

ПОВЫШЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ И НАДЁЖНОСТЬ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В.И. Росляков¹

¹*Санкт-Петербургский государственный университет сервиса и экономики (СПбГУСЭ),
191015, Санкт-Петербург, ул. Кавалергардская, 7, лит. А.*

Рассмотрена связь между надёжностью элементов бытовой техники и их коррозионной стойкостью. Показано, что для повышения надёжности бытовой техники необходимо применять соответствующие методы защиты от коррозии.

Ключевые слова: надёжность, коррозионная стойкость, бытовая техника

THE INCREASE OF CORROSION STEADFASTNESS AND RELIABILITY OF HOUSEHOLD TECHNIQUE AT THE EXPLOITATION

V.I. Rosliakov

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

The relation between the reliability of the elements of household technique and their corrosion steadfastness are described. It is considered that the uses of corresponding methods of corrosion protection of the household technique for increase of their corrosion steadfastness are necessary.

Keywords: reliability, corrosion steadfastne, household appliances.

Эксплуатация – это часть полного жизненного цикла изделий, в которой реализуется их качество. Эксплуатация – самый длительный и ответственный период в жизни технического объекта, в течение которого он испытывает различные нагрузки, находясь под воздействием внешних условий. Эксплуатация в общем случае включает использование изделий по назначению, транспортировку, хранение, техническое обслуживание и ремонт.

На стадии использования по назначению изделие выполняет те функции, ради которых оно изготовлено. На этой стадии проявляется работоспособность изделия, те есть проявляется надёжность изделия.

Однако, изделие будет работоспособным и его показатели надёжности будут отвечать требованиям научно-технической документации (НТД), если эксплуатация производится в полном соответствии с требованиями НТД, которые указываются в ТУ на изделие или в правилах его использования.

Любое изделие создаётся для целевого применения с учётом условий его эксплуатации. При этом его основные свойства, включая показатели надёжности, закладываются при проектировании, реализуются при изготовлении и проявляются при эксплуатации в реальных условиях. С целью повышения эффективности эксплуатации изделий они на всех этапах создания отрабатываются на надёжность.

Обработка изделий на надёжность включает повышение характеристик надёжности посредством выбора рациональных схем соединения элементов, оптимизацию конструкций деталей, обоснованный выбор конструкционных материалов, режимов эксплуатации и т.д. Большое значение приобретает обработка

изделий на ремонтпригодность, что приводит к снижению потребности в техническом обслуживании и ремонтах.

Комплекс свойств объектов эксплуатации включает надёжность, безопасность и экономическую эффективность.[6]

Надо иметь ввиду, что надёжность изделий, как и другие технические характеристики, не является величиной неизменной. В период эксплуатации под влиянием многочисленных эксплуатационных, как внешних, так и внутренних факторов, включая физико-химические процессы, протекающие в изделиях, начальные характеристики изделий изменяются в широких пределах. Это непосредственно относится к надёжности изделий.

На основе диагностирования изделий, их испытаний известно, что существует несколько возможных состояний изделий: исправное, работоспособное, неисправное, неработоспособное и предельное состояния. В процессе эксплуатации эти состояния изделия изменяются. Переход изделия из одного состояния в другое происходит вследствие повреждения или отказа. Обратный переход может быть осуществлён с помощью технического обслуживания и ремонта.)

В процессе эксплуатации изделия находятся под воздействием большого числа внешних и внутренних факторов, при этом в материалах элементов происходят различные обратимые и необратимые физико-химические процессы, приводящие к отказу.

Одним из таких процессов, приводящих к снижению работоспособности и отказам бытовой техники, является коррозия.

Коррозия – это процесс разрушения металла вследствие химического или электрохи-

мического взаимодействия с коррозионной средой (агрессивная атмосфера, растворы кислот, солей, щелочей и т.п.). [1]

К наиболее важным последствиям, вызываемым коррозией, относится потеря металлическими деталями механической прочности, пластичности, твёрдости.

Коррозия ускоряет процессы изнашивания, усталостного разрушения, снижает прочностные свойства материалов, приводит к нарушению герметичности.

В области применения бытовой техники коррозии наиболее подвержены стиральные машины, машины химической чистки, котлы, парогенераторы, элементы систем вентиляции и кондиционирования, детали большинства бытовых машин и приборов, детали, изготовленные из нержавеющей стали в машинах химической чистки.

Как следует из статистики до 30% изделий, изготовленных из чёрных и цветных металлов, выходят из строя вследствие коррозионного разрушения. [2]

Коррозионные процессы приводят к существенному снижению надёжности, увеличению затрат на ремонт, на защитные процессы.

Коррозионное разрушение материала происходит в результате его химического или электрохимического взаимодействия с жидкой или газообразной средой. Разнообразные условия эксплуатации бытовой техники порождают многообразие форм проявления коррозии. Классификация видов коррозии приведена в таблице 1. [5]

Таблица 1. Классификация видов коррозии

Признак	Виды коррозии
Механизм протекания процесса	Химическая Электрохимическая
Характер повреждения поверхности	Сплошная: - равномерная - неравномерная - избирательная Местная: - пятнами - язвами - точечная - межкристаллитная - транскристаллитная - под поверхностная
Условия протекания процесса	Атмосферная Газовая В электролитах В неэлектролитах Электрическая Под напряжением Контактная Щелевая Почвенная Биохимическая

Химическая коррозия – это процесс, протекающий в виде химической реакции. К

ней относят газовую коррозию и коррозию в неэлектролитах. Наиболее активная коррозия происходит на трущихся поверхностях контактирующих деталей. Образование оксидных плёнок на трущихся поверхностях деталей сопровождается повышенной химической активностью, что вызывает повышенный окислительный износ.

Газовая коррозия возможна только в условиях, исключающих возникновение электрохимической коррозии, то есть при отсутствии влаги на поверхности деталей и в окружающей среде. Скорость газовой коррозии зависит от температуры и состава газовой среды.

Влияние температуры на увеличение скорости коррозии может быть описано уравнением Аррениуса. [1]

$$\ln K = A - B/T, \quad (1)$$

где K – скорость реакции; A и B константы; T – абсолютная температура, К.

В области бытовой техники газовой коррозии подвержены детали электронагревательных приборов, таких как фены, утюги, электрокалориферы, камины, газовые и электрические плиты. На предприятиях сервиса – это наружные поверхности дистилляторов, калориферов, парогенераторов и другие.

Подверженность газовой коррозии ряда металлов показана в таблице 2, в которой в относительных единицах дана скорость газовой коррозии в различных средах при температуре 800°C в течение 24 часов. [5].

Таблица 2. Подверженность коррозии

Вид среды	O ₂	CO ₂	H ₂ O
Металл			
Железо	100	115	122
Медь	23,4	12,7	6,5
Никель	1,9	0,8	0,06
Вольфрам	80	27,2	4,1

Уже при комнатной температуре на поверхности металлических деталей образуется тонкая оксидная плёнка. В зависимости от условий окисления оксидные плёнки могут иметь толщину от молекулярной до нескольких миллиметров. Состав и структура оксидных плёнок определяются электронно-микроскопическим, электронно-графическим и рентгенографическим методами.

Тонкие оксидные плёнки лучше защищают металл от коррозии, но для этого они должны быть сплошными и беспористыми, что на практике встречается редко, так как плёнка всегда испытывает высокие напряжения, вследствие чего она разрушается. Кроме того, плёнка должна обладать хорошим сцеплением с металлом и иметь одинаковые коэффициенты теплового расширения, быть химически стойкой в условиях воздействия на неё коррозионной среды и иметь максимальное сходство кристаллических решёток металла и окисла.

При нарушении сплошности оксидной плёнки обеспечивается свободный доступ кислорода к металлу и в этом случае скорость коррозии будет постоянной. [5]

$$dy/dt = k, \quad (2)$$

где t – время коррозии; y – толщина оксидной плёнки.

После интегрирования:

$$Y = k \cdot t + C \quad (3),$$

где C – постоянная величина; $y = C$ при $t = 0$

При наличии оксидной плёнки на поверхности детали скорость коррозии будет замедляться в соответствии с зависимостью: $dy/dt = k/y$ или после интегрирования

$$Y^2 = k \cdot t + C \quad (4)$$

Эта зависимость характерна для таких металлов, как медь, никель, вольфрам и другие.

При окислении на воздухе деталей из алюминия, цинка, меди и железа окисление происходит по экспоненциальной зависимости [5]:

$$dy/dt = k \cdot e^y. \quad (5)$$

Или после интегрирования

$$Y = \ln(k \cdot t). \quad (6)$$

Каждая из приведённых зависимостей справедлива для различных материалов и сред в ограниченном диапазоне температур (например, для железа при температуре до 400°C характерна логарифмическая зависимость, при температурах от 500 до 1100°C – параболическая).

В агрегатах сервисных служб широко применяются различные органические вещества в качестве растворителей.

В связи с этим воздействию растворителей подвергаются такие детали, как трубопроводы жидких растворов, перфорированные барабаны машин химчистки, всевозможная арматура, детали пылесосов. В таких жидких средах основными коррозионными компонентами являются сера и сернистые соединения. При повышении температуры скорость коррозии металлов в растворителях и топливах, перемещаемых в трубопроводах увеличивается, причём активизации коррозии способствуют небольшие примеси в растворах воды (до 2%).

Для снижения скорости газовой коррозии рекомендуется применять коррозионно-стойкие материалы – легированные жаростойкие стали.

Электрохимическая коррозия во многом определяется видом коррозионной среды. Электролитами могут быть вода, водные и неводные растворы солей, кислот и оснований, расплавы солей.

Процесс электрохимической коррозии можно рассматривать как результат работы коррозионных гальванических элементов, возникающих при взаимодействии металла с электролитом. [1] Работа гальванического элемента обусловлена протеканием двух относительно независимых процессов – анодного и катодного, локализованных на различных участках деталей.

Анодный процесс заключается в переходе в раствор гидратированных атомов металла, а катодный – ассимиляцией перетекающих с анода избыточных электронов деполаризатором. За счёт возникающего при этом электрического тока возможно удаление продуктов коррозии от места разрушения.

Различают несколько видов электрохимической коррозии: атмосферную коррозию, чаще всего в воздушной среде; жидкостную коррозию, то есть коррозию в электролитах, электрокоррозию, возникающую под действием внешнего источника, например, коррозия под действием блуждающих токов.

Стойкость деталей к электрохимической коррозии обусловлена качеством обработки их поверхности. Чем выше шероховатость поверхности, тем более неоднородны её участки по электрохимическому потенциалу и тем больше скорость коррозии.

Конструктивные, технологические и эксплуатационные факторы оказывают сильное влияние на коррозионную стойкость деталей машин и приборов. [2]

Механические усилия, вызывающие внешние и внутренние напряжения в деталях, могут вызвать нарушение сплошности защитных плёнок, что приводит к ускорению коррозионного процесса.

При совместном воздействии периодических, в том числе знакопеременных нагрузок, и коррозионной среды возникает «коррозионная усталость» материала деталей, что приводит к снижению механической прочности материала и при длительном воздействии нагрузок приводит к разрушению деталей.

Рассмотрим, какие методы защиты деталей от коррозии следует рекомендовать в производстве БМП.

Для защиты деталей от коррозии а также для сообщения поверхностному слою определённых свойств (повышенной твёрдости, отражательной способности, электропроводности, износоустойчивости) применяют различные покрытия. Они делятся на металлические, химические и лакокрасочные.

Металлические или гальванические покрытия делятся на анодные и катодные. При анодных покрытиях электродный потенциал металла покрытия меньше, чем у основного металла, следовательно, химическая активность его выше. При катодном покрытии, наоборот, основной металл более активен. Таким образом, более надёжным в отношении коррозии является анодное покрытие, при котором, главным образом, корродирует металл покрытия, тогда как при катодном покрытии разрушается основной металл. Следовательно, анодное покрытие защищает металл механически и электрохимически, а катодное – только механически.

Выбор типа покрытия зависит от условия эксплуатации изделия и цели покрытия. Наиболее известным анодным покрытием явля-

ется цинкование, которое применяется для защиты от коррозии стальных, медных, латунных и бронзовых деталей.

Из катодных покрытий, применяемых как для защиты от коррозии, так и для декоративных целей, широко используют никелирование и хромирование. Эти покрытия наносятся на детали из стали, меди и медных сплавов, причём хромирование помимо защитных и декоративных свойств повышает износостойкость, жаростойкость и твёрдость деталей. Эти покрытия наносят на поверхность деталей с подслоем меди для увеличения их защитных свойств.

В настоящее время получило широкое распространение покрытие деталей сплавами, что повышает физико-химические свойства материалов. Так, гальванические бронзовые покрытия обладают большей коррозионной устойчивостью, чем цинковые покрытия.

Химические покрытия представляют собой слой оксида металла, образующийся на поверхности деталей под воздействием химических реактивов. К химическим покрытиям относят анодирование, оксидирование и пассивирование.

В производстве бытовой техники широко применяют анодирование (электрохимическое оксидирование) как для защиты деталей от коррозии, так и перед нанесением лакокрасочного покрытия. Оксидные покрытия вследствие значительной пористости обладают низкими защитными свойствами и поэтому применяются значительно реже.

Лакокрасочные покрытия предназначены для защиты деталей от коррозии и придания им декоративных свойств. В качестве покрытий обычно применяют краски и эмали чёрного, серебристого, коричневого, белого и других цветов.

Лакокрасочные покрытия наносят с помощью кисти, окунанием и распылением. Наилучшие результаты даёт проведение распыления в электростатическом поле.

Достаточно перспективными видами покрытий, применяемых в производстве бытовой техники, являются полимерные покрытия. Основным положительным эффектом достигается при защите изделий от действия агрессивных сред при увеличении износостойкости, при обеспечении электроизоляционных и декоративных свойств. В качестве полимеров для получения защитных покрытий применяют полиэтилен, полиамиды (капрон), фторопласты, поливинилхлорид, эпоксидные смолы, полистирол и другие.

Технологический процесс нанесения полимерного покрытия включает очистку покрываемых поверхностей при помощи органи-

ческих растворителей, создание промежуточного слоя (для стали – фосфатной плёнки), подготовку полимерного материала и нанесение полимерного слоя.

Выбор метода нанесения полимерных покрытий определяется размерами покрываемых деталей, их конструктивными и технологическими особенностями, условиями будущей эксплуатации, агрегатным состоянием наносимого материала и необходимой толщиной полимерного слоя. [5]

Наиболее распространённым методом нанесения полимерного покрытия является образование покрытия из порошкообразного полимера.

Достаточно эффективным средством повышения коррозионной стойкости деталей БМП являются ингибиторы, то есть вещества исключают или замедляют процессы коррозии. [5]

Различают ингибиторы для чёрных металлов и универсальные ингибиторы, способные защищать одновременно чёрные и цветные металлы. В нашей стране созданы оригинальные отечественные ингибиторы, которые относятся к летучим соединениям и отличаются универсальными защитными свойствами. Это нитро – и динитробензолы, отличительной чертой которых является наличие функциональных групп, защищающих чёрные и цветные металлы. Они отличаются высокой окислительной способностью и наличием органических катионов, легко адсорбирующихся на поверхности металлов. [5]

Защита сложных конструкций, содержащих детали из различных металлов, требует учёта электрохимических особенностей отдельных металлических «электродов». В этих случаях необходимо применять ингибиторы, характеризующиеся универсальными защитными свойствами, такие как хроматы, нитробензолы или смеси ингибиторов.

Литература

1. Кубашевский О., Гопкинс Е. Окисление металлов и сплавов. М., Металлургия, 1965г. - 428с.
2. Кубарев А.И. Надёжность в машиностроении. М., Издательство стандартов, 1989г. – 224с.
3. Невзоров В.Н., Сугак Е.В. Надёжность машин и оборудования. Основы теории. Красноярск: Сиб. гос. технол. ун-т, 1998г. – 240с.
4. Ушаков Н.Н. Технология элементов вычислительных машин. М., ВШ 1976г. – 413с.
5. Розенфельд И.Л. коррозия и защита металлов. М., Металлургия, 1970г. – 448с.
6. Росляков В.И., Сухов Г.С. Обеспечение надёжности при эксплуатации машин и агрегатов бытового назначения. СПб. Техничко-технологические проблемы сервиса, 2009г.- 15-18с.

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