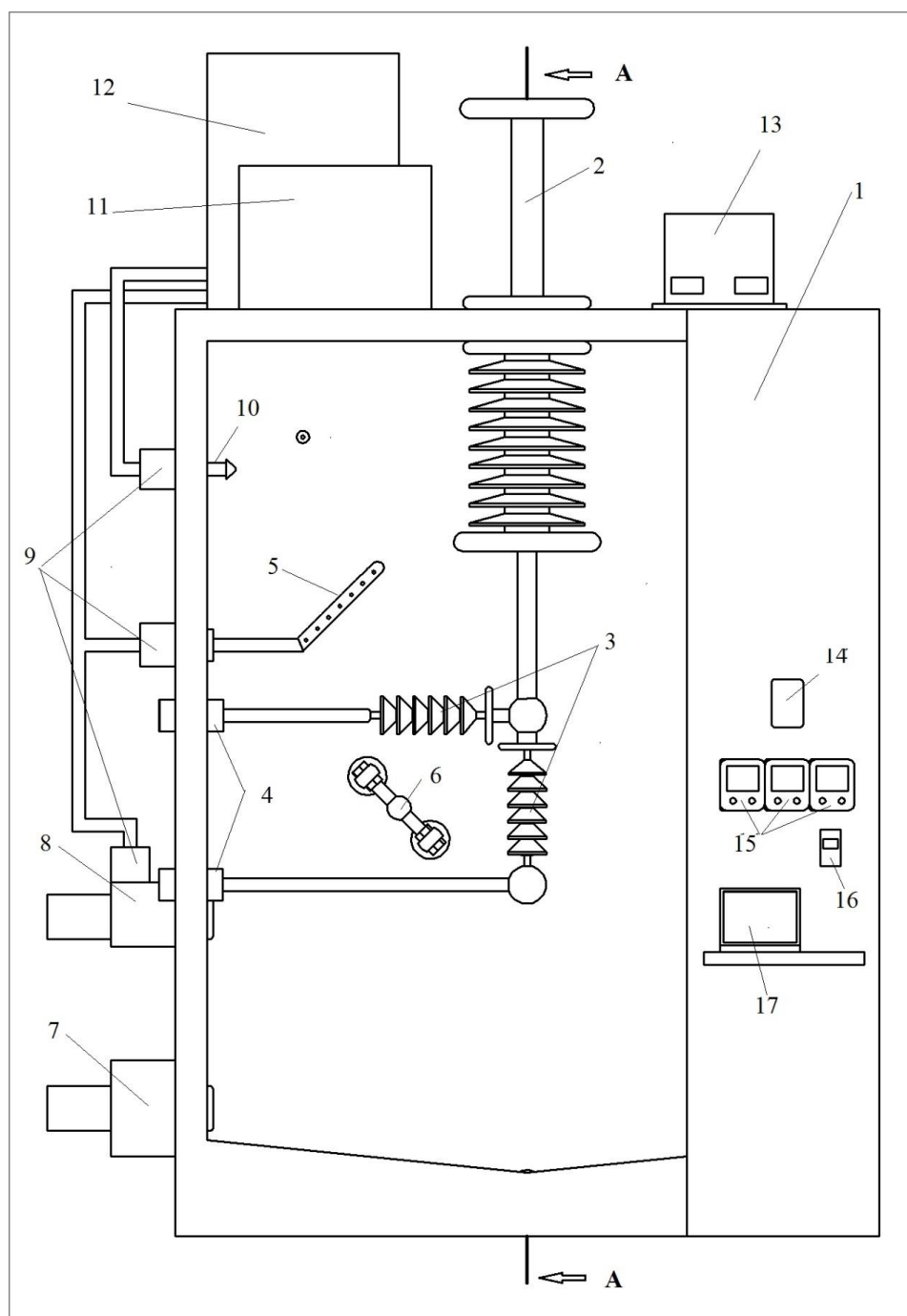
разрушающей силы на растяжение (НМРС), определенной изготовителем. Контрольные испытания проводятся в 2 этапа, как описано в п. 6.2.

#### **6.5. Оценка результатов испытаний**

Изоляторы считаются выдержавшими испытания на старение, если:

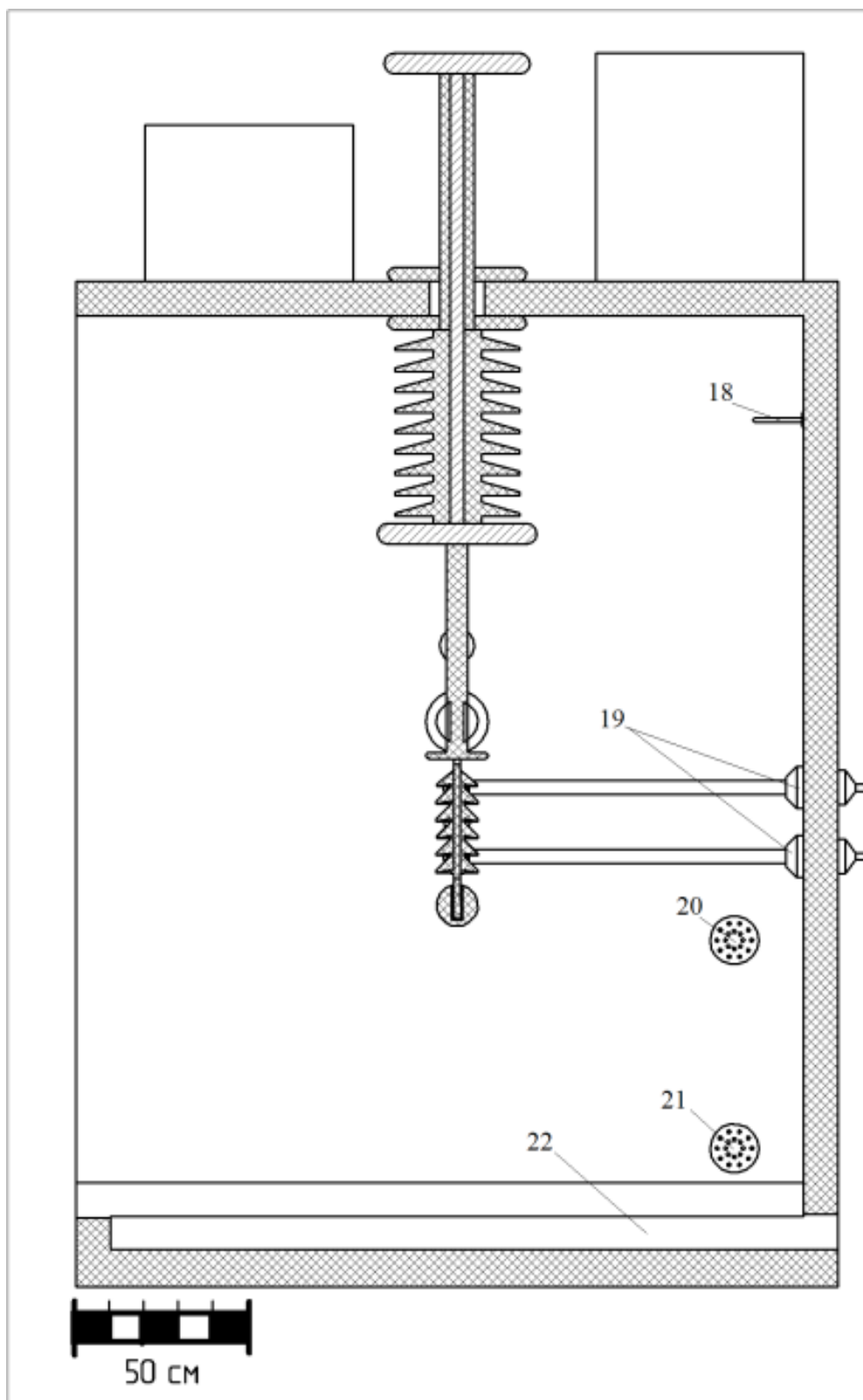
- в период испытаний не произошло частичного повреждения или полного разрыва стержня, разрыва полимерной оболочки, а также разрыва, деформации или смещения оконцевателей;
- изоляторы успешно выдержали контрольные испытания.

## Приложение А (рекомендуемое)



1 - корпус теплоизолированной камеры с внутренним объемом  $2 \times 2 \times 2,5$  м, 2 - ввод высокого напряжения, 3 - испытуемые изоляторы, 4 - датчики тока утечки, 5 - дождевальные форсунки, 6 - ксеноновая дуговая лампа, 7 - ТЭН с вентилятором, 8 - парогенератор, 9 - электромагнитные клапана, 10 - форсунка соленого тумана, 11 - бак с соляным раствором NaCl, 12 - бак с дистиллированной водой, 13 - вытяжка, 14 - регулятор температуры ТЭН, 15 - программируемые блоки управление электромагнитными клапанами, 16 - индикатор влажности и температуры, 17 - компьютер с контроллером.

Рисунок А1 Схема компоновки оборудования испытательной камеры для электрических и климатических испытаний изоляторов на старение



18 - датчик влажности и температуры, 19 - выходы ксеноновой лампы, 20 - выходной фильтр парогенератора, 21 - выход воздуха ТЭН, 22 - слив воды.

Рисунок А2 Разрез камеры по плоскости А-А