

## Диагностика и измерение физических параметров изделий из диэлектрических материалов

А.А.Ерофеев\*, Ф.Ф.Легуша\*\*, С.И.Пугачев

\*Санкт-Петербург, Государственный технический университет

\*\*Санкт-Петербург, Государственный морской технический университет

В данной работе рассматривается возможность применения разработанных нами методов визуализации полей акустической и электрической диссипации, возникающих в поляризованной и неполяризованной пьезокерамике при воздействии на нее переменного электрического поля, для контроля состояния и некоторых физических параметров изделий, изготовленных из диэлектриков, вещество которых не обладает пьезоэлектрическим эффектом.

Исследования пьезокерамических элементов методами визуализации полей акустической и электрической диссипации позволили установить следующее.

В том случае, когда вещество пьезокерамического элемента не поляризовано, то при помещении его в переменное электрическое поле на поверхности элемента возникает температурное поле, параметры которого в первую очередь зависят от пространственного распределения локальных значений диэлектрической проницаемости и электрической добротности вещества элемента. Измерение параметров температурного поля позволяет установить распределение по поверхности усредненных по толщине образца значений диэлектрической проницаемости, выявить некоторые типы дефектов, а также построить частотные зависимости диэлектрической проницаемости и электрической добротности вещества образца.

Если пьезокерамический элемент изготовлен из поляризованной пьезокерамики, то при возбуждении в нем переменного электрического поля, на поверхности образца возникает температурное поле, представляющее собой суперпозицию температурного поля акустической диссипации и температурного поля электрической диссипации. Параметры получаемого при этом температурного поля зависят от условий возбуждения и типа пьезоэффекта. Вблизи собственных частот пьезоэлемента параметры температурного поля на его поверхности полностью определяются акустической диссипацией и величиной связанных с этим процессом физических характеристик вещества. Скачки температуры в температурном рельефе поверхности возбужденного образца пропорциональны локальным значениям квадрата модуля динамических механических напряжений в образце.

Экспериментальные исследования показали, что разработанный метод имеет чувствительность, превышающую в  $Q$  раз (где  $Q$  - механическая добротность материала изделия) чувствительность

стандартных методов контроля, основанных на измерении электрофизических параметров пьезоэлементов. Кроме того, этот метод обладает повышенной информативностью по сравнению со стандартными методами контроля. Например, картина температурного поля поверхности испытываемого образца содержит информацию о наличии в его материале дефектов типа разрыва сплошности среды, о их местоположении и даже о примерных размерах. Однако более существенным является то, что в данном случае могут быть найдены надежные признаки, появление которых в изображении температурного поля свидетельствует о наличии в материале пьезокерамического элемента дефектов типа структурной неоднородности вещества. Отметим, что такие дефекты не обнаруживаются ни одним из существующих стандартных методов контроля, применяемых при испытаниях пьезоэлементов. В сочетании с методами измерения электрофизических параметров вещества возможно также уточнение величины и частотной зависимости ряда важнейших параметров вещества таких, как механическая добротность, коэффициент электромеханической связи и других.

Анализ экспериментальных данных показал, что рассмотренные здесь методы диагностики и контроля изделий из поляризованной и неполяризованной пьезокерамики могут быть использованы для исследования параметров изделий, изготовленных из любых диэлектрических материалов, не относящихся к сегнетоэлектрикам. При этом наиболее эффективным остается метод, основанный на визуализации поля акустической диссипации. Сложностью реализации данного метода для контроля изделий из пассивных диэлектриков является необходимость разработки и изготовления специальных устройств, предназначенных для возбуждения в них акустических колебаний, но открывающиеся при этом возможности получения дополнительной информации об исследуемом объекте во многих случаях окупают понесенные затраты.

A.A.Erofeev, F.F.Legusha, S.I. Pugachiov

### Diagnostics of dielectric materials and measurement their physical parameters

#### Summary

For evaluation of physical features of piezoelectric ceramic materials approach based on imaging of acoustic fields in the sample.

