

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ СЛАБОТОЧНЫХ РЕЛЕ

Изложены результаты исследований по установлению влияния конструктивно-технологических и эксплуатационных факторов на надежность слаботоочных реле РЭС-49. Установлено, что значительная часть отказов происходит в процессе проверки, испытаний и эксплуатации при сочетании низких температур и минимальном токе на контактных группах реле, некачественного изготовления реле, а также нарушения режимов эксплуатации. Часть отказов происходит по неустановленным причинам и незафиксированным условиям.

Ключевые слова: отказ, слаботоочное реле, дефект.

V.V. STRELBITSKIY
Khmelnitsk national university

SOME RESULTS OF RESEARCH OF REFUSES MINIMUM CURRENT RELAY

The results of researches are expounded on establishment of influence of structurally-technological and operating factors on reliability of minimum current relays of RES-49. It is set that considerable part of refuses takes place in the process of verification, tests and exploitation at combination of subzero temperatures and minimum current on the pin groups of relay, off-grade making of relay, and also violation of the modes of exploitation. Part of refuses takes place on the unstated reasons and not fixed terms.

Keywords: refuse, minimum current, defect.

Постановка проблемы

Повышение технического уровня, качества, надежности и, как следствие, конкурентоспособности продукции, выпускаемой отечественной промышленностью невозможно без пересмотра традиционных взглядов на организацию контроля качества продукции вообще и, в частности, на испытательную деятельность, регламентируемую отечественными стандартами.

Непрерывный рост производства и функциональное усложнение радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) обуславливают необходимость широкого применения реле для выполнения разнообразных функций: управления работой отдельных устройств (блоков систем, аппаратуры в целом), кодирования, преобразования и распределения электрических сигналов в системах управления, сигнализации, контроля, защиты и т.п. Это приводит к увеличению объемов производства и потребления реле [1-3].

Анализ информации [4-9] показывает, что в настоящее время массовость применения слаботоочных реле в авиации, ракетно-космической области, железнодорожном транспорте, связана с ужесточением эксплуатационно-технических требований к изделиям РЭА, которые должны иметь не только малый вес и высокую герметичность, но и длительно безотказно работать в диапазонах широких температур, ударов, вибраций и других воздействий.

Как показывает отечественный и международный опыт основная доля потенциально опасных мест в аппаратуре, которые могут привести к их отказам в эксплуатации, формируется на ранних стадиях производства. Поэтому особое место в достижении стойкости РЭА к воздействию внешних факторов должно отводиться проведению исследовательских и отбраковочных испытаний, проводимых на начальных этапах производства, позволяющих выявить потенциальные дефекты в аппаратуре.

Как показывает опыт эксплуатации авиационного оборудования часть отказов на различных этапах производства и эксплуатации некоторых блоков РЭА, возникает из-за выхода из строя реле типа РЭС-49.

Кроме того, существующая практика испытаний на надежность и стойкость к воздействию внешних факторов фактически не учитывает влияние различных вариантов работоспособности летательного аппарата, взаимодействия различных блоков между собой, а также наличие "паразитных" связей в электрических цепях, что, естественно, сказывается на надежности и стойкости бортовых РЭА.

Поэтому, выявление тех конструктивных, технологических и производственных причин, которые могут вызвать отказ в работе указанного реле является актуально задачей.

Анализ последних публикаций

Известно, что часть дефектов изделий РЭА выявляют путем осциллографического анализа готовых реле, прошедших приемо-сдаточные испытания и поступивших на упаковку [10]. Следует отметить, что скрытые дефекты проявляются только в условиях эксплуатации [11-12], т.е. при воздействии динамических и термических воздействий. В работах [11-12] установлено, что реле выходят из строя вследствие дефектов элементов, схемно-конструкторских недостатков и недостатков технологии производства.

Цель настоящей работы состоит в установлении причин отказов слаботоочных реле РЭС-49 авиационных блоков управления и связи, поскольку этот вопрос в литературе рассмотрен недостаточно.

Изложение основного материала

Для достижения цели работы обработке подвергались данные отказов реле, по имеющейся на предприятии Новатор (г.Хмельницкий) статистике, за четыре года по следующим этапам.

1. По данным об отказах реле за указанный период было установлено, что из них 80 % выходили из строя вследствие не контактов, а 20% - вследствие не замыкания.

2. Проанализированы условия обнаружения дефекта, результаты показаны на рис. 1.

3. Проанализированы виновники дефектов эксплуатируемых изделий РЭА (рис. 2).

В процессе эксплуатации были выявлены следующие дефекты:

- а) обрыв провода внутри катушки;
- б) обрыв пайки концов провода катушки (рис.3);
- в) трещины в пайке замыкающего контакта;
- г) загрязнение рабочей поверхности контактов;
- д) разгерметизация, вследствие разрушения стеклоспая;
- е) микротрещины, вращение выводов в стекле и стекла в корпусе наблюдались в тех реле;
- з) подгорание контактов.

Количество отказов, %

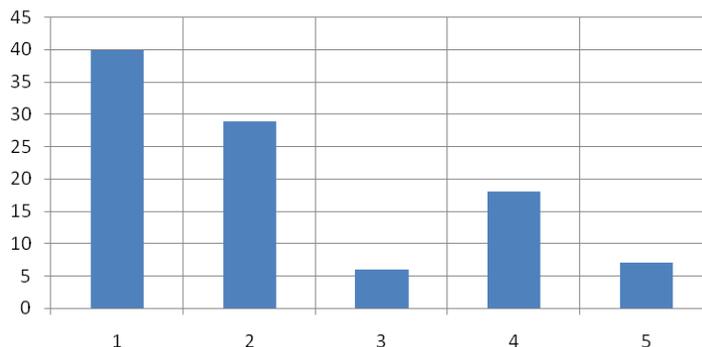


Рис.1. – Гистограмма распределения отказов РЭС-49 по условиям обнаружения дефекта:
 1- технические испытания на холоде (до -60°С); 2- в процессе эксплуатации;
 3 – при сдаче потребителю; 4 – при проверке потребителем; 5- незафиксированные условия.

Количество отказов, %

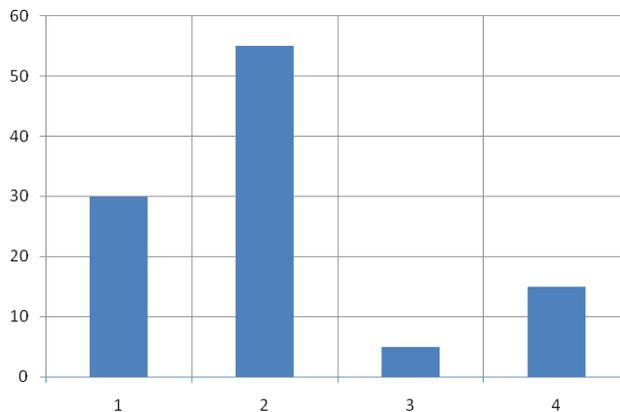


Рис.2. – Гистограмма распределения отказов РЭС-49 по вине признанной:
 1- заводом изготовителем; 2 – потребителем; 3 – заводом Новатор; 4 – не известно, поскольку не признана ни одной из сторон.

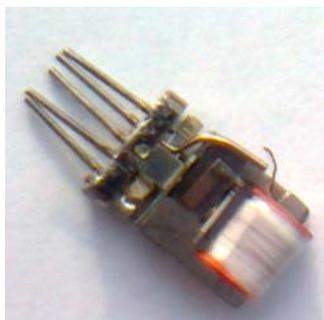


Рис.3. Дефект в виде обрыва пайки концов провода катушки

Представленные экспериментальные данные (рис. 1,2) свидетельствуют о том, что:

1) значительная часть отказов (70%) происходит в процессе эксплуатации при сочетании низких температур, вследствие нарушения режимов эксплуатации потребителем (55%);

2) количество отказов по неустановленным причинам (8%) и незафиксированным условиям (15%);
3) только 6% отказов происходят из-за нарушения технологии на заводе новатор, в виде разрушения стеклоспаев выводов, трещин в паяных соединениях замыкающего контакта, изломов подвижных замыкающих контактов.

Следует отметить тот факт, что не все реле выходят из-за этого из строя вследствие разрушения стеклоспаев. Микротрещины, вращение выводов в стекле и стекла в корпусе наблюдались в тех реле, в которых прочность стеклоспая существенно ниже, остальные реле без ущерба переносят усилия, возникающие при монтаже РЭС-49 на плату функционального узла.

Разрушения и трещины элементов реле вызваны чисто механическими воздействиями. Это объясняется тем, что при эксплуатации изделий в результате влияния особенностей производства, монтажа и динамических нагрузок объединительные платы, на которых установлены реле, деформируются. Их деформации передаются невесному монтажу и приводят к разрушению элементов вследствие превышения допустимых механических напряжений.

Анализ полученных данных показал, что 66% отказов приходится на позиции реле, по которым проходит минимальный ток, а 34% - на позиции реле, по которым проходит максимальный ток. По-видимому, это обстоятельство вызвано загрязнением контактов и требует более тщательной проверки реле при пропуске минимального тока при выходном контроле.

Выход из строя РЭС-49, по которым протекает ток одной и той же величины, не зависит от места установки реле и носит случайный характер. Этот факт подтверждает, что выход из строя реле по вине завода Новатор может произойти вероятнее всего из-за механических повреждений.

Таким образом, для обеспечения нормальной работы аппаратуры необходимо проверять на наличие дефектов каждую партию реле, поступающих на предприятие:

- 1) при действии температур -60°C ;
- 2) при пропуске минимально допускаемых значений тока на контактных группах и катушке реле;
- 3) производить рентгенографический контроль реле;
- 4) определить граничные усилия, разрушающие контактные узлы реле, для различных заводов изготовителей.

Выводы

Представленные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что:

1. Значительная часть отказов (70%) происходит в процессе эксплуатации при сочетании низких температур, вследствие нарушения режимов эксплуатации потребителем (55%) и минимальном токе на контактных группах реле (66%).

2. Часть отказов происходит вследствие некачественного изготовления реле (6%), действия максимального тока (34%), по неустановленным причинам (8%) и незафиксированным условиям (15%).

3. Выход из строя реле, по которым протекает ток одной и той же величины, не зависит от места установки реле и носит случайный характер.

В заключении отметим, что дальнейшие исследования направлены на определение разброса и установления граничных значений усилий, разрушающих стеклоспай, с последующим их сравнением с нормативными.

Литература

1. Белоусов, Е.Л. Конструирование блоков бортовой авиационной аппаратуры связи / Е.Л. Белоусов, М.Н. Ушкар. – Н. Новгород: НГТУ, 2005. – 237 с.
2. Давыдов, П.С. Техническая диагностика радиоэлектронных устройств / П.С. Давыдов. М.: Радио и связь, 1988. - 256 с.
3. Дмитриевский Е.С. Конструкторско-технологическое обеспечение эксплуатационной надежности авиационного радиоэлектронного оборудования / Дмитриевский Е.С.. - СПб.: ГУАП, 2001. - 88 с.
4. Каталог-справочник Реле слаботочные. СПб.: НИИ КТ АООТ "Северная Заря", 2000 - 48с.
5. Игловский И.Г, Владимиров Г.В. Справочник по слаботочным электрическим реле / Игловский И.Г, Владимиров Г.В. – Л.: Энергиатомиздат, 1990 – 560 с.
6. Малащенко А.А. История создания и развития реле / Малащенко А.А. // Электронные компоненты. – 2004. - № 9. – С. 1-7. Малащенко А.А. Электромагнитные реле / Малащенко А.А. // Электронные компоненты. – 2003. - № 7. – С. 17-29.
7. Ройзен В.З. Миниатюрные герметичные электромагнитные реле / Ройзен В.З. – М.: Энергия, 1976. – 112с.
8. Писарев В., Критенко М., Постнов В. Система испытаний – основа обеспечения надежности РЭА // Электроника: НТБ. - 2002. - №5. – С. 32-35.
9. Корсунский Г. М., Мироненко А. Ф., Федорец П. С. Применение метода осциллографического анализа динамических характеристик электромагнитных реле для его технической диагностики / Корсунский Г. М., Мироненко А. Ф., Федорец П. С. // Техника средств связи. – 1979. - Вып.5(38). – С.41-50.
10. Ройзман В.П. Некоторые проблемы надежности радиоэлектронной аппаратуры / В.П. Ройзман,

А.К. Бережнюк // Вестник Технологического университета Подолья. – Хмельницкий, 2004. – No 1, ч.1. – С. 181 - 186.

11. Ройзман В.П. Надежность радиоэлектронной аппаратуры при работе на транспортных средствах/ Ройзман В.П., Воронов С.А., Богорош А.Т., Бубулис А., Юренас В. // Авиационно-космическая техника и технология - 2010 - № 8 (75) – С. 145-148.

References

1. Belousov, E.L. Konstruyovanye blokov bortovoi avyatsyonnoi apparatury sviazy / E.L. Belousov, M.N. Ushkar. – N. Novhorod: NHTU, 2005. – 237 s.
2. Davыdov, P.S. Tekhnicheskaya dyahnostyka radyoэлектронныkh ustroystv / P.S. Davыdov. M.: Radyo y sviaz, 1988. - 256 s.
3. Dmytryevskiy E.S. Konstruktorsko-tekhnolohycheskoe obespechenye ekspluatatsyonnoi nadezhnosti avyatsyonnoho radyoэлектронноho oborudovaniya / Dmytryevskiy E.S.. - SPb.: HUAP, 2001. - 88 s.
4. Kataloh-spravochnyk Rele slabotochnnye. SPb.: NYU KT AOOT "Severnaia Zaria", 2000 - 48s.
5. Yhlovskiy Y.H, Vladymyrov H.V. Spravochnyk po slabotochnym elektricheskim rele / Yhlovskiy Y.H, Vladymyrov H.V. – L.: Enerhyatomyzdat, 1990 – 560 s.
6. Malashchenko A.A. Ystoriya sozdaniya y razvytiya rele / Malashchenko A.A. // Электронные компоненты. – 2004. - # 9. – S. 1-7.
7. Malashchenko A.A. Электроманитные реле / Malashchenko A.A. // Электронные компоненты. – 2003. - # 7. – S. 17-29.
8. Roizen V.Z. Мунуатиурные герметичные электроманитные реле / Roizen V.Z. – М.: Энергия, 1976. – 112s.
9. Pysarev V., Krytenko M., Postnov V. Sistema uspytanyi – osnova obespecheniya nadezhnosti RЭА // Электроника: NTB. - 2002. - #5. – S. 32-35.
10. Korsunskiy H. M., Myronenko A. F., Fedorets P. S. Prymeneniye metoda ostsylohrayfycheskoho analiza dynamicheskyykh kharakterystyk elektromagnitnykh rele dlia eho tekhnicheskoi dyahnostyky / Korsunskiy H. M., Myronenko A. F., Fedorets P. S. // Tekhnika sredstv sviazy. – 1979. - Выр.5(38). – S.41-50.
11. Roizman V.P. Nekotorye problemy nadezhnosti radyoэлектронnoi apparatury / V.P. Roizman, A.K. Berezhniuk // Vestnyk Tekhnolohycheskoho unyversyteta Podolia. – Khmelnytskyi, 2004. – No 1, ch.1. – S. 181 - 186.
12. Roizman V.P. Nadezhnost radyoэлектронnoi apparatury pry rabote na transportnykh sredstvakh/ Roizman V.P., Voronov С.А., Bohorosh A.Т., Bubulyс А., Yurenas V. // Avyatsyonno-kosmicheskaya tekhnika y tekhnolohiya - 2010 - # 8 (75) – S. 145-148.

Рецензія/Peer review : 21.4.2014 р.

Надрукована/Printed : 18.5.2014 р.