ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58625— 2019

Системы и комплексы космические

АНАЛИЗ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ

Общие требования

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (АО «ЦНИИмаш»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 321 «Ракетно-космическая техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 декабря 2019 г. № 1416-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, 2020

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 4
5 Общие положения 4
6 Требования к ремонтопригодности изделия 5
6.1 Структура и порядок выбора требований к ремонтопригодности изделия 5
6.2 Показатели ремонтопригодности изделия 6
6.3 Качественные характеристики ремонтопригодности изделия 7
7 Порядок и методы проведения анализа ремонтопригодности изделия 7
7.1 Общие требования 7
7.2 Анализ ремонтопригодности изделия при разработке эскизного проекта 8
7.3 Анализ ремонтопригодности изделия при разработке рабочей документации 8
7.4 Анализ ремонтопригодности изделия по результатам наземной экспериментальной отработки и летных испытаний 10
Приложение А (справочное) Основные показатели ремонтопригодности изделия 11
Приложение Б (справочное) Дополнительные показатели ремонтопригодности изделия 12
Библиография 14

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Системы и комплексы космические

АНАЛИЗ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ

Общие требования

Space systems and complexes.
Maintainability analysis. General requirements

Дата введения — 2020—08—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к порядку и методам проведения анализа ремонтопригодности изделий космических систем (комплексов) при их создании (модернизации или модификации), техническое обслуживание и ремонт которых предусмотрены конструкторской документацией.

Положения настоящего стандарта применяются всеми организациями Российской Федерации, юридическими и физическими лицами, участвующими в создании (модернизации или модификации), производстве и эксплуатации изделий космических систем (комплексов) научного и социально-экономического назначения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.104 Единая система конструкторской документации. Основные надписи

ГОСТ 2.105 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам

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

ГОСТ 27.301 Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения

ГОСТ 27.507 Надежность в технике. Запасные части, инструменты и принадлежности. Оценка и расчет запасов

ГОСТ 21623 Система технического обслуживания и ремонта техники. Показатели для оценки ремонтопригодности. Термины и определения

ГОСТ 26656 Техническая диагностика. Контролепригодность. Общие требования

ГОСТ Р 58628 Системы и комплексы космические. Анализ готовности. Общие требования

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.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **анализ ремонтопригодности:** Формализованная процедура анализа конструкции изделия, включающая в себя качественную и количественную оценку принятых конструктивных решений на предмет соответствия их установленным требованиям ремонтопригодности.

3.2

вспомогательное время технического обслуживания (ремонта): Часть оперативного времени, затрачиваемая исполнителем на подготовку объекта к техническому обслуживанию (ремонту) и восстановление исходного положения частей объекта после окончания технического обслуживания (ремонта).

[ГОСТ 21623—76, статья 4]

3.3

комплект ЗИП: Набор запасных частей, инструментов, принадлежностей и расходных материалов, необходимых для функционирования, технического обслуживания и ремонта объекта.

Примечания

1 Комплект ЗИП формируется в соответствии с требованиями документации с учетом назначения и особенностей использования объекта.

2 Все виды комплектов ЗИП условно делятся на основные и специальные, а в зависимости от состава, назначения и размещения — на одиночные, групповые и ремонтные.

[ГОСТ 27.002—2015, статья 3.5.16]

3.4

космическая система; КС: Совокупность одного или нескольких космических комплексов и специальных комплексов, предназначенных для решения целевых задач.

[ГОСТ Р 53802—2010, статья 1]

3.5 **космический комплекс (комплекс):** Совокупность составных частей и входящих в их состав систем, агрегатов, приборов, обеспечивающих функционирование и выполнение целевых задач по использованию космического пространства в соответствии с тактико-техническим заданием (техническим заданием) на комплекс.

Примечания

1 В качестве составной части комплекса могут быть: ракета, ракета-носитель, разгонный блок (блок выведения), космический аппарат, космическая головная часть, орбитальный самолет, стартовый комплекс, технический комплекс, система дистанционного управления и контроля, средства наземного автоматизированного комплекса управления, наземного комплекса управления, наземного специального комплекса, полигонного измерительного комплекса, измерительного комплекса космодрома, корабельного командно-измерительного комплекса и поисково-спасательного комплекса для данного комплекса, командный пункт, автоматизированная система охраны, комплекс наземного технологического оборудования, система электроснабжения объектов, автономные технические системы объектов, учебно-тренировочные средства, специализированные средства подготовки космонавтов в объеме согласованных тактико-технических заданий на пилотируемые космические комплексы и т. п.

2 В качестве системы могут быть: двигательная установка, бортовая система управления, бортовая система энергоснабжения, система навигации и т. п., которые входят в состав комплекса и (или) его составных частей.

3 В качестве агрегата (прибора) комплекса могут быть: двигатель, автомат стабилизации, рулевая машинка и т. п., которые входят в состав составных частей и (или) систем.

3.6

оперативное время технического обслуживания (ремонта): Затраты времени исполнителя на выполнение операции технического обслуживания (ремонта), определяемые конструкцией и техническим состоянием объекта.

[ГОСТ 21623—76, статья 3]

3.7

операция технического обслуживания (ремонта): Отдельный вид работы, выполняемой при техническом обслуживании (ремонте) с целью поддержания или восстановления работоспособности объекта.

[ГОСТ 18322—2016, статья 2.1.9]

3.8

основное время технического обслуживания (ремонта): Часть оперативного времени, затрачиваемая исполнителем на выполнение операций технического обслуживания (ремонта) без учета вспомогательного времени.

[ГОСТ 21623—76, статья 5]

3.9 **показатель ремонтопригодности:** Количественная характеристика одного или нескольких свойств конструкции изделия, составляющих его ремонтопригодность.

3.10

ремонт: Комплекс технических операций и организационных действий по восстановлению исправного или работоспособного состояния объекта и восстановлению ресурса объекта или его составных частей.

Примечания

1 Ремонт включает локализацию, диагностирование, устранение неисправности и контроль функционирования.

2 Ремонты подразделяются на плановые и внеплановые:

- плановый ремонт — ремонт, выполняемый по плану в соответствии с требованиями документации. Плановые ремонты по объему выполняемых работ, трудоемкости и периодичности проведения подразделяются на текущие, средние и капитальные.
- внеплановый ремонт — ремонт, не предусмотренный планом. Неплановые ремонты могут быть обусловлены отказом объекта, появлениями повреждений (неисправностей), нарушением правил технической эксплуатации. Неплановые ремонты подразделяются на аварийно-восстановительные и ремонты по состоянию.

[ГОСТ 27.002—2015, статья 3.5.9]

3.11

ремонтопригодность: Свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению состояния, в котором объект способен выполнять требуемые функции путем технического обслуживания и ремонта.

[ГОСТ 27.002—2015, статья 3.1.7]

3.12

техническое обслуживание: Комплекс организационных мероприятий и технических операций, направленных на поддержание работоспособности (исправности) объекта и снижение вероятности его отказов при использовании по назначению, хранении и транспортировании.

Примечание — Основные виды ТО:

- плановое ТО (другие отраслевые названия: профилактическое, регламентированное) — техническое обслуживание, постановка на которое осуществляется в соответствии с требованиями документации;
- внеплановое ТО (другие отраслевые названия: корректирующее, нерегламентированное) — техническое обслуживание, постановка на которое осуществляется без предварительного назначения по техническому состоянию.

[ГОСТ 27.002—2015, статья 3.5.2]

3.13

трудоемкость технического обслуживания (ремонта) [maintenance (repair) labor content]**:** Трудозатраты на проведение одного технического обслуживания (ремонта) данного вида.

[ГОСТ 18322—2016, статья 2.1.29]

3.14 **экспериментальная отработка космического комплекса (изделия):** Совокупность работ по подготовке и проведению испытаний в условиях, близких к реальным, на моделях, макетах, опытных образцах с целью достижения и подтверждения (проверки) соответствия характеристик комплекса (изделий) требованиям, заданным в тактико-техническом задании (техническом задании), обеспечения работоспособности изделий, определения запасов их ресурса.

Примечание — В эту совокупность входят работы по имитационному моделированию, математическому и программному обеспечению, баллистическому обоснованию, по отработке технологических процессов, а также работы, проводимые на основе опытно-теоретических методов.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:
АР — анализ ремонтопригодности;
ЗИП — запасные части, инструменты и принадлежности;
КД — конструкторская документация;
ЛИ — летные испытания;
НЭО — наземная экспериментальная отработка;
РД — рабочая документация;
РКД — рабочая конструкторская документация;
СЧ — составная часть;
ТЗ — техническое задание;
ТОИР — техническое обслуживание и ремонт;
ТТЗ — тактико-техническое задание;
ЭП — эскизный проект.

5 Общие положения

5.1 Проведение АР для обслуживаемых и ремонтируемых изделий космических систем (комплексов) (далее — изделия) является СЧ процесса обеспечения надежности при их создании (модернизации или модификации) (далее — создание). Данные работы должны быть запланированы в программе обеспечения надежности и документах сквозного планирования, выпускаемых для конкретных изделий при их создании.

5.2 Проведение АР является обязательным для изделий и их СЧ, отнесенных по результатам проведения анализа видов, последствий и критичности отказов (анализа видов и последствий отказов) к категории критичных и снижение критичности которых обеспечивается своевременным проведением ТОИР.

5.3 Требования настоящего стандарта относятся к изделиям, ремонт которых осуществляется агрегатным методом, путем замены неисправных составных частей изделия запасными частями из состава предусмотренных КД комплектов одиночных и/или групповых ЗИП.

По согласованию с заказчиком требования настоящего стандарта могут быть применены при проведении АР изделий, проведение ТОИР которых предполагается другими методами.

5.4 Основной целью проведения АР является подтверждение выполнения требований ремонтопригодности, заданных в ТТЗ (ТЗ), при создании изделия.

В процессе проведения АР изделия должны быть решены следующие задачи:

- проведена качественная оценка принятых конструктивных решений на предмет соответствия их установленным нормам ремонтопригодности, а также соответствия лучшим вариантам, принятым в ранее разработанных изделиях-аналогах;
- проведена предварительная количественная оценка показателей ремонтопригодности изделия в процессе проведения анализа РКД на предмет соответствия требованиям, установленным в ТТЗ (ТЗ);
- проведена оценка количественных показателей достаточности и доступности одиночного и группового комплектов ЗИП изделия и определен их оптимальный состав на предмет соответствия установленным в ТТЗ (ТЗ) требованиям к ремонтопригодности;
- проведена окончательная оценка количественных показателей на предмет их соответствия установленным в ТТЗ (ТЗ) требованиям к ремонтопригодности по результатам проведения испытаний на ремонтопригодность в рамках проведения НЭО и/или ЛИ.

5.5 Качественная оценка принятых конструктивных решений должна быть проведена в процессе разработки проектной и рабочей КД, а также в рамках проведения соответствующих экспертиз и рассмотрений КД, проводимых по окончании разработки ЭП и РД.

Результаты оценки должны быть приведены в разделах пояснительной записки ЭП, относящихся к обеспечению надежности, а также в виде приложения к расчету надежности, выполняемому на этапе разработки РД.

5.6 Предварительная количественная оценка показателей ремонтопригодности должна быть проведена по результатам разработки РКД на основании принятых конструктивных решений и значений временных характеристик, указанных для операций ТОИР в эксплуатационной документации изделия.

Результаты количественной оценки показателей ремонтопригодности должны быть приведены в соответствующих разделах расчета надежности изделия.

5.7 Оценка количественных показателей достаточности и доступности одиночного и группового комплектов ЗИП изделия должна быть проведена по результатам разработки РКД, на основании данных, приведенных в эксплуатационной документации.

Результаты оценки достаточности и доступности комплектов ЗИП должны быть приведены в виде приложения к расчету надежности, выполняемому на этапе разработки РД.

5.8 Окончательная оценка количественных показателей ремонтопригодности на предмет соответствия установленным в ТТЗ (ТЗ) должна быть проведена на основании фактических количественных данных, полученных по результатам испытаний на ремонтопригодность, проведенных на этапах НЭО и/или ЛИ изделия.

Результаты окончательной оценки количественных показателей ремонтопригодности изделия должны быть приведены в соответствующих отчетных документах, выпускаемых в установленном заказчиком порядке по завершении НЭО и ЛИ.

5.9 Результаты проведения АР должны использоваться в качестве исходных данных для проведения расчета надежности изделия, анализа готовности, выполняемого в соответствии с ГОСТ Р 58628, и других расчетов и анализов изделий более высокого структурного уровня.

5.10 Проведение АР изделия должно производиться подразделениями организации, ответственными за разработку КД, под методическим руководством служб надежности.

6 Требования к ремонтопригодности изделия

6.1 Структура и порядок выбора требований к ремонтопригодности изделия

6.1.1 Требования к ремонтопригодности изделия должны быть установлены заказчиком в ТТЗ (ТЗ) в подразделах «Требования надежности» и «Требования к эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания и ремонта».

6.1.2 Требования задаются в виде количественных показателей ремонтопригодности и качественных характеристик конструкции изделия.

6.1.3 При назначении требований по ремонтопригодности изделий необходимо учитывать:

- предполагаемую последовательность (циклограмму) этапов, видов и режимов эксплуатации;
- условия хранения, транспортирования, развертывания, ожидания применения по назначению, применения по назначению, включая уровни внешних воздействующих факторов и нагрузок для каждого этапа (вида, режима) эксплуатации;
- ограничения по срокам проведения плановых ТОИР и их продолжительности;
- возможности эксплуатирующей организации в части обеспечения ТОИР, включая возможности в части пополнения запасов одиночных и групповых ЗИП;
- численность и квалификацию обслуживающего и/или ремонтного персонала эксплуатирующей организации;
- требования безопасности эксплуатации изделий при проведении ТОИР;
- возможность проведения сравнительной оценки однотипных изделий, работающих в различных режимах эксплуатации;
- возможность проведения сравнительной оценки ремонтопригодности изделий различного типа, предназначенных для выполнения одинаковых функций и работающих в одинаковых условиях эксплуатации;
- возможность использования показателей ремонтопригодности для определения комплексных показателей надежности изделия;

- возможность подтверждения статистическими методами установленных требований к показателям ремонтопригодности.

6.1.4 Конструкция изделия и его СЧ в общем случае должна обеспечивать:

- соответствие требованиям надежности, установленным в ТТЗ (ТЗ);
- минимальную численность обслуживающего персонала;
- оптимальное распределение и последовательность технологических операций ТОИР на всех этапах эксплуатации;
- безопасность технологических операций ТОИР;
- минимально возможные трудовые и материальные затраты при проведении ТОИР.

6.2 Показатели ремонтопригодности изделия

6.2.1 Показатели ремонтопригодности изделия подразделяются на основные и дополнительные.

К основным показателям ремонтопригодности относятся нормируемые показатели, установленные в ТТЗ (ТЗ) на изделие, которые характеризуют приспособленность конструкции изделия и его СЧ к ТОИР, количественные значения которых должны быть подтверждены в процессе создания изделия.

К дополнительным показателям ремонтопригодности относятся ненормируемые показатели, характеризующие отдельные аспекты ремонтопригодности и предназначенные для количественной оценки и сопоставления различных вариантов конструктивных решений и выбора окончательного варианта.

Конкретный состав дополнительных показателей ремонтопригодности, критерии и методика их оценки устанавливаются организацией-разработчиком при разработке ЭП изделия, с учетом положений настоящего стандарта и по согласованию с заказчиком.

6.2.2 В качестве основных, с учетом требований ГОСТ 27.003, могут быть использованы следующие показатели ремонтопригодности (надежности) изделия:

- коэффициент готовности;
- коэффициент технического использования;
- вероятность восстановления;
- среднее время до восстановления;
- гамма-процентное время восстановления (до восстановления);
- интенсивность восстановления.

Математическое определение различных видов коэффициентов готовности приведено в ГОСТ Р 58628.

Математическое определение остальных вышеперечисленных основных показателей ремонтопригодности приведено в приложении А.

6.2.3 В качестве дополнительных показателей ремонтопригодности изделия могут быть использованы:

- средняя оперативная трудоемкость ТОИР данного вида;
- средняя оперативная стоимость ТОИР данного вида;
- удельная суммарная оперативная стоимость ТОИР.

Также в качестве дополнительных показателей ремонтопригодности изделия могут быть использованы следующие показатели, характеризующие отдельные свойства конструкции изделия:

- коэффициент применяемости конструктивных элементов;
- коэффициент повторяемости;
- коэффициент конструктивной преемственности;
- коэффициент взаимозаменяемости;
- коэффициент кратности технического обслуживания (ремонта);
- коэффициент контролепригодности;
- средняя оперативная трудоемкость диагностирования;
- коэффициент безразборного диагностирования;
- коэффициент доступности;
- коэффициент легкосъемности;
- коэффициент собираемости.

Математическое определение вышеперечисленных дополнительных показателей ремонтопригодности приведено в приложении Б.

6.3 Качественные характеристики ремонтопригодности изделия

6.3.1 Качественные характеристики конструкции изделия должны обеспечивать требуемые основные и дополнительные показатели его ремонтопригодности.

6.3.2 Ремонтопригодность конструкции изделия, включая его контролепригодность, доступность, легкосъемность, взаимозаменяемость и монтажепригодность его СЧ, в общем случае должна обеспечиваться:

- удобным, с учетом эргономических требований, доступом к СЧ изделия, подвергающимся систематическим осмотрам и проверкам в процессе эксплуатации, без механической разборки и расстыковки нетехнологических разъемов;
- возможностью диагностирования выработки ресурса СЧ изделия средствами автоматизированного контрольно-испытательного оборудования в соответствии с ГОСТ 26656;
- наличием четкой маркировки СЧ изделия, кабелей и разъемных электрических, пневматических и гидравлических соединителей;
- наличием штифтов, болтов, планок или других фиксирующих элементов, маркировочных знаков, обеспечивающих повторяемость заводской сборки;
- исключением возможностей неправильной сборки, монтажа, а также неправильной стыковки разъемов;
- исключением возможностей коррозии и загрязнения внутренних и внешних поверхностей изделия при его демонтаже и сборке в условиях проведения ТОИР;
- наличием строповочных устройств или конструктивных элементов (мест) для захвата грузоподъемными средствами, используемыми в процессе транспортирования, сборки и монтажа;
- возможностью замены отдельных СЧ изделия при потере ими работоспособности без дополнительных регулировочных (настроечных) операций, пригоночно-доводочных работ и демонтажа других СЧ;
- минимизацией (исключением) потребностей в обслуживающем персонале высокой квалификации;
- наличием минимальной номенклатуры заменяемых, покупных и других СЧ изделий;
- выполнением СЧ изделий в виде сочетания отдельных блоков и секций с рациональной унификацией;
- использованием унифицированного монтажно-сборочного и контрольно-измерительного оборудования;
- одновременным выполнением возможно большего числа операций при проведении ТОИР;
- взаимоувязкой плановых периодов ТОИР с назначенными сроками службы и ресурсами СЧ изделий и соблюдением других требований, специфичных для конкретных видов и типов изделий и их СЧ.

6.3.3 Реализация комплекса вышеперечисленных требований к качественным характеристикам конструкции изделия должна учитывать все ограничивающие факторы и быть направлена на получение оптимального варианта конструктивного решения, обеспечивающего требуемые показатели надежности при максимально возможном экономическом эффекте.

7 Порядок и методы проведения анализа ремонтопригодности изделия

7.1 Общие требования

7.1.1 Работы, связанные с проведением АР, проводятся на следующих этапах создания изделия:

- разработки ЭП;
- разработки РД на опытные изделия комплекса и макеты;
- этапах НЭО и ЛИ.

7.1.2 Проведение АР должно осуществляться на основании:

- проектной и рабочей КД;
- определенной системы эксплуатации изделия, включая стратегию и концепцию проведения технического обслуживания (ремонта), а также стратегию пополнения ЗИП;
- результатов проведения анализа видов, последствий и критичности отказов (анализа видов и последствий отказов);
- результатов проведения наземных и летных испытаний изделия на ремонтопригодность.

7.1.3 Описание методов оценки ремонтопригодности изделия должно быть разработано с учетом требований настоящего стандарта и включено в состав методики оценки технического состояния и на-

дежности космического комплекса (изделия космического комплекса) на стадиях создания, производства и эксплуатации.

7.1.4 Результаты проведения АР изделия подлежат экспертизе и рассмотрению в установленном заказчиком порядке совместно с другими материалами по обеспечению надежности.

7.2 Анализ ремонтопригодности изделия при разработке эскизного проекта

7.2.1 При разработке ЭП изделия, в части проведения АР, должны быть выполнены следующие работы:

- сравнительная оценка и обоснование возможности обеспечения требуемых значений основных показателей ремонтопригодности для различных вариантов конструкции изделия;
- сравнительная качественная оценка ремонтопригодности для различных вариантов конструкции;
- определение предварительного перечня СЧ изделия, подлежащих включению в состав одиночного и/или группового ЗИП, на основании окончательно принятого варианта конструкторского решения и определение предварительной стратегии пополнения ЗИП;
- предварительная количественная оценка основных показателей ремонтопригодности окончательно принятого варианта конструкторского решения изделия;
- определение перечня дополнительных показателей ремонтопригодности изделия и методики их оценки на последующих этапах создания.

7.2.2 Оценка основных показателей ремонтопригодности должна проводиться с учетом положений ГОСТ 27.301, в рамках выполнения расчета надежности. Оценка основных показателей выполняется расчетным методом на основании справочных данных о надежности компонентов и комплектующих элементов изделия и его СЧ, а также по результатам создания и эксплуатации ранее разработанных изделий-аналогов.

7.2.3 Предварительная обобщенная качественная оценка ремонтопригодности выбранного варианта конструкции включает в себя анализ соответствия компоновки и членения конструкции изделия условиям ТОИР, сопоставление вариантов конструкции изделия по контролепригодности, доступности, унификации, стандартизации, по точности расположения и способам соединения СЧ изделия. Качественный анализ конструкции изделия и его СЧ рекомендуется проводить на основании методики, приведенной в [1], с использованием контрольных листов.

7.2.4 Определение предварительного перечня СЧ изделия, подлежащих включению в состав комплектов ЗИП, должно производиться с учетом положений ГОСТ 27.507, исходя из критерия обеспечения требуемых показателей ремонтопригодности (надежности) при минимально возможных экономических затратах. Полнота предварительного перечня СЧ, подлежащих включению в одиночный и групповой комплекты ЗИП, должна определяться степенью детализации конструкции изделия, полученной по результатам разработки ЭП. Определение оптимального состава СЧ рекомендуется производить в соответствии с методиками, приведенными в ГОСТ 27.507.

7.2.5 Перечень дополнительных показателей ремонтопригодности, а также методики их оценки на последующих этапах создания изделия должны быть определены с учетом перечня дополнительных показателей, приведенного в приложении Б, с учетом специфических особенностей конструкции изделия, этапов, видов и режимов его эксплуатации, наличия и полноты данных, необходимых для проведения их оценки.

Количество дополнительных показателей должно быть минимальным, но достаточным для оценки ремонтопригодности изделия.

Примечание — По согласованию с заказчиком допускается включение в состав перечня других показателей из указанных в [2], как более информативных для проведения оценки ремонтопригодности конкретных видов и типов изделий.

7.2.6 Результаты выполнения вышеперечисленных работ должны быть включены в состав материалов ЭП, относящихся к обеспечению надежности, которые должны быть разработаны, согласованы и утверждены в соответствии с установленным заказчиком порядком.

7.3 Анализ ремонтопригодности изделия при разработке рабочей документации

7.3.1 При разработке РД изделия в части проведения АР должны быть выполнены следующие работы:

- качественная оценка принятых конструктивных решений;

- сравнительная оценка дополнительных показателей ремонтопригодности;
- проверка полноты и достаточности содержания программ и методик проведения испытаний на ремонтопригодность;
- оценка показателей достаточности и доступности одиночного и/или группового комплектов ЗИП;
- оценка основных показателей ремонтопригодности изделия.

7.3.2 Качественная оценка характеристик принятых конструктивных решений должна проводиться на предмет соответствия их требованиям подраздела 6.3.

Проведение оценки должно осуществляться в процессе разработки РД, результаты оценки должны быть подтверждены подписями уполномоченных проверяющих лиц в соответствии с установленными требованиями ГОСТ 2.104 и порядком, установленным системой менеджмента качества организации-разработчика.

7.3.3 Сравнительная оценка дополнительных показателей ремонтопригодности изделия должна проводиться на предмет сопоставления значений установленных дополнительных показателей ремонтопригодности с лучшими достигнутыми значениями показателей изделий-аналогов и/или с их проверкой на предмет соответствия установленным нормативным требованиям при наличии указанных требований.

Результаты оценки должны быть включены в состав расчета надежности, оформленного в соответствии с требованиями ГОСТ 27.301, ГОСТ 2.105 и требованиями системы менеджмента качества организации-разработчика.

7.3.4 Для экспериментального подтверждения требований ремонтопригодности изделия в рамках проведения НЭО и/или ЛИ должны быть разработаны программа и методика испытаний на ремонтопригодность. Разработку программы и методики испытаний рекомендуется проводить с учетом положений [1].

На этапе разработки РД, в рамках проведения АР изделия, программа и методика испытаний на ремонтопригодность должны быть проверены на предмет:

- соответствия перечня и значений проверяемых основных показателей ремонтопригодности требованиям ТТЗ (ТЗ);
- соответствия данных по временным характеристикам, получаемых по установленным планам испытаний, необходимой точности статистических оценок;
- полноты проверок качественных требований к конструкции изделия, направленных на обеспечение заданного уровня ремонтопригодности;
- оценки достаточности численности и квалификации проводящего ТОИР изделия обслуживающего персонала, установленных в эксплуатационной и ремонтной документации;
- наличия проверок, направленных на выявление конструктивных факторов, снижающих уровень ремонтопригодности изделия;
- наличия проверок, направленных на оценку достаточности встроенных и внешних средств технической диагностики, инструмента и оборудования для ремонта, одиночных и групповых комплектов ЗИП;
- наличия проверок, направленных на оценку полноты требований и качества разработки эксплуатационной и ремонтной документации.

Результаты проверки должны быть подтверждены подписями уполномоченных проверяющих лиц в соответствии с установленными требованиями ГОСТ 2.104 и порядком, установленным системой менеджмента качества организации-разработчика.

7.3.5 Составной частью АР изделия являются расчет оптимального состава комплектов ЗИП и определение стратегии его пополнения, выполненные с учетом положений ГОСТ 27.507.

Результаты расчета состава комплекта ЗИП и показателей его полноты и доступности, а также данные по стратегии его пополнения должны быть включены в содержание расчета надежности, оформленного в соответствии с ГОСТ 27.301, ГОСТ 2.105 и требованиями системы менеджмента качества организации-разработчика.

7.3.6 По результатам разработки РД и расчета дополнительных показателей ремонтопригодности изделия должна быть проведена оценка основных показателей ремонтопригодности на предмет проверки их соответствия требованиям ТТЗ (ТЗ).

Оценка основных показателей ремонтопригодности должна проводиться с учетом положений ГОСТ 27.301 в рамках выполнения расчета надежности изделия. Оценка основных показателей должна выполняться расчетным методом на основании справочных данных о надежности компонентов и

комплектующих элементов изделия и его СЧ, а также по данным, относящимся к ранее разработанным изделиям-аналогам.

7.4 Анализ ремонтопригодности изделия по результатам наземной экспериментальной отработки и летных испытаний

7.4.1 Анализ ремонтопригодности изделия на этапах НЭО и ЛИ должен включать в себя проведение следующих работ:

- оценку по результатам испытаний степени совершенства конструкции изделия и полноты отработки его на ремонтопригодность;
- оценку основных и дополнительных показателей ремонтопригодности;
- оценку результатов устранения выявленных в процессе испытаний замечаний.

7.4.2 Оценка степени совершенства конструкции изделия и полноты отработки его на ремонтопригодность должна включать в себя проверку и анализ удобства выполнения конкретных технологических операций ТОИР, реализуемых при моделировании отказов в процессе проведения испытаний на ремонтопригодность и формирование перечня конструктивных решений, не соответствующих требованиям контролепригодности, доступности, легкосъемности и монтажепригодности.

Примечание — Перечень несоответствующих конструктивных решений формируется комиссией по проведению испытаний и подлежит включению в виде замечаний в отчетные документы по испытаниям совместно с рекомендациями по их устранению.

7.4.3 Оценка основных и дополнительных показателей ремонтопригодности должна проводиться с учетом положений ГОСТ 27.301, расчетно-экспериментальными или экспериментальными методами на основании данных, полученных по фактическим результатам испытаний.

7.4.4 При наличии выявленных в процессе проведения испытаний на ремонтопригодность замечаний, несоответствия расчетных значений основных и вспомогательных показателей ремонтопригодности должны быть проведены работы по корректировке РД изделия, его повторные испытания на ремонтопригодность и последующая оценка результатов устранения выявленных в процессе испытаний замечаний в объеме, указанном в 7.4.2 и 7.4.3.

При незначительном характере выявленных в процессе испытаний на ремонтопригодность замечаний и соответствии расчетных значений основных показателей значениям, установленным в ТТЗ (ТЗ), допускается проведение оценки результатов их устранения проводить в объеме, указанном в 7.4.2 настоящего стандарта.

7.4.5 Результаты работ по оценке ремонтопригодности изделия на этапах НЭО и ЛИ должны быть включены соответственно в состав итогового технического отчета о готовности к ЛИ и технического отчета о результатах выполнения программы ЛИ, оформленных, согласованных и утвержденных в установленном заказчиком порядке.

Приложение А
(справочное)

Основные показатели ремонтопригодности изделия

А.1 Коэффициент технического использования вычисляют по формуле

$$\hat{K}_{\text{ТИ}} = \frac{T_{\text{сум}}}{T_{\text{сум}} + T_{\text{рем}} + T_{\text{то}}}, \quad (\text{А.1})$$

где $T_{\text{сум}}$ — суммарная наработка всех образцов изделия, ч;

$T_{\text{рем}}$ — суммарное время простоев из-за плановых и неплановых ремонтов всех образцов изделия, ч;

$T_{\text{то}}$ — суммарное время простоев из-за планового и непланового технического обслуживания всех образцов изделия, ч.

Время простоя по организационным причинам при определении коэффициента технического использования не учитывается.

А.2 Вероятность восстановления (в заданное время) вычисляют по формулам:

- вероятностное определение

$$P_{\text{В}}(t) = \int_0^t f_{\text{В}}(\tau) d\tau, \quad (\text{А.2})$$

где $f_{\text{В}}(\tau)$ — плотность распределения времени восстановления;

- статистическое определение

$$\hat{P}_{\text{В}}(t) = 1 - \frac{n_{\text{В}}(t + \Delta t)}{N_{\text{В}}(t + \Delta t)}, \quad (\text{А.3})$$

где $n_{\text{В}}(t + \Delta t)$ — число образцов изделий, не восстановленных за промежуток времени от t до $t + \Delta t$, шт;

$N_{\text{В}}(t + \Delta t)$ — общее число образцов изделий, подлежащих восстановлению за промежуток времени от t до $t + \Delta t$, шт.

А.3 Среднее время восстановления (работоспособности) вычисляют по формулам:

- вероятностное определение

$$T_{\text{В}} = M(t_{\text{В}}) = \int_0^t \tau \cdot f_{\text{В}}(\tau) d\tau, \quad (\text{А.4})$$

где $M(t_{\text{В}})$ — знак математического ожидания времени восстановления;

$f_{\text{В}}(\tau)$ — плотность распределения времени восстановления;

- статистическое определение

$$\hat{T}_{\text{В}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} t_{\text{В},i}, \quad (\text{А.5})$$

где $t_{\text{В},i}$ — время устранения i-го отказа, ч;

m — количество отказов, наблюдаемых в результате испытаний и/или эксплуатации, шт.

А.4 Гамма-процентное время восстановления (до восстановления) определяется из решения уравнения

$$P_{\text{В}}(t_{\text{В}\gamma}) = \frac{\gamma}{100}, \quad (\text{А.6})$$

где γ — вероятность восстановления, %.

А.5 Интенсивность восстановления вычисляют по формулам:

- вероятностное определение

$$\mu(t) = \frac{f_{\text{В}}(t)}{1 - F_{\text{В}}(t)}, \quad (\text{А.7})$$

где $f_{\text{В}}(t)$ — плотность распределения времени восстановления;

$F_{\text{В}}(t)$ — функция распределения времени восстановления;

- статистическое определение

$$\hat{\mu}(t) = \frac{n_{\text{В}}(t, t + \Delta t)}{N_{\text{В}}(t) \cdot \Delta t}, \quad (\text{А.8})$$

где $n_{\text{В}}(t, t + \Delta t)$ — число образцов изделий, восстановленных за промежуток времени от t до $t + \Delta t$, шт;

$N_{\text{В}}(t)$ — общее число образцов изделий, не восстановленных к моменту времени t, шт.

Приложение Б
(справочное)

Дополнительные показатели ремонтопригодности изделия

Б.1 Среднюю оперативную трудоемкость технического обслуживания (ремонта) данного вида вычисляют по формуле

$$S_{\text{ТО(Р)},i} = \frac{1}{n_{\text{ТО(Р)},i}} \cdot \sum_{j=1}^{n_{\text{ТО(Р)},i}} \sum_{f=1}^{a_{\text{ТО(Р)},i}} \sum_{l=1}^{k} t_{fl,i}^{(j)}, \quad (Б.1)$$

где $n_{\text{ТО(Р)},i}$ — число технических обслуживаний (ремонтов) i-го вида за установленный период эксплуатации или наработки, шт;

$a_{\text{ТО(Р)},i}$ — число исполнителей технического обслуживания (ремонта) i-го вида, чел;

k — число технологических операций технического обслуживания (ремонта) i-го вида, шт.;

$t_{fl,i}^{(j)}$ — оперативное время работы f-го исполнителя на l-й технологической операции в j-м по порядку выполнения технического обслуживания (ремонта) i-го вида, ч.

Вид и величину периода эксплуатации или наработки устанавливают исходя из конкретного целевого назначения изделия, условий и режимов его эксплуатации, периодичности проведения капитальных ремонтов.

Структура общего и суммарного времени и соответствующие определения временных характеристик — согласно ГОСТ 21623.

Б.2 Среднюю оперативную стоимость технического обслуживания (ремонта) данного вида вычисляют по формуле

$$C_{\text{ТО(Р)},i} = \frac{1}{n_{\text{ТО(Р)},i}} \cdot \sum_{j=1}^{n_{\text{ТО(Р)},i}} \sum_{f=1}^{a_{\text{ТО(Р)},i}} \sum_{l=1}^{k} C_{fl,i}^{(j)}, \quad (Б.2)$$

где $C_{fl,i}^{(j)}$ — стоимость работ за оперативное время работы f-го исполнителя на l-й технологической операции в j-м по порядку выполнения технического обслуживания (ремонта) i-го вида, руб.

Б.3 Удельную суммарную оперативную трудоемкость технического обслуживания (ремонта) вычисляют по формуле

$$\overline{S}_{\text{ТО(Р)}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{ТО(Р)}}} (n_{\text{ТО(Р)},i} \cdot S_{\text{ТО(Р)},i})/T_{\text{н}}, \quad (Б.3)$$

где $N_{\text{ТО(Р)}}$ — число видов технических обслуживаний (ремонтов) в установленном периоде эксплуатации, шт;

$T_{\text{н}}$ — наработка изделия в установленном периоде эксплуатации, ч.

Б.4 Удельную суммарную оперативную стоимость технического обслуживания (ремонта) вычисляют по формуле

$$\overline{C}_{\text{ТО(Р)}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{ТО(Р)}}} (n_{\text{ТО(Р)},i} \cdot C_{\text{ТО(Р)},i})/T_{\text{н}}. \quad (Б.4)$$

Б.5 Коэффициент применяемости конструктивных элементов вычисляют по формуле

$$K_{\text{пр}} = \frac{N_{\text{с}} + N_{\text{п}} + N_{\text{з}}}{N_{\text{с}} + N_{\text{п}} + N_{\text{з}} + N_{\text{о}}} \cdot 100\ \%, \quad (Б.5)$$

где $N_{\text{с}}$ — количество стандартизированных типоразмеров составных частей изделия, шт.;

$N_{\text{п}}$ — количество покупных типоразмеров составных частей изделия, шт.;

$N_{\text{з}}$ — количество заимствованных типоразмеров составных частей изделия, шт.;

$N_{\text{о}}$ — количество оригинальных типоразмеров составных частей изделия, шт.

Б.6 Коэффициент повторяемости конструктивных элементов вычисляют по формуле

$$K_{\text{п}} = \frac{N - N_{\text{у}}}{N - 1} \cdot 100\ \%, \quad (Б.6)$$

где N — общее количество составных частей изделия, шт.;

$N_{\text{у}}$ — общее количество типоразмеров составных частей изделия, шт.

Б.7 Коэффициент конструктивной преемственности вычисляют по формуле

$$K_{кп} = \frac{N_з}{N} \cdot 100\ \%. \quad (Б.7)$$

Б.8 Коэффициент взаимозаменяемости вычисляют по формуле

$$K_{вз} = \frac{N_{вз}}{N} \cdot 100\ \%, \quad (Б.8)$$

где $N_{вз}$ — количество взаимозаменяемых типоразмеров составных частей изделия, шт.

Б.9 Коэффициент кратности технического обслуживания (ремонта) вычисляют по формуле

$$K_{крс} = \frac{N_{крс}}{N} \cdot 100\ \%, \quad (Б.9)$$

где $N_{крс}$ — количество типоразмеров составных частей изделия, периодичность технического обслуживания (ремонта) которых является кратной периодичности технического обслуживания (ремонта) самого изделия, шт.

Б.10 Коэффициент контролепригодности вычисляют по формуле

$$K_к = \frac{N_к}{N} \cdot 100\ \%, \quad (Б.10)$$

где $N_к$ — количество контролепригодных типоразмеров СЧ изделия, шт.

Б.11 Среднюю оперативную трудоемкость вида диагностирования вычисляют по формуле

$$\overline{S}_д = \sum_{i=1}^{N} S_{д,i} / M, \quad (Б.11)$$

где $S_{д,i}$ — оперативная трудоемкость i-й операции вида диагностирования, шт.;

M — количество операций вида диагностирования, шт.

Б.12 Коэффициент безразборного диагностирования вычисляют по формуле

$$K_{бд} = \frac{N_{бд}}{N_п} \cdot 100\ \%, \quad (Б.12)$$

где $N_{бд}$ — число контролируемых параметров изделия данного вида диагностирования, для измерения которых не требуются демонтажно-монтажные работы, шт.;

$N_п$ — общее число контролируемых параметров данного вида диагностирования, шт.

Б.13 Коэффициент доступности вида технического обслуживания (ремонта) вычисляют по формуле

$$K_д = \frac{T_{осн}}{T_{всп} + T_{осн}} \cdot 100\ \%, \quad (Б.13)$$

где $T_{осн}$ — основное время выполнения вида технического обслуживания (ремонта) изделия, ч;

$T_{всп}$ — вспомогательное время выполнения вида технического обслуживания (ремонта) изделия, ч.

К вспомогательному времени могут относиться снятие и установка люков и крышек, теплоизоляции, монтаж и демонтаж находящегося рядом оборудования, препятствующего проведению вида технического обслуживания (ремонта).

Б.14 Коэффициент легкосъемности вида технического обслуживания (ремонта) вычисляют по формуле

$$K_{дм} = \frac{T'_{дм} - T_{дм}}{T_{дм}} \cdot 100\ \%, \quad (Б.14)$$

где $T_{дм}$ — оперативное время выполнения монтажно-демонтажных работ вида технического обслуживания (ремонта) изделия, ч;

$T'_{дм}$ — оперативное время выполнения монтажно-демонтажных работ вида технического обслуживания (ремонта) изделия-эталона, ч.

Б.15 Коэффициент собираемости вида технического обслуживания (ремонта) вычисляют по формуле

$$K_с = \frac{T_{осн}}{T_{осн} + T_{прд}} \cdot 100\ \%, \quad (Б.15)$$

где $T_{прд}$ — время пригоночно-доделочных работ при сборочных или монтажных работах при техническом обслуживании (ремонте) изделия, ч.

Библиография

[1] РД 50–519–84 Методические указания. Надежность в технике. Испытания на ремонтопригодность с моделированием отказов

[2] ГОСТ 26656–85 Техническая диагностика. Контролепригодность. Общие требования

УДК 658.382.3:001.4:623:006.354 ОКС 49.020

Ключевые слова: надежность, космические системы, комплексы, ремонтопригодность, техническое обслуживание, ремонт

БЗ 12—2019/25

Редактор *П.К. Одинцов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 20.12.2019. Подписано в печать 10.02.2020. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,10.
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