

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ ДЛЯ ВЫБОРА ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРМОВЫДЕРЖКИ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ЭВМ

Институт информационных технологий БГУИР,
г. Минск, Республика Беларусь

Яровенко К.А.

Сечко Г.В. – доцент каф. ИСиТ, к.т.н., доцент

Проверяется гипотеза о том, что при повышении температуры на 10°C наработка комплектующего ЭВМ до отказа уменьшается в 2 раза. С помощью теории линий Аррениуса показывается, что гипотеза справедлива только на малых величинах электрической нагрузки комплектующего.

Для отбраковки заведомо дефектных комплектующим ЭВМ (К/ЭВМ), эксплуатация которых приводит к их ранним отказам (ранними обычно именуют отказы, возникающие на начальной стадии эксплуатации технических объектов), большинство производителей применяют в технологическом процессе их изготовления операции приработки, важное место среди которых занимает термовыдержка [5] (эксплуатация изделия на этапе его изготовления в камере тепла в течение заданного времени, называемого длительностью термовыдержки, при заданной температуре (температуре термовыдержки)). Одной из важнейших технологических задач при разработке документации на операцию термовыдержки является правильный выбор её длительности. В американских стандартах длительность термовыдержки назначается в размере 24, 72 и 168 часов (сутки, трое суток, неделя). Для оптимизации длительности термовыдержки обычно используют простейший метод, который заключается в следующем. Из предложенного ряда берут какую-либо длительность (например, 72 часа), и при обнаружении недостаточной длительности термовыдержки повышают температуру на 10°C . Существует гипотеза, что при повышении температуры на 10°C наработка К/ЭВМ до отказа уменьшается в 2 раза. Например, К. Хиллман, специалист компании DFR Solutions, однозначно заявляет в [2]: «Принято считать, что срок службы увеличивается в два раза при каждом снижении температуры на 10°C ». В нашем случае это значит, что длительность термовыдержки можно уменьшить до 36 часов. Если такая длительность по-прежнему недостаточна, то температуру снова повышают на 10°C , получая длительность 18 часов и т. д. Метод справедлив, если гипотеза верна.

В настоящей работе для проверки справедливости вышеизложенной гипотезы предлагается использовать результаты работы [1], где по данным справочника [3] с помощью программного комплекса МАТКАД строятся линии Аррениуса для различных электрорадиоэлементов (ЭРЭ), в т. ч. и К/ЭВМ, и на их основе определяются энергии активации деградационных процессов при различных коэффициентах электрической нагрузки. При этом под электрической нагрузкой ЭРЭ K_H понимается отношение фактически протекающего через него тока либо фактического падения напряжения на нём к номинальным значениям указанных параметров.

Проверить справедливости вышеизложенной гипотезы с помощью результатов работ, изложенных в [1], выберем работу [4]. Автор [4] исследует безотказность преобразователей напряжения (источников вторичного электропитания, ИВЭП), большинство ЭРЭ которых составляют мощные кремниевые транзисторы. По результатам исследования в [4] получены следующие результаты: наработка ИВЭП до отказа $MTBF = 44707$ час при температуре $T = 50^{\circ}\text{C}$ и $MTBF = 16305$ час при температуре 75°C . По результатам работ, изложенных в [1], имеем следующие энергии активации деградационного процесса в ИВЭП: 0,382 эВ при $K_H = 0,1$; 0,340 эВ при $K_H = 0,3$; 0,310 эВ при $K_H = 0,5$; 0,267 эВ при $K_H = 0,7$.

Подставляя при выбранном K_H $MTBF = 5,1$ года и $T = 50^{\circ}\text{C}$, а также соответствующую выбранному K_H энергию активации в уравнение Аррениуса, пересчитанное для $MTBF$ [1], несложно найти неизвестный коэффициент этого уравнения, получив тем самым зависимость $MTBF$ от температуры. Затем, подставляя в найденную зависимость $T = 50^{\circ}\text{C}$ (для проверки справедливости гипотезы) и $T = 75^{\circ}\text{C}$ (для определения, при каком среднем K_H в [4] получен результат $MTBF = 1,86$ года), можно проверить и гипотезу, и результат, полученный в [4]. Выполненная проверка показала, что при коэффициентах нагрузки, отличных от 0, результат, полученный при проверке, значительно отличается от результатов из [3, 4]. Это отличие составляет: 53 % при $K_H = 0,3$, 1258 % при $K_H = 0,5$ и 9237 % при $K_H = 0,7$. Похоже, что эксперимент по построению автором [4] зависимости $MTBF$ от T проводился только для коэффициента электрической нагрузки, примерно равной 0,1. Результаты расчёта по гипотезе отличаются от результатов проверки тем больше, чем выше коэффициент электрической нагрузки. Тем не менее, гипотеза, несмотря на свою неточность при некоторых K_H , имеет большую популярность в технической литературе.

Список использованных источников:

1. Ранние отказы устройств вычислительной техники / Е. В. Моженкова, Г. В. Сечко, А. Н. Соловьянчик, Т. А. Черепко // Технические средства защиты информации: Тезисы докладов VIII-й белорусско-российский НТК (Браслав, 24-28 мая 2010 года). – Минск.: БГУИР, 2010. – С. 97.
2. Хиллман К. Распространенные ошибки при проектировании электроники // Новости электроники. – 2008. – № 1. – С. 17–23.
3. Надежность изделий электронной техники производственно-технического назначения и народного потребления: Справочник. М.: ВНИИэлектронстандарт, 1983. – 54 с.
4. Жданкин, В. Надёжность преобразователей напряжения и её количественная оценка / В. Жданкин // Современные технологии автоматизации. – 1997. – № 4. – С. 116–119.