

ДП НАЕК "ЕНЕРГОАТОМ"  
ФОНД  
НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

**СТАНДАРТ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНАЯ АТОМНАЯ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩАЯ  
КОМПАНИЯ «ЭНЕРГОАТОМ»**

---

---

**Инженерная, научная и техническая поддержка  
КВАЛИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ, ВАЖНОГО ДЛЯ  
БЕЗОПАСНОСТИ, НА УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Общие требования**

**СОУ НАЕК 181:2019**

НА НАЕК  
ОРИГІНАЛ

## ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНО: исполнительная дирекция по производству

2 РАЗРАБОТЧИКИ: В.В. Клочко, И.Ю. Рыбчук, А.В. Ковальский

3 УТВЕРЖДЕНО: приказ ГП «НАЭК «Энергоатом» от 22.03.2019 № 243

4 ДАТА ВВОДА В ДЕЙСТВИЕ: 12.04.2019

5 ВЗАМЕН: СТИ 0.03.083-2009 «Система стандартизации НАЭК «Энергоатом». Квалификация оборудования на условия окружающей среды. Общие требования»

6 ПРОВЕРКА: 12.04.2024

7 КОД КНДК: 2.50.30

8 ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ, ОТВЕТСТВЕННОЕ ЗА СОПРОВОЖДЕНИЕ НД: отдел ресурса и квалификации оборудования департамента управления продлением эксплуатации дирекции по продлению эксплуатации исполнительной дирекции по производству

9 МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ОРИГИНАЛА НД: отдел стандартизации департамента по управлению документацией и стандартизации исполнительной дирекции по качеству и управлению

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ СОУ НАЕК 181:2019\_\_

Инженерная, научная и техническая поддержка. Квалификация оборудования, важного для безопасности, на условия окружающей среды. Общие требования

Первый вице-президент –  
технический директор

«6» 03 2019

А.В. Шавлаков

Генеральный инспектор –  
директор по безопасности

« » 2019

Д.В. Билей

Исполнительный директор  
по производству

«01» 03 2019

В.А. Кравец

Исполнительный директор по  
качеству и управлению

«27» 02 2019

С.А. Бриль

Начальник отдела  
стандартизации ДУДС ИДКУ

«24» 02 2019

А.А. Нелепов

ОП ЗАЭС

лист № 63-86.1/2867

від 06.02.2019

ОП РАЭС

лист № 976/191

від 22.01.2019

ОП ХАЭС

лист № 42-42/847

від 22.01.2019

ОП ЮУАЭС

лист № 72/1204

від 23.01.2019

*(Handwritten signatures and dates)*

**СОДЕРЖАНИЕ**

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | Область применения.....  | 1  |
| 2 | Нормативные ссылки .....   | 3  |
| 3 | Термины и определения понятий .....  | 4  |
| 4 | Обозначения и сокращения .....   | 8  |
| 5 | Общие положения .....  | 9  |
| 6 | Требования к исходным данным квалификации на условия окружающей среды..  | 10 |
| 7 | Требования по проведению квалификации оборудования на «жесткие»<br>условия окружающей среды .....                              | 13 |
| 8 | Требования к средствам проведения квалификации оборудования<br>методом испытаний .....   | 22 |
| 9 | Обеспечение качества и требование к документации при выполнении КО .....   | 24 |
|   | Приложение А. Пример программы точек контроля для квалификации арматуры<br>с электроприводом на условия окружающей среды ..... | 26 |
|   | Приложение Б. Библиография.....  | 29 |
|   | Лист регистрации изменений .....   | 30 |

**СТАНДАРТ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНАЯ АТОМНАЯ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩАЯ  
КОМПАНИЯ «ЭНЕРГОАТОМ»**

---

---

**Инженерная, научная и техническая поддержка  
КВАЛИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ, ВАЖНОГО ДЛЯ  
БЕЗОПАСНОСТИ, НА УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Общие требования**

---

## **1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

**1.1** Данный стандарт устанавливает общие требования к организации и осуществлению деятельности по квалификации оборудования, важных для безопасности, на условия окружающей среды.

**1.2** Данный стандарт разработан с учетом требований НП 306.2.141-2008 «Загальні положення безпеки атомних станцій», НП 306.2.218-2018 «Правила улаштування та безпечної експлуатації локалізуючих систем безпеки», пункти ПНАЭ Г-10-021-90 «Правила устройства и эксплуатации локализирующих систем безопасности атомных станций», які тимчасово залишаються чинними в ДП «НАЕК «Енергоатом», ПМ-Д.0.03.476-18 «Программа работ по квалификации оборудования энергоблоков АЭС ГП «НАЭК «Энергоатом», НП 306.2.210-2017 «Загальні вимоги до управління старінням елементів і конструкцій та довгострокової експлуатації енергоблоків атомних станцій»

**1.3** Данный стандарт распространяется:

а) на оборудование АЭС, важное для безопасности действующих энергоблоков АЭС, выполняющее следующие функции безопасности:

1) безопасный останов реактора и удержание его в таком состоянии требуемое время;

2) отвод из активной зоны и бассейна выдержки остаточного тепла в течение требуемого времени;

3) ограничение последствий аварий путем удержания выделяющихся радиоактивных веществ в установленных границах (для элементов локализирующей системы безопасности);

б) на новое (модернизированное) оборудование, устанавливаемое в системах, важных для безопасности АЭС.

**1.4** Требования стандарта являются обязательными для персонала структурных подразделений Дирекции и обособленных подразделений, занимающихся организацией и проведением закупок, квалификацией, продлением срока эксплуатации, разработкой «Технических требований и условий поставки», технических заданий на разработку оборудования АЭС, важного для безопасности, на этапах ввода в эксплуатацию и эксплуатации.

**1.5** Требования этого стандарта являются обязательными для внесения в тендерную документацию и/или договор с подрядными организациями, выполняющими работы по квалификации оборудования.

**1.6** Данный стандарт связан с направлениями деятельности по:

- выбору и поставке оборудования, технических устройств и средств;

- разработке и постановке на производство нового (модернизированного) оборудования;
- продлению срока эксплуатации элементов, систем и энергоблока АЭС;
- обоснованию безопасности АЭС;
- анализу отказов и надежности, управлению старением;
- модернизации и реконструкции АЭС;
- научно-технической и конструкторско-технологической поддержке и сопровождению эксплуатации АЭС.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Ниже приведены документы, ссылки на которые присутствуют в этом стандарте.

Если документ, указанный в этом разделе, изменен (заменен) или его действие отменено (без замены на другой), то до момента внесения изменений в СОУ НАЕК 181 необходимо пользоваться измененным (замененным) документом либо положения СОУ НАЕК 181 применять без учета требований документа, действие которого отменено.

Закон України «Про стандартизацію» від 05.06.2014 № 1315-VII

НП 306.2.141-2008 «Загальні положення безпеки атомних станцій»

НП 306.2.208-2016 «Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій»

НП 306.2.210-2017 «Загальні вимоги до продовження експлуатації енергоблоків АЕС у понадпроектний строк за результатами здійснення періодичної переоцінки безпеки»

НП 306.2.214-2017 «Вимоги до періодичної переоцінки безпеки енергоблоків атомних станцій»

НП 306.2.218-2018 «Правила улаштування та безпечної експлуатації локалізуючих систем безпеки», «Пункти ПНАЭ Г-10-021-90 «Правила устройства и эксплуатации локализирующих систем безопасности атомных станций», які тимчасово залишаються чинними в ДП «НАЕК «Енергоатом»

ПНАЭ Г-7-008-89 «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок»

ПНАЭ Г-10-021-90 «Правила устройства и эксплуатации локализирующих систем безопасности атомных станций» (3.4.2, 3.4.3, 3.5.6-3.5.10, 3.5.13, 3.6.2, 3.6.4, 3.7.9, 7.1.5, 7.1.7, 7.10.10, 7.1.11, 7.2, 8.1.7, 8.1.8, 8.1.10-8.1.12, 8.1.18, 8.2.2, 8.2.4-8.2.8, 8.3.1, 8.3.4-8.3.15, 8.5.2, 8.5.5-8.5.7, 8.6, 8.7.2, 8.7.4, 8.7.5, 9.1, 9.2.3-9.2.13, 10.2.3, 10.2.5, 10.2.6, 10.2.11, додатки 1-6, тимчасове використання яких дозволено листом ДІЯРУ від 25.06.2018 № 15-28/4141)

ДСТУ 2860-94 «Надійність техніки. Терміни та визначення»

ДСТУ 8280:2015 «Вироби електротехнічні. Методи випробування на тривкість до дії зовнішніх кліматичних чинників»

ДСТУ ІЕС 60780:2007 «Атомні електростанції. Обладнання системи безпеки електричне. Кваліфікація»

ГОСТ 26883-86 «Внешние воздействующие факторы. Термины и определения»

ОТТ-87 «Арматура для оборудования и трубопроводов АС. Общие технические требования»

СОУ НАЕК 179:2019 «Квалификация оборудования и технических устройств АЭС. Общие требования»

МТ-Т.0.03.305-12 «Типовая методика оценки текущего состояния квалификации оборудования энергоблоков АЭС»

ПМ-Д.0.03.476-18 «Программа работ по квалификации оборудования энергоблоков АЭС ГП «НАЭК Энергоатом»

### 3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОНЯТИЙ

Ниже приведены термины, использованные в данном стандарте, и определения обозначенных ими понятий

#### 3.1 внешний воздействующий фактор

Явление, процесс или среда, внешние по отношению к изделию или его составным частям, которые вызывают или могут вызвать ограничение или потерю работоспособного состояния изделия в процессе эксплуатации (ГОСТ 26883)

#### 3.2 верификация

Процесс, направленный на подтверждение соответствия качества услуг или эксплуатационных параметров изделий соответствующим характеристикам (НП 306.2.141-2008)

#### 3.3 визуальный осмотр

Обследование для идентификации:

- квалифицированного оборудования – поиск отличий от квалифицированной конфигурации (например, недостаток или потеря болтов и крышек, открытая электропроводка или поврежденные гибкие проводники);
- неквалифицированного оборудования – правильность ориентации в пространстве, наличие неповрежденных соединений, деталей из эластомера и паспортных табличек (используется в этом стандарте)

#### 3.4 деградация (деградационный процесс)

Действие одного или совокупности естественных процессов старения, коррозии, изнашивания, усталости и разрушения (ДСТУ 2860)

#### 3.5 «жесткие» условия окружающей среды

Параметры окружающей среды, резко меняющиеся в результате исходных событий [3]

#### 3.6 исходное событие

Нарушение работы (отказ) системы (элемента) АС или ошибка персонала, а также внешнее или внутреннее воздействие, которые приводят к нарушению нормальной эксплуатации либо пределов и/или условий безопасной эксплуатации. Исходное событие включает все зависимые отказы, являющиеся его следствием (НП 306.2.141-2008)

#### 3.7 квалификационные испытания

Испытания оборудования по определению его квалификационных характеристик (СОУ НАЕК 179)

#### 3.8 квалификация методом испытаний

Испытания оборудования по определению его квалификационных характеристик.

**Примечание** - Квалификация методом испытаний может проводиться как отдельно, так и входить в состав приемочных, периодических, сертификационных испытаний (СОУ НАЕК 179)



### **3.9 квалификационные требования**

Совокупность предъявляемых максимальных значений «жестких» окружающих условий или сейсмических воздействий, при которых должна быть обеспечена работоспособность оборудования в течение требуемого времени (СОУ НАЕК 179)

### **3.10 квалификационные характеристики**

Совокупность максимальных значений «жестких» окружающих условий или сейсмических воздействий, подтверждаемых в результате квалификационных испытаний, при которых гарантированно сохраняется работоспособное состояние оборудования в течение требуемого времени (используется в этом стандарте)

### **3.11 квалификация оборудования**

Подтверждение того, что конструкция, система (элемент) в пределах всего срока эксплуатации будет выполнять возложенные функции как при нормальной эксплуатации, так и проектных авариях с учётом характеристик среды, в которой функционирует конструкция, система (элемент) (НП 306.2.141-2008)

### **3.12 квалификационный запас**

Разница между наиболее жесткими функциональными и внешними условиями, задаваемыми для станции, и условиями, существующими в течение всего процесса квалификации (ДСТУ ІЕС 60780)

### **3.13 Квалификационный срок**

Период времени работоспособности оборудования в условиях нормальной эксплуатации, установленный в процессе квалификации этого оборудования с учетом его старения в течение которого в случае возникновения проектной аварии оборудование будет выполнять свои функции (НП 306.2.214-2017)

### **3.14 компоненты**

Элементы, из которых собирается оборудование (например, резисторы, конденсаторы, провода, разъемы, транзисторы, электронно-вакуумные приборы, переключатели, пружины и т.д.) (ДСТУ ІЕС 60780)

### **3.15 методика испытаний**

Установленная техническая процедура проведения испытаний (СОУ НАЕК 179)

### **3.16 модернизация продукции**

Создание продукции с улучшенными свойствами ограниченным изменением исходной продукции (ДСТУ 3278)

### **3.17 «мягкие» условия окружающей среды**

Параметры окружающей среды, незначительно меняющиеся в результате исходных событий [3]

### **3.18 оборудование**

Комплект компонентов, спроектированных и изготовленных для выполнения специальных функций (ДСТУ ІЕС 60780)

### **3.19 образец оборудования**

Промышленный комплект оборудования, на котором проводят испытания и получают данные, годные для оценки целого ряда параметров.

**Примечание.** Часто бывает необходимо провести типовые испытания на нескольких образцах данного оборудования (ДСТУ ІЕС 60780)

### **3.20 опыт эксплуатации**

Накопление проверяемых данных по эксплуатации в условиях, эквивалентных тем, в которых данное оборудование должно быть квалифицировано (ДСТУ ІЕС 60780)

### **3.21 отказ**

Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта, т.е. в утрате объектом способности выполнять требуемую функцию

**Примечание.** «Отказ» является событием в отличие от «неисправности», которая является состоянием и причиной отказа (ДСТУ 2860)

### **3.22 пассивная система (элемент)**

Система (элемент), функционирование которой связано только с вызвавшим ее работу событием и не зависит от работы другой активной системы (элемента). По конструкционным признакам пассивные системы (элементы) делятся на пассивные системы (элементы) с механическими движущимися частями (например, обратные клапаны) и пассивные системы (элементы) без механических движущихся частей (например, трубопроводы, сосуды) (НП 306.2.141-2008)

### **3.23 программа квалификации оборудования**

Документ, содержащий методологию и регламентирующий организацию и порядок квалификации оборудования АЭС (используется в этом стандарте)

### **3.24 система**

Совокупность взаимосвязанных элементов, предназначенных для выполнения заданных функций (НП 306.2.141-2008)

### **3.25 системы (элементы) безопасности**

Системы (элементы), предназначенные для выполнения функций безопасности. Системы (элементы) безопасности по характеру выполняемых ими функций делятся на защитные, локализирующие, обеспечивающие и управляющие (НП 306.2.141-2008)

### **3.26 срок службы**

Календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние (ДСТУ 2860)

### **3.27 старение**

Постепенное необратимое изменение свойств объекта, вызываемое химическим и/или физическими процессами, самопроизвольно протекающими в материалах (ДСТУ 2860)

### **3.28 технические условия**

Нормативный документ, устанавливающий технические требования, которым должна соответствовать продукция, процесс или услуга, и определяющий процедуры, с помощью которых может быть установлено соблюдение данных требований (Закон України «Про стандартизацію»)

### **3.29 ускоренное старение**

Ускоренный процесс, при котором создаются специальные условия эксплуатации в течении короткого периода времени. Оборудование или его компоненты подвергаются в этом процессе воздействию жестких условий в соответствии с известными физическими или химическими законами ухудшения измеряемых параметров для того, чтобы физические или электрические параметры оборудования стали такими же, какими бы они были после эксплуатации в течение продолжительного времени в предполагаемых условиях (ДСТУ ІЕС 60780)

### **3.30 условия окружающей среды**

Физические состояния среды, окружающие систему, структуру или компонент (окружающее давление, температура, влажность/пар, излучение, химические аэрозоли и сейсмическое воздействие в нормальных рабочих условиях и в аварийных) [2]

### **3.31 условия эксплуатации**

Совокупность внешних воздействующих факторов, действующих на изделие при его эксплуатации [6]

### **3.32 учетная карта квалификации оборудования**

Документ, содержащий информацию о результатах квалификации оборудования [3]

### **3.33 функция безопасности**

Конкретная цель, которая должна быть достигнута для обеспечения безопасности (НП 306.2.141-2008)

### **3.34 функциональные испытания**

Испытания, проводимые для оценки работоспособного состояния образцов оборудования в течение процесса квалификации методом испытаний (используется в этом стандарте)

### **3.35 Элементы**

Оборудование, приборы, кабели и другие изделия, обеспечивающие выполнение заданных функций самостоятельно или в составе систем и рассматриваемые в проекте в качестве структурных единиц при проведении анализов надежности и безопасности (ПМ-Д.0.03.476)

#### 4 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

|   |   |
|---|---|
| <b>АПА</b>  | – анализ проектных аварий   |
| <b>АС</b>   | – атомная станция   |
| <b>АЭС</b>  | – атомная электрическая станция   |
| <b>ВАБ</b>  | – вероятностный анализ безопасности   |
| <b>ВВЭР</b>                                       | – водо-водяной энергетический реактор   |
| <b>ГП «НАЭК<br/>«Энергоатом»<br/>или Компания</b> | – государственное предприятие «Национальная атомная<br>энергогенерирующая компания «Энергоатом»»  |
| <b>ГО</b>   | – герметичный объем   |
| <b>ГЦТ</b>  | – главный циркуляционный трубопровод  |
| <b>ИС</b>   | – исходное событие  |
| <b>КО</b>   | – квалификация оборудования   |
| <b>МРЗ</b>  | – максимальное расчетное землетрясение  |
| <b>ОП</b>   | – обособленное подразделение  |
| <b>ОП АЭС</b>                                     | – обособленные подразделения ГП «НАЭК «Энергоатом»:<br>«Запорожская АЭС», «Ровенская АЭС», «Хмельницкая АЭС» и<br>«Южно-Украинская АЭС» |
| <b>ПА</b>   | – проектная авария  |
| <b>ПГ</b>   | – парогенератор   |
| <b>ПЗ</b>   | – проектное землетрясение   |
| <b>ПТК</b>  | – программа точек контроля  |
| <b>СИТ</b>  | – средства измерительной техники  |

## 5 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**5.1** Целью квалификации на условия окружающей среды является подтверждение способности оборудования АЭС, важного для безопасности, выполнять возложенные на него функции безопасности в «жестких» условиях окружающей среды, возникающих при проектных авариях.

**5.2** Согласно ПМ-Д.0.03.476, квалификация включает в себя комплекс работ по:

- а) подготовке проектных исходных данных для КО;
- б) оценке состояния квалификации оборудования (в соответствии с СОУ НАЕК 179 и МТ-Т.0.03.305), включающей в себя оценку начального и текущего состояния, работы по которым могут совмещаться и выполняться в один этап;
- в) повышению квалификации оборудования;
- г) установлению ГП «НАЭК «Энергоатом» квалификационных требований к поставляемому оборудованию для модернизации и реконструкции систем энергоблоков, важных для безопасности, и обеспечению соблюдения этих требований при разработке и изготовлении разработчиками и изготовителями этого оборудования (квалификация нового/модернизированного оборудования);
- д) разработке мероприятий и рекомендаций, направленных на сохранение квалификации, осуществляемой в рамках эксплуатационной деятельности после достижения требуемого уровня КО.

Квалификация на условия окружающей среды должна проводиться:

- а) для действующего оборудования, которое по результатам оценки состояния квалификации на «жесткие» условия окружающей среды было отнесено к неквалифицированному или частично квалифицированному оборудованию;
- б) для нового/модернизированного оборудования, которое предполагается использовать при выполнении работ по модернизации. В данном случае эта деятельность проводится при разработке, изготовлении и/или приемке оборудования.

Квалификация оборудования выполняется силами:

- ОП АЭС при участии предприятий-изготовителей и организаций, осуществляющих проектно-конструкторскую, научно-техническую и инженерную поддержку ГП «НАЭК «Энергоатом» (при необходимости) – для эксплуатируемого оборудования;
- предприятием-изготовителем или специализированными организациями (испытательными лабораториями), аккредитованными в установленном порядке для проведения конкретных видов испытаний или испытаний конкретного оборудования – для нового (модернизированного) оборудования.

**5.3** Результаты квалификации оборудования используются при разработке анализов безопасности, обосновывающих материалов по продлению срока эксплуатации, переоценке безопасности, разработке и пересмотру пределов и условий эксплуатации, при установлении технических требований к оборудованию, при разработке мероприятий по модернизации и реконструкции, повышению безопасности АЭС.

**5.4** Применяемые в процессе квалификации программы, методики должны быть согласованы в установленном порядке.

## **6 ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНЫМ ДАННЫМ КВАЛИФИКАЦИИ НА УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

### **6.1 Разработка перечня исходных событий, в результате которых возникают «жесткие» условия окружающей среды.**

Целью разработки перечня исходных событий является установление полного спектра исходных событий проектных аварий, в результате которых возникают «жесткие» условия окружающей среды в помещениях, где установлено оборудование, подлежащее квалификации.

Источниками информации для определения окружающих условий и их отбора для квалификации оборудования являются проектные и/или дополнительные расчеты (АПА, ВАБ и т.п.).

В результате рассмотрения перечня и анализа исходных событий должен быть сформирован перечень исходных событий проектных аварий, приводящих к возникновению «жестких» условий окружающей среды.

При рассмотрении должны быть оценены проектные аварии (разрывы трубопроводов теплоносителя 1-го контура, паропроводов в ГО, паропроводов в обстройке реакторного отделения и др.).

При отборе исходных событий учитываются следующие условия окружающей среды, возникающие при проектных авариях:

- повышенные температуры;
- повышенное давление;
- повышенная влажность;
- радиационное воздействие;
- воздействие специальных растворов (химический состав окружающей среды).

Определяющим критерием отбора ИС при определении параметров «жестких» условий окружающей среды для квалификации оборудования являются значения температуры и давления, характеризующие максимальное изменение параметров окружения оборудования, выполняющего функции безопасности.

### **6.2 Установление квалификационных требований**

6.2.1 Согласно ПМ-Д.0.03.476, СОУ НАЕК 179, определение квалификационных требований включает сбор, анализ и документирование следующих данных:

- а) параметры окружающей среды в условиях аварийных и послеаварийных режимов;
- б) функции безопасности, выполняемые оборудованием, и время, в течение которого необходимо выполнение этих функций.

6.2.2 Квалификационные требования по условиям окружающей среды должны быть определены для всех помещений, в которых возникают «жесткие» условия окружающей среды. При этом, согласно СОУ НАЕК 179, должны быть рассмотрены и задокументированы такие характеристики:

- температура;
- давление;
- влажность;
- мощность поглощенной дозы;

- воздействие специальных растворов (химический состав окружающей среды).

6.2.3 При определении «жестких» условий окружающей среды как последствий исходных событий, во избежание излишнего консерватизма по отношению к условиям окружающей среды оборудования и длительности их существования, могут быть выполнены дополнительные исследования или учтены результаты ранее выполненных исследований (с точки зрения уточнения местоположения оборудования, параметров «жестких» условий окружающей среды или перечня возможных исходных событий) в каждом конкретном помещении для конкретного оборудования.

6.2.4 Квалификационные требования по «жестким» условиям окружающей среды не предъявляются к оборудованию/узлам, удовлетворяющим одному из следующих условий:

- оборудование не содержит электрических узлов и является пассивным;
- условия окружающей среды при проектных авариях не отличаются или менее «жесткие» по сравнению с условиями нормальной эксплуатации оборудования, и периодическими испытаниями (опробованиями) демонстрируется работоспособность оборудования в данных условиях;
- рабочие параметры оборудования/узлов выше параметров квалификационных требований;
- оборудование/узел представляет собой цельнометаллический элемент;
- для оборудования при помощи замены деталей и компонентов, подверженных старению (прокладки, уплотнения, смазка и т.д.), можно полностью восстановить работоспособность;
- оборудование расположено в помещении, в котором при учитываемых исходных событиях могут возникать «жесткие» условия окружающей среды, при этом данное оборудование не участвует в преодолении их последствий (не требуется его функционирование и сохранение работоспособности и его отказ не повлияет на выполнение функций безопасности).

### **6.3 Разработка развернутого перечня оборудования, подлежащего квалификации**

6.3.1 Развернутый перечень оборудования, подлежащего квалификации, определяется на основании перечня систем, функционирование которых требуется при возникновении и для последующего смягчения последствий исходных событий проектных аварий, приводящих к «жестким» условиям окружающей среды.

6.3.2 Форма, состав и содержание развернутого перечня оборудования, подлежащего квалификации, регламентируются приложением В СОУ НАЕК 179. При начальном составлении развернутого перечня должны быть задокументированы, как минимум, следующие данные оборудования:

- принадлежность к технологической системе;
- оперативное обозначение (маркировка) оборудования;
- наименование оборудования;
- тип оборудования;
- классификация оборудования в соответствии с НП 306.2.141-2008, ПНАЭ Г-7-008-89, НП 306.2.208-2016;
- место установки оборудования (помещение, отметка пола помещения);
- исходные события, при которых необходимо функционирование оборудования;
- время функционирования оборудования при учитываемых ИС, в течение которого необходимо выполнение функций безопасности;

- квалификационные требования, предъявляемые к оборудованию (параметры «жестких» условий окружающей среды и сейсмических воздействий);
- изготовитель оборудования.

#### **6.4 Категоризация оборудования и определение объема квалификации**

**6.4.1** Для определения объема требуемой квалификации оборудование развернутого перечня подлежит категоризации, которая заключается в разделении оборудования на категории квалификации в зависимости от характера выполняемых функций при возникновении ИС, создающих «жесткие» условия окружающей среды.

**6.4.2** Категоризация оборудования на «жесткие» условия окружающей среды включает отнесение оборудования к одной из следующих категорий квалификации:

а) категория 1 - оборудование, которое испытывает «жесткие» условия окружающей среды и работоспособность которого требуется для смягчения последствий ИС;

б) категория 2 - оборудование, расположенное в «жестких» условиях окружающей среды, работоспособность которого не требуется для смягчения последствий ИС, но его отказ (непроектное функционирование) во время протекания аварийных и послеаварийных режимов может повлиять на безопасность;

в) категория 3 - оборудование, расположенное в «жестких» условиях окружающей среды, работоспособность которого не требуется для смягчения последствий ИС и его отказ во время протекания аварийных и послеаварийных режимов не влияет на безопасность.

**6.4.3** Определение объема требуемой квалификации на основе категоризации оборудования осуществляется на основании его принадлежности к категориям квалификации согласно 6.4.2 с использованием таких принципов:

а) оборудование категории 1 подлежит квалификации на «жесткие» условия окружающей среды, в результате которой должна быть продемонстрирована его работоспособность в данных условиях на протяжении требуемого промежутка времени. Промежуток времени, в течение которого оборудование должно оставаться работоспособным, определяется исходя из необходимого времени его функционирования в «жестких» условиях окружающей среды при рассматриваемых ИС;

б) оборудование категории 2 подлежит квалификации на «жесткие» условия окружающей среды только в том случае, если оно является чувствительным к отказам под влиянием условий окружающей среды, возникающих при ИС. В этом случае стойкость оборудования к отказам под влиянием окружающей среды должна быть продемонстрирована в течение промежутка времени, равному необходимому времени его функционирования в «жестких» условиях окружающей среды при рассматриваемом ИС;

в) оборудование категории 3 не подлежит квалификации на «жесткие» условия окружающей среды, так как его работоспособность не требуется для смягчения последствий ИС, а его отказ во время протекания аварийных и послеаварийных событий не влияет на безопасность, хотя оно и расположено в «жестких» условиях окружающей среды. Примером такого оборудования являются приводы арматур, выполняющих пассивные функции безопасности.



## **7 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ КВАЛИФИКАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ НА «ЖЕСТКИЕ» УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

### **7.1 Общие требования**

Оборудование расположено в «жестких» условиях окружающей среды, если при возникновении исходных событий условия эксплуатации оборудования резко изменяются в сторону ухудшения, как, например, при разрывах высокоэнергетических трубопроводов (ГЦТ, трубопроводов питательной воды ПП, основных паропроводов и т.д.). Если данное оборудование выполняет функции безопасности при исходных событиях, обуславливающих резкое изменение условий эксплуатации, то данное оборудование должно быть квалифицировано на «жесткие» условия окружающей среды.

Квалификация на «жесткие» условия окружающей среды должна учитывать любое влияние старения, которое приводит к деградации, что может способствовать отказу оборудования при возникновении исходных событий.

Механизмы старения являются значимыми, если в нормальных условиях окружающей среды в течение установленного срока эксплуатации оборудования они вызывают деградацию, которая постепенно и значительно изнашивает оборудование вплоть до отказа выполнения функций при возникновении исходных событий. Все значимые механизмы старения должны быть учтены в процессе квалификации, как правило, с помощью ускоренных испытаний.

По результатам оценки механизмов старения должен быть определен срок квалификации – период времени, в течение которого механизмы старения не препятствуют выполнению функций безопасности оборудования при возникновении исходных событий.

### **7.2 Методы квалификации**

В соответствии с СОУ НАЕК 179, ПМ-Д.0.03.476 квалификация оборудования может осуществляться следующими методами:

- а) испытания;
- б) анализ;
- в) опыт эксплуатации.

Эти методы могут применяться отдельно или в совокупности, в зависимости от конкретной ситуации. Факторами, влияющими на выбор используемого метода, обеспечивающего надлежащую квалификацию, являются: рассматриваемые исходные события, условия эксплуатации, размеры оборудования, необходимость учета механизмов старения. Применимость каждого метода должна быть обоснована.

Испытания являются наиболее предпочтительным методом квалификации оборудования. Испытания могут быть полными или частичными. Согласно СОУ НАЕК 179, частичное испытание применяется к элементу, который должен функционировать при определенных условиях окружающей среды, возникающих при внешних или внутренних воздействиях. Во время испытаний рабочие режимы оборудования и условия окружающей среды устанавливаются такими, на которые данное оборудование рассчитано, при этом измеряются характеристики оборудования. Программа испытаний обычно предусматривает моделирование окружающей среды при нормальных условиях, при ожидаемых нарушениях нормальной эксплуатации и в аварийных условиях. Моделирование воздействия старения составляет важную часть этой программы.

Анализ используется при адаптации данных испытаний с учетом влияния

небольших изменений в конструкции уже испытанного оборудования на его характеристики.

Квалификация методом опыта эксплуатации ограничена в связи с недостаточностью документирования показателей работы оборудования в «жестких» условиях окружающей среды. Метод квалификации на основе опыта эксплуатации редко применяется самостоятельно, но он очень полезен в качестве дополнения к типовым испытаниям, так как может помочь понять суть изменений в поведении материалов и оборудования со временем при реальных условиях их работы и обслуживания.

Квалификация на «жесткие» условия окружающей среды электрического оборудования выполняется методом испытаний или комбинацией методов испытаний, анализа и опыта эксплуатации (например, путем адаптации ранее выполненных испытаний однотипного оборудования и/или материалов, компонентов оборудования).

Квалификация на «жесткие» условия окружающей среды механического оборудования необходима в том случае, если оборудование содержит детали или компоненты, изготовленные из неметаллических материалов, подверженных деградации вследствие старения под влиянием факторов окружающей среды. Можно ограничиваться квалификацией методом испытаний только тех элементов оборудования, которые наиболее чувствительны к старению и деградации в условиях исходных событий (например, уплотнения, прокладки, набивки), так как механическое оборудование изготавливается из металлов, которые практически не подвержены воздействиям условий исходных событий, и их возможная деградация может быть определена в ходе периодического контроля состояния металла, технического обслуживания и при ремонте.

При невозможности применения какого-либо конкретного метода используется комбинация указанных выше методов. Если габаритные размеры, условия применения, время или другие ограничения препятствуют проведению полномасштабных типовых испытаний, проводятся частичные типовые испытания оборудования, дополненные испытаниями отдельных его компонентов. Частичные типовые испытания в совокупности с анализом, опыт эксплуатации являются примерами проведения комбинированной квалификации.

### **7.3 Установление квалификационного срока**

Квалификационный срок устанавливается перед проведением испытаний на ускоренное старение с учетом возможной деградации оборудования вследствие старения. Квалификационный срок устанавливается в соответствии с предполагаемым сроком эксплуатации оборудования, но не может превышать его. Изначально установленный квалификационный срок, может быть изменен в процессе квалификации методом испытаний. Если деградация оборудования вследствие старения окажется значительной при испытаниях на ускоренное старение, то квалификационный срок необходимо сократить. Положительные результаты испытаний позволяют пересмотреть в сторону увеличения изначально определенный квалификационный срок.

Квалификационный срок отдельных частей оборудования может быть изменен в течение срока его службы. В конце квалификационного срока оборудование должно быть способным выполнять требуемые функции в аварийных условиях в течение необходимого промежутка времени.

Квалификационный срок действителен в случае, если требования к сохранению КО, установленные как часть результатов квалификации, выполнены, например,

периодическая замена некоторых элементов оборудования, таких, как смазка и уплотнения, квалификационный срок которых меньше, чем у всего изделия, и не существует значимых дополнительных факторов (изменение условий окружающей среды, существенные признаки деградации и т.д.), которые могут ухудшить состояние квалификации оборудования.

При установлении квалификационного срока необходимо учитывать условия хранения оборудования, которые могут значительно влиять на квалификационный срок оборудования. Если у компонентов оборудования короткий квалификационный срок (например, узлы уплотнения, изготовленные из эластичных материалов), то влияние условий хранения может быть значительным и поэтому должно учитываться.

При достижении оборудованием окончания квалификационного срока, данное оборудование или ответственные его части должны быть заменены. Замены оборудования можно избежать, если квалификационный срок продлить (прежде, чем он завершится) посредством повышения квалификации.

#### **7.4 Выбор испытательного образца**

Испытательный образец оборудования должен представлять оборудование или группу оборудования, подлежащее квалификации. Выбор испытательного образца проводится на индивидуальной основе с учетом возможностей испытательного оборудования, и должен быть надлежащим образом обоснован.

При выборе испытательного образца необходимо учитывать возможное возникновение непредвиденных обстоятельств (внезапный отказ оборудования, повреждение оборудования при испытаниях и т.п.), поэтому рекомендуется включить в процесс испытаний более одного испытательного образца.

Если масса или габаритные размеры готового изделия не позволяют проводить его испытания на существующем оборудовании и оно не может быть разделено на отдельные блоки (узлы), то оценку таких изделий проводят по специальной программе, согласованной с ГП «НАЭК «Энергоатом»; допускается испытывать только отдельные ответственные узлы.

Согласно ДСТУ 8280, комплектные изделия допускается не подвергать всем или некоторым видам испытаний, если входящие в его состав встроенные элементы по конструктивным особенностям таковы, что не меняют параметров изделия по данному виду испытаний.

#### **7.5 Последовательность проведения квалификации методом испытаний**

Квалификация оборудования методом испытаний должна проводиться в определенной последовательности, позволяющей обосновать стойкость оборудования к воздействию «жестких» условий окружающей среды с учетом старения.

Типовая последовательность испытаний включает:

- а) визуальный осмотр оборудования;
- б) начальные функциональные испытания;
- в) испытания на ускоренное старение (тепловое, радиационное, эксплуатационное);
- г) промежуточные функциональные испытания;
- д) испытания в аварийных и послеаварийных условиях, включая промежуточные функциональные испытания;
- е) финальные функциональные испытания.

Визуальные осмотры и функциональные испытания рекомендуется также

проводить после проведения каждого из испытаний для диагностики потенциальных дефектов оборудования, которые могут привести к отказу под влиянием воздействующих факторов окружающей среды. При обнаружении таких дефектов на промежуточных этапах можно предусмотреть корректирующие мероприятия, и тем самым обеспечить успешное проведение квалификации.

Испытания на ускоренное старение (тепловое, радиационное, эксплуатационное) проводятся в таком порядке, чтобы первоначально моделировались факторы, ведущие к большей деградации. Положительной практикой является проведение вначале испытаний на ускоренное тепловое старение, после на радиационное и, наконец, на эксплуатационное старение.

Испытания на жесткие условия окружающей среды, с учетом возможных отклонений параметров внешней среды от номинальных значений, должны проводиться с учетом квалификационного запаса. Значения квалификационного запаса должны быть указаны в программах или методиках испытаний.

## **7.6 Критерии приемлемости при проведении квалификации методом испытаний**

Критериями приемлемости являются характеристики оборудования, подвергающиеся проверке при проведении испытаний, которые служат показателями работоспособного состояния образца.

Критерии приемлемости устанавливаются в программе или методике испытаний, и по возможности должны быть выражены количественно. Набор параметров, используемых в качестве критериев приемлемости, должен быть ограничен необходимым количеством во избежание дополнительных измерений, которые накладывают чрезмерные ограничения на оборудование.

При оценке результатов испытаний любой образец оборудования считается отказавшим, если критерии приемлемости не выполняются. В данном случае процесс квалификации должен быть остановлен, а результаты испытаний детально проанализированы на предмет выявления причин отказа оборудования. Применяемые в этом случае корректирующие мероприятия должны быть обоснованы и документированы до их реализации.

Согласно ДСТУ ІЕС 60780, особо должен быть рассмотрен случай, когда оборудование прошло испытания (критерии приемлемости выполняются), но показало явное ухудшение своих параметров.

## **7.7 Визуальные осмотры оборудования**

В соответствии с ДСТУ ІЕС 60780 визуальный осмотр оборудования проводится для того, чтобы убедиться, что испытательный образец не был поврежден при изготовлении или в результате неправильного обращения, а также чтобы проверить его соответствие техническим условиям.

При проведении начального визуального осмотра образцы идентифицируются с целью последующего контроля на протяжении всех планируемых испытаний.

Визуальные осмотры образцов в процессе последовательности испытаний проводятся для контроля их удовлетворительного состояния, отсутствия деградации или других повреждений, которые могут препятствовать проведению последующих испытаний и успешному завершению квалификации.

Процедура проведения визуальных осмотров и их результаты должны документироваться соответствующим образом.

## 7.8 Функциональные испытания

Функциональные испытания предназначены для оценки работоспособного состояния образцов оборудования в течение процесса квалификации методом испытаний.

Наиболее важными функциональными испытаниями являются функциональные испытания после завершения испытаний на воздействие жестких условий окружающей среды. Соответствие контролируемых параметров критериям приемлемости свидетельствует о том, что оборудование прошло квалификацию.

Объем функциональных испытаний устанавливается в зависимости от типа оборудования и требований стандартов (технических условий) к проверке его работоспособности таким образом, чтобы обеспечить возможность проверки соответствия характеристик оборудования установленным критериям приемлемости.

Результаты функциональных испытаний документируются в соответствии с требованиями программы или методики испытаний. Полученные результаты должны быть оценены на соответствие установленным критериям приемлемости до начала следующих испытаний.

## 7.9 Испытания на ускоренное старение

Целью ускоренного старения является воспроизведение на опытных образцах естественного старения, которое произойдет через запланированный период службы, перед тем как подвергнуть их воздействию смоделированных аварийных условий.

При испытаниях на ускоренное старение необходимо выполнение следующих условий:

а) воздействующие факторы, используемые во время ускоренного старения, могут быть и обычно являются более жесткими, чем при нормальной эксплуатации, но не должны выходить за пределы, индивидуальные для каждого материала.

б) во время и после испытаний на ускоренное старение состояние и работоспособность испытываемого оборудования должно соответствовать состоянию и работоспособности аналогичного оборудования, рабочие характеристики которого известны; в частности, виды отказа должны быть одинаковы.

Среди множества факторов, вызывающих старение, при проведении квалификации учитываются: температура, ионизирующее излучение и износ при эксплуатации оборудования. Несмотря на то, что влажность в некоторых случаях является существенным фактором, вызывающим старение, методологии ускорения влияния этого фактора не существует. Влияние влажности должно учитываться при проектировании оборудования и сохранении квалификации, обычно посредством смягчения ее воздействия (например, влагостойкое проектирование, нагреватели и т.п.).

Правильное проведение ускоренного старения определяется точным знанием факторов, влияющих на оборудование, и имеющего место совокупного воздействия этих факторов. В серию испытаний на ускоренное старение, как правило, включаются следующие основные испытания:

а) ускоренное тепловое старение (основной фактор старения – температура и ее изменение во времени);

б) ускоренное радиационное старение (основной фактор старения – ионизирующее излучение);

в) ускоренное эксплуатационное старение (основной фактор старения – износ механических частей при длительной работе).

Испытания на воздействие вибрации и коррозионно-активных веществ, как правило, совмещаются с испытаниями оборудования на сейсмостойкость и испытаниями в аварийных условиях соответственно.

Наряду с тем, что вышеупомянутые факторы являются причиной возникновения механизмов деградации оборудования, в реальности они воздействуют одновременно, вызывая синергетические эффекты (влияние от их одновременного воздействия больше, чем их суммарное воздействие). Из практических соображений испытания на ускоренное воздействие этих параметров проводятся отдельно, поэтому проведение испытаний должно быть достаточно консервативным для учета реальной ситуации.

### 7.10 Испытания на ускоренное тепловое старение

Данное испытание заключается в том, что оборудование в течение заранее определенного периода времени подвергается воздействию температур, более высоких, чем те которые существуют при нормальной эксплуатации, но достаточно низких, чтобы не повредить образцы.

Фактор ускорения зависит от параметра энергии активации, который является характеристикой материала или материалов, из которых изготовлен образец, подлежащий испытаниям. Зависимость фактора ускорения от энергии активации описывается законом Аррениуса:

$$R = C e^{\frac{-\varphi}{kT}} \quad (1)$$

где,  $C$  - частота столкновений реагирующих молекул,  
 $k$  - универсальная газовая константа,  
 $\varphi$  - энергия активации материала,  
 $T$  - абсолютная температура.

На практике, для определения параметров ускоренного теплового старения используется следующая формулировка закона Аррениуса:

$$\frac{t_s}{t_a} = e^{\left(\frac{\varphi}{k}\right)\left(\frac{1}{T_s} - \frac{1}{T_a}\right)} \quad (2)$$

где,  $t_s$  - моделируемый срок эксплуатации,  
 $t_a$  - время проведения испытаний,  
 $T_s$  - температура окружающей среды при эксплуатации,  
 $T_a$  - температура испытаний.

Значения энергий активации для данной модели, в зависимости от материалов изготовления образца, представлены в соответствующей справочной литературе, а при необходимости могут быть получены с помощью проведения специальных испытаний. Если значение энергии активации неизвестно (не может быть получено путем испытаний), используется консервативное значение. Значение энергии активации 0,8 эВ является консервативным практически для всех материалов.

Если компоненты оборудования изготовлены из различных материалов, то для определения параметров ускоренного теплового старения (температура и время испытаний) должны быть использованы характеристики материала, наиболее подверженного деградации под влиянием температуры (материалы с более низким значением энергии активации).

Если компоненты оборудования изготовлены из различных материалов, и законы их старения не только различаются, но и противоречат друг другу, то такие элементы должны подвергаться испытаниям отдельно.

Для испытаний на ускоренное тепловое старение оборудования могут быть использованы законы старения, отличные от закона Аррениуса, при этом их применимость должна быть обоснована и базироваться на требованиях действующей нормативной и технической документации.

При использовании любых моделей теплового старения фактор ускорения должен быть ограничен, чтобы с одной стороны - предотвратить повреждение образца или появление нехарактерных явлений, а с другой стороны - гарантировать достоверность испытаний.

При проведении испытаний на ускоренное тепловое старение также должны быть учтены следующие факторы:

- самонагрев оборудования (например, находящегося под напряжением);
- циркуляция воздуха (поскольку основной химической реакцией, приводящей к старению под влиянием температуры, является окисление, важно обеспечить наиболее благоприятные условия протекания такой реакции с целью обеспечения достаточного уровня консерватизма).

Параметры ускоренного теплового старения и детальное описание модели должны быть отражены в программе или методике испытаний.

### **7.11 Ускоренное радиационное старение**

Ускоренное радиационное старение основано на допущении, что эффект от облучения материалов оборудования зависит в основном от поглощенной дозы и практически не зависит от мощности дозы или типа излучения. Для целей квалификации данное допущение используется с учетом ограничения фактора ускорения.

Испытания на ускоренное радиационное старение необходимо проводить в том случае, если радиационная доза в процессе нормальной эксплуатации превышает минимальную дозу, вызывающую постоянные изменения в измеримой физической характеристике материала.

До начала проведения испытаний на ускоренное радиационное старение оцениваются предельные уровни повреждения испытываемых материалов ионизирующим излучением для предотвращения неудовлетворительных результатов испытаний. Если элементы оборудования изготовлены из различных материалов, отличающихся предельными уровнями повреждения, то они должны подвергаться испытаниям отдельно.

Важными аспектами проведения испытаний являются:

- ограничение фактора ускорения - мощность дозы при проведении испытаний должна быть минимальной, насколько это возможно (не более 10 кГр/ч);
- равномерность поля излучения, чтобы гарантировать, что различные части оборудования подвергаются одинаковой дозе облучения (на практике используются установки на основе источников радиокобальт ( $^{60}\text{Co}$ )).

Ускоренное радиационное старение выполняется только для оборудования, которые эксплуатируются в гермооболочке.

Параметры ускоренного радиационного старения и детальное описание модели должны быть отражены в программе или методике испытаний.

### **7.12 Ускоренное эксплуатационное старение**

Испытания на ускоренное эксплуатационное старение заключаются в наработке оборудованием определенного количества эксплуатационных циклов (например, пуск-останов или включение-отключение) в ускоренном режиме таким образом, чтобы число циклов при проведении испытаний соответствовало ожидаемому количеству циклов за время эксплуатации оборудования (квалификационный срок) с учетом квалификационного запаса.

Необходимо принять меры предосторожности при планировании и проведении испытаний на ускоренное эксплуатационное старение во избежание потенциального перенапряжения в результате ускоренных циклических испытаний, которое может привести к отказу оборудования.

При проведении испытаний на эксплуатационное старение необходимо учитывать требования к техническому обслуживанию и ремонту оборудования, например замену отдельных компонентов в течение срока эксплуатации оборудования. Если такие компоненты существуют, то они подлежат замене после определенного количества циклов и/или часов эксплуатации в процессе испытаний на эксплуатационное старение.

Данное испытание можно не проводить, если ожидаемое количество эксплуатационных циклов является незначительным по сравнению с показателями надежности оборудования, определенными производителем оборудования. Предполагается, что в данном случае деградация оборудования вследствие влияния данного фактора является незначительной.

Параметры ускоренного эксплуатационного старения должны быть отражены в программе или методике испытаний.

### **7.13 Испытания в аварийных и послеаварийных условиях**

Целью квалификации методом испытаний на аварийные условия является проверка работоспособности оборудования в условиях окружающей среды, возникающих в результате проектных аварий.

Типичные проектные аварии включают разрывы трубопроводов первого и второго контуров, в результате которых имеет место резкое повышение температуры и давления, а также возможные высокие дозы облучения, химические или водные орошения. В процессе проведения испытаний учитываются все параметры, кроме радиационного облучения, которое, как правило, моделируется отдельно, одновременно с испытаниями на ускоренное радиационное старение. Осуществление одновременного испытания (включая облучение, температуру для моделирования исходного события) связано с большими трудностями подбора испытательных приборов, размерами испытываемого оборудования.

Испытания проводят в два этапа:

- а) аварийная фаза, сопровождающаяся быстрым изменением параметров окружающей среды, орошением химическими растворами, длительность которой составляет около 10 часов;
- б) послеаварийная фаза, в течение которой происходит плавное изменение параметров окружающей среды от аварийных до нормальных значений, длительность которой составляет до 30 суток.

Во время аварийной фазы необходима проверка работоспособности образца, что требует обеспечения адекватных соединений и контактов образца с измерительным и испытательным оборудованием (например, соединительные кабели, используемые при



испытаниях, должны быть квалифицированными, чтобы их возможный отказ не повлиял на результаты испытаний образца).

Послеаварийная фаза не моделируется в условиях реального времени по причине большой временной протяженности (до 30 дней). Эти испытания проводятся с использованием тех же принципов и законов, которые используются для испытаний на ускоренное тепловое старение. Ускоренное воспроизведение последствий аварии в этом случае моделируется при температуре, которая является выше установленной для послеаварийных условий окружающей среды.

Контролируемые параметры, включая предельные значения и профили изменения параметров во времени, должны быть отражены в методике или программе испытаний.

## **8 ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПРОВЕДЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ МЕТОДОМ ИСПЫТАНИЙ**

### **8.1 Общие требования к испытательным лабораториям**

Условия окружающей среды, в которых эксплуатируется оборудование АЭС, являются специфичными и имеют отличие от нормальных условий для общепромышленного оборудования независимо от климатического исполнения конкретных изделий. В связи с этим, испытания оборудования для целей квалификации на условия окружающей среды обладают рядом специфических факторов, среди которых следует выделить следующие:

а) необходимость моделирования старения образца перед проведением испытаний на работоспособность в условиях предельных значений параметров окружающей среды;

б) необходимость как можно более точного моделирования изменения параметров окружающей среды, имеющих место при возникновении исходных событий и в течение переходных процессов, сопровождающих ПА на АЭС;

в) необходимость постоянного контроля работоспособности оборудования во время и/или после проведения каждого вида испытаний.

Для решения задач квалификации оборудования АЭС методом испытаний необходимо наличие следующих испытательных лабораторий или оборудования:

г) теплового старения (камеры тепла);

д) радиационного старения (для проведения испытаний на радиационное старение и воздействие радиационного облучения при проектных авариях);

е) эксплуатационного старения и функциональных испытаний (выработка необходимого числа циклов и/или режимов работы);

ж) испытаний на аварийные и послеаварийные условия (воздействие струй пара, резкое повышение температуры и давления, орошение агрессивными средами и т.д.)».

Для диагностики работоспособного состояния испытуемого оборудования необходимы также средства, позволяющие проводить проверку функциональности образцов в течение всего процесса квалификации. Такая проверка является обязательной, например, при проведении испытаний образцов в аварийных условиях согласно ОТТ-87. Кроме того, целесообразно проводить диагностику работоспособного состояния образца после каждого из видов испытаний для определения причин возможных отказов. Такая проверка не является обязательной, однако позволяет своевременно обнаружить недостатки и принять меры по их устранению в процессе квалификации (например, произвести необходимые модернизации оборудования для получения положительного результата).

Точность и достоверность результатов испытаний, проведенных лабораторией, являются ключевыми и необходимыми условиями при проведении квалификации. Для их соблюдения лаборатория должна быть способной удовлетворять следующим критериям:

а) персонал – лаборатория должна продемонстрировать компетентность всех лиц, кто работает со специальным оборудованием, проводит испытания, оценивает результаты и подписывает протоколы испытаний;

б) помещения и условия окружающей среды – лаборатория должна отслеживать, контролировать и регистрировать условия окружающей среды в соответствии с техническими требованиями, методиками и процедурами, если они влияют на качество результатов. Соседние участки, на которых проводятся несовместимые виды работ, должны быть надежно изолированы друг от друга и приняты меры для предотвращения

их взаимного влияния. Доступ и использование участков, которые влияют на качество испытаний, необходимо контролировать;

в) методы испытаний и оценка их пригодности – лаборатория должна использовать методы и процедуры, которые соответствуют области ее деятельности. В лаборатории должны быть инструкции по использованию и управлению всем соответствующим оборудованием, а также по обращению и подготовке образцов, которые подлежат испытанию. Отступления от методов испытаний позволяют в случае их документального оформления, технического обоснования и согласия заказчика;

г) оборудование – лаборатория должна иметь все оборудование, необходимое для проведения необходимого испытания. Оборудование и его программное обеспечение, которое используется для испытаний, должно обеспечивать необходимую точность и соответствовать техническим требованиям, предъявляемым к испытаниям. До введения в эксплуатацию оборудование должно быть откалибровано или проверено на предмет его соответствия техническим требованиям, которые действуют в лаборатории. Оборудование любого типа и его программное обеспечение, которые существенны для проведения испытаний, должны иметь зарегистрированные данные (идентификация, производитель, инструкция производителя, серийный номер, результаты проверок соответствия нормативным документам и т.д.);

д) обращение с испытательными образцами – лаборатория должна иметь методики транспортирования, получения, обращения, защиты, поддержания соответствующих условий для испытательных образцов. Лаборатория должна выполнять процедуры и иметь соответствующие возможности для того, чтобы предотвратить ухудшение характеристик, потерю или повреждение испытательных образцов, нарушения калибровки во время их хранения, использования и подготовки;

е) обеспечение качества результатов испытаний – лаборатория должна иметь процедуры контроля качества для контроля достоверности проведенных испытаний.

Обеспечение вышеперечисленных требований к лабораториям, подтверждается наличием аккредитации, соответствующей области деятельности конкретной лаборатории.

## **9 ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И ТРЕБОВАНИЕ К ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КВАЛИФИКАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ**

### **9.1 Требования к обеспечению качества проведения КО**

**9.1.1** При проведении квалификации оборудования на условия окружающей среды методом испытаний должны быть учтены такие важные аспекты обеспечения качества:

а) квалификация оборудования на условия окружающей среды методом испытаний должна контролироваться «Программой точек контроля» (ПТК), которая должна быть разработана в начале процесса испытаний в соответствии с примером приложения А;

б) весь задействованный персонал должен быть квалифицированным на выполнение того объема работ, который проводится в рамках процесса КО;

в) все СИТ, применяемые для контроля необходимых параметров (температура, давление, время, сопротивление изоляции и т.п.), при проведении КО должны иметь действующие удостоверения о поверке (калибровке) или клейма о поверке (калибровке);

г) все испытательное оборудование, применяемое для контроля параметров при проведении КО, должно быть аттестовано в соответствии с установленными нормами;

д) все результаты квалификации методом испытаний должны быть надлежащим образом зарегистрированы и задокументированы;

е) все документы и записи, относящиеся к процессу КО, должны быть сохранены и заархивированы.

### **9.2 Требование к документации по квалификации оборудования**

**9.2.1** Вся деятельность по КО, включая планы и мероприятия, результаты и другие составляющие, должна документироваться. Должен выполняться контроль записей для того, чтобы гарантировать, что все необходимые данные об оборудовании энергоблока АЭС и о качестве мероприятий по КО зафиксированы, подтверждены, хранятся в установленных местах хранения, и при необходимости, могут быть найдены и представлены.

**9.2.2** Документация на оборудование должна включать все необходимые данные для возможности идентификации и оценки состояния квалификации оборудования и должна храниться на АЭС в течение всего срока службы оборудования.

**9.2.3** Документы по квалификации оборудования должны включать следующие типы документов:

а) проектная документация по квалификации оборудования:

- квалификационные спецификации;
- программы или методики испытаний

б) документы по контролю качества квалификации оборудования;

в) документы по регистрации результатов ;

г) отчеты по квалификации оборудования.

**9.2.4** Программы или методики испытаний содержат детальные технические требования к проведению испытаний. В основном они включают:

а) применяемые стандарты в процессе испытаний;

б) требования к испытаниям;

- в) испытательное оборудование, приборы и инструменты;
- г) квалификационные исходные данные;
- д) квалификационные требования;
- е) требования по обеспечению качества испытаний;
- ж) протоколы результатов испытаний.

**9.2.5** Программы или методики испытаний разрабатываются для каждого типа выполняемых испытаний в соответствии с определенной последовательностью испытаний.

**9.2.6** Контроль качества деятельности по КО проводится на протяжении подготовительного этапа и во время испытаний посредством применения ПТК. Этот инструмент обеспечивает контроль разных видов деятельности, включая контроль испытательного оборудования и вспомогательных средств, документацию испытаний, инциденты и отклонения в процессе выполнения испытаний.

**9.2.7** Результаты квалификации методом испытаний регистрируются в протоколах результатов испытаний, которые включены в соответствующие программы или методики испытаний. В некоторых случаях, результаты испытаний могут регистрироваться в других документах (например, в отчетах об испытаниях в аварийных условиях и т.п.). В любом случае, эти документы должны содержать всю необходимую информацию по результатам испытаний.

**9.2.8** По результатам выполнения квалификации оборудования подготавливается отчет по КО, который включает всю информацию, полученную при квалификации, а именно:

- а) актуализированный по результатам квалификации развернутый перечень оборудования, подлежащего квалификации, с указанием статуса квалификации оборудования;
- б) сведения об исходных данных оборудования, подлежащего квалификации;
- в) информацию о квалификационных требованиях и квалификационных характеристиках оборудования;
- г) рабочие условия при ИС и при нормальных условиях эксплуатации;
- д) заключение по результатам квалификации оборудования;
- е) расчетные и аналитические обоснования (квалификационный срок);
- ж) рекомендации по сохранению КО.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(справочное)

**ПРИМЕР ПРОГРАММЫ ТОЧЕК КОНТРОЛЯ ДЛЯ КВАЛИФИКАЦИИ АРМАТУРЫ С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ НА УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

| ПРОГРАММА ТОЧЕК КОНТРОЛЯ   |  |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |
|--|--|---------------------------------|--|--|------------------------|------------|--------------------|--|--|
| <b>Проект:</b><br><b>Оборудование:</b> Арматура с электроприводом (Арматура - КЗ<br>26370.015.04 Электропривод - ТЭ099.191.01) |  |                                 |  |  | <b>ПОДГОТОВЛЕНО:</b>   |            | <b>УТВЕРЖДЕНО:</b> |  |  |
| №  | ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ                             | Ответственность<br>/Присутствие |  |  | ССЫЛОЧНЫЕ<br>ДОКУМЕНТЫ | ПРИМЕЧАНИЯ | ПОДПИСЬ/ДАТА       |  |  |
|  |  |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |
| 1.   | Начальный<br>визуальный осмотр           |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |
| 2.   | Подготовка/<br>Идентификация<br>образцов |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |
| 3.   | Начальные<br>функциональные<br>испытания |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |
| 4.   | Тепловое старение<br>(26 лет)            |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |
| 5.   | Промежуточный<br>визуальный осмотр       |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |

| ПРОГРАММА ТОЧЕК КОНТРОЛЯ   |  |                                 |  |  |                        |                    |              |  |  |
|--|--|---------------------------------|--|--|------------------------|--------------------|--------------|--|--|
| <b>Проект:</b><br><b>Оборудование:</b> Арматура с электроприводом (Арматура - КЗ<br>26370.015.04 Электропривод - ТЭ099.191.01) |  |                                 |  |  | <b>ПОДГОТОВЛЕНО:</b>   | <b>УТВЕРЖДЕНО:</b> |              |  |  |
| №  | ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ                           | Ответственность<br>/Присутствие |  |  | ССЫЛОЧНЫЕ<br>ДОКУМЕНТЫ | ПРИМЕЧАНИЯ         | ПОДПИСЬ/ДАТА |  |  |
|  |  |                                 |  |  |                        |                    |              |  |  |
| 6.   | Промежуточные функциональные испытания |                                 |  |  |                        |                    |              |  |  |
| 7.   | Замена уплотнений                      |                                 |  |  |                        |                    |              |  |  |
| 8.   | Промежуточный визуальный осмотр        |                                 |  |  |                        |                    |              |  |  |
| 9.   | Промежуточные функциональные испытания |                                 |  |  |                        |                    |              |  |  |
| 10.  | Тепловое старение (4 года)             |                                 |  |  |                        |                    |              |  |  |
| 11.  | Промежуточный визуальный осмотр        |                                 |  |  |                        |                    |              |  |  |
| 12.  | Промежуточные функциональные испытания |                                 |  |  |                        |                    |              |  |  |
| 13.  | Радиационное старение                  |                                 |  |  |                        |                    |              |  |  |
| 14.  | Промежуточный визуальный осмотр        |                                 |  |  |                        |                    |              |  |  |
| 15.  | Промежуточные функциональные испытания |                                 |  |  |                        |                    |              |  |  |

| ПРОГРАММА ТОЧЕК КОНТРОЛЯ   |  |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |
|--|--|---------------------------------|--|--|------------------------|------------|--------------------|--|--|
| <b>Проект:</b><br><b>Оборудование:</b> Арматура с электроприводом (Арматура - КЗ<br>26370.015.04 Электропривод - ТЭ099.191.01) |  |                                 |  |  | <b>ПОДГОТОВЛЕНО:</b>   |            | <b>УТВЕРЖДЕНО:</b> |  |  |
| №  | ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ                           | Ответственность<br>/Присутствие |  |  | ССЫЛОЧНЫЕ<br>ДОКУМЕНТЫ | ПРИМЕЧАНИЯ | ПОДПИСЬ/ДАТА       |  |  |
|  |  |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |
| 16.  | Эксплуатационное старение              |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |
| 17.  | Промежуточный визуальный осмотр        |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |
| 18.  | Промежуточные функциональные испытания |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |
| 19.  | Испытания в условиях ПА                |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |
| 20.  | Финальный визуальный осмотр            |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |
| 21.  | Финальные функциональные испытания     |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |
| 22.  | Финальный отчет                        |                                 |  |  |                        |            |                    |  |  |



**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

(справочное)

**БИБЛИОГРАФИЯ**

1. «Безопасность атомных электростанций: Проектирование. Требования безопасности» NS-R-1, МАГАТЭ, Вена, 2003
2. «Системы контрольно-измерительных приборов и управления, важные для безопасности атомных электростанций. Руководство по безопасности» NS-G-1.3 2002, МАГАТЭ, Вена, 2008
3. IAEA Safety Reports Series No. 3 «Equipment Qualification in Operational Nuclear Power Plants: Upgrading, Preserving and Reviewing», МАГАТЭ, Вена, 1998
4. IAEA Safety Reports Series No. 28 «Seismic Evaluation of Existing Nuclear Power Plants». МАГАТЭ, Вена, 2003
5. EPRI-NP-1558 «Review of Equipment Aging Theory and Technology», Исследовательский центр Франклина, США, Филадельфия, 1980
6. ГОСТ 25866-83 «Эксплуатация техники. Термины и определения»

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Номер<br>изменения | Номера листов |            |       |                | Извещение          |                  | подпись | дата |
|--------------------|---------------|------------|-------|----------------|--------------------|------------------|---------|------|
|                    | измененных    | замененных | новых | аннулированных | номер<br>извещения | кол-во<br>листов |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |
|                    |               |            |       |                |                    |                  |         |      |