ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59410— 2021

КОМПЛЕКС ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ПРИВОДЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

Учет фактически выработанного и оценка остаточного ресурса

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Российский концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (АО «Концерн Росэнергоатом»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 322 «Атомная техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 апреля 2021 г. № 184-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2021

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сокращения 3
5 Общие положения 4
6 Порядок обоснования и установления ресурсных характеристик, порядок управления ресурсом и учета выработанного ресурса комплекса электрооборудования и приводов системы управления и защиты 6
7 Порядок сбора, систематизации и хранения данных по комплексу электрооборудования и приводам системы управления и защиты 13
8 Порядок оценки остаточного ресурса комплекса электрооборудования и приводов системы управления и защиты 13
9 Продление срока службы (эксплуатации) комплекса электрооборудования и приводов системы управления и защиты 14
Приложение А (справочное) Перечень параметров, определяющих ресурс приводов системы управления и защиты, для которых устанавливают ресурсные характеристики 16
Приложение Б (справочное) Формы представления сведений для формирования электронного эксплуатационного дела изделия по электрооборудованию и приводам СУЗ 17
Библиография 19

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПЛЕКС ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ПРИВОДЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

Учет фактически выработанного и оценка остаточного ресурса

Complex of electrical equipment and drives of control and safety systems of nuclear power plants. Accounting for actually worked out and estimation of residual resource

Дата введения — 2021—06—15

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования к учету фактически выработанного ресурса и оценке остаточного ресурса комплексов электрооборудования и приводов систем управления и защиты атомных станций.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на комплексы электрооборудования и приводы систем управления и защиты атомных станций с водо-водяными энергетическими реакторами, канальными реакторами большой мощности, энергетическими гетерогенными петлевыми реакторами и реакторами на быстрых нейтронах, включенные в программу управления ресурсом оборудования и трубопроводов блока атомной станции.

1.3 Настоящий стандарт предназначен для применения в составе комплекса стандартов «Учет фактически выработанного и оценка остаточного ресурса» при эксплуатации блоков атомной станции, в том числе при продлении срока эксплуатации (службы), эксплуатации при подготовке к выводу из эксплуатации блоков атомных станций.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 27.003 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности

ГОСТ 3484.3 Трансформаторы силовые. Методы измерений диэлектрических параметров изоляции

ГОСТ 11828—86 Машины электрические вращающиеся. Общие методы испытаний

ГОСТ 19264—82 Электромагниты управления. Общие технические условия

ГОСТ 24054—80 Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытаний на герметичность. Общие требования

ГОСТ 24979—81 Механизмы исполнительные электрические постоянной скорости для дистанционного управления. Типы и основные параметры. Технические требования

ГОСТ 25804.4—83 Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных электростанций. Общие конструктивно-технические требования

ГОСТ 25804.8—83 Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных электростанций. Методы оценки соответствия общим конструктивно-техническим требованиям

ГОСТ 25862—83 Механизмы исполнительные электрические постоянной скорости для дистанционного управления. Правила приемки и методы испытаний

ГОСТ 26843—86 Реакторы ядерные энергетические. Общие требования к системе управления и защиты

Издание официальное

ГОСТ IEC 60934 Выключатели автоматические для оборудования (CBE)

ГОСТ Р 51901.16 (МЭК 61164:2004) Менеджмент риска. Повышение надежности. Статистические критерии и методы оценки

ГОСТ Р 52931 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия

ГОСТ Р 58341.1 Элемент блока атомной станции. Порядок управления ресурсом

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения. Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

выработанный ресурс: Изменение значений ресурсных характеристик оборудования и трубопроводов от начала их эксплуатации до текущего момента эксплуатации (или контроля их технического состояния).

[[1], приложение 1, пункт 1]

3.2 **комплекс электрооборудования системы управления и защиты:** Многофункциональная система, предназначенная для управления реактивностью и мощностью реактора атомной станции, а также реализации защитных функций путем воздействия на органы регулирования в режимах нормальной эксплуатации и нарушений нормальной эксплуатации, включая проектные аварии.

3.3

механизмы старения: Процессы, приводящие к необратимым изменениям свойств конструкционных материалов при эксплуатации.

[[1], приложение 1, пункт 3]

3.4

назначенный срок службы: Установленное и обоснованное в проектах АС и РУ календарное время службы оборудования и трубопроводов (включая периоды технического обслуживания и ремонта).

[[1], приложение 1, пункт 4]

3.5

остаточный ресурс: Суммарная наработка объекта от момента контроля его технического состояния до момента достижения предельного состояния.

[ГОСТ 27.002—2015, пункт 3.3.5]

3.6 **привод системы управления и защиты ядерного реактора;** привод СУЗ: Устройство, предназначенное для изменения положения механического рабочего органа СУЗ и его удержания в фиксированном положении.

3.7

ресурсные характеристики: Количественные значения параметров, определяющих ресурс оборудования и трубопроводов.

[[1], приложение 1, пункт 11]

3.8 **специализированная организация:** Юридическое лицо, привлекаемое на основе контракта или гражданско-правового договора к проведению проектных, конструкторских, материаловедческих работ по управлению ресурсными характеристиками, располагающее условиями выполнения этих работ, подготовленным установленным порядком персоналом для их проведения и имеющее лицензию Ростехнадзора на проведение данного вида работ.

3.9

электронное дело изделия: Структурированный набор электронных документов и данных, создаваемый и сопровождаемый в течение жизненного цикла конкретного экземпляра изделия для систематизации сведений об изготовлении, применении по назначению и технической эксплуатации.

[ГОСТ Р 53394—2017, статья 3.41]

3.10

элементы АС: Строительные конструкции, оборудование, приборы, трубопроводы, средства измерения, контроля, управления и автоматики, кабели и другие изделия, обеспечивающие выполнение заданных функций самостоятельно или в составе систем и рассматриваемые в проекте АС в качестве структурных единиц при выполнении анализов надежности и безопасности.

[[2], приложение 2, пункт 97]

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АЗ — аварийная защита;

АРК — автоматическое регулирование и компенсация;

АС — атомная станция;

БН — ядерный энергетический реактор на быстрых нейтронах;

ВВЭР — водо-водяной энергетический реактор;

ЗИП — запасные части, инструменты и принадлежности;

КС — компенсирующий стержень;

КСКУЗ — комплексная система контроля, управления и защиты;

ППР — планово-предупредительный ремонт;

РБМК — реактор большой мощности канальный;

РР — ручное регулирование;

РС — регулирующий стержень;

РС-АЗ — регулирующий стержень — аварийная защита;

СУЗ — система управления и защиты;

ТОиР — техническое обслуживание и ремонт;

ТУ — технические условия;

ШЭМ — шаговый электромагнитный;

ЭГП — энергетический гетерогенный петлевой реактор.

5 Общие положения

5.1 Требования по управлению ресурсом устанавливают для следующих типов приводов СУЗ:

а) электромагнитный механизм перемещения (удержания) штанги, сцепленной с рабочим органом СУЗ типа ШЭМ — блоков АС с реакторной установкой ВВЭР-1000, ВВЭР-1200,

б) привод линейный шаговый, предназначенный для перемещения регулирующего органа СУЗ блока АС с реакторной установкой ВВЭР-1000;

в) приводы с электрическими двигателями, в том числе:

1) приводы АРК блоков АС с реакторной установкой ВВЭР-440;

2) сервоприводы КСКУЗ (СУЗ) блоков АС с реакторной установкой РБМК-1000;

3) приводы РС, АЗ и КС блоков АС с реакторными установками БН-600 и БН-800;

4) приводы РС-АЗ, РР и АЗ блоков АС с реакторной установкой ЭГП-6.

5.2 Учет фактически выработанного ресурса и оценка остаточного ресурса комплексов электрооборудования СУЗ, включая электрооборудование ВВЭР, КСКУЗ реакторных установок РБМК-1000, СУЗ реакторной установки ЭГП-6, СУЗ реакторных установок БН-600 и БН-800 (далее — электрооборудование СУЗ) и приводов СУЗ являются частью работ по управлению ресурсом электрооборудования и приводов СУЗ и осуществляются с целью:

- обеспечения требуемого технического состояния, ресурсных характеристик и требуемой надежности электрооборудования и приводов СУЗ в течение назначенного и продленного сроков службы;
- своевременного выполнения мероприятий по контролю технического состояния и управлению ресурсом электрооборудования и приводов СУЗ в течение назначенного и продленного сроков службы;
- минимизации отказов электрооборудования СУЗ по выполняемым функциям и отказов его элементов;
- обеспечения периодической оценки соответствия текущих ресурсных характеристик приводов СУЗ требованиям, установленным в проектной (конструкторской) и эксплуатационной документации.

5.3 Режим работы электрооборудования и приводов СУЗ — непрерывный круглосуточный. Межремонтный интервал устанавливают в соответствии с технологическим регламентом эксплуатации блока АС.

В соответствии с классификацией ГОСТ 27.003, электрооборудование и приводы СУЗ относятся к восстанавливаемым, обслуживаемым системам непрерывного длительного действия.

5.4 Механизмы старения материалов элементов приводов СУЗ приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Механизмы старения материалов элементов приводов СУЗ

Наименование элемента/материала	Механизмы старения					
	Механический износ	Механическая усталость	Изменение структуры материала (появление трещин, микротрещин)	Радиационное распухание	Термическая деградация материалов	Коррозия
Элементы конструкции, контактирующие с теплоносителем 1-го контура, металл	–	+	+	–	–	+
Статор двигателя: активная электротехническая сталь	–	+	+	–	–	+
полимер системы изоляции	–	–	+	+	+	–
Ротор (якорь) двигателя: полимер системы изоляции обмотки	–	–	+	+	+	–
полюса приводов типа ШЭМ из электротехнической стали	+	–	–	–	–	+

Окончание таблицы 1

Наименование элемента/материала	Механизмы старения					
	Механический износ	Механическая усталость	Изменение структуры материала (появление трещин, микротрещин)	Радиационное распухание	Термическая деградация материалов	Коррозия
металл (коллектор)	+	+	+	–	–	+
Датчик положения	–	–	+	+	–	+
Электромагнитные элементы (электромагниты, электромагнитные муфты), металл	–	–	+	–	–	+
Редуктор, металл	+	+	+	–	–	+
Подшипники, металл	+	+	+	–	–	+
Механическая часть (штанга, лента, трос), металл	+	+	+	–	–	+
Примечание — «+» — наличие механизма старения; «–» — отсутствие механизма старения.						

5.5 Механизмы старения материалов элементов электрооборудования СУЗ приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Механизмы старения материалов элементов электрооборудования СУЗ

Наименование элемента	Механизмы старения			
	Термическая деградация изоляционных материалов	Механический износ	Изменение структуры материала под воздействием вибрации	Коррозия
Электронные блоки	+	–	+	–
Электромагнитные реле, контакторы, магнитные пускатели	+	+	+	–
Автоматические выключатели, переключатели	+	+	–	–
Трансформаторы	+	–	–	–
Элементы электромонтажа, электрическая изоляция	+	–	+	–
Разъемные соединители	+	+	+	–
Клеммные соединители	+	–	+	+
Металлоконструкции корпусов	–	–	+	+
Примечание — «+» — наличие механизма старения; «–» — отсутствие механизма старения.				

Параметры, определяющие техническое состояние приводов СУЗ оборудования в зависимости от проявления эффектов старения конструктивных элементов приводов, приведены в таблице 3. Параметры, определяющие техническое состояние элементов электрооборудования СУЗ оборудования в зависимости от проявления эффектов старения конструктивных элементов приводов, приведены в таблице 4.

Таблица 3 — Параметры, определяющие техническое состояние приводов СУЗ при проявлении эффектов старения

Контролируемый эффект старения конструктивного элемента	Параметры, определяющие техническое состояние
Изменение электрических свойств изоляции цепей управления привода	Сопротивление изоляции электрических цепей управления по отношению к корпусу и между собой
Изменение структуры материала изоляции цепей управления привода вследствие радиационного распухания, термической деградации	Отсутствие трещин, повреждений, расслаивания
Изменение электрических свойств изоляции обмоток привода	Сопротивление изоляции обмоток
Изменение структуры материала изоляции обмоток привода	Отсутствие трещин, повреждений, расслаивания
Коррозия элементов конструкции, контактирующих с теплоносителем 1-го контура	Отсутствие трещин, повреждений, герметичность
Изменение структуры металла конструктивных элементов вследствие механического износа, механической усталости, изменения структуры материала	Отсутствие трещин, повреждений, расслаивания
Изменение геометрических размеров элементов механической части электромагнитных механизмов перемещения типа ШЭМ вследствие механического износа, механической усталости, изменения структуры материала, коррозии	Зазоры, геометрические размеры конструктивных элементов

Таблица 4 — Параметры, определяющие техническое состояние элементов электрооборудования СУЗ при проявлении эффектов старения

Контролируемый эффект старения элементов электрооборудования	Параметры, определяющие техническое состояние
Изменение электрических свойств изоляции электронных блоков, шкафов силового управления вследствие влияния вибрации, термической деградации материалов	Сопротивление изоляции между цепями электропитания и корпусами элементов электрооборудования СУЗ. Показатели функционирования элементов электрооборудования СУЗ
Изменение физико-механических свойств в изоляции трансформаторов вследствие влияния термической деградации материалов	Сопротивление межобмоточной изоляции. Сопротивление обмоток
Изменение физико-механических, физико-химических свойств материалов переключающих устройств, разъемных соединителей, клеммных соединителей вследствие влияния вибрации, термической деградации материалов, механического износа	Наработка. Температура поверхности при работе. Динамические характеристики контактов
Изменение физико-механических свойств материалов металлоконструкции корпусов влияния вибрации, коррозии	Площадь и глубина коррозионных повреждений

6 Порядок обоснования и установления ресурсных характеристик, порядок управления ресурсом и учета выработанного ресурса комплекса электрооборудования и приводов системы управления и защиты

6.1 Порядок обоснования и установления ресурсных характеристик электрооборудования и приводов СУЗ

6.1.1 Учет фактически выработанного ресурса электрооборудования и приводов СУЗ включает в себя:

- установление и обоснование ресурсных характеристик электрооборудования и приводов СУЗ для технических параметров, определяющих ресурс;

- мониторинг установленных ресурсных характеристик, включая контроль и оценку технического состояния конструктивных элементов электрооборудования и приводов СУЗ.

6.1.2 Управление ресурсом составных элементов электрооборудования СУЗ осуществляют в рамках ТОиР в зависимости от их технического состояния путем замены с использованием комплектов запасных деталей (узлов). Перечень элементов, узлов и деталей электрооборудования СУЗ, подлежащих замене, определяется конструкторской, эксплуатационной и ремонтной документацией.

6.1.3 В соответствии с требованиями [1] в конструкторской (проектной) документации на приводы СУЗ, включаемые в программу управления ресурсом, должны быть установлены и обоснованы ресурсные характеристики и критерии оценки ресурса. Ресурсные характеристики приводов СУЗ (далее — ресурсные характеристики) приводят в паспортах (формулярах) на оборудование.

6.1.4 Для приводов СУЗ, включаемых в программу управления ресурсом, которые сконструированы до ввода в действие [1], обоснование и установление ресурсных характеристик должно быть выполнено эксплуатирующей организацией с учетом рекомендаций [3]. Ресурсные характеристики вносят в паспорта оборудования на основании решения, которое утверждается эксплуатирующей организацией.

6.1.5 Перечень технических параметров, определяющих ресурс приводов СУЗ, для которых следует устанавливать ресурсные характеристики, приведен в приложении А.

6.1.6 Выбор технических параметров, определяющих ресурс приводов СУЗ, обосновывают с учетом:

- опыта конструирования, изготовления, монтажа, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации оборудования приводов СУЗ;

- результатов опытной эксплуатации прототипов (головных образцов);

- результатов аналитических исследований;

- механизмов старения и деградации приводов СУЗ.

6.1.7 Для установления и обоснования ресурсных характеристик допускается использовать:

- ресурсные характеристики, приведенные в паспортах оборудования приводов СУЗ;

- результаты оценки технического состояния и остаточного ресурса оборудования приводов СУЗ, которые проводят для обоснования продления срока службы оборудования приводов СУЗ;

- расчетные обоснования ресурсных характеристик, выполненные в соответствии с требованиями и рекомендациями [1], [3], [4];

- результаты мониторинга ресурсных характеристик при реализации программ управления ресурсом.

6.2 Порядок управления ресурсом и учета фактически выработанного ресурса электрооборудования и приводов СУЗ

6.2.1 Общие принципы и требования к процедурам управления ресурсом электрооборудования и приводов СУЗ устанавливают в соответствии с ГОСТ Р 58341.1.

6.2.2 В соответствии с требованиями [1] и ГОСТ Р 58341.1 эксплуатирующей организацией разрабатывается программа управления ресурсом. В программу управления ресурсом включают относящиеся к классам безопасности 2 и 3 (по решению эксплуатирующей организации) по классификации [2] элементы электрооборудования и приводы СУЗ в соответствии с рекомендациями [3].

6.2.3 Учет выработанного ресурса и определение остаточного ресурса электрооборудования и приводов СУЗ проводят в рамках выполнения программ управления ресурсом в соответствии с ГОСТ Р 58341.1.

6.2.4 Результаты работ по выполнению программы управления ресурсом, выполнению работ по регламенту контроля технического состояния электрооборудования и приводов СУЗ оформляют с регистрацией результатов проведения измерений, испытаний и контроля в соответствии с требованиями 3.1 [5], включая акты и протоколы с результатами измерений, и используют для учета выработанного и оценки остаточного ресурсов.

6.2.5 Параметры и критерии оценки технического состояния (качественные и/или количественные показатели) элементов привода СУЗ приведены в таблице 5.

Таблица 5 — Параметры и критерии оценки технического состояния элементов привода СУЗ

Наименование элемента	Определяющий параметр технического состояния	Критерий оценки технического состояния
Элементы конструкции, контактирующие с теплоносителем 1-го контура	Трещины, коррозия	Не допускаются
	Герметичность	В соответствии с конструкторской, эксплуатационной документацией
Электрические цепи управления привода	Сопротивление изоляции электрических цепей управления по отношению к корпусу и между собой	В соответствии с конструкторской, эксплуатационной документацией
Коллекторный электродвигатель постоянного тока	Трещины, коррозия, расслаивание	Не допускаются
Обмотки (полимерная изоляция)	Сопротивление изоляции обмоток	В соответствии с разделом 2 ГОСТ 24979—81
	Трещины, истирание	Не допускаются
Состояние щеток коллекторного электродвигателя постоянного тока	Минимальная высота	В соответствии с конструкторской, эксплуатационной документацией
Электромагниты, электромагнитные муфты	Электрическое сопротивление постоянному току обмоток	В соответствии с разделом 3 ГОСТ 11828—86
	Трещины, коррозия	Не допускаются
	Тяговое усилие электромагнита или привода в сборе	В соответствии с конструкторской, эксплуатационной документацией
Датчик положения	Электрическое сопротивление постоянному току	В соответствии с ГОСТ 11828—86
	Электрическое сопротивление изоляции электрических цепей относительно корпуса и между собой	
Соединительное звено (при номинальной нагрузке) (штанга, рейка, лента)	Скорость перемещения	В соответствии с конструкторской, эксплуатационной документацией
	Значение полного хода	
	Величина люфта	
	Износ	В соответствии с ГОСТ 24979—81
	Повреждения	Не допускаются трещины, задиры, гофры, смятия кромок и другие повреждения
Редуктор	Износ	В соответствии с конструкторской, эксплуатационной документацией
Механическая часть электромагнитных механизмов перемещения типа ШЭМ	Блок перемещения: зазоры в блоке перемещения между полюсами; зазор свободного перемещения втулки нижней блока перемещения	В соответствии с конструкторской, эксплуатационной документацией
	Штанга: количество фактически выполненных двойных ходов; величина зазора в демпферном узле	В соответствии с конструкторской, эксплуатационной документацией

Окончание таблицы 5

Наименование элемента	Определяющий параметр технического состояния	Критерий оценки технического состояния
	Чехол: размер узла уплотнения чехла с патрубком крышки реактора; состояние сварного соединения фланца с трубой чехла	В соответствии с конструкторской, эксплуатационной документацией

6.3 Мониторинг ресурсных характеристик электрооборудования и приводов СУЗ

6.3.1 Для периодической оценки технического состояния электрооборудования и приводов СУЗ, учета фактически выработанного ресурса электрооборудования и приводов СУЗ и выявления действия механизмов старения и деградации осуществляют мониторинг ресурсных характеристик электрооборудования и приводов СУЗ, включая контроль технического состояния и диагностирование конструктивных элементов электрооборудования и приводов СУЗ. Мониторинг ресурсных характеристик выполняют для электрооборудования и приводов СУЗ, включенных в программу управления ресурсом оборудования, ресурс которого подлежит управлению. Мониторинг ресурсных характеристик электрооборудования и приводов СУЗ осуществляют в рамках ТОиР.

6.3.2 Организацию работ по мониторингу ресурсных характеристик электрооборудования и приводов СУЗ осуществляют эксплуатирующая организация с привлечением при необходимости организации-изготовителя, а также квалифицированных специалистов с соответствующим опытом работы.

6.3.3 Мониторинг ресурсных характеристик электрооборудования и приводов СУЗ включает следующие этапы:

- проверку наличия необходимой технической документации;
- проверку соблюдения условий эксплуатации;
- проведение анализа эксплуатационной надежности;
- проверку соблюдения регламента ТОиР;
- проведение визуального осмотра конструктивных элементов электрооборудования и приводов СУЗ, измерений текущих значений контролируемых параметров, определяющих ресурс (ресурсные характеристики) в соответствии с 6.4, 6.5;
- сопоставление результатов визуального осмотра элементов электрооборудования и приводов СУЗ, измерений текущих значений контролируемых параметров, определяющих ресурс, с критериями оценки технического состояния в соответствии с 6.4.1;
- оформление документов по результатам проведенного мониторинга.

6.3.4 При проведении мониторинга ресурсных характеристик необходимо учитывать следующую информацию:

- паспортные данные электрооборудования и приводов СУЗ;
- данные о техническом состоянии электрооборудования и приводов СУЗ на начальный момент эксплуатации;
- данные о текущем техническом состоянии электрооборудования и приводов СУЗ с результатами измерений и обследований;
- данные мониторинга фактических условий эксплуатации электрооборудования и приводов СУЗ;
- результаты расчетов, оценок, предварительных прогнозов и заключений.

6.3.5 Контроль и измерение параметров технического состояния, влияющие на ресурс электрооборудования и приводов СУЗ, проводят в течение всего срока эксплуатации на АС.

Результаты проведенного мониторинга электрооборудования и приводов СУЗ документально оформляют с регистрацией результатов проведения измерений, результатов измерений при испытаниях, контроле (включая акты и протоколы с результатами измерений) для возможности последующей оценки остаточного ресурса и прогнозирования последующего процесса деградации.

6.3.6 По результатам проведенного мониторинга эксплуатирующая организация принимает решение о возможности и условиях дальнейшей эксплуатации электрооборудования и приводов СУЗ, включая разработку мероприятий по уменьшению воздействия механизмов старения.

6.4 Оценка технического состояния привода СУЗ

6.4.1 Оценки технического состояния привода СУЗ проводят на основании анализа следующих данных:

- наработка привода и его составных частей с начала эксплуатации;
- эксплуатационные параметры привода;
- значения параметров состояния элементов привода (см. таблицу 5);
- результаты осмотров и испытаний в соответствии с руководством по эксплуатации;
- износ элементов привода.

6.4.2 Состояние привода признают работоспособным при выполнении следующих условий:

- фактическая наработка элементов составных частей привода не превышает значения назначенных сроков службы, указанных в ТУ, руководствах по эксплуатации;
- значения параметров технического состояния составных частей привода соответствуют требованиям ТУ, руководств по эксплуатации.

В противном случае принимают решение о необходимости работ по ТОиР или замене составных частей привода.

6.4.3 Методы контроля технического состояния и диагностирования привода

6.4.3.1 Проверка герметичности корпуса привода

Для составных частей приводов типа ШЭМ и АРК, являющихся частями границ 1-го контура, проводят гидравлические испытания на плотность и прочность привода в составе реакторной установки жидкостным компрессионным методом с использованием аттестованной методики измерений при испытаниях, основанной на жидкостном компрессионном методе в соответствии с приложением 2 ГОСТ 24054—80.

6.4.3.2 Измерение сопротивления изоляции электрических цепей приводов СУЗ

Измерение сопротивления изоляции электрических цепей электромагнитов относительно корпуса и между собой и датчика относительно корпуса для электромагнитного механизма перемещения типа ШЭМ проводят в соответствии с 7.4 ГОСТ 19264—82.

Методы измерений сопротивления изоляции цепей остальных приводов, перечисленных в 5.1: обмоток асинхронных электродвигателей — в соответствии с разделом 6 ГОСТ 11828—86; электромагнитных муфт — в соответствии с 7.4 ГОСТ 19264—82; коллекторных электродвигателей, концевых выключателей, датчиков положения — в соответствии с 2.3.2 ГОСТ 25862—83.

Измерение сопротивления изоляции обмоток двигателя привода линейного шагового проводят в соответствии с ТУ на привод.

Испытания на электрическую прочность изоляции обмоток двигателя привода линейного шагового относительно корпуса — в соответствии с ТУ на привод.

6.4.3.3 Измерение сопротивления обмоток электрических машин постоянному току

Измерение проводят в холодном состоянии двигателя в соответствии с разделом 3 ГОСТ 11828—86. При сравнении значений сопротивлений с данными организации-изготовителя или данными измерений после замены они должны быть приведены к одинаковой температуре.

6.4.3.4 Измерение индуктивности обмоток электромагнитов для электромагнитного механизма перемещения типа ШЭМ

Измерение проводят на частоте переменного тока 50 Гц. Методы измерения, нормы индуктивности — в соответствии с конструкторской документацией (ТУ и руководства по эксплуатации).

6.4.3.5 Измерение сопротивления обмотки электромагнитов и электромагнитных муфт

Методы измерений определяют в соответствии с 7.6 ГОСТ 19264—82.

6.4.3.6 Измерение скорости перемещения, времени аварийного сброса, величин полного хода и люфта выходного органа привода

Методы измерений времени аварийного сброса определяют в соответствии с 2.9 ГОСТ 25862—83 с учетом требований конструкторской документации. Методы измерения скорости перемещения, времени аварийного сброса, значений полного хода и люфта выходного органа привода — в соответствии с конструкторской документацией.

6.4.3.7 Контроль технического состояния и диагностирование приводов СУЗ

Перечень контролируемых технических параметров приводов СУЗ, влияющих на ресурс, ресурсные характеристики и методы их проверки, определяют в соответствии с конструкторской документацией и руководствами по эксплуатации приводов.

Критерием пригодности приводов СУЗ к дальнейшей эксплуатации являются:

- отсутствие механических и коррозионных повреждений, влияющих на работоспособность привода;

- соответствие значений технических параметров, определяющих ресурс, значениям, указанным в конструкторской документации на привод СУЗ (ТУ и руководства по эксплуатации).

Значения технических параметров сравнивают со значениями параметров, зафиксированных ранее в формуляре (паспорте) на каждый привод и также заносят в формуляры (паспорта).

6.5 Оценка технического состояния электрооборудования СУЗ

6.5.1 Оценку технического состояния комплекса электрооборудования СУЗ проводят на основании анализа следующих данных:

- наработка с начала эксплуатации технических средств, входящих в состав электрооборудования СУЗ;

- эксплуатационные параметры элементов электрооборудования СУЗ;

- значения параметров состояния элементов электрооборудования СУЗ (см. таблицу 6);

- результаты осмотров и профилактических проверок, проводимых в период ППР в соответствии с руководствами по эксплуатации элементов и функциональных групп электрооборудования СУЗ, в соответствии с таблицей 4;

- результаты расчетной оценки показателей надежности технических средств и функциональных групп, входящих в состав электрооборудования СУЗ, определенной по эксплуатационной статистике отказов;

- результаты расчетной оценки, выполненной по эксплуатационной статистике отказов, показателей функциональной готовности установленных нормативными документами и технической документацией: вероятности несрабатывания на требование остановки реактора по функции АЗ согласно ГОСТ 26843.

6.5.2 Электрооборудование СУЗ признают работоспособным при выполнении следующих условий:

- фактическая наработка элементов электрооборудования СУЗ не превышает значения назначенных сроков службы, указанных в ТУ, руководствах по эксплуатации;

- значения параметров технического состояния элементов электрооборудования СУЗ соответствуют требованиям ТУ, руководств по эксплуатации;

- расчетные оценки показателей надежности, определенные по эксплуатационной статистике отказов, элементов электрооборудования СУЗ соответствуют значениям, указанным в ТУ, руководствах по эксплуатации;

- отсутствует определенный по эксплуатационной статистике отказов тренд резкого возрастания отказов элементов электрооборудования СУЗ;

- показатели функционирования электрооборудования СУЗ соответствуют требованиям, установленным проектной документацией;

- имеется достаточное количество элементов ЗИП, требуемых по документации изготовителя или необходимых для эксплуатации в течение назначенного (или продленного) срока службы электрооборудования СУЗ, или имеется возможность их пополнения.

В противном случае принимают решение о необходимости работ по ТОиР, замене элементов или модернизации электрооборудования СУЗ.

6.5.3 Методы контроля технического состояния и диагностирования технических средств электрооборудования СУЗ

6.5.3.1 Методы измерения и значения сопротивления изоляции цепей электропитания элементов электрооборудования СУЗ определяют по ГОСТ Р 52931.

6.5.3.2 Методы измерения и значения сопротивления изоляции цепей силового управления приводами СУЗ определяют в соответствии с ГОСТ Р 52931.

6.5.3.3 Методы измерений напряжения электропитания элементов электрооборудования СУЗ определяют в соответствии с 1.11 ГОСТ 25804.8—83.

6.5.3.4 Методы измерения сопротивления между элементами заземления и доступными прикосновению металлическими нетоковедущими частями элементов электрооборудования СУЗ, которые могут оказаться под напряжением, определяют в соответствии с 1.5 ГОСТ 25804.8—83.

6.5.3.5 Методы измерения сопротивления и коэффициента абсорбции изоляции обмоток силовых трансформаторов определяют в соответствии с ГОСТ 3484.3.

6.5.3.6 Методы измерения времени срабатывания и отпускания силовых контакторов цепей аварийной защиты определяют в соответствии с конструкторской документацией электрооборудования СУЗ.

6.5.3.7 Методы измерения токов отсечки автоматических выключателей определяют в соответствии ГОСТ IEC 60934.

Таблица 6 — Определяющие параметры технического состояния элементов электрооборудования СУЗ

Наименование элемента	Определяющий параметр технического состояния	Критерий оценки технического состояния
Система в целом	Оцененная с учетом эксплуатационной статистики отказов вероятность несрабатывания СУЗ на требование остановки реактора по функции АЗ	По ГОСТ 26843—86 (пункт 1.7.2)
Силовые контакторы цепей АЗ	Механическая наработка	В соответствии с конструкторской, эксплуатационной документацией
Шкафы силового управления	Сопротивление изоляции цепей силового управления приводами электрооборудования СУЗ	По ГОСТ 25804.4—83 (раздел 7)
Электронные блоки/ шкафы	Наработка с начала эксплуатации	Не должна превышать значение назначенного срока службы в соответствии с ТУ на конкретный тип СУЗ или указанное в техническом решении о продлении срока эксплуатации
	Наработка до отказа	В соответствии с конструкторской, эксплуатационной документацией
	Сопротивление изоляции между цепями электропитания и корпусами элементов электрооборудования СУЗ	По ГОСТ 25804.4—83 (раздел 7)
	Сопротивление между элементами заземления и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью элемента электрооборудования СУЗ, которая может оказаться под напряжением	По ГОСТ 25804.4—83 (пункт 1.5.4)
	Показатели функционирования элементов электрооборудования СУЗ	В соответствии с конструкторской, эксплуатационной документацией
	Обеспеченность ЗИП*	Не менее количества, указанного в конструкторской, эксплуатационной документации*
Элементы электромонтажа	Сопротивление изоляции	По ГОСТ 25804.4—83 (раздел 7)
	Охрупчение, растрескивание изоляции	Не допускается
Трансформаторы	Состояние обмоток силовых трансформаторов, входящих в состав электрооборудования СУЗ	В соответствии с конструкторской, эксплуатационной документацией
Шкафы/пульты	Состояние металлоконструкций элементов СУЗ	Не допускается

* Относится только к электронным блокам.

7 Порядок сбора, систематизации и хранения данных по комплексу электрооборудования и приводам системы управления и защиты

7.1 Эксплуатирующая организация должна обеспечивать сбор, обработку, систематизацию, анализ и хранение информации по исходным и фактическим значениям параметров, определяющих установленные ресурсные характеристики электрооборудования и приводов СУЗ, отказам и нарушениям в работе электрооборудования и приводов СУЗ, по режимам работы, включая переходные режимы, испытания, предаварийные ситуации и аварии. Указанную информацию следует хранить в течение всего срока службы оборудования в формате, позволяющем в случае необходимости оперативно на этапе эксплуатации провести сравнение исходных и фактических значений параметров, определяющих их фактические ресурсные характеристики оборудования.

7.2 С момента выдачи электрооборудования и приводов СУЗ в монтаж формируют электронное дело изделия, куда вводят следующие данные:

- все паспортные данные;
- данные изготовителей и монтажных организаций о наличии или отсутствии отклонений от конструкторской (проектной) документации на оборудование и технологию их изготовления, ремонтах, дополнительных испытаниях;
- данные по специализированным организациям, оказывающим услуги эксплуатирующей организации по сопровождению эксплуатации и технической диагностике оборудования;
- сведения о наличии или отсутствии отклонений от конструкторской (проектной) документации на элементы электрооборудования и привода СУЗ при хранении, перевозке и транспортировании;
- технические характеристики имеющихся отклонений (при их наличии) при хранении, транспортировании и монтаже;
- параметры испытаний при вводе в эксплуатацию;
- данные по опыту эксплуатации оборудования;
- данные по мониторингу фактических условий эксплуатации оборудования;
- данные по повреждениям, их накоплению и развитию, отказам и нарушениям в работе;
- данные по оценкам остаточного ресурса оборудования, эксплуатируемого в период дополнительного срока эксплуатации.

Примеры оформления сведений и данных для электронного дела изделия для электрооборудования и приводов СУЗ приведены в приложении Б.

Допускается вести дело изделий на бумажном носителе.

8 Порядок оценки остаточного ресурса комплекса электрооборудования и приводов системы управления и защиты

8.1 Общие положения

8.1.1 Оценка остаточного ресурса основывается на фактическом техническом состоянии электрооборудования и приводов СУЗ и фактической выработке назначенного срока службы (см. раздел 6).

8.1.2 Оценку остаточного ресурса электрооборудования и приводов СУЗ проводят сравнением полученных значений выработанного ресурса оборудования с ресурсом, указанным в конструкторской документации (ТУ, руководств по эксплуатации), и прогнозом поведения определяющих параметров.

8.2 Оценка остаточного ресурса комплекса электрооборудования СУЗ при продлении срока службы

8.2.1 Оценку остаточного ресурса электрооборудования СУЗ осуществляют по результатам комплексного обследования технического состояния оборудования, при котором проводят контроль определяющих параметров технического состояния в соответствии с таблицей 4, и на основании расчетной оценки показателей надежности.

8.2.2 Расчетную оценку показателей надежности проводят путем периодического проведения анализа показателей надежности электрооборудования СУЗ по накопленным статистическим данным отказов элементов технических средств электрооборудования СУЗ с оформлением отчетов, содержащих оценку текущего значения и прогноз изменения показателей надежности с целью расчетных подтверждений текущего состояния и оценки остаточного ресурса электрооборудования СУЗ. Расчеты изменения показателей надежности выполняют в соответствии с ГОСТ Р 51901.16.

8.2.3 При возможности пополнения ЗИП оценку объема количества ЗИП осуществляют по результатам расчета показателей надежности. При невозможности пополнения ЗИП определяют период эксплуатации, на который достаточно оставшегося количества ЗИП.

8.3 Оценка остаточного ресурса приводов СУЗ

8.3.1 Для оценки остаточного ресурса приводов СУЗ осуществляют учет наработки привода.

8.3.2 Выполняют периодический анализ результатов контроля технического состояния привода с оформлением отчетов по прогнозированию поведения привода с целью подтверждения текущего технического состояния и оценки остаточного ресурса привода.

9 Продление срока службы (эксплуатации) комплекса электрооборудования и приводов системы управления и защиты

9.1 Работы по оценке технического состояния и остаточного ресурса электрооборудования и приводов СУЗ при продлении срока эксплуатации проводят в соответствии с ГОСТ Р 58341.1.

9.2 Продление срока службы электрооборудования СУЗ

9.2.1 Продление срока службы электрооборудования СУЗ осуществляют в соответствии с программой обследования и оценки технического состояния и остаточного ресурса по истечению назначенного срок службы.

9.2.2 Критериями возможности продления срока службы электрооборудования СУЗ свыше назначенного техническими условиями срока службы являются:

- положительные результаты анализа эксплуатационной надежности электрооборудования СУЗ;
- положительная оценка технического состояния электрооборудования СУЗ;
- соответствие параметров электрооборудования СУЗ значениям, указанным в программе;
- положительная оценка состояния технической и эксплуатационной документации на электрооборудование СУЗ;
- наличие достаточного объема (возможность пополнения) ЗИП.

9.2.3 По результатам обследования электрооборудования СУЗ оформляют заключение, отражающее:

- соответствие условий эксплуатации электрооборудования СУЗ (температура, влажность окружающей среды) требованиям конструкторской документации на электрооборудование СУЗ;
- соблюдение регламента ТОиР требованиям, установленным ТУ и конструкторской документации на электрооборудование СУЗ;
- состояние технической и эксплуатационной документации на электрооборудование СУЗ;
- достаточность и результаты оценки технического состояния ЗИП в соответствии с конструкторской документацией;
- рекомендации по режиму эксплуатации изделий с продленным назначенным сроком службы (при необходимости).

Заключение о техническом состоянии электрооборудования СУЗ является приложением к решению о продлении назначенного срока службы электрооборудования СУЗ.

9.3 Продление срока службы приводов СУЗ

9.3.1 Приводы СУЗ типа ШЭМ блоков АС с реакторной установкой ВВЭР-1000 подлежат замене по истечению назначенного срока службы либо в случае выработки приводом ресурса по количеству двойных ходов ранее истечения назначенного срока службы.

9.3.2 Продление срока службы приводов с электрическими двигателями [5.1, перечисление в)] осуществляют в соответствии с программой обследования и оценки технического состояния и остаточного ресурса указанных приводов по истечению назначенного срок службы.

9.3.3 Критериями возможности продления срока службы приводов с электрическими двигателями свыше назначенного ТУ на каждый тип привода срока службы являются:

- положительные результаты анализа эксплуатационной надежности приводов с электрическими двигателями;
- положительная оценка технического состояния приводов с электрическими двигателями;
- соответствие параметров приводов с электрическими двигателями значениям, указанным в программе;

- положительная оценка состояния конструкторской документации на приводы с электрическими двигателями.

9.3.4 По результатам обследования привода с электрическими двигателями оформляют заключение, отражающее:

- техническое состояние приводов с электрическими двигателями (по результатам визуального осмотра и испытаний);
- соответствие условий эксплуатации приводов с электрическими двигателями [параметры охлаждающей воды (температура, давление, расход); температура; влажность окружающей среды] требованиям, установленным ТУ и эксплуатационной документацией на приводы СУЗ;
- соблюдение регламента ТОиР требованиям, установленным ТУ и эксплуатационной документацией на приводы с электрическими двигателями;
- состояние конструкторской документации на приводы;
- комплектность и состояние ЗИП;
- рекомендации по режиму эксплуатации изделий с продленным назначенным сроком службы (при необходимости);
- календарный срок продления назначенного срока службы приводов с электрическими двигателями.

Заключение о техническом состоянии приводов с электрическими двигателями является приложением к решению о продлении назначенного срока службы приводов СУЗ.

Приложение А
(справочное)

Перечень параметров, определяющих ресурс приводов системы управления и защиты, для которых устанавливают ресурсные характеристики

А.1 Электрические параметры изоляции.
А.2 Герметичность составных частей приводов типа ШЭМ, АРК, являющихся частями границы 1-го контура.
А.3 Допустимое количество двойных ходов привода, сцепленного с рабочим органом СУЗ.
А.4 Допустимое количество сбросов рабочего органа СУЗ, сцепленного с приводом по сигналу АЗ.
А.5 Состояние механических частей привода (люфты, зазоры, прогибы, геометрические параметры).

Приложение Б
(справочное)

Формы представления сведений для формирования электронного эксплуатационного дела изделия по электрооборудованию и приводам СУЗ

Б.1 Форма представления сведений об электрооборудовании и приводов СУЗ приведена в таблице Б.1.

Таблица Б.1 — Сведения об электрооборудовании и приводах СУЗ

№ п/п	Наименование	Данные
1	Атомная станция	
2	Номер блока АС	
3	Цех-владелец	
4	Система	
5	Станционное обозначение	
6	Номер помещения(й)	
7	Класс безопасности (по НП-001-15)	
8	Организация-изготовитель	
9	Технические условия	
10	Заводской номер	
11	Дата ввода в эксплуатацию	
12	Показатели надежности	
12.1	Наработка на отказ, ч	
12.2	Назначенный срок службы, годы	
13	Критерии отказов	
14	Критерии предельного состояния	
15	Условия эксплуатации	

Б.2 Форма представления данных по наработке электрооборудования и приводов СУЗ приведена в таблице Б.2.

Таблица Б.2 — Данные по наработке

Станционное обозначение	Год изготовления	Год ввода в эксплуатацию	Наработка с начала эксплуатации	Объемы и периодичность испытаний

Б.3 Форма представления данных по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования и приводов СУЗ приведена в таблице Б.3.

Таблица Б.3 — Данные по техническому обслуживанию и ремонту

Станционное обозначение	Дата проведения ТОиР	Вид ТОиР	Детали, узлы и оборудование, замененные при ТОиР	Документы, на основании которых выполнялись ТОиР	Примечание

Б.4 Форма представления сведения об отказах и повреждениях электрооборудования и приводов СУЗ приведена в таблице Б.4.

Таблица Б.4 — Сведения об отказах и повреждениях

Станционное обозначение	Дата отказа, повреждения	Краткое описание отказа, повреждения	Причины непосредственные, коренные	Источник информации

Библиография

[1] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-096—15 — Требования к управлению ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций. Основные положения

[2] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-001—15 — Общие положения обеспечения безопасности атомных станций

[3] Руководство по безопасности при использовании атомной энергии РБ-0138—17 — Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик контрольно-измерительных приборов и автоматики атомных станций

[4] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-086—15 — Правила устройства и эксплуатации исполнительных механизмов органов воздействия на реактивность

[5] Метрологические требования к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, их составным частям, программному обеспечению, методикам (методам) измерений, применяемым в области использования атомной энергии (утверждены приказом Госкорпорации «Росатом» от 31 октября 2013 г. № 1/10-НПА)

УДК 621.039.538:006.354 ОКС 27.120.20

Ключевые слова: система управления и защиты, комплекс электрооборудования, привод, ресурс, атомная станция

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 08.04.2021. Подписано в печать 09.04.2021. Формат 60×84¼. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,37.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru