

МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ОТКАЗОВ СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРОРАДИОИЗДЕЛИЙ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Бурак И. А., Шнейдеров Е. Н., Бруй А. А.

Боровиков С. М. – канд. техн. наук, доцент

Обсуждаются математические модели прогнозирования эксплуатационной интенсивности отказов сложных электрорадиоизделий: электромагнитных реле, трансформаторов, дросселей и т.п.

Достоверность оценки показателей безотказности электронных устройств во многом определяется прогнозом эксплуатационной безотказности элементов, входящих в состав устройства. В настоящее время в качестве характеристики безотказности элементов используют их эксплуатационную интенсивность отказов. Её прогнозирование обычно выполняют расчётным способом.

Значения эксплуатационной интенсивности отказов $\lambda_{\text{Э}}$ большинства групп элементов рассчитывают по математической модели

$$\lambda_{\text{Э}} = \lambda_{\text{Б}} \prod_{i=1}^m K_i,$$

где $\lambda_{\text{Б}}$ – обобщённая (базовая) интенсивность отказов, характерная для данной группы элементов в целом; K_i – коэффициенты, учитывающие изменения эксплуатационной интенсивности отказов в зависимости от различных факторов ($i = 1, \dots, m$); m – число учитываемых факторов.

Для сложных электрорадиоизделий (ЭРИ), суммарный поток отказов которых складывается из независимых потоков отказов составных частей ЭРИ (например, электромагнитной катушки и контактной системы реле), предлагается использовать следующую модель:

$$\lambda_{\text{Э}} = \lambda_{\text{Б}1} \prod_{i=1}^{m_1} K_i^{(1)} + \dots + \lambda_{\text{Б}n} \prod_{i=1}^{m_n} K_i^{(n)}, \quad (1)$$

где $\lambda_{\text{Б}j}$ – исходная (базовая) интенсивность отказов j -й части изделия ($j = 1, \dots, n$); n – количество составных частей изделия; $K_i^{(j)}$ – коэффициент, учитывающий влияние i -го фактора для j -й части изделия ($i = 1, \dots, m$; $j = 1, \dots, n$); m_j – количество факторов, учитываемых для j -й части изделия.

Модель (1) учитывает тот факт, что разные части ЭРИ могут иметь разные значения коэффициентов $K_i^{(j)}$, учитывающих влияние одного и того же фактора, в частности уровня качества изготовления в условиях производства (вида приёмки). Например, электромагнитная катушка реле может изготавливаться с уровнем качества, характеризуемым приёмкой «1», на одном предприятии, а контактная система и сборка реле в целом могут выполняться с приёмкой «3» – на другом предприятии.

Исходные (базовые) интенсивности отказов $\lambda_{\text{Б}j}$ выбирают из справочников или подсчитывают по полученным своим моделям. Конкретный вид модели (1) для группы ЭРИ зависит от конструктивных особенностей ЭРИ и количества задействованных частей, в частности контактов в случае коммутационного изделия, соединителя, реле. В соответствии с (1) модель прогнозирования эксплуатационной интенсивности отказов, например электромагнитных реле, примет вид

$$\lambda_{\text{Э}} = (\lambda_{\text{Б}}^{(L)} K_{\text{Р}}^{(L)} K_{\text{F}} K_{\text{П}}^{(L)} + \lambda_{\text{Б}}^{(\text{КОМ})} F K_{\text{Р}} K_{\text{К}} K_{\text{П}}) K_{\text{Э}},$$

где $\lambda_{\text{Б}}^{(L)}$ – базовая интенсивность отказов электромагнитной катушки реле; $\lambda_{\text{Б}}^{(\text{КОМ})}$ – интенсивность отказов реле, приходящаяся на одну коммутацию, характеризует безотказность механической части реле, включая контактную систему; $K_{\text{Р}}^{(L)}$, $K_{\text{Р}}$ – коэффициенты режима работы соответственно для катушки и контактов реле (зависят от электрической нагрузки и температуры); L – верхний индекс, означающий, что соответствующие величины относятся к электромагнитной катушке реле; K_{F} – коэффициент, учитывающий число коммутаций реле в час; $K_{\text{П}}^{(L)}$, $K_{\text{П}}$ – коэффициенты приёмки, учитывающие степень жёсткости требований к контролю качества и правила приёмки в условиях производства соответственно катушки и реле в целом; F – средняя частота переключений или коммутаций реле в час в аппаратуре; $K_{\text{К}}$ – коэффициент, зависящий от количества задействованных контактов реле; $K_{\text{Э}}$ – коэффициент эксплуатации, зависящий от жёсткости условий эксплуатации реле при его работе в составе аппаратуры.

Список использованных источников:

1. Прытков, С. Ф. Надёжность электрорадиоизделий, 2006 : справочник / С. Ф. Прытков, В. М. Горбачева, А. А. Борисов [и др.] // научн. руководитель авторского коллектива С. Ф. Прытков. – М. : ФГУП «22 ЦНИИ МО РФ», 2008. – 641 с.