

Костенко М.А.,

курсант

ФГКВОУ ВО «Ярославское высшее военное училище

противовоздушной обороны»

Россия, г. Ярославль

Осипов М.О.,

курсант

ФГКВОУ ВО «Ярославское высшее военное училище

противовоздушной обороны»

Россия, г. Ярославль

Попов А.Е.,

курсант

ФГКВОУ ВО «Ярославское высшее военное училище

противовоздушной обороны»

Россия, г. Ярославль

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РТС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ
ИСТОЧНИКОВ ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА ИХ
ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ В ХОДЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Аннотация: В статье рассмотрена проблема эксплуатации аппаратуры, связанная с воздействием различных факторов, вызывающих их преждевременный износ и старение. Проведен статистический анализ отказов, в зависимости от воздействия на них различных внешних источников, и предложено решение по замене используемых лакокрасочных покрытий материалов, а также использования пружинно-резиновых виброизоляторов для установки на них агрегатов.

Ключевые слова: эксплуатация, фактор, надёжность, отказ, воздействие, вибрация, температура, влажность, радиоаппаратура, радиоэлектронная техника, параметр.

Annotation: The article deals with the problem of the operation of the equipment associated with the effects of various factors causing their premature wear and aging. A statistical analysis of failures was carried out, depending on the

impact on them of various external sources, and a solution was proposed for replacing the used paintwork materials, and the use of spring-rubber vibration isolators to install aggregates on them.

Key words: *operation, factor, reliability. failure, impact, vibration, temperature, humidity radio equipment. radio electronic equipment, parameter.*

Условия эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры и измерительно-вычислительных систем, особенно в геологии, имеют различную природу и изменяются в весьма широких пределах. Факторы, воздействующие на приборы и в определенной мере ограничивающие работоспособность аппаратуры, разделяют на климатические, механические и радиационные.

Эти факторы принято называть дестабилизирующими факторами. Каждый из них может проявлять себя и независимо от остальных, и в совместном действии с другими факторами той или другой группы.

Так как все эти факторы и источники оказывают воздействие на работоспособность, на техническое состояние и качество выполнения возлагаемых на РТС задач, необходимо их минимизировать, и свести к минимуму их влияние на работу систем.

Работа в данной области является актуальной в связи с тем, что в настоящее время осваивается все больше и больше новых мест, где разворачиваются силы и средства Вооруженных Сил, а в особенности подразделения войск ПВО. Больше внимание уделяется освоению Арктики, где очень сложные климатические условия для радиотехнических средств и радиоэлектронной аппаратуры. Не будем забывать и о военных базах в Сирии, в которых военная техника также подвергается сложным испытаниям. В связи с этим необходимо проведение работ в области снижения влияния внешних факторов на РТС для повышения их надежности, срока службы, долговечности, а также сохранении параметров РЭА.

Многочисленная статистика использования радиоэлектронных систем (РЭС), при транспортировке, хранении и эксплуатации радиоаппаратуры наибольшее действие оказывают следующие факторы:

1. Климатические факторы, связанные в основном с:
 - состоянием атмосферы;
 - температурой и ее цикличностью;
 - влажностью (дождь, иней, роса);
 - атмосферным давлением; солнечной радиацией; примесями в воздухе (пыль, соли, промышленные газы);
2. Биологические факторы (грибковая плесень и др.);
3. Механические, связанные с вибрационными и ударными нагрузками и звуковым давлением

Радиоаппаратура нередко подвергается одновременному воздействию нескольких механических и климатических факторов в различной комбинации, под влиянием которых происходит ухудшение ее электрических и механических параметров. Любое воздействие внешних факторов на радиоэлектронную аппаратуру сначала проявляется в процессе самого воздействия, вызывая неустойчивость и отказы в работе аппарата, а затем — после него, способствуя старению аппаратуры[2].

На рисунке 1 представлена статистика отказов РЭС при воздействии на них различных внешних источников.

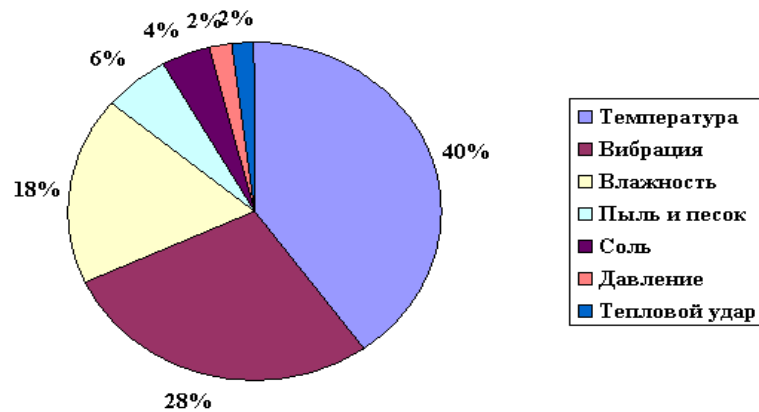


Рисунок 1 – Статистика отказов РТС по причинам воздействия на них различных внешних источников

Так как основными факторами, оказывающими влияние на техническое состояние РТС, являются температура, влажность и вибрация именно на уменьшение их воздействия стоит обратить наибольшее внимание

Длительное воздействие повышенной температуры приводит к ускоренному старению материалов. Это сопровождается усадкой, снижением прочности, образованием трещин, деформацией, разрушением. Старение электроизоляционных материалов при повышении температуры на 10°C выше предельной сокращает их срок службы в 1,5 – 2 раза.

Пониженная температура, как правило, приводит к снижению эластичности, повышению хрупкости, растрескиванию и разрушению пластмасс и резины. При понижении температуры у всех материалов ухудшается пластичность, а при очень низкой температуре она практически исчезает — металл становится хрупким. Смазка загустевает, что ухудшает работу подвижных соединений. Некоторые элементы радиоаппаратуры, в частности электролитические конденсаторы и химические источники питания, при низких температурах теряют свои свойства. Ухудшение параметров изоляционных материалов может привести к механическим повреждениям конструкции в целом[6].

Вибрации, ударные нагрузки, испытываемые РТС, можно рассматривать как действие на нее динамических кратковременных нагрузок, при которых вызываемые ими деформации, перемещения и усилия изменяются во времени непериодически.

Ударные нагрузки длительностью от малых долей секунд до нескольких секунд могут возникать, например, при взрывах, вращении антенной системы, порывистом давлении ветра на радиолокационные антенны и т.п.

Действующие нагрузки могут приводить к разрушению отдельных деталей и узлов радиоэлектроники (резисторов, конденсаторов, плат, плоских микромодулей и других деталей) либо к изменению радиотехнических параметров электрорадиоэлементов и узлов (разбалансировка контуров, микрофонный эффект и т.п.), что приводит к снижению точности работы аппаратуры и помехам в каналах передачи информации, либо к отказам изделий.

Предложение по решению данных проблем заключается в использовании специальных лакокрасочных покрытий, а также использование такого типа виброизолирующих устройств как виброизоляторы.

Улучшить сохраняемость состояния техники и ее параметров при воздействии сурового российского климата, в особенности в областях крайнего севера, где в настоящее время ведется разворачивание все новых и новых подразделений радиотехнических и зенитно ракетных войск, возможно за счет использования теплоизоляционной краски «ТЕПЛОМЕТТ НОРД»
рисунок 2.



Рисунок 2 – Теплоизоляционная краска «ТЕПЛОМЕТТ НОРД»

Данная краска была разработана компанией «Коломенские краски» и была рассчитана на нанесение и эксплуатацию в условиях суровых российских зим. В отличие от других материалов аналогичного назначения ее можно наносить в зимнее время при температуре от -20°C .

«ТЕПЛОМЕТТ НОРД» позволяет быстро и надежно провести комплекс работ по утеплению объектов независимо от времени года. При этом наносится он также как и обычная краска кистью или методом распыления.

«ТЕПЛОМЕТТ НОРД» - это инновационная теплоизоляционная краска, цена которой делает ее доступной для применения. Она способна отражать до 95% попадающего на поверхность тепла, что делает ее эффективным средством для утепления самых разных объектов. Данная краска характеризуется хорошей адгезией к металлу и большинству других материалов.

«ТЕПЛОМЕТТ НОРД» - это универсальный материал. Его можно применять для утепления везде, где требуется качественная защитная и теплоизоляционная краска. Эффективность подобного способа утепления хорошо иллюстрируют две полученные опытным путем цифры. Благодаря высокому коэффициенту теплоотражения «ТЕПЛОМЕТТ НОРД» позволяет изменить в нужную сторону температуру внутри обработанного объекта на 3-5 $^{\circ}\text{C}$. Это приводит к уменьшению затрат энергоресурсов минимум на 25% [13].

Учитывая достоинства и недостатки пружинных и резиновых амортизаторов, широкое применение на практике нашли комбинированные пружинно-резиновые виброизоляторы, которые представлены на рисунке 3[14].

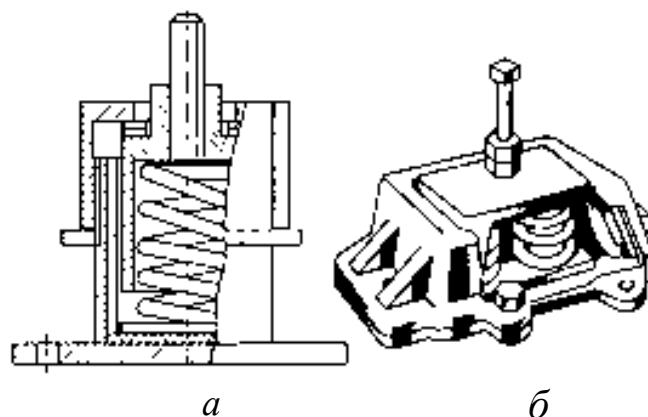


Рисунок 3 – Пружинный и комбинированный виброизоляторы: а - цилиндрический пружинный амортизатор; б - пружинно-резиновый амортизатор

Пружина в комбинированных виброизоляторах обеспечивает их большую механическую прочность и осуществляет гашение низкочастотного спектра вибрации, а резиновая часть (стакан) улучшает изоляцию вибрации в области высоких частот и снижает шум.

Еще одним видом амортизаторов, которые так же подойдут для использования их в РЛС и других РТС – это амортизаторы АПН – 1 изображенные на рисунке 4. Амортизатор АПН-1 относится к устройствам, которые отвечают за устойчивость приборов на плоскости и являются амортизационными системами пространственной нагрузки. Их основной задачей является защита электронной аппаратуры от вибрационных воздействий и ударов. Серия амортизаторов АПН позволяет эксплуатировать радиоэлектронное оборудование в тяжелых эксплуатационных условиях: повышенная радиация, запыленность рабочей зоны, наличие влаги в среде и пр.



Рисунок 4 – Вид амортизатора АПН – 1

Использование амортизаторов АПН-1 поможет решить [15]:

- защищенность от вибрационных колебаний при амплитудах смещения;
- защиту от ударной нагрузки длительностью до 40 мс и ускорении 12 г;
- поддержку стабильности от воздействия линейного ускорения величиной до 25 г, которое действует перпендикулярно к оси амортизатора.

Амортизаторы АПН-1 могут успешно эксплуатироваться при температурах среды от -60°C до $+150^{\circ}\text{C}$ [16].

Предложенное покрытие является наиболее универсальным для использования РТС в различных климатических условиях, как в условиях Арктики, так и в условиях пустынной и жаркой Сирии. Оно позволяет поддерживать оптимальную температуру для работы РЭА и работы боевого расчета РТС.

Внедрение данного покрытия является экономически эффективным, так как позволит избежать больших затрат на ремонт техники в ходе ее эксплуатации. Кроме того этот метод наименее трудоемок, не требующий много времени и затраты значительных сил.

Для снижения воздействия механических факторов предложено использовать амортизаторы нового типа, разработанных специально для снижения воздействия эффекта вибрации на чувствительную аппаратуру. Приведенные в работе виды данных амортизаторов наиболее подходят для

применения в РТС, так как могут выдерживать большие приложенные на них нагрузки, при этом сохраняя все свои качества. Имея небольшую стоимость и легкость установки исследуемых амортизаторов, дает основание считать применение данного способа защиты наиболее эффективным, и что немаловажно, простым в реализации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лабковская Р.Я. Методы и устройства испытаний ЭВС. Часть 1. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 164 с.
2. Бондаренко В.В. Надежность технических систем и техногенный риск: курс лекций. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2014 – 116 с.
3. Журков С.Н. К вопросу о физической основе прочности // Физика твердого тела, 1970, т.22, вып. 11
4. Киреев В.А. Краткий курс физической химии. – Москва: Изд-во «ХИМИЯ», 1969
5. Голик А.М., Кондрашин В.А. Теория проектирования радиосистем. Часть III. Эксплуатация радиосистем. Учебное пособие. – СПб: ВАУ, 2000 – 106 с.
6. Условия эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры и приборов. – URL: <https://studopedia.org/1-91613.html> (дата обращения 01.06.2018)
7. Условия эксплуатации и их воздействия на работу радиоаппаратуры. – URL: pereosnastka.ru/articles/usloviya-ekspluatatsii-i-ikh-vozdveistvie-na-rabotu-radioapparatury (дата обращения 01.06.2018)
8. Эксплуатация радиотехнических комплексов./Под ред. А.И.Александрова. М.: Сов. Радио, 1976. – 280 с.
9. Груничев А.С., Однодушнов А.В., Якимов П.Ф. Обеспечение надежности радиоэлектронной аппаратуры и комплектующих изделий при эксплуатации. Под ред. А.С. Груничева. М., Сов.радио, 1976, 240 с.

10. Физические основы проектирования РЭС: учеб.-метод. комплекс для студентов/ Т.В. Молодечкина, В.Ф. Алексеев, М.О. Молодечкин. – Новополоцк: ПГУ, 2013. – 204 с.

11. Моисеев С.А. Модель управлением техническим состоянием РЭА в процессе эксплуатации/С.А.Моисеев// Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, 2012.

12. Управление состоянием сложных радиолетронных изделий, находящихся в эксплуатации: монография/ Б.Н. Тихонов, С.А. Моисеев, И.А. Ходшаев. Под ред. Б.Н. Тихонова – Орел: Академия ФСО России, 2010

13. Теплоизоляционная краска «ТЕПЛОМЕТТ НОРД». – URL: <https://teplomett.ru/produksiya/teplomett-nord> (дата обращения 06.06.2019)

14. ГОСТ 27.002 – 89. Надежность в технике. Основные понятия и определения. М.: Изд-во стандартов, 1990

15. Р.Г. Варламов. Краткий справочник конструктора радиолетронной аппаратуры. – Москва «СОВЕТСКОЕ РАДИО», 1972

16. ГОСТ 11679.1-76. Амортизаторы резинометаллические приборные. Технические условия. В.С. Юровский, Е.Е. Ковалева, А.А.Шляхман, Л.А. Толмачева, Т.В. Лабутина, Т.П. Федулова. М.: Изд-во стандартов, 1977