ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58341.8— 2021

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ БЛОКА АТОМНОЙ СТАНЦИИ

Учет фактически выработанного и оценка остаточного ресурса

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

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 20 декабря 2021 г. № 1817-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

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

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 2
5 Общие положения 3
6 Порядок обоснования и установления ресурсных характеристик, порядок управления ресурсом и учета выработанного ресурса электродвигателей 4
7 Сбор, систематизация и хранение данных по электродвигателям 9
8 Оценка остаточного ресурса электродвигателей 10
9 Порядок продления срока службы электродвигателей 11
Приложение А (справочное) Перечень параметров, определяющих ресурс электродвигателя, для которых устанавливают ресурсные характеристики 12
Приложение Б (справочное) Рекомендуемые методы контроля ресурсных характеристик электродвигателей 13
Приложение В (рекомендуемое) Анализ состояния узлов электродвигателя по результатам рекомендованных измерений и испытаний 14
Приложение Г (справочное) Формы оформления сведений для формирования электронного эксплуатационного дела изделия по электродвигателю 15
Библиография 17

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ БЛОКА АТОМНОЙ СТАНЦИИ

Учет фактически выработанного и оценка остаточного ресурса

Electric motors for nuclear power plants. Accounting of actually worked out and assessment of residual resource

Дата введения — 2022—03— 01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает порядок учета фактически выработанного ресурса и оценке остаточного ресурса асинхронных электродвигателей блоков атомных станций.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на асинхронные двигатели блоков атомных станций с водо-водяными энергетическими реакторами, реакторами большой мощности канальными, энергетическими гетерогенными петлевыми реакторами и реакторами на быстрых нейтронах.

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, включая подготовку к выводу из эксплуатации блоков атомных станций.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 9630 Двигатели трехфазные асинхронные напряжением свыше 1000 В. Общие технические условия

ГОСТ 10169 Машины электрические трехфазные. Методы испытаний

ГОСТ 10518—88 Системы электрической изоляции и другие полимерные системы. Общие требования к методам ускоренных испытаний на нагревостойкость

ГОСТ 11828 Машины электрические вращающиеся. Общие методы испытаний

ГОСТ 27905.2—88 (МЭК 791—84, МЭК 610—78) Системы электрической изоляции. Оценка эксплуатационных характеристик, механизма старения и методы диагностики

ГОСТ 27905.4 (МЭК 727-1—82) Системы электрической изоляции. Методы оценки устойчивости к действию электрического поля

ГОСТ 31349 (ИСО 8528-9:1995) Электроагрегаты генераторные переменного тока с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Измерение вибрации и оценка вибрационного состояния

ГОСТ ИСО 10816-1 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на не вращающихся частях. Часть 1. Общие требования

ГОСТ ISO 20958 Контроль состояния и диагностика машин. Сигнатурный анализ электрических сигналов трехфазного асинхронного двигателя

ГОСТ IEC 60034-18-32—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 18-32. Оценка функциональных показателей систем изоляции. Методы испытаний для шаблонных обмоток. Оценка электрической стойкости

ГОСТ Р 51372—99 Методы ускоренных испытаний на долговечность и сохраняемость при воздействии агрессивных и других специальных сред для технических изделий, материалов и систем материалов. Общие положения

Издание официальное

ГОСТ Р 51910 Методика исследования и проверки ускоренными методами влияния внешних воздействующих факторов на долговечность и сохраняемость технических изделий. Разработка и построение

ГОСТ Р 53394 Интегрированная логистическая поддержка. Термины и определения

ГОСТ Р 58341.1 Элемент блока атомной станции. Порядок управления ресурсом

ГОСТ Р ИСО 13381-1—2016 Контроль состояния и диагностика машин. Прогнозирование технического состояния. Часть 1. Общее руководство

ГОСТ Р ИСО 18434-1 Контроль состояния и диагностика машин. Термография. Часть 1. Общие методы

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 (принятия). 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 термины по [1], ГОСТ ISO 20958, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **замена элемента при управлении ресурсными характеристиками:** Организационно-технические мероприятия по выводу из эксплуатации элемента и замене его на новый для обеспечения требуемой надежности и безопасной эксплуатации данного элемента или системы, куда входит элемент.

3.2 **критерий оценки технического состояния:** Признак или совокупность признаков, установленных в проектной (конструкторской) или нормативной документации, характеризующих работоспособное состояние объекта.

3.3 **определяющий параметр:** Параметр элемента, используемый при контроле для определения вида технического состояния этого элемента.

3.4 **рабочее напряжение в системе электроснабжения:** Значение напряжения при номинальном режиме в рассматриваемый момент времени в данной точке системы электроснабжения.

3.5

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.

[[2], приложение 2, пункт 22]

3.6

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]

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АС — атомная станция;

ИТТ — исходные технические требования;

ОиТ — оборудование и трубопроводы;
ПКД — проектно-конструкторская документация;
ПУР — программа управления ресурсом;
РБ — руководство по безопасности;
РУ — реакторные установки;
РХ — ресурсные характеристики;
СКЗ — среднеквадратичное значение;
ТЗ — техническое задание;
ТОиР — техническое обслуживание и ремонт;
ТУ — технические условия;
УР — управление ресурсом;
ЧР — частичный разряд;
ЭД — электродвигатель;
ЭО — эксплуатирующая организация;
ЭРА — электроразрядная активность.

5 Общие положения

5.1 Требования по УР устанавливают для следующих типов асинхронных ЭД с короткозамкнутым ротором:

- асинхронные двигатели 6/10 кВ;
- асинхронные двигатели 0,4 кВ.

5.2 Общие требования по УР ЭД для двигателей с воздушным, жидкостным или комбинированным охлаждением устанавливают согласно [1].

5.3 Учет фактически выработанного ресурса и оценка остаточного ресурса ЭД, являющиеся частью работ по УР ЭД, осуществляют с целью:

- обеспечения эксплуатации ЭД в период назначенного и продленного срока службы;
- обеспечения требуемого технического состояния, РХ и требуемой надежности ЭД в течение назначенного и продленного срока службы;
- своевременного выполнения мероприятий по контролю технического состояния и УР ЭД в течение назначенного и продленного срока службы;
- обеспечения периодической оценки соответствия текущих РХ ЭД требованиям, установленным в нормативной, проектной (конструкторской) и эксплуатационной документации.

5.4 Потенциальные механизмы старения материалов элементов ЭД при типовых режимах эксплуатации приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Механизмы старения материалов элементов ЭД

Наименование элемента	Механизмы старения			
	Механический износ	Изменение структуры материала	Термическая деградация	Коррозия
Статор:				
сердечник статора	+	—	—	+
обмотки (изоляция)	+	+	+	—
элементы крепления пазовой и лобовых частей статора	+	+	—	+
соединительные шины	+	—	—	+
токоподводы статора	+	+	+	—

Окончание таблицы 1

Наименование элемента	Механизмы старения			
	Механический износ	Изменение структуры материала	Термическая деградация	Коррозия
Ротор:				
вал ротора	+	+	—	+
обмотка ротора	+	+	—	—
Подшипники	+	+	—	—

5.5 Средства измерений, методики (методы) измерений, в том числе методики измерений при испытаниях и контроле, а также результаты измерений, применяемые для целей настоящего стандарта, должны соответствовать требованиям [3].

6 Порядок обоснования и установления ресурсных характеристик, порядок управления ресурсом и учета выработанного ресурса электродвигателей

6.1 Порядок установления и обоснования ресурсных характеристик электродвигателей

6.1.1 Обоснование и определение РХ и критериев оценки ресурса ЭД, на которые распространяются требования [1], сконструированных после ввода в действие [1], следует выполнять на стадии конструирования и включать в проектную и конструкторскую документацию.

6.1.2 При разработке ИТТ, ТУ, ТЗ на ЭД должны быть включены требования [1] в части необходимости включения в проектную и конструкторскую документацию РХ, критериев оценки ресурса. РХ ЭД устанавливают с учетом рекомендаций [2].

6.1.3 При выявлении или прогнозировании механизмов образования и роста дефектов, не учтенных в [2], необходимо обосновать и установить в конструкторской и проектной документации дополнительные РХ.

6.1.4 Для установления РХ могут использоваться:

- опыт эксплуатации ЭД аналогичной конструкции;
- базы данных по УРЭД, сформированные по результатам выполнения ПУР;
- методы математического моделирования и модели эксплуатации ЭД;
- перечень параметров, определяющих ресурс ЭД, приведенный в приложении А.

6.1.5 Для организации контроля за выработанным и остаточным ресурсом на стадии эксплуатации в конструкторскую и проектную документацию должны быть включены требования к системам и/или способам контроля необходимых параметров в соответствии с требованиями [1].

6.1.6 Для ЭД, сконструированных до ввода [1], установление и обоснование РХ выполняет ЭО. Основанием для установления РХ является отчет «Обоснование и установление ресурсных характеристик электродвигателя», который сделан ЭО отдельно либо в рамках разработки программы УР и должен быть включен в состав программы УР как приложение.

6.1.7 При подготовке отчета «Обоснование и установление ресурсных характеристик электродвигателя» необходимо:

- провести анализ РХ, рекомендованных [2] и обосновать какие РХ, из рекомендованных [2], должны быть установлены для данного ЭД; дать краткую информацию о причинах, по которым не все, рекомендованные [2] РХ, необходимо устанавливать для данного элемента;
- обосновать и установить дополнительные РХ, перечень технических параметров, определяющих ресурс ЭД, для которых должны устанавливаться РХ, приведенные в приложении А;
- обосновать что для данного ЭД установленных РХ достаточно, и они обеспечивают УР ЭД в полном объеме с учетом всех выявленных механизмов деградации и учитывают доминирующие механизмы старения, деградации и повреждений ЭД;

6.1.8 Выбор технических параметров, определяющих ресурс изоляции обмоток ЭД, обосновывают с учетом:

- опыта конструирования, изготовления, монтажа, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации электротехнического оборудования;
- результатов опытной эксплуатации прототипов (головных образцов);
- результатов расчетных и аналитических исследований;
- результатов испытаний образцов, в том числе результатов испытаний на ускоренное старение;
- доминирующих механизмов старения и деградации электротехнического оборудования.

6.1.9 Для установления и обоснования РХ могут быть использованы:

- РХ, приведенные в паспортах ЭД;
- результаты оценки технического состояния и остаточного ресурса, отчеты по обоснованию и установлению РХ ЭД, которые оформляют для обоснования продления срока службы ЭД;
- расчетные обоснования РХ, выполненные в соответствии с требованиями действующих федеральных норм и правил, национальных стандартов;
- рекомендации руководства [2];
- результаты измерений при мониторинге РХ при выполнении ПУР.

6.1.10 Для каждого ЭД, включенного в ПУР, должна быть заполнена форма согласно таблице 2.

6.1.11 При обосновании и установлении РХ по результатам работ по продлению срока службы ЭД, для ЭД, включенных в ПУР, оформляют отчет «Обоснование и установление ресурсных характеристик», на основании которого оформляют решение о продлении срока службы ЭД и вносят необходимые изменения в ПУР. Отчет «Обоснование и установление ресурсных характеристик элементов блока АС» вносят в качестве приложения в ПУР. В ПУР помимо указанного отчета в табличной форме вносят информацию согласно таблице 2.

Таблица 2 — Форма представления информации по обоснованию и установлению РХ для включения в ПУР

№ п/п	Техническая позиция	Наименование элемента	Классификация по [4]	Наименование параметров, на основе которых могут быть определены РХ	Установленная и обоснованная в ПКД РХ	Документ, устанавливающий и обосновывающий РХ	Установленная и обоснованная ЭО РХ/обоснование отсутствия необходимости установления РХ	Документ, устанавливающий и обосновывающий РХ	Примечание
Краткое заключение о достаточности установленных РХ для УР элемента: - учтены все механизмы старения (перечислить), для контроля за которыми установлены следующие РХ (указать позиции); - выявлен доминирующий механизм старения, деградации и повреждений ОиТ (указать какой и какие РХ (указать позицию) установлены для контроля доминирующего механизма); - перечислить те РХ из рекомендованных РБ, которые устанавливать нет необходимости по причине отсутствия соответствующего механизма деградации.									

6.1.12 Процедура отбора электродвигателей, подлежащих включению в программу управления ресурсом в соответствии с требованиями [1]

6.1.12.1 В соответствии с требованиями [1], [2] на основании выполненного анализа отчета по обоснованию безопасности блока АС в части классификации ЭД в соответствии с [4] в ПУР включают:

- все ЭД, отнесенные в проекте АС к элементам 1 класса безопасностив соответствии с [4];
- все ЭД единичного и мелкосерийного производства и референтные единицы ЭД, отнесенные к элементам 2 класса безопасности в соответствии с [4];

- отдельные ЭД, отнесенные в проекте блока АС к элементам 3 класса безопасности в соответствии с [4] в порядке, установленном ЭО по согласованию с разработчиками проектов РУ или АС (в границах проектирования).

6.1.12.2 Обязательному включению в ПУР подлежат ЭД 3 класса безопасности в соответствии с [4], в случае если проектно-конструкторской организацией, либо по результатам предэксплуатационного контроля назначены мероприятия по контролю за состоянием конструкционных материалов ЭД с назначенными мероприятиями по отслеживанию деградации конструкционных материалов.

Порядок определения необходимости включения ЭД в ПУР приведен на рисунке 1.

6.1.12.3 Для ЭД, не включенных в программу УР, УР выполняют в соответствии с ГОСТ Р 58341.1 в рамках ТОиР, модернизации и замены.

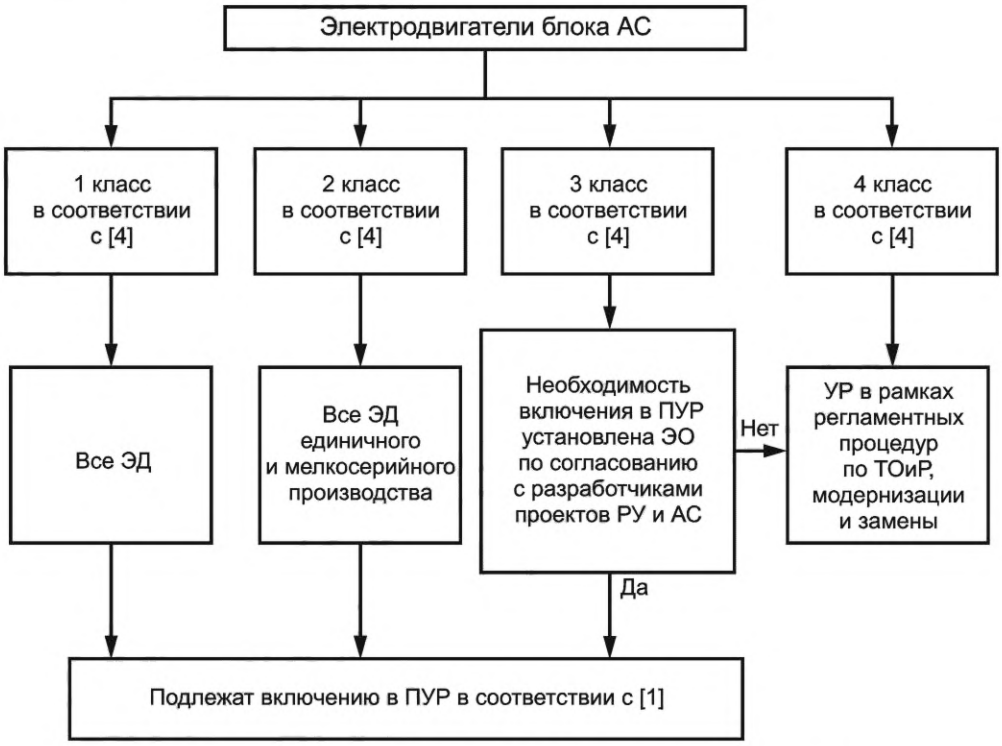

Рисунок 1 — Установление необходимости включения ЭД и ПУР

6.1.12.4 ЭД считаются ЭД единичного и мелкосерийного производства в случае, если на блоке АС установлены не более двух ЭД одного типа конкретного изготовителя. ЭД одного типа, которые имеют разных производителей, должны быть включены в ПУР как отдельные ЭД мелкосерийного и единичного производителя.

6.2 Порядок управления ресурсом и учета фактически выработанного ресурса электродвигателя

6.2.1 Требования к процедурам УР ЭД установлены в [1].

6.2.2 В соответствии с требованиями норм и правил [1] и ГОСТ Р 58341.1 эксплуатирующей организацией разрабатывается ПУР.

6.2.3 Учет выработанного ресурса и определение остаточного ресурса ЭД проводят в рамках выполнения ПУР в соответствии с ГОСТ Р 58341.1.

6.2.4 Результаты работ по выполнению ПУР, выполнению работ по регламенту контроля технического состояния ЭД, вносят в базу данных по УР и используют для учета выработанного и оценки остаточного ресурса.

6.2.5 Срок службы ЭД может быть сокращен:

- при выявлении по результатам эксплуатации и контроля ускоренной деградации, которая может привести к ускоренному исчерпанию РХ;

- при повреждениях ЭД, которые могут привести к ускоренному исчерпанию РХ;
- при выявлении новых механизмов деградации, которые требуют изменения РХ или введения дополнительных РХ, которые могут быть исчерпаны раньше установленного срока службы.

6.2.6 Срок службы ЭД может быть продлен, если по результатам эксплуатации и контроля выявлено, что РХ на момент истечения установленного срока службы не будут выработаны. Продление срока службы проводят в соответствии с требованиями раздела 9.

6.2.7 Организация работ по УР и учету выработанного ресурса ЭД осуществляется ЭО с привлечением (при необходимости) специализированных организаций, имеющих квалифицированных специалистов с соответствующим опытом работы.

6.2.8 Параметры и критерии оценки технического состояния компонентов ЭД приведены в таблице 3. В случае необходимости использования иных критериев оценки технического состояния элементов ЭД организация, выпускающая конструкторскую (проектную) документацию, приводит обоснование необходимости использования иных критериев.

Таблица 3 — Параметры и критерии оценки технического состояния компонентов ЭД

Наименование элемента	Виды дефектов, определяющие техническое состояние	Параметры дефекта, применяемого для оценки технического состояния
Статор:		
сердечник статора;	Трещины, коррозия, расслаивание	Не допускаются
обмотка (изоляция);	а) истирание; б) трещины	а) сопротивление изоляции; б) не допускаются
элементы крепления пазовой и лобовых частей статора;	Трещины, коррозия	Не допускаются
соединительные шины;	Трещины, коррозия	Не допускаются
токопроводы обмотки статора	а) истирание; б) трещины	а) сопротивление изоляции; б) не допускаются
Ротор:		
вал ротора;	Трещины	Не допускаются
короткозамкнутая обмотка ротора;	Трещины, обрывы, надрывы	Не допускаются
вентиляторы;	Трещины, истирание, коррозия	Не допускаются
пазовые клинья	Ослабление более 10 %	Не допускаются
Статор и ротор	Воздушный зазор между статором и ротором генератора	Численные значения приведены в ПКД
Подшипники	Количество дефектов поверхности антифрикционного слоя: а) наличие трещин; б) выкрашивание части сплава; в) отставание сплава от вкладыша	Не допускаются
	Зазоры	Численные значения приведены в ПКД
Контролируемые параметры	Технологические параметры (сила тока, частота тока, температура подшипников, температура металла статора)	Численные значения приведены в ПКД

6.3 Оценка технического состояния электродвигателя

6.3.1 Оценку технического состояния ЭД проводят на основании анализа следующих данных:

- по наработке ЭД и его компонентов с начала эксплуатации;
- по эксплуатационным параметрам ЭД (напряжение, сила тока, частота тока, температура активных частей статора);
- соответствия значений параметров критериям оценки технического состояния компонентов ЭД в соответствии с таблицей 3;
- по результатам осмотров и испытаний в соответствии руководством по эксплуатации ЭД.

6.3.2 Состояние ЭД признают работоспособным при выполнении следующих условий:

- фактическая наработка элементов компонентов ЭД не превышает значения назначенных ресурсов, указанных в ТУ, в руководствах по эксплуатации организаций-изготовителей, в нормативной документации;
- значения параметров технического состояния компонентов ЭД соответствуют требованиям ТУ, руководств по эксплуатации организаций-изготовителей;
- значения технических параметров ЭД соответствуют значениям, указанным в ТУ, в руководствах по эксплуатации, паспортах организаций-изготовителей.

В противном случае принимают решение о необходимости выполнения ТОиР или замены компонентов ЭД.

6.3.3 Методы контроля технического состояния и диагностирования ЭД

Оценку технического состояния и подготовку исходных данных для оценки остаточного ресурса ЭД и их узлов проводят поэтапно в соответствии с доминирующим механизмом старения в последовательности (доминирующий механизм старения устанавливает организация, проводящая обследование, подтверждает заключением комиссии ЭО и включает в ПУР в соответствии с [1]):

- анализ режимов и нарушений работы ЭД за прошедший период эксплуатации. При этом из условий применения в технологических схемах для каждого двигателя следует определить особенности эксплуатации (режим ненагруженного двигателя, постоянный режим на номинальной мощности, режим при периодических частых пусках);
- по результатам анализа режимов и класса напряжения уточняют виды и объемы диагностирования, испытаний и технического освидетельствования на этапах а), б), в), г).; работы проводят с применением средств измерений и методик (методов) измерений соответствующих п. 5.5 настоящего стандарта:

а) выполнение диагностирования и контроля на работающем ЭД;

б) выполнение измерений, визуального контроля и испытаний на ЭД, отключенном от сети;

в) выполнение контрольных измерений, испытаний и технического освидетельствования во время ремонта ЭД с его разборкой;

г) выполнение испытаний после проведения ремонта.

6.3.4 Анализ технического состояния ЭД в период эксплуатации следует выполнять по этапам:

На первом этапе — проводят регистрацию параметров следующих показателей технического состояния ЭД и их узлов с обязательным документальным оформлением (протоколы, акты, записи в формулярах ЭД, отметки в картах на ремонт и т.д.):

- длительность работы ЭД определенных механизмов (число часов работы: за срок службы, до капитального ремонта, до повреждения);
- количество пусков и остановов ЭД за определенный период времени;
- режимы работы: характер нагрузки, перегрузка, переменные нагрузки, переходные режимы;
- тепловой режим;
- уровень вибрации статора и подшипниковых опор.

На втором этапе выполняют следующие контрольные измерения и испытания:

- определение температуры обмотки и сердечника статора по ГОСТ Р ИСО 18434-1;
- оценка вибрационного состояния обмотки и сердечника статора ЭД для двигателей 6/10кВ;
- вибрационные измерения и обследование состояния механической части по ГОСТ ИСО 10816-1;
- измерение уровня ЧР в изоляции для ЭД 6/10кВ согласно приложению А.

На третьем этапе (ЭД отключен от сети) проводят испытания и контрольные измерения в соответствии с требованиями ГОСТ 11828.

На разобранном ЭД с выведенным ротором для освидетельствования его технического состояния проводят контрольные измерения и испытания согласно ГОСТ 11828 и ГОСТ 9630.

После ремонта измерениям подвергают характеристики и параметры ЭД в соответствии с требованиями ГОСТ 11828 и ГОСТ 10169.

6.3.5 Для контроля выработанного ресурса и оценки эффективности ПУР для каждого блока АС выпускают годовой отчет с анализом изменения РХ. Годовой отчет выпускают за период предыдущего года не позднее марта следующего года. Годовой отчет утверждает главный инженер АС.

6.3.6 Годовой отчет по УР ЭД за отчетный период должен содержать:

- информацию об установлении и обосновании РХ;
- результаты периодической оценки технического состояния и остаточного ресурса ЭД;
- результаты мониторинга и прогнозирования тенденций механизмов деградации и старения;
- отчет о выполнении назначенных мероприятий по отслеживанию и/или сдерживанию деградации;
- результаты оценки эффективности выполненных мероприятий по мониторингу РХ, отслеживанию и/или сдерживанию деградации;
- выявленные при очередном контроле, не предусмотренные в проекте АС факторы, способные негативно повлиять на механизмы деградации ЭД, привести к ускоренной выработке их остаточного ресурса (при их наличии);
- предложенные организацией — разработчиком АС меры по исключению или снижению влияния не предусмотренных в проекте АС факторов, способных негативно повлиять на механизмы деградации ЭД и привести к ускоренной выработке их остаточного ресурса (при их наличии);
- информацию о сокращенных сроках службы ЭД, в случае если обнаружены не предусмотренные в проекте факторы, негативно влияющие на механизмы старения и деградации;
- информацию о продленных сроках службы ЭД.

6.3.7 В годовом отчете определяют перечни ЭД, расчетный срок службы которых составляет менее срока эксплуатации блока АС. Для этих ЭД в ПУР вносят изменения в части увеличения объема контроля технического состояния и/или уменьшения интервалов между периодическими оценками остаточного ресурса. Результаты периодических оценок остаточного ресурса учитывают в отчетах по периодической оценке безопасности.

6.3.8 Учет выработки остаточного ресурса проводят в соответствии с требованиями 6.1—6.3, он должен включать следующие этапы работ:

- обоснование и установление РХ;
- разработку ПУР, в которых устанавливают РХ (контролируемые параметры), критерии оценки ресурса, мероприятия по УР;
- проведение контроля по результатам измерений контролируемых параметров с периодичностью, установленной в ПУР;
- в соответствии со сроками, установленными в ПУР, выполняют предусмотренные ПУР мероприятия и устанавливают (при необходимости) новые значения параметров, определяющих РХ;
- по результатам выполнения ПУР АС выпускают годовой отчет, в котором приводят актуальные значения РХ для тех ЭД, по которым в течение года выполнялись мероприятия, предусмотренные ПУР;
- результаты работ по УР на основании годовых отчетов вносят в базу данных по УР, по каждому ЭД, для которого проводились работы или контролю состояния, либо выявлены дефекты, неисправности или другие факторы, влияющие на РХ;
- актуальные значения РХ на основании годового отчета вносят в ПУР для тех ЭД, по которым они вновь установлены, по результатам выполнения ПУР за отчетный период. Изменения в ПУР оформляют извещением, которое утверждает ЭО и согласовано с главным конструктором РУ (в зоне проектирования) и генеральным проектировщиком (в зоне проектирования).

7 Сбор, систематизация и хранение данных по электродвигателям

7.1 Персонал АС организовывает сбор, обработку, систематизацию, анализ и хранение информации по исходным и фактическим (измеренным) значениям параметров, определяющих установленные РХ ЭД, отказам и нарушениям в работе, а также по режимам работы, включая переходные режимы, испытания, а также предаварийные ситуации и аварии. Указанную информацию следует хранить в течение всего срока службы ЭД в формате, позволяющем в случае необходимости оперативно на

этапе эксплуатации провести сравнение исходных и текущих значений параметров, определяющих РХ ЭД. Всю информацию вносят в базу данных по УР.

7.2 С момента выдачи ЭД в монтаж формируют электронное дело изделия, куда вводят следующие данные:

- все паспортные данные на ЭД;
- данные изготовителей и монтажных организаций о наличии или отсутствии отклонений от конструкторской (проектной) документации на компоненты ЭД и от технологии его изготовления, данные о ремонтах и данные о дополнительных испытаниях;
- сведения о наличии или отсутствии отклонений от конструкторской (проектной) документации на ЭД при его хранении, перевозке и транспортировании;
- отклонения (при наличии) технических характеристик при изготовлении, хранении, транспортировании и монтаже;
- параметры испытаний ЭД при вводе в эксплуатацию;
- данные по опыту эксплуатации ЭД;
- данные по мониторингу фактических условий эксплуатации ЭД;
- данные по повреждениям, их накоплению и развитию, отказам и нарушениям в работе ЭД;
- данные по оценкам остаточного ресурса ЭД.

7.3 Для каждого ЭД, включенного в ПУР, оформляют электронное дело ЭД. В электронное дело включают информацию в соответствии с требованиями приложений Б, В, Г. Электронное дело ЭД включают в базу данных по УР элементов блока АС. Базу данных ведет персонал АС.

8 Оценка остаточного ресурса электродвигателей

8.1 Общие положения

8.1.1 Оценку остаточного ресурса ЭД основывают на фактическом техническом состоянии составных частей ЭД и фактической выработке назначенного ресурса (раздел 6).

8.1.2 При оценке остаточного ресурса устанавливают модель предполагаемой эксплуатации ЭД на период продления срока службы. В качестве модели принимают эксплуатацию ЭД с момента ввода в эксплуатацию.

8.1.3 Оценку остаточного ресурса ЭД проводят сравнением полученных значений выработанного ресурса ЭД с назначенным ресурсом, указанным в технической документации организации-изготовителя (ТУ, руководства по эксплуатации, паспорта), и прогнозом поведения параметров, определяющих ресурс (техническое состояние) ЭД.

8.1.4 Оценку остаточного ресурса ЭД осуществляют расчетно-аналитическими и/или экспериментальными методами. Оценку остаточного ресурса осуществляют с периодичностью проведения ТОиР ЭД, по результатам оценки остаточного ресурса подтверждают характер изменения РХ компонентов ЭД до момента следующего проведения ТОиР.

8.1.5 Аналитическую оценку проводят путем периодического проведения анализа результатов контроля технического состояния ЭД с оформлением отчетов по прогнозированию поведения ЭД с целью расчетных подтверждений текущего состояния и оценки остаточного ресурса ЭД.

8.1.6 Экспериментальную оценку остаточного ресурса проводят при ресурсных испытаниях отобранных образцов демонтируемого оборудования в специализированных организациях с оформлением отчетов по прогнозированию поведения аналогичного оборудования, находящегося в эксплуатации. По результатам испытаний выполняют экспериментальное подтверждение текущего состояния оборудования и оценку остаточного ресурса в соответствии с ГОСТ 27905.4.

8.1.7 При оценке остаточного ресурса необходимо учитывать механизмы старения в соответствии с положениями раздела 3 ГОСТ 27905.2—88.

8.2 Порядок определения остаточного ресурса расчетно-аналитическими методами

8.2.1 Остаточный ресурс ЭД определяют методом (определяет организация, выполняющая работы и имеющая лицензию, и проверяет комиссия, назначенная ЭО. Работы проводят по ГОСТ Р 58341.1—2019), основанным на анализе поведения тренда периодических плановых измерений параметров, определяющих состояние исследуемого оборудования в соответствии с пунктом 6.1 ГОСТ Р ИСО 13381-1—2016.

8.2.2 Определение остаточного ресурса ЭД

Остаточный ресурс ЭД определяют исходя из результатов оценки технического состояния ЭД и изменения значений контролируемых параметров.

Остаточный ресурс по изменению значений контролируемых параметров определяют путем переноса характера изменений значений по годам в осях координат до минимальной величины контролируемых параметров, определяемой эксплуатационными документами.

8.2.3 Экспериментальные методы оценки остаточного ресурса по результатам испытаний образцов оборудования на ускоренное старение — в соответствии с разделом 4 ГОСТ 10518—88 для изоляции, систем изоляции, в соответствии с разделом 8 ГОСТ Р 51372—99 для компонентов оборудования, систем материалов. Определение способов ускорения испытаний в соответствии с разделом 8 ГОСТ Р 51910—2002. Обработка результатов ускоренных испытаний в соответствии с разделом 9 ГОСТ Р 51910—2002.

8.2.4 Методы испытаний систем изоляции выбирают в соответствии с разделом 6 ГОСТ IEC 60034-18-32—2014.

9 Порядок продления срока службы электродвигателей

9.1 Работы по оценке технического состояния и остаточного ресурса ЭД при продлении срока эксплуатации блока АС проводят в соответствии с ГОСТ Р 58341.1.

9.2 Порядок выполнения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса[1)]:

- анализ технической документации;
- анализ результатов работ по учету выработанного и оценки остаточного ресурса — с начала эксплуатации;
- разработка программы обследования;
- разработка рабочей программы контроля (при необходимости);
- выполнение обследования;
- оценка технического состояния;
- выполнение поверочных расчетов (расчетных обоснований) и обоснование остаточного ресурса.

Допускается разработка программы обследования на основании результатов комплексного обследования блока АС.

По результатам работ выполняют подготовку и оформление:

- отчета «Обоснование и установление ресурсных характеристик», в котором обосновывают возможность продления срока службы ЭД, делают выводы о техническом состоянии, обосновывают РХ и срок службы ЭД;
- заключения о техническом состоянии, остаточном ресурсе и продлении срока службы ЭД;
- решения (технического решения) о продлении срока службы, в котором устанавливают срок службы, РХ и условия дальнейшей эксплуатации.

9.3 По результатам выполнения работ по ПУР, в том числе работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса, учету выработанного и остаточного ресурса может быть принято решение о сокращении срока службы ЭД, о модернизации или о замене ЭД.

9.4 Решение (техническое решение) о продлении срока службы может быть оформлено только для ЭД, ресурс которого не выработан и остаточный ресурс позволяет продолжить безопасную эксплуатацию блока АС.

9.5 В случае если в решении (техническом решении) о продлении срока службы по результатам выполненных работ рекомендована модернизация или конструктивное изменение ЭД, то решение об их проведении принимает эксплуатирующая организация с привлечением проектной (конструкторской организации).

9.6 Если при оценке технического состояния и остаточного ресурса ЭД будет установлено, что возникновение повреждений, дефектов связано с режимами эксплуатации или конструктивными особенностями оборудования, то организация, проводившая оценку технического состояния и остаточного ресурса, должна уведомить об этом эксплуатирующую организацию с целью принятия мер по снижению воздействия или исключению воздействия повреждающих факторов.

[1)] По решению эксплуатирующей организации допускается принять другой порядок выполнения работ.

Приложение А
(справочное)

Перечень параметров, определяющих ресурс электродвигателя, для которых устанавливают ресурсные характеристики

Перечень параметров:
- характеристики физико-химических и механических свойств изоляции;
- электрические параметры изоляции;
- состояние обмотки;
- количество циклов пуска — останова;
- сопротивление контактных соединений;
- воздушные зазоры между статором и ротором;
- зазоры и величина вибрации в подшипниках;
- состояние пакетов активной стали.

Приложение Б
(справочное)

Рекомендуемые методы контроля ресурсных характеристик электродвигателей

Б.1 Рекомендуемые методы неразрушающей диагностики при измерениях на рабочем напряжении без вмешательства в конструкцию электродвигателя

Определение технического состояния ЭД при измерениях на рабочем напряжении без вмешательства в конструкцию производят на основании результатов нескольких основных независимых видов диагностики:

- контроля типа, уровня ЭРА и локации мест электроразрядных явлений;
- тепловизионного контроля с локацией дефектов;
- вибрационного контроля с локацией зон повышенной вибрации;
- контроля состояния сердечника.

Б.1.1 Контроль ЭРА ЭД проводят согласно ГОСТ ISO 20958.

Б.1.2 Тепловизионный контроль проводят по ГОСТ Р ИСО 18434-1.

Тепловизионному контролю должно предшествовать ознакомление с конструкцией ЭД, его системой охлаждения, объемами и характером выполнявшихся ремонтных работ.

При проведении тепловизионного контроля ЭД оценивают работоспособность отдельных его узлов в следующем объеме:

- корпус ЭД;
- подшипники;
- система охлаждения.

Б.1.3 Вибрационный контроль

Вибрационный контроль ЭД следует проводить путем измерения вибрации опорных конструкций (подшипников), вибрации стальных конструкций сердечника статора и лобовых частей обмотки статора.

Особенности вибрационного контроля:

- по опорным конструкциям (подшипникам) определяют:

а) абсолютную величину СКЗ вибрации по ГОСТ ИСО 10816-1;

б) по спектральному анализу определяют наличие гармоник, связанных с частотой вращения ЭД, которые указывают на дефекты во вращающихся частях ЭД, ослабление опор подшипников и так далее, согласно ГОСТ ИСО 10816-1 и ГОСТ 31349;

- по стальным конструкциям статора (сердечник и обмотка) при измерениях на щитах и корпусе определяют степень распрессовки пакетов и креплений сердечника, креплений обмотки статора ЭД, креплений кронштейнов и бандажей;

- по спектральному анализу вибрации определяют и локализуют признаки разрушения вибрирующих узлов статора.

Б.2 Рекомендуемые методы измерений и испытаний на отключенном электродвигателе

Объем измерений и испытаний ЭД при капитальных и текущих ремонтах, а также в межремонтный период, определяют в соответствии с конструкторской документацией.

Типовой объем измерений на отключенном ЭД для определения РХ:

- для определения состояния обмоток статора:

а) визуальный и измерительный контроль;

б) измерение сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции;

в) испытание изоляции обмотки статора повышенным выпрямленным напряжением с измерением тока утечки;

г) испытание повышенным напряжением промышленной частоты;

д) измерение сопротивления постоянному току;

е) проверка паек лобовых частей обмотки статора;

ж) испытание межвитковой изоляции обмотки статора;

з) измерение ЭРА в изоляции обмотки статора при подаче напряжения от постороннего источника;

- для определения состояния обмоток ротора:

а) визуальный и измерительный контроль;

б) испытание повышенным напряжением промышленной частоты;

в) измерение сопротивления постоянному току;

г) измерение сопротивления обмотки переменному току;

- для определения состояния пакета активной стали статора:

а) визуальный и измерительный контроль;

б) испытание на нагрев.

Приложение В
(рекомендуемое)

Анализ состояния узлов электродвигателя по результатам рекомендованных измерений и испытаний

В.1 Анализ состояния изоляции обмотки статора ЭД и паяных контактов в обмотках, изоляции нулевых и линейных выводов, а также их паяных соединений производят:

- по результатам визуального и измерительного контроля;
- контролю ЭРА на рабочем напряжении;
- результатам измерений и испытаний на отключенном ЭД.

В.2 Анализ степени распрессовки пакетов и креплений сердечника, креплений обмотки статора ЭД (креплений кронштейнов и бандажей) проводят:

- по результатам визуального и измерительного контроля;
- результатам вибрационного контроля;
- результатам измерений и испытаний на отключенном ЭД.

В.3 Анализ состояния изоляции обмотки ротора производят:

- по результатам визуально-инструментального контроля;
- контролю ЭРА на рабочем напряжении;
- результатам измерений и испытаний на отключенном ЭД.

В.4 Анализ состояния пайки стержней производят:

- по результатам визуального и измерительного контроля;
- результатам тепловизионного контроля;
- контролю ЭРА на рабочем напряжении.

В.5 Анализ состояния подшипников под нагрузкой

Техническое состояние подшипников определяют по следующим методам:

- по анализу СКЗ вибрации подшипников;
- тепловизионному контролю.

Приложение Г
(справочное)

Формы оформления сведений для формирования электронного эксплуатационного дела изделия по электродвигателю

Г.1 Форма оформления сведений о ЭД приведена в таблице Г.1.

Таблица Г.1 — Сведения о ЭД

№ п/п	Наименование	Данные
1	Атомная электростанция	
2	Номер блока АС	
3	Цех-владелец	
4	Система	
5	Станционное обозначение	
6	Номер помещения	
7	Класс безопасности (по [4])	
8	Организация-изготовитель	
9	Специализированные организации, сопровождающие эксплуатацию и техническую диагностику	
10	Техническое условие на поставку	
11	Дата ввода в эксплуатацию	
12	Марка/модель ЭД	
13	Полная мощность ЭД, кВт	
14	Номинальное напряжение, В	
15	Номинальная частота тока, Гц	
16	Ток статора, А	
17	Коэффициент мощности (cos φ)	
18	Исполнение изоляции обмоток	
19:	Показатели надежности:	
19.1	Наработка на отказ, ч	
19.2	Назначенный ресурс до капитального ремонта, ч	
19.3	Назначенный срок службы, годы	
20	Критерии отказов	
21	Критерий предельного состояния	
22	Условия эксплуатации	

Г.2 Форма оформления сведений по наработке ЭД приведена в таблице Г.2.

Таблица Г.2 — Сведения по наработке ЭД

Станционное обозначение ЭД	Год изготовления	Год ввода в эксплуатацию	Наработка с начала эксплуатации		Объемы и периодичность испытаний
			под нагрузкой, ч	количество пусков	

Г.3 Форма оформления данных по ТОиР ЭД приведена в таблице Г.3.

Таблица Г.3 — Данные по ТОиР ЭД

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

Г.4 Форма оформления сведений об отказах и повреждениях ЭД приведена в таблице Г.4.

Таблица Г.4 — Сведения об отказах и повреждениях ЭД

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

Библиография

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

[2] РБ-136-17 Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик электротехнического оборудования атомных станций»

[3] Приказ N 1/10-НПА Приказ Госкорпорации «Росатом» от 31 октября 2013 г.

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

УДК 621.313.17 ОКС 27.120

Ключевые слова: электродвигатель, ресурс, продление ресурса, атомная станция

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 21.12.2021. Подписано в печать 12.01.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,24.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru