

методов конечных элементов позволяет с достаточной точностью описать процесс нагрева защитных позисторных блоков в режиме срабатывания и определить их динамические и стационарные характеристики.

МЕХАНИЗМЫ ЗАРОЖДЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРЕЩИН В ТЕРМОРЕЗИСТОРАХ ПТКС-ТИПА ПРИ ТОКОВЫХ НАГРУЗКАХ

Шут В. Н., Гаврилов А. В.

Институт технической акустики НАН Беларуси, г. Витебск, Беларусь
shut@vitebsk.by

Подавляющее число разрушений низкоомных позисторных элементов в процессе воздействия электрических нагрузок происходит путем их раскалывания на две почти равные части по плоскости параллельной электродам. Данный вид разрушения в литературе известен как эффект «расслоения». Эффект «расслоения» вызван фундаментальными причинами, а именно, температурными напряжениями, обусловленными значительными температурными градиентами, возникающими в процессе разогрева элементов электрическим током. Ранее, на основании расчетов численными методами нами было показано, что разность температур в материале вдоль оси протекания тока может превышать 40 градусов, а значения растягивающих напряжений - 70 МПа, что превышает предел прочности для керамики данного класса. Температурные напряжения достигают максимальной величины во временном интервале 100-200 мс после приложения электрического напряжения и локализуются в центре боковой поверхности терморезистора. В настоящей работе приведены результаты экспериментальных исследований механизмов зарождения и распространения трещин в терморезисторах ПТКС-типа при токовых нагрузках.

Экспериментально показано, что зарождение трещин в терморезисторах при токовых нагрузках происходит в центре боковой поверхности. Момент образования трещины соответствует временному интервалу, когда растягивающие напряжения максимальны. Образование трещин вызвано возникновением напряжений не существенно превышающих критические значения. Этот факт подтверждается как характером трещин, так и сильным разбросом вероятности их возникновения. Разрушение позисторов при последующих циклах включения-выключения происходит путем распространения одной, главной трещины от боковой поверхности к центру элемента. Исследования структуры показывают, что механизмы зарождения трещин и их распространения различны. Зарождение трещин происходит по межзеренному механизму, при этом коэффициент интенсивности напряжения близок к критическому значению для титаната бария ($0.7-1.0 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$), а растягивающие напряжения достигают величины предельных значений (50-100 МПа). В свою очередь гладкая поверхность разлома в центральной части позистора указывает на транскристаллитный механизм распространения трещины, что свидетельствует о возникновении напряжений существенно превышающих предельные.

Таким образом, на основании численных расчетов и экспериментальных исследований дано объяснение причин разрушения терморезисторов по механизму расслоения.