ГОСТ 20439—87

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ЭЛЕКТРОАГРЕГАТЫ И ПЕРЕДВИЖНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С ДВИГАТЕЛЯМИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

Издание официальное

ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.311.28:658.562:006.354 Группа Е13

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ЭЛЕКТРОАГРЕГАТЫ И ПЕРЕДВИЖНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С ДВИГАТЕЛЯМИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Требования к надежности и методы контроля

ГОСТ 20439—87

Electric generating sets and mobile electric power stations with internal combustion engines. Requirements for reliability and control methods

МКС 27.020
ОКП 33 7400, 33 7500, 33 7800
ОКСТУ 3374, 3375, 3378

Дата введения 01.01.89

Настоящий стандарт распространяется на передвижные и стационарные электроагрегаты и на передвижные электростанции с двигателями внутреннего сгорания (далее — электроагрегаты и электростанции) и устанавливает требования к их надежности и методы их контроля.

Стандарт не распространяется на судовые, тепловозные, сварочные электроагрегаты и агрегаты летательных аппаратов и энергопоезда.

Термины и определения — по ГОСТ 18322 и ГОСТ 20375.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ПОКАЗАТЕЛЯМ НАДЕЖНОСТИ

1.1. В стандартах, технических условиях, технических заданиях на разработку и модернизацию электроагрегатов и электростанций должны быть установлены следующие показатели надежности:

средняя наработка на отказ $T_о$;

среднее время восстановления работоспособного состояния $T_в$;

коэффициент технического использования $K_{ти}$;

назначенный ресурс до капитального ремонта $R_{к.р}$;

гамма-процентный срок сохраняемости в упаковке и (или) консервации предприятия-изготовителя до первой переконсервации $S_{кон}$;

90 %-ный срок сохраняемости в эксплуатации $S_{э0,9}$.

1.2. Показатели надежности электроагрегатов и электростанций должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 1.

Таблица 1

Вид двигателя внутреннего сгорания электроагрегатов и электростанций	Мощность, кВт	Средняя наработка на отказ $T_о$, ч, не менее	Среднее время восстановления $T_в$, ч, не более	Коэффициент технического использования $K_{ти}$, не менее	90 %-ный срок сохраняемости в эксплуатации $S_{э0,9}$, год, не менее
Бензиновый	0,5	300 / 200	0,5 / 1	0,95 / 0,92	5 / 3
	1	750 / 500	1 / 1,5	0,99 / 0,95	
	Св. 1 до 30	850 / 500	1 / 2	0,97 / 0,92	

Издание официальное ★ Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1988
© ИПК Издательство стандартов, 2003

Продолжение табл. 1

Вид двигателя внутреннего сгорания электроагрегатов и электростанций	Мощность, кВт	Средняя наработка на отказ T_o, ч, не менее	Среднее время восстановления $T_в$, ч, не более	Коэффициент технического использования $K_{ти}$, не менее	90 %-ный срок сохраняемости в эксплуатации $S_{Э0,9}$, год, не менее
Дизельный	До 200	1000 / 700	2 / 3	0,97 / 0,95	5 / 3
	Св. 200 до 500	1000 / 700	2 / 4	0,94 / 0,91	
	Св. 500 до 1000	1000 / 800		0,92 / 0,87	
	Св. 1000 до 5000	1500 / 1000	3 / 5		
Газотурбинный	До 5000	800	3	0,95	2

Примечание. Значения, приведенные в числителе, — для вновь разрабатываемых электроагрегатов и электростанций, в знаменателе — для серийно выпускаемых до 01.01.95 электроагрегатов и электростанций, разработанных до введения настоящего стандарта.

1.3. Назначенный ресурс до капитального ремонта электроагрегатов и электростанций должен быть не ниже назначенного ресурса до капитального ремонта двигателя, устанавливаемого техническими условиями на двигатель конкретного типа. По требованию заказчика допускается устанавливать двух- и трехкратное увеличение назначенного ресурса до капитального ремонта электроагрегатов и электростанций в сравнении с ресурсом двигателя с заменой в период эксплуатации двигателя, выработавшего свой ресурс.

1.4. Гамма-процентный срок сохраняемости в упаковке и (или) консервации предприятия-изготовителя до первой переконсервации электроагрегатов и электростанций конкретных типов устанавливается при гамме, практически равной 100 %, в соответствии с ГОСТ 26363.

1.5. Показатели надежности электроагрегатов, входящих в состав электростанций многоагрегатного состава, должны соответствовать пп. 1.2—1.4.

1.6. Критерии отказов электроагрегатов и электростанций:

аварийная остановка;

отклонение параметров качества вырабатываемой электроэнергии за пределы, указанные в ТУ на электроагрегаты и электростанции конкретных типов;

нарушение выполняемых функций по назначению.

1.7. Критерии предельного состояния электроагрегатов и электростанций — наличие механических и (или) электрических повреждений, предельных износов и старения основных комплектующих изделий (двигатель внутреннего сгорания, генератор и т. п.), приводящих к невозможности дальнейшего использования электроагрегата и электростанции по назначению без проведения капитального ремонта.

1.8. Показатели надежности электроагрегатов и электростанций должны обеспечиваться при внешних воздействиях, установленных ГОСТ 23377.

1.9. Показатели надежности электроагрегатов и электростанций должны быть подтверждены:

расчетным методом на этапе разработки технического задания, эскизного, технического и рабочего проектирования;

контрольными испытаниями на надежность на предварительных государственных испытаниях — для опытных образцов;

в ходе подконтрольной эксплуатации и (или) контрольными испытаниями на надежность по отдельному договору с заказчиком на этапе серийного производства.

2. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

2.1. Контроль показателей надежности на этапе проектирования

2.1.1. Контроль показателей надежности, установленных в разд. 1, на этапе проектирования должен проводиться расчетным методом.

2.1.2. Контроль показателей надежности на этапах разработки технического задания и эскизного проектирования проводят на уровне электроагрегата и электростанции в целом и основных составных частей (двигатель, генератор, система управления и т. п.). На этапе технического проектирования расчет показателей надежности проводят (а на этапе рабочего проектирования корректируют) на уровне деталей, сборочных единиц и электроагрегатов и электростанций в целом.

2.1.3. Решение о соответствии показателей надежности (Y, $Y_р$) электроагрегата и электростанции установленным нормам, ограниченным снизу, принимают, если выдерживается соотношение

$$Y_р \geq Y, \tag{1}$$

где Y и $Y_р$ — требуемое и расчетное значения показателей надежности.

Для норм, ограниченных сверху, условие соответствия принимает вид:

$$Y_р \leq Y. \tag{2}$$

2.1.4. В результате расчета должны быть приведены:

иерархическая структурная схема надежности электроагрегата и электростанции;

расчетные значения нормируемых показателей надежности;

выводы о соответствии расчетных значений показателей надежности заданным;

выводы о принципиальной возможности достижения требуемого уровня надежности для принятого варианта конструкторского решения и возможности перехода к следующей стадии разработки;

задачи отработки электроагрегата и электростанции на следующей стадии разработки для обеспечения требуемого уровня надежности.

2.2. Контрольные испытания на надежность

2.2.1. Общие положения

2.2.1.1. Контрольные испытания на надежность проводят с целью контроля соответствия средней наработки на отказ, среднего времени восстановления работоспособного состояния и коэффициента технического использования электроагрегатов и электростанций требованиям настоящего стандарта.

2.2.1.2. Материально-техническое и метрологическое обеспечение контрольных испытаний на надежность осуществляет предприятие-разработчик или головное предприятие по виду продукции.

При проведении этих же испытаний у заказчика материально-техническое и метрологическое обеспечение проводит заказчик средствами, имеющимися в его распоряжении.

2.2.1.3. Контрольные испытания на надежность электроагрегатов и электростанций проводятся в условиях, соответствующих требованиям ГОСТ 23377.

2.2.1.4. Техническое обслуживание и ремонт испытуемых электроагрегатов и электростанций проводят во время контрольных испытаний в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации.

2.2.1.5. Подготовка к контрольным испытаниям на надежность электроагрегатов и электростанций включает:

разработку, согласование и утверждение программы и методик испытаний;

подготовку лабораторно-испытательной базы (стенда нагрузок, измерительных приборов, помещений).

2.2.1.6. Программа и методики испытаний на надежность должны разрабатываться предприятиями-разработчиками или головным предприятием по виду продукции и согласовываться с заказчиком.

2.2.1.7. Для проведения контрольных испытаний на надежность электроагрегатов и электростанций создается комиссия. Состав комиссии, порядок работы и обязанности определяют по согласованию между заказчиком и разработчиком в зависимости от категории испытаний.

2.2.1.8. С момента начала контрольных испытаний фиксируются:

наработка электроагрегата или электростанции, отказы, повреждения, дефекты и моменты их обнаружения, время на обнаружение и устранение отказов и повреждений.

Формы учета времени работы, отказов и повреждений в процессе испытаний приведены в приложении 1.

2.2.1.9. В процессе и после окончания контрольных испытаний анализируют результаты, оценивают соответствие электроагрегатов и электростанций требованиям, установленным в настоящем стандарте, к средней наработке на отказ, среднему времени восстановления работоспособного состояния и коэффициенту технического использования.

2.2.1.10. При оценке показателей надежности все отказы электроагрегатов и электростанций подразделяют на учитываемые и неучитываемые.

Не учитывают отказы:

зависимые;

вызванные воздействием внешних факторов, не предусмотренных ГОСТ 23377;

вызванные нарушением обслуживающим персоналом инструкции по эксплуатации;

устраняемые в процессе доработок, эффективность которых очевидна или подтверждена экспериментально при дальнейших испытаниях на надежность или при дополнительных испытаниях;

не влияющие на оцениваемый показатель надежности.

2.2.1.11. Обработку результатов испытаний на надежность проводит подразделение надежности предприятия-разработчика или головного предприятия по виду продукции.

2.2.1.12. Контрольные испытания на надежность считают законченными, если программа испытаний выполнена, результаты испытаний оформлены актом, содержащим анализ и оценку результатов испытаний, замечания, рекомендации и конкретные предложения по повышению надежности электроагрегатов и электростанций.

2.2.1.13. При получении отрицательных результатов контрольных испытаний на надежность электроагрегатов и электростанций по одному или нескольким показателям надежности выносится решение о проведении работ по приведению показателей надежности в соответствие с требованиями настоящего стандарта и о проведении повторных контрольных испытаний.

2.2.1.14. Выводы и предложения по результатам контрольных испытаний на надежность электроагрегатов и электростанций оформляют отдельным актом.

2.2.2. Контрольные испытания на безотказность

2.2.2.1. Контрольные испытания на безотказность проводят одноступенчатым методом с восстановлением отказавших электроагрегатов и электростанций при экспоненциальном законе распределения.

2.2.2.2. Исходные данные для планирования контрольных испытаний на безотказность электроагрегатов и электростанций:

риск поставщика $\alpha = 0{,}2$;

риск потребителя $\beta = 0{,}2$;

t_{max} — планируемая суммарная наработка электроагрегатов и электростанций, ч.

Планируемая суммарная наработка (t_{max}) устанавливается по согласованию между заказчиком и разработчиком, исходя из требуемой точности и технико-экономической целесообразности.

2.2.2.3. План испытаний, предельное число отказов ($r_{пред}$), приемочное (T_α) и браковочное (T_β) значения средней наработки на отказ, отношение T_α / T_β, предельную относительную ошибку ($\delta^{(н)}$) определяют по приложению 2.

2.2.2.4. При испытаниях на безотказность число образцов (N) устанавливается в программе испытаний по согласованию заказчика и разработчика или рассчитывается по формуле

$$N = \frac{t_{max}}{t_и}, \tag{3}$$

где $t_и$ — продолжительность испытаний одного электроагрегата или электростанции, ч.

Допускается проводить испытания на безотказность на одном образце; при этом продолжительность испытаний устанавливается в пределах значения гарантийной наработки электроагрегата или электростанции.

2.2.2.5. Оценку соответствия электроагрегатов и электростанций заданным требованиям к средней наработке на отказ проводят следующим образом:

если раньше достигается суммарная наработка (t_Σ), равная планируемой ($t_\Sigma = t_{max}$), а число отказов (r), полученных в процессе испытаний, меньше предельного числа отказов ($r < r_{пред}$), то электроагрегаты и электростанции заданным требованиям соответствуют;

если раньше достигается предельное число отказов ($r_{пред}$), а суммарная наработка меньше планируемой ($t_\Sigma < t_{max}$), то электроагрегаты и электростанции заданным требованиям не соответствуют.

Примечание. В ходе испытаний на безотказность не обязательно, чтобы все образцы испытывались одновременно и к моменту окончания испытаний имели бы строго одинаковую наработку.

2.2.2.6. Контрольные испытания на безотказность должны состоять из испытаний, предусмотренных техническими условиями на электроагрегаты или электростанции конкретного типа, и испытаний в длительном режиме с переменной нагрузкой. Состав, периодичность и последовательность испытаний устанавливают в программе испытаний на надежность. Испытания электроагрегатов и электростанций в длительном режиме с переменной нагрузкой рекомендуется проводить сменами по 8 ч. Рекомендуемый режим и характер изменения нагрузки при коэффициенте мощности от 0,8 до 1,0 в течение смены приведен в табл. 2.

Таблица 2

Нагрузка по мощности	Продолжительность испытаний электроагрегатов и электростанций, ч		
	дизельных	бензиновых	газотурбинных
Запуск и работа на холостом ходу до принятия нагрузки	В соответствии с ТУ на электроагрегаты и электростанции конкретного типа		В соответствии с ТУ на электроагрегаты и электростанции конкретного типа
50 %	1	2	
80 %	2	2,5	
100 %	4	2,5	
110 %	0,75	0,75	
Остановка, пересмена обслуживающего персонала, ежедневное техническое обслуживание	0,25	0,25	

Для электроагрегатов и электростанций, допускающих возможность параллельной работы, рекомендуется через каждые 200 ч наработки в течение одной смены (8 ч) проводить параллельную работу электроагрегатов или электростанций с промышленной сетью или между собой.

2.2.2.7. Испытания электроагрегатов и электростанций на безотказность должны проводиться в условиях (температура, влажность, атмосферное давление), имеющихся на испытательной станции (полигоне) и не выходящих за пределы, установленные ГОСТ 23377.

2.2.2.8. При проведении испытаний на безотказность в длительном режиме с переменной нагрузкой ежесменно контролируют:

нагрузку по мощности;

напряжение и ток в фазах;

частоту тока;

температуру окружающей среды;

атмосферное давление;

относительную влажность окружающей среды;

давление масла в двигателе;

температуру охлаждающей жидкости и масла в двигателе.

В конце и в начале испытаний измеряют расход топлива, потребляемого двигателем при его работе в номинальном режиме.

2.2.2.9. Во время испытаний на безотказность на каждый электроагрегат или электростанцию заводят журнал, в который заносят:

наименование электроагрегата или электростанции, ее условное обозначение, заводской номер, год, месяц выпуска, предприятие-изготовитель;

контролируемые параметры;

состояние электроустановки (автономная работа, вид технического обслуживания, ремонта и т. д.);

число часов работы нарастающим итогом;

дату начала и окончания технического обслуживания, ремонта;

трудоемкость технического обслуживания, ремонта;

продолжительность и причину вынужденного простоя в ожидании технического обслуживания, ремонта;

стоимость проведения технического обслуживания, ремонта (включая стоимость замененных

деталей, а также отремонтированных, при этом отдельно указать стоимость деталей, использованных из комплекта запасных инструментов и принадлежностей);

перечень регулировочных (наладочных) работ по восстановлению электроагрегатов или электростанций и их составных частей;

рекомендации и предложения обслуживающего персонала по предотвращению подобных отказов и по улучшению удобства проведения технического обслуживания и ремонта;

2.2.2.10. Контрольные испытания на безотказность допускается прерывать. Основанием для перерыва может быть:

выход из строя стендов и вспомогательного оборудования;

отсутствие средств обеспечения;

устранение последствий аварии;

возникновение условий, угрожающих сохранности электроагрегатов или электростанций и безопасности обслуживающего персонала или нарушающих установленный режим испытаний более чем на 2 рабочих суток.

2.2.2.11. Контрольные испытания на безотказность могут быть досрочно прекращены. Основанием для такого прекращения может быть несоответствие надежности электроагрегатов или электростанций заданным требованиям.

2.2.3. Контрольные испытания на ремонтопригодность

2.2.3.1. Контрольные испытания на ремонтопригодность проводят для оценки соответствия электростанции или электроагрегата требованиям к среднему времени восстановления работоспособного состояния.

2.2.3.2. Контрольные испытания на ремонтопригодность должны проводиться на вновь разрабатываемых электроагрегатах и электростанциях.

2.2.3.3. Программу и методику испытаний на ремонтопригодность допускается включать разделом в общую программу и методику испытаний на надежность.

2.2.3.4. Испытания на ремонтопригодность допускается проводить на тех же электроагрегатах или электростанциях, на которых проводятся испытания на безотказность. При этом используются отказы, полученные при испытаниях на безотказность (испытания с возникающей необходимостью). Если полученного числа отказов недостаточно, то проводят искусственное введение отказов и неисправностей (испытания с искусственно создаваемой необходимостью). Необходимость искусственного введения отказов должна быть согласована между разработчиком и заказчиком.

2.2.3.5. При моделировании число отказов каждого вида должно быть пропорционально вероятности их появления. Последнюю определяют по результатам подконтрольной эксплуатации электроагрегатов или электростанций аналогов.

Допускается определять вероятность появления отказов по каждому виду аналитически.

При проведении испытаний с искусственно создаваемой необходимостью в проведении ремонтов электроагрегат или электростанция должны условно разбиваться на k составных частей.

Общее число экспериментов (M) распределяют по составным частям пропорционально «плотности» отказов каждой составной части

$$r_j = M \frac{\lambda_j}{\Lambda}, \tag{4}$$

M_j — число экспериментов (отказов) j-й составной части;

λ_j — интенсивность отказов j-й составной части;

Λ — суммарная интенсивность отказов электроагрегата или электростанции.

2.2.3.6. При проведении испытаний на ремонтопригодность учитывают только время, затраченное на отыскание и устранение отказа.

Время простоя по организационным причинам (поиск и доставка запасных частей, материалов, инструмента и т. д.) при оценке показателей ремонтопригодности не учитывают. В случае возникновения вторичного отказа, вызванного ошибками обслуживающего персонала, время на его устранение суммируют с временем устранения основного отказа.

2.2.3.7. До начала ремонта сведения о месте и виде отказа не должны доводиться до обслуживающего персонала.

2.2.3.8. Испытания на ремонтопригодность с искусственно создаваемой необходимостью должны проводить две бригады испытателей, состав которых должен соответствовать расчету, обслуживающему электроагрегат или электростанцию. Одна бригада подготавливает электроагрегат

или электростанцию к проведению испытания (вводит отказы в электроагрегат или электростанцию по заранее принятому плану), другая бригада занимается поиском и устранением отказов.

При проведении ремонта следует применять инструменты и принадлежности одиночного комплекта ЗИП.

2.2.3.9. Контрольные испытания на ремонтопригодность проводят одноступенчатым методом, исходя из экспоненциального закона распределения времени восстановления работоспособного состояния.

2.2.3.10. Исходные данные для планирования испытаний на ремонтопригодность электроагрегатов и электростанций:

риск поставщика $\alpha = 0{,}2$;

риск потребителя $\beta = 0{,}2$;

предельное число отказов электроагрегатов и электростанций $r_{\text{пред}}$.

Предельное число отказов ($r_{\text{пред}}$) устанавливают по согласованию между заказчиком и разработчиком, исходя из требуемой точности и технико-экономической целесообразности.

2.2.3.11. План испытаний, приемочный ($T_{\text{в}_\alpha}$) и браковочный ($T_{\text{в}_\beta}$) уровни среднего времени восстановления, отношение $\left(\frac{T_{\text{в}_\beta}}{T_{\text{в}_\alpha}}\right)$, предельную относительную ошибку ($\delta^{(\text{в})}$) определяют по приложению 2.

2.2.3.12. Для оценки результатов испытаний на ремонтопригодность вычисляют точечное значение среднего времени восстановления работоспособного состояния ($\hat{T}_{\text{в}}$):

в случае проведения испытаний с возникающей необходимостью по формуле

$$\hat{T}_{\text{в}} = \frac{1}{r_{\text{пред}}} \sum_{i=1}^{r_{\text{пред}}} t_{\text{в}_i}, \tag{5}$$

где $t_{\text{в}_i}$ — время восстановления электроагрегата или электростанции при устранении i-го отказа, возникшего в ходе испытаний, ч;

в случае проведения испытаний с искусственно создаваемой необходимостью по формуле

$$\hat{T}_{\text{в}} = \frac{1}{\Lambda} \sum_{j=1}^{k} t_{\text{в}_j} \lambda_j, \tag{6}$$

где $t_{\text{в}_j} = \frac{1}{r_i} \sum_{i=1}^{r_i} t_{\text{в}_{i,j}}$, (6а) — среднее время восстановления составной j-й части электроагрегата или электростанции, ч;

$t_{\text{в}_{i,j}}$ — время восстановления электроагрегата или электростанции при устранении i-го отказа j-й составной части, ч.

2.2.3.13. Электроагрегат или электростанция требованиям к среднему времени восстановления работоспособного состояния ($T_{\text{в}}$), установленным в настоящем стандарте, соответствует, если

$$\hat{T}_{\text{в}} \leq T_{\text{в}}. \tag{7}$$

2.2.3.14. Электроагрегат или электростанция требованиям к среднему времени восстановления работоспособного состояния ($T_{\text{в}}$), установленным в настоящем стандарте, не соответствует, если

$$\hat{T}_{\text{в}} > T_{\text{в}}. \tag{8}$$

2.2.4. Оценка коэффициента технического использования

2.2.4.1. Оценку коэффициента технического использования проводят по результатам испытаний на безотказность и ремонтопригодность сравнением его точечного значения ($\hat{K}_{\text{ти}}$) с нормированным ($K_{\text{ти}}$), установленным в настоящем стандарте.

2.2.4.2. Электроагрегат или электростанция требованиям к коэффициенту технического использования ($K_{\text{ти}}$) соответствует, если

$$\hat{K}_{\text{ти}} \geq K_{\text{ти}}. \qquad (9)$$

При $\hat{K}_{\text{ти}} < K_{\text{ти}}$ выносится решение о несоответствии электроагрегата или электростанции указанным требованиям.

2.2.4.3. Точечное значение коэффициента технического использования ($\hat{K}_{\text{ти}}$) определяют экспериментально за все время испытаний по формуле

$$\hat{K}_{\text{ти}} = \frac{t_{\Sigma}}{t_{\Sigma} + t_{\Sigma_{\text{пр}}}}, \qquad (10)$$

где $t_{\Sigma_{\text{пр}}}$ — суммарное время простоев всех электроагрегатов или электростанций из-за плановых и неплановых текущих ремонтов и технических обслуживаний всех видов (время простоя по организационным причинам не учитывается), ч;

t_{Σ} — суммарная наработка всех электроагрегатов или электростанций, ч.

2.2.4.4. При оценке коэффициента технического использования ($K_{\text{ти}}$) используют хронометражные наблюдения за выполнением всех операций по техническому обслуживанию и ремонту (форма 2 приложения 1).

2.2.4.5. Началом каждой операции является прикасание инструментов в гайке, винту, паяному соединению, концом операции — отрыв от них.

2.2.4.6. Время между точками начала и конца хронометража будет основным временем проведения операции. Время между отдельными приемами данной операции, а также время подхода к обслуживаемой детали — вспомогательное время данной операции. В конце хронометража проводят суммирование основного и вспомогательного времени.

2.2.4.7. Используя хронокарты, определяют оперативную продолжительность каждого вида ремонта и технического обслуживания, вычисляют число ремонтов и обслуживаний каждого вида за время суммарной наработки t_{Σ}, суммарное время простоев всех электроагрегатов или электростанций $t_{\Sigma_{\text{пр}}}$ и коэффициент технического использования ($\hat{K}_{\text{ти}}$).

2.3. Контроль показателей надежности в ходе подконтрольной эксплуатации

2.3.1. Контроль показателей надежности в ходе подконтрольной эксплуатации заключается в получении необходимых статистических данных о надежности электроагрегатов и электростанций путем организации соответствующей системы сбора и обработки информации.

2.3.2. Сбор и обработку информации о надежности электроагрегатов и электростанций осуществляет ежегодно с начала эксплуатации подразделение надежности головного предприятия по виду продукции или предприятия-изготовителя (разработчика) электроагрегатов и электростанций.

2.3.3. Сбор информации о надежности электроагрегатов, электростанций должен проводиться следующими методами:

постоянное наблюдение (подконтрольная эксплуатация);

эпизодическое обследование;

анкетирование.

2.3.4. Формами сбора информации о надежности электроагрегатов, электростанций должны быть:

«Информационная карта эксплуатационной надежности» (форма 4 приложения 1);

ремонтные и эксплуатационные документы;

акты рекламаций;

«Карточки учета повреждений и аварий электротехнических средств»;

«Акты расследования аварий»;

отчеты результатов анализа технического состояния и надежности электроагрегатов и электростанций, находящихся в эксплуатации.

2.3.5. Объем информации о надежности электроагрегатов и электростанций должен быть достаточным для определения вида закона распределения рассматриваемой случайной величины с использованием критериев согласия ω^2 или χ^2.

В случае известного вида закона распределения случайной величины планирование наблюдений в условиях эксплуатации проводится по планам [NUN], [NMR], [NMT] в соответствии с РД 50—690 при однородной доверительной вероятности 0,8 или 0,9 и предельной относительной ошибке δ, выбираемой по согласованию с заказчиком из ряда: 0,05, 0,10; 0,15; 0,20.

2.3.6. Целесообразность организации подконтрольной эксплуатации электроагрегатов и электростанций устанавливается по согласованию между предприятием-изготовителем (разработчиком) или головным предприятием по виду продукции с эксплуатирующей организацией (предприятием).

Порядок проведения подконтрольной эксплуатации устанавливается соответствующими инструкциями, разрабатываемыми на конкретные электроагрегаты и электростанции и утвержденными в установленном порядке.

2.3.7. Оценка параметров законов распределения — в соответствии с РД 50—690. Расчет показателей надежности и их доверительных границ — в соответствии с РД 50—690.

2.3.8. Оценка соответствия показателей эксплуатационной надежности электроагрегатов и электростанций установленным нормам проводится в соответствии с п. 2.1.3. При этом за значение Y_p принимают точечное значение показателя надежности.

При получении отрицательного результата хотя бы по одному из показателей надежности, установленных п. 1.1, предприятие-изготовитель совместно с предприятиями — поставщиками комплектующих изделий под научно-техническим руководством головного предприятия по виду продукции разрабатывает и внедряет мероприятия по повышению надежности. Эффективность мероприятий должна быть подтверждена результатами контрольных испытаний, проводимых в соответствии с подразделом 2.2.

2.3.9. Обработка эксплуатационной информации о надежности электроагрегатов и электростанций завершается техническим отчетом, составляемым подразделением надежности в первом квартале года по результатам эксплуатации в истекшем году.

Отчет согласовывается с заказчиком и утверждается руководством предприятия-изготовителя.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

ФОРМЫ ПЕРВИЧНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ О НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОАГРЕГАТОВ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Форма 1

КАРТА УЧЕТА ОТКАЗОВ И НЕИСПРАВНОСТЕЙ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ

_____

наименование, тип, заводской номер электроагрегата, электростанции

Дата													Отказ и его квалификация																	
Возникновение отказа, неисправности	Устранение отказа, неисправности	Номер отказа, неисправности от начала испытаний	Наработка от начала испытаний, ч	Наименование отказавшей неисправной части	Внешнее проявление отказа, неисправности	Причина возникновения отказа, неисправности	Время восстановления, ч (без учета организационного времени)		Общее время простоя	Неисправность Н	Неучитываемый Ну	Учитываемый У	По характеру изменения основного параметра		По возможности использования источника электроэнергии после возникновения отказа		По связи с другими отказами		По причине возникновения				По трудоемкости и стоимости его устранения		Устойчивость неработоспособности		
							Время поиска отказа, неисправности	Время устранения отказа, неисправности					Внезапный В	Постепенный Пс	Полный Пл	Частичный Ч	Независимый Нз	Зависимый З	Конструкционный К	Производственный П	Естественный износ, старение Е	Комплектующий элемент Кэ	I группа	II группа	Устойчивый У	Сбой Сб	Перемежающийся

Замечания и предложения обслуживающего персонала о предотвращении подобных отказов

Карта заполнена Личная подпись Расшифровка подписи

Форма 2

ХРОНОКАРТА _____

вид технического обслуживания и ремонта

Наименование операции	Время выполнения операции, ч, мин		Продолжительность, мин	Число рабочих	Трудоемкость, чел.-ч	Примечание
	Начало	Конец				

Карта заполнена _____ _____

Личная подпись Расшифровка подписи

Форма 3

ЛИСТ ЖУРНАЛА ИСПЫТАНИЙ

Дата, температура, атмосферное давление, относительная влажность окружающего воздуха	Время	Нагрузка по мощности, кВт	Напряжение, В	Токи в фазах	Частота тока, Гц	Давление масла	Температура охлаждающей жидкости	Наработка от начала испытаний	Примечание

Карта заполнена _____ _____

Личная подпись Расшифровка подписи

Форма 4

ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ

_____

наименование и заводской номер электроагрегата и электростанции

Дата _____ наработка, ч _____ на начало квартала

Наработка, ч _____ на конец квартала

Нагрузка по мощности, %	0—20	20—40	40—80	60—80	80—100	100—110
Наработка, ч, за квартал _____						

Температура окружающей среды, °С _____	(—50)—(—20)	(—20)—0	0—10	10—20	20—30	30—50
Наработка, ч, за квартал _____						

СВЕДЕНИЯ О ТЕХНИЧЕСКИХ ОБСЛУЖИВАЮЩИХ (ТО)

Вид ТО _____ Дата проведения _____

Наработка, ч, от начала эксплуатации _____

Продолжительность ТО, мин _____

СВЕДЕНИЯ ОБ ОТКАЗАХ И РЕМОНТАХ

Номер отказа (неисправности) от начала эксплуатации _____

Дата возникновения отказа _____

Наработка, ч, от начала эксплуатации до момента возникновения отказа

_____ Дата устранения отказа _____

Перечень отказавших (замененных) деталей _____

_____

Внешнее проявление отказа _____

_____

Причина возникновения отказа _____

Время поиска отказа, мин _____ Время устранения отказа _____

Время простоя, ч _____ Где и кем устранен отказ _____

_____ Трудоемкость ремонта, чел.-ч _____

С использованием ЗИП, без использования ЗИП (нужное подчеркнуть)

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО И РЕМОНТНОГО ПЕРСОНАЛА ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ОТКАЗОВ, УДОБСТВУ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТОВ И ТО _____

_____

_____

Карта заполнена _____ _____

Личная подпись Расшифровка подписи

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Обязательное

Планы контроля средней наработки на отказ и среднего времени восстановления работоспособного состояния по одноступенчатому методу при $\alpha = \beta = 0{,}2$ для экспоненциального распределения

Таблица 3

t_{max}	$r_{пред}$	$\frac{T_\alpha}{T_\beta}, \frac{T_{в\beta}}{T_{в\alpha}}$	$\frac{T_\alpha}{T_{в\beta}}$	$\frac{T_\beta}{T_{в\alpha}}$	$\delta^{(н)}$	$\delta^{(в)}$
1	2	3,67	1,21	0,33	0,67	0,21
2	3	2,77	1,30	0,47	0,53	0,30
3	4	2,43	1,31	0,54	0,46	0,31
4	5	2,17	1,30	0,60	0,40	0,30
5	6	2,03	1,28	0,63	0,37	0,28
6	7	1,92	1,27	0,66	0,33	0,27
7	8	1,84	1,25	0,68	0,32	0,25
8	9	1,77	1,24	0,70	0,30	0,24
9	10	1,71	1,23	0,72	0,28	0,23
10	11	1,67	1,22	0,73	0,27	0,22
11	12	1,63	1,22	0,75	0,25	0,22
12	13	1,60	1,20	0,75	0,25	0,20
13	14	1,59	1,19	0,75	0,25	0,19
14	15	1,55	1,19	0,76	0,23	0,19

Примечание. Значения приемочных и браковочных уровней показателей надежности вычислены по формулам:

$$T_\alpha = r_5 T_о;\ T_\beta = r_4 T_о;\ \ T_{в_\alpha} = r_4 T_в;\ \ T_{в_\beta} = r_5 T_в.$$

Коэффициенты r_4 и r_5 вычислены по формулам:

$$r_4 = \frac{2\,(r_{пред} - 1)}{\chi^2_\beta\,(2\,r_{пред})}, \tag{11}$$

$$r_5 = \frac{2\,(r_{пред} - 1)}{\chi^2_{1-\alpha}\,(2\,r_{пред})}, \tag{12}$$

где $\chi^2_\beta(2r_{пред})$ и $\chi^2_{1-\alpha}(2r_{пред})$ — квантили распределения χ^2 с $2r_{пред}$ степенями свободы, отвечающие соответственно вероятностям: $\beta = 0{,}2$ и $1 - \alpha = 0{,}8$

$$\frac{T_\alpha}{T_\beta} = \frac{T_{в\beta}}{T_{в_\alpha}} = \frac{r_5}{r_4} = \frac{\chi^2_\beta\,(2\,r_{пред})}{\chi^2_{1-\alpha}\,(2\,r_{пред})}; \tag{13}$$

$$t_{max} = \frac{1}{2}\,T_\alpha\,\chi^2_{1-\alpha}\,(2\,r_{пред}) = \frac{1}{2}\,r_5\,T_о\,\chi^2_{1-\alpha}\,(2\,r_{пред}) = T_о\,(r_{пред} - 1). \tag{14}$$

Отсюда:

$$r_{пред} = \frac{t_{max}}{T_о} + 1. \tag{15}$$

Предельная ошибка δ вычислена по формулам:

$$\delta^{(н)} = \frac{T_о - T_\beta}{T_о} = 1 - r_4;\ \ \delta^{(в)} = \frac{T_{в\beta} - T_в}{T_в} = r_5 - 1; \tag{16), (17}$$

$\delta^{(н)}$ и $\delta^{(в)}$ — соответственно нижняя и верхняя предельные относительные ошибки при оценке показателей «средняя наработка на отказ» и «среднее время восстановления».

Значения t_{max}, T_α, T_β даны в табл. 3 в относительных единицах $T_о$; $T_{в\alpha}$, $T_{в\beta}$ — в относительных единицах $T_в$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ПРИМЕРЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Пример 1. Для контроля безотказности электроагрегатов бензиновых мощностью 0,5 кВт заданы: планируемая суммарная наработка электроагрегатов $t_{max} = 10\ T_o$; риски поставщика и потребителя $\alpha = \beta = 0{,}2$; продолжительность испытаний одного образца 600 ч; требование стандарта к наработке на отказ $T_o \geq 300$ ч. Определить план контроля по одноступенчатому методу.

Решение. По таблице приложения 2 по данным t_{max}, α и β находят: предельное число отказов $r_{пред} = 11$, приемочное значение наработки на отказ $T_\alpha = 1{,}22\ T_o = 366$ ч; браковочное значение $T_\beta = 0{,}73\ T_o = 219$ ч; отношение $T_\alpha / T_\beta = 1{,}67$; ожидаемая предельная ошибка $\delta^{(н)} = 0{,}27\ T_o = 81$ ч. Число испытываемых образцов

$$N = \frac{t_{max}}{t_и} = \frac{10 \cdot 300}{600} = 5.$$

Условия приемки: при наработке 5 электроагрегатов в течение 3000 ч фактическое число отказов r должно быть меньше 11.

Условие браковки: получение 11 отказов до достижения наработки 5 электроагрегатами вместе 3000 ч.

Пример 2. Для контроля ремонтопригодности дизельных электроагрегатов мощностью 100 кВт заданы: предельное число отказов $r_{пред} = 5$; риски поставщика и потребителя $\alpha = \beta = 0{,}2$; требование стандарта к среднему времени восстановления $T_в \leq 2$ ч; отказы моделируются. Определить план контроля по одноступенчатому методу и смоделировать искусственно вводимые отказы.

Решение. По таблице приложения 2 по данным α, β, $r_{пред}$ находят:

$$T_{в_\alpha} = 0{,}60\ T_в = 0{,}60 \cdot 2 = 1{,}2 \text{ ч}.$$

Перечень моделируемых отказов определяют по результатам обработки эксплуатационных данных. Для электроагрегатов мощностью 100 кВт отказы распределились следующим образом: было всего 232 отказа, по двигателю — 165; по генератору — 55; по системе управления — 11; по соединительной муфте — 1.

Интенсивность отказов электроагрегата, двигателя, генератора, системы управления, соединительной муфты составляют соответственно:

$$\Lambda = 147 \cdot 10^{-5} \frac{1}{r};\ \lambda_д = 104 \cdot 10^{-5} \frac{1}{r};\ \lambda_т = 35 \cdot 10^{-5} \frac{1}{r};$$

$$\lambda_{су} = 7 \cdot 10^{-5} \frac{1}{r};\ \lambda_{см} = 0{,}7 \cdot 10^{-5} \frac{1}{r}.$$

При заданном числе экспериментов ($M = 5$) по формуле 4 отказы должны быть распределены следующим образом:

по двигателю $r_j = 5 \cdot \frac{104 \cdot 10^{-5}}{147 \cdot 10^{-5}} \approx 4$;

по генератору $r_j = 5 \cdot \frac{35 \cdot 10^{-5}}{147 \cdot 10^{-5}} \approx 1$;

по системе управления $r_j = 5 \cdot \frac{7 \cdot 10^{-5}}{147 \cdot 10^{-5}} \approx 0$;

по соединительной муфте $r_j = 5 \cdot \frac{0{,}7 \cdot 10^{-5}}{147 \cdot 10^{-5}} \approx 0$.

Следовательно, необходимо смоделировать 4 отказа по двигателю и 1 отказ по генератору.

С учетом наибольшей вероятности появления для моделирования выбраны следующие отказы:
пробой селенового выпрямителя в генераторе;
выход из строя водяного насоса (замена);
обрыв лопастей вентилятора;
замена электродвигателя;
замена реле КРД-2.

По каждому отказу методом хронометража определяют время восстановления $t_{в_{ij}}$. Затем по формуле 6а определяют среднее время восстановления $t_{в_j}$ двигателя.

Среднее время восстановления ($\hat{T}_в$) электроагрегата вычисляют по формуле 6.

Условие приемки: $\hat{T}_в \le 2$ ч.

Условие браковки: $\hat{T}_в > 2$ ч.

Пример 3. Провести оценку соответствия требованиям стандарта коэффициента технического использования электроагрегата мощностью 100 кВт методом предполагаемой необходимости в проведении технических обслуживаний.

Решение. Оценка точечного значения коэффициента технического использования ($\hat{K}_{ти}$) производится по формуле 10. Учитывая, что суммарное время простоев электроагрегатов и электростанций обусловлено проведением ремонтов при отказах и проведением технических обслуживаний ТО-1 и ТО-2, формула 6 после преобразований примет вид:

$$K_{ти} = \left[1 + \frac{T_в}{T_о} + \frac{\tau_{ТО-2}}{T_{ТО-2}} + \tau_{ТО-1}\left(\frac{1}{T_{ТО-1}} - \frac{1}{T_{ТО-2}}\right)\right]^{-1},$$

где $T_{ТО-1}$, $T_{ТО-2}$ — периодичность проведения технических обслуживаний ТО-1 и ТО-2 (устанавливается инструкцией по эксплуатации);

$\tau_{ТО-1}$, $\tau_{ТО-2}$ — продолжительность проведения соответствующих технических обслуживаний (определяется в ходе испытаний путем хронометража).

Значение $\hat{K}_{ти}$, вычисленное по формуле 10, сравнивается со значением $K_{ти}$, устанавливаемым настоящим стандартом.

Условие приемки: $\hat{K}_{ти} \ge K_{ти}$.

Условие браковки: $\hat{K}_{ти} < K_{ти}$.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 16.12.87 № 4554

2. **ВЗАМЕН ГОСТ 20439—81, ГОСТ 20.57.311—79**

3. **ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта
ГОСТ 18322—78	Вводная часть
ГОСТ 20375—83	Вводная часть
ГОСТ 23377—84	1.8, 2.2.1.3, 2.2.1.10, 2.2.2.7
ГОСТ 26363—84	1.4
РД 50—690—89	2.3.5, 2.3.7

4. **Ограничение срока действия снято по протоколу № 3—93 Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ИУС 5-6—93)**

5. **ПЕРЕИЗДАНИЕ. Октябрь 2003 г.**

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *Е.Н. Мартемьяновой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 24.11.2003. Подписано в печать 17.12.2003. Усл. печ. л. 2,32.
Уч.-изд. л. 1,70. Тираж 81 экз. С 13045. Зак. 362.

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Колодезный пер., 14.
gost.e-ecolog.ru e-mail: gost.e-ecolog.ru
Набрано и отпечатано в ИПК Издательство стандартов

gost.e-ecolog.ru