

# ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ОТКАЗОВ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ

Кириллюк А.А., Фролов А.В.

Научные руководители: д-р физ.-мат. наук, проф. Слипченко Н.И.,  
канд. техн. наук, проф. Письменецкий В.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
Кафедра микроэлектроники, электронных приборов и устройств  
пр. Ленина, 14, г. Харьков, 61166, Украина  
Тел.: +38 057 702 1343; e-mail: cntm@ukr.net

*Abstract* — The results of the solar cell (SC) fragments reliability researches by the speed-up thermocyclic tests are obtained. From results of the speed-up thermocycling the equation of regression is obtained. Using this equation, prognostical estimations of conditional refusals intensity  $\lambda$  depending on the set intervals of working temperatures, degradation level of the  $I_n$  parameter and energy of activating are obtained.

## 1. Введение

Современные изделия электронной техники обладают высокой надежностью, которая характеризуется временной интенсивностью отказов  $\lambda = (10^{-7} \dots 10^{-9})/ч$ . В этом случае традиционные статистические методы оценки надежности становятся неэффективными как в отношении необходимого числа изделий, так и времени, необходимого для проведения испытаний. В связи с этим одним из центральных вопросов теории надежности является проблема ускоренных испытаний, решению которой посвящено значительное количество публикаций [1 — 3].

Однако в каждом конкретном случае, исходя из периода жизненного цикла изделия, конкретных условий эксплуатации, особенностей конструкции, недостаточности информации о процессах деградации, необходимо выбирать тот или иной метод ускоренной оценки надежности.

Целью настоящей работы является исследование с помощью ускоренных форсированных испытаний надежности фотоэлектрических преобразователей входящих в состав солнечных батарей (СБ).

## 2. Основная часть

Для оценки срока службы (времени безотказной работы) СБ были проведены ускоренные термоциклические испытания фрагмента солнечной батареи, состоящей из двух монокристаллических ФЭП, изготовленных по разработанной базовой технологии в ГП НИТИ приборостроения (г. Харьков).

По результатам ускоренного термоциклирования получено уравнение регрессии

$$I_n(t) / I_{n0} = 1 - 1,99 \cdot 10^{-4} t,$$

связывающее деградацию параметра  $I_n$  и время термоциклирования  $t_y$ . С помощью этого уравнения вычислены условные интенсивности отказов кремниевых СБ в зависимости от заданных интервалов рабочих температур, уровня деградации параметра  $I_n$  и энергии активации, представленные на рис. 1 и 2.

Графики на рис. 1 фактически представляют температурно-временные зависимости интенсивности отказов  $\lambda$ , поскольку параметр  $K_d$  определяется условным временем безотказной работы.

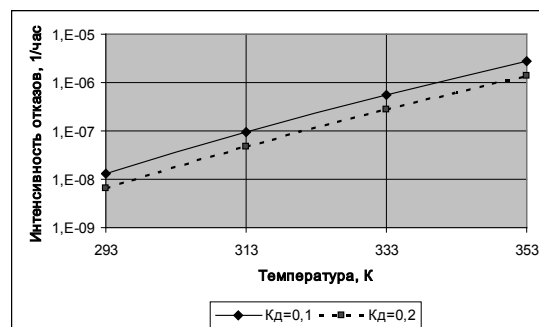


Рис. 1 — Зависимость интенсивности отказов от температуры

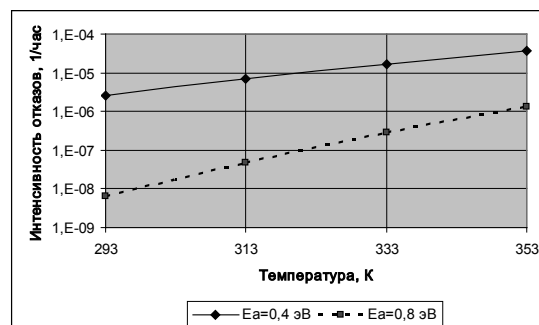


Рис. 2 — Зависимость интенсивности отказов от коэффициента деградации

## 3. Заключение

Таким образом, предложенные регрессионные модели температурной деградации оптимального напряжения  $U_{opt}$  и временной деградации тока нагрузки  $I_n$  (оптимального тока), полученные на основе ускоренных термоциклических испытаний для кремниевых монокристаллических ФЭП, позволяют выполнять прогнозные оценки надежности этих изделий с учетом реальных температурных режимов работы, заданного ресурса функционирования и допустимой деградации основных параметров.

## 4. Список литературы

- [1] Стрельников В.П. Оценка и прогнозирование надежности электронных элементов и систем / В.П. Стрельников, А.В. Федухин. — К.: Логос, 2002. — 486 с.
- [2] MIL-STD-883E, 1010.8: Temperature cycling / EverySpec. — [http://www.everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD+%280800+-+0899%29/MIL-STD-883G\\_14587/](http://www.everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD+%280800+-+0899%29/MIL-STD-883G_14587/). — 12.02.2010.
- [3] Романов В. Количественная оценка надежности интегральных схем по результатам форсированных испытаний / В. Романов // Chip-News Украина. Инженерная микроэлектроника. — 2003. — №10(30). — С. 7 — 9.