

РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ ТЕХНИКИ БЫТОВОГО И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В.И. Росляков¹

*Санкт-Петербургский государственный университет сервиса и экономики (СПбГУСЭ),
191015, Санкт-Петербург, ул. Кавалергардская, 7, лит. А.*

Рассмотрена связь между безотказностью бытовой техники и её ремонтпригодностью. Показана возможность обеспечения необходимой надёжности путём холодного резервирования.

Ключевые слова: надёжность, ремонтпригодность, резервирование.

THE ABILITY TO REPAIR AS A FACTOR OF THE RISE OF RELIABILITY OF HOUSEHOLD TECHNIQUE

V.I. Rosliakov

*St.-Petersburg state university of service and economy (SPbSUSE),
191015, St.-Petersburg, street Kavalergardsky, 7 A.*

The relation between reliability of household technique and its ability to repair are describes. Its considered, possibility of provide with necessary reliability by the way cold reserving.

Keywords: reliability, ability to repair, reserving.

Техника бытового и жилищно-коммунального назначения включает в себя машины, агрегаты и приборы, относящиеся к обслуживаемым и ремонтируемым изделиям. Такие изделия должны обладать определённой степенью надёжности.

Одной из основных характеристик надёжности изделий является их ремонтпригодность.

Ремонтпригодность – это свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению причин возникновения отказов и неисправностей путём проведения технического обслуживания и ремонтов [1].

Изделие переходит в неработоспособное состояние после отказов. К отказам относятся события, после которых функционирование изделия прекращается (перегорание предохранителя, выход из строя реле, утечка хладагента из трубопровода холодильника и т.п.).

К отказам также относятся случаи, когда хотя бы один из эксплуатационных параметров выходит за границы допуска (снижение КПД ниже установленного уровня, потеря точности прибора и т.п.). Отказы могут возникать в результате появления одного или нескольких дефектов. Однако, возникновение дефектов не всегда приводит к отказам, то есть потере работоспособности. Например, дефекты окраски изделия, деформация кожуха не сразу приводят

к отказу изделия. Причинами отказов являются допущенные при конструировании, производстве и ремонтах дефекты, а также нарушения правил эксплуатации, повреждение и естественные процессы изнашивания и старения.

Изделия бытового и жилищно-коммунального назначения после наступления отказа или с целью предупреждения отказов, подвергаются операции технического обслуживания и ремонта. Изделия, работоспособность которых при возникновении отказа или повреждения подлежат восстановлению, называются ремонтируемыми объектами. К неремонтируемым относятся такие изделия, работоспособность которых не подлежит восстановлению.

Как было сказано выше, изделия бытового и жилищно-коммунального назначения обладают свойством ремонтпригодности.

Ремонтпригодность изделий характеризуется продолжительностью операций обнаружения, поиска причин отказа и их устранения. Следует иметь ввиду, что полная продолжительность восстановления изделий включает время, затраченное на организационные мероприятия (доставка, запасных частей, простои и так далее), которое не зависит от ремонтпригодности изделий, и время, непосредственно затрачиваемое на проведение операций технического обслуживания и ремонта. Это время, называемое оперативной продолжительностью,

непосредственно зависит от уровня ремонтнопригодности изделий.

Рассмотрим основные показатели ремонтнопригодности бытовой техники. К этим показателям относятся вероятность восстановления в заданное время, среднее время восстановления, интенсивность восстановления объекта, установленное время восстановления [1].

Вероятность восстановления в заданное время – вероятность того, что время восстановления объекта не превысит заданное

$$P(t_B) = \int_0^{t_B} f(t_B) dt_B, \quad (1)$$

где: t_B – время восстановления; $f(t_B)$ – функция плотности времени восстановления.

Среднее время восстановления объекта – математическое ожидание времени восстановления работоспособности

$$\bar{t}_B = \int_0^{\infty} t_B f(t_B) \cdot dt_B. \quad (2)$$

Интенсивность восстановления объекта – условная плотность вероятности плотности восстановления объекта к моменту времени t отсчитываемому от момента начала восстановления при условии, что до момента времени t восстановление объекта не произошло:

$$l(t) = f(t_B) / [1 - F(t_B)], \quad (3)$$

где: $f(t_B)$ – плотность распределения; $F(t_B)$ – функция распределения времени восстановления.

Установленное время восстановления – заданное в НТД время, в течение которого работоспособность изделия должна быть восстановлена.

В процессе эксплуатации каждая техническая система, в том числе, машины и приборы бытового и жилищно-коммунального назначения, находятся в нескольких различных состояниях [2]:

- использования по назначению – непосредственного применения изделия для выполнения операций;

- оперативного технического обслуживания – технического обслуживания во время, перед или после использования (осмотр, заправка топливом, устранение мелких неисправностей и так далее);

- периодического (профилактического) технического обслуживания – после определённой наработки или по техническому состоянию;

- ремонта – характеризующегося значительно более высокой трудоёмкостью по сравнению с техническим обслуживанием, при этом изделие не используется по назначению довольно длительное время;

- простая – периода, когда техническая система находится в работоспособном состоя-

нии, но не используется по назначению или, будучи в нерабочем состоянии, не ремонтируется по каким-либо причинам.

Периодичность проведения различных форм технического обслуживания определяется регламентами, техническими условиями и другими нормативными документами.

Для обеспечения требуемого уровня надёжности и управления техническим состоянием объекта необходимы грамотная техническая эксплуатация и рациональная система ремонтов в течение всего срока эксплуатации.

Задачей технической эксплуатации является обеспечение исправного состояния и безаварийной работы изделия при условии надлежащей экономичности.

Уровень технической эксплуатации зависит от соблюдения правил хранения, рационального использования объекта в соответствии с назначением, квалификации обслуживающего персонала, организации технического обслуживания и ремонтов, проведения диагностики, совершенствование системы сбора, обработки и анализа информации о надёжности.

Показатели системы технического обслуживания и ремонта позволяют количественно оценивать затраты времени, труда и средств на техническое обслуживание и ремонт [3].

Календарное время проведения и труда на проведение одного технического обслуживания (ремонта) называются соответственно продолжительностью и трудоёмкостью технического обслуживания (ремонта).

Стоимость одного технического обслуживания (ремонта) определяется по формуле:

$$C = C_A + C_Э + C_П, \quad (4)$$

где: C_A – амортизационные затраты средств технического обслуживания (ремонта); $C_Э$ – затраты на зарплату исполнителей, все виды энергии, материалы, запчасти, инструменты, используемые при техническом обслуживании (ремонте); $C_П$ – снижение стоимости изделия в результате расходования его ресурса за время технического обслуживания (ремонта).

Суммарные продолжительность, трудоёмкость, стоимость технических обслуживаний (ремонтов) складываются из продолжительностей, трудоёмкостей, стоимостей всех технических обслуживаний (ремонтов) на заданный интервал времени. Так, средняя суммарная трудоёмкость технических обслуживаний (ремонтов) определяется по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^Z (S_i \cdot n_i), \quad (5)$$

где: S_i – средняя трудоёмкость технического обслуживания (ремонта) i -го вида; n_i – количество технических обслуживаний (ремонтов) i -

го вида; Z – количество видов технического обслуживания (ремонта).

Показатели системы технического обслуживания и ремонта содержат затраты, обусловленные конструкцией и техническим состоянием изделий и затраты, обусловленные организацией, технологией технического обслуживания и ремонта, материально – техническим обеспечением, квалификацией персонала, условиями окружающей среды и так далее.

Ремонтопригодность является одним из свойств обслуживаемого и ремонтируемого изделия, определяющих его надёжность.

Одним из основных показателей ремонтопригодности изделий является технологичность изделий при техническом обслуживании и ремонте. Технологичность характеризует приспособленность изделия к достижению оптимальных затрат при техническом обслуживании и ремонте изделия для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ по организации, технологии, материально – техническому обеспечению.

Сущность отработки изделий на ремонтопригодность заключается в следующем.

Во-первых, снижение потребности в техническом обслуживании и ремонтах путём повышения безотказности, долговечности и сохранности;

Во-вторых, повышение эксплуатационной и ремонтной технологичности;

В-третьих, соблюдение требований к квалификации обслуживающего и ремонтного персонала.

Реализации указанных условий достигают выполнением требований стандартизации, унификации, преемственности технологических процессов технического обслуживания и ремонта конструктивно однотипных машин, контролепригодности, соблюдением принципов рационального расположения и расчленения сборочных единиц, приспособления изделия и составных частей для выполнения регулировочных работ, выполнением требований к транспортировке, хранению и так далее.

Все указанные меры отработки на ремонтопригодность направлены на повышение межремонтного ресурса и возможности быстрого восстановления работоспособности изделия, параметры и показатели надёжности которого снижаются под влиянием эксплуатационных факторов.

Непрерывный рост объёмов бытовых услуг, усложнение конструкций техники бытового и жилищно-коммунального назначения, а также технологического оборудования предприятий бытового обслуживания требуют по-

стоянного совершенствования систем эксплуатации, технического обслуживания и ремонта данной техники. При разработке систем технического обслуживания и ремонта в сфере бытового обслуживания должны учитываться особенности этой отрасли. Использование машин, приборов и других изделий бытового назначения осуществляет население. В то же время их техническое обслуживание и ремонт, а также технологии химической чистки, окрашивания и другие операции с различными изделиями осуществляют производственные предприятия отрасли. Предприятия сервиса оснащены оборудованием, предназначенным для технического обслуживания и ремонта бытовой техники. При этом значительную часть оборудования составляют объекты, созданные в других отраслях, а также импортное оборудование.

На предприятиях бытового обслуживания населения применяется и подвергается техническому обслуживанию и ремонту следующее оборудование:

- универсальное, включающее: различные обрабатывающие станки, обувное, швейно-трикотажное, подъёмно-транспортное, энергетическое, теплотехническое и другое оборудование;

- специальное, предназначенное для эксплуатации в службе быта – для ремонта радиоэлектронной аппаратуры, бытовой техники, для химической чистки изделий, парикмахерское оборудование.

Для этих целей используют автоматические и полуавтоматические станки, поточные линии, конвейерные установки с программным управлением, вентиляционные и очистные системы и др.

Во всех отраслях сферы обслуживания объектов быта и ЖКХ техническое обслуживание и ремонт осуществляются в виде системы планово-предупредительного ремонта (ППР). В каждой отрасли действует своя система ППР, что объясняется различием видов техники и условиями её эксплуатации. Периодичность ремонтов T_r оценивают по величине использованного ресурса сборочных единиц и элементов.

Вид ремонта зависит от количества ремонтных работ и затрат, связанных с заменой деталей. При текущем ремонте осуществляется замена быстроизнашивающихся деталей, а при капитальном ремонте производится разборка и замена всех деталей с выработанным ресурсом и неисправных деталей.

Рассмотрим, каким образом можно повысить надёжность изделия, используя ресурс его элементов.

Одним из эффективных способов повышения долговечности изделий является применение холодного резервирования. В этом случае новый элемент включают в изделие, если отказал основной. Если пренебречь временем подключения нового элемента, то срок службы изделия T :

$$T = T_1 + T_2 + \dots + T_n = \sum_{i=1}^n T_i, \quad (6)$$

где T_i – срок службы отдельных i -тых элементов.

Если число элементов n больше 6, то можно считать, что срок службы изделия T подчиняется нормальному закону распределения вероятностей.

Тогда вероятность безотказной работы изделия находится из выражения:

$$P(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t - T_{CP}}{\sigma}\right), \quad (7)$$

где: T_{CP} – среднее значение срока службы системы: ($T_{CP} = \sum_{i=1}^n T_{CPi}$); $\Phi(Z)$ – функция Лапласа; σ – среднее квадратическое отклонение срока службы системы ($\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2}$).

Таким образом, метод холодного резервирования можно рассматривать как один из методов определения необходимого числа резервных элементов, обеспечивающих требуемую надёжность изделия. Снабжение машины или прибора деталями, наиболее часто выходящими из строя, позволяет существенно повысить срок службы изделия, то есть его долговечность.

Рассмотрим пример увеличения срока службы изделия за счёт подбора необходимого числа резервных элементов. Определим число наименее надёжных резервных элементов бытовой машины, если требуется обеспечить срок её службы 10 000 часов при условии, что срок службы наименее надёжного элемента составляет 1700 часов со среднеквадратическим отклонением 30 час. Если не применять холодное резервирование, то срок службы машины составит 1700 часов до первого ремонта.

Число резервных элементов приближённо оценим по формуле:

$$T = \sum_{i=1}^n T_i = n \cdot T_i, \quad (8)$$

откуда $n = T/T_i$.

Число резервных элементов в нашем случае $n = T/T_i = \frac{10000}{1700} = 5,88$, то есть, принимаем n равным 6.

Найдём вероятность безотказной работы бытовой машины, воспользовавшись формулой (7), при этом

$$T_{CP} = 6 \cdot T_i = 6 \cdot 1700 = 10200 \text{ час.}$$

$$\sigma = \sqrt{6\sigma_i^2} = 30 \cdot \sqrt{6} = 73,5 \text{ час.}$$

Тогда $P(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t - T_{CP}}{\sigma}\right) = 1 - \Phi\left(\frac{10000 - 10200}{73,5}\right) = 1 - \Phi(-2,72) = \Phi(2,72) = 0,994$, здесь $\Phi(Z)$ – функция Лапласа.

Мы видим, что вероятность безотказной работы установки весьма высока, чтобы считать 6 резервных элементов достаточным числом для холодного резервирования данного элемента. При этом необходимо учесть, что аналитические зависимости, использованные в данном примере, приняты в предположении, что ремонтное время мало по сравнению со сроком службы элемента, то есть речь может идти о легко заменяемых элементах (предохранители, реле, лампочки, микросхемы, транзисторы и так далее), замена которых происходит быстро.

Таким образом, чтобы наиболее полно использовать ресурс элементов и при этом обеспечить высокую надёжность изделия при техническом обслуживании, необходимо производить контроль параметров сборочных единиц. После этого по результатам контроля принимается решение о замене деталей при n -ом ремонте.

Литература

1. Кубарев А.И., Панфилов Е.А., Хохлов Б.И. Надёжность машин, оборудования и приборов бытового назначения. М.: Легкопромиздат, 1987. – 335 с.
2. Романович Ж.А., Скрыбин В.А. и др. Диагностирование, ремонт и техническое обслуживание систем управления бытовых машин и приборов, М.: «Дашков и К°» 2010г. – 315с.
3. Разумный В.М., Толченев О.В. Оценка работоспособности устройств автоматики. М.: Энергия, 1977г. – 120 с.
4. Росляков В.И. Сухов Г.С. Обеспечение надёжности при эксплуатации машин и агрегатов бытового назначения. // Техничко-технологические проблемы сервиса.- 2009г. – №2(8) с. 15 – 18.

¹ Росляков Валерий Иванович, к.т.н., доцент, доцент кафедры “Сервис торгового оборудования и бытовой техники” СПбГУСЭ, тел.: (812) 368-42-89, e-mail: natali.roslyakova@gmail.com.