

Установлено, что в процессе разогрева электрическим током максимальное растягивающее напряжение концентрируется у центра боковой поверхности терморезистора, что связано с существенным градиентом температур по толщине образцов. В случае наличия оловянно-свинцовых электродов значения растягивающих напряжений могут превышать 50 МПа, что соизмеримо с критическими значениями для полупроводниковой керамики на основе титаната бария. Таким образом, на основании численных экспериментов дано объяснение причин разрушения терморезисторов по механизму расслоения.

#### Список использованных источников

1. W. Heywang. Semiconducting Barium Titanate// J.Mater. Science. 1971. Vol. 6. Pp.1214-1226.
2. Полупроводники на основе титаната бария. М.: Энергоиздат, 1982.
3. Kulwicki B. M. Instabilities in PTC resistors// In Proc. 6th Internat. Symposium on the Applications of Ferroelectrics. IEEE, Bethlehem, PA, 1986. Pp. 656-664.
4. Dewitte C., Elst R., and Delannay F. On the mechanism of delamination fracture of BaTiO<sub>3</sub>-based PTC thermistors// J. European Ceramic Society. 1994. Vol. 14. Pp. 481-492.

УДК 536.46+004.4'24

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОЛНЫ ГОРЕНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ

**Д.В. Раздробенко, Ю.В. Хлопков, М.М. Кулак**

Процессы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) характеризуются быстрым продвижением фронта горения (1-100 мм/с) и самогенерацией тепла, что ведет к резкому росту температуры, в некоторых случаях до нескольких тысяч градусов Кельвина (3000 - 3500) со скоростью до 1500 градусов в секунду. В настоящее время изменения температуры образца в ходе СВС-реакций определяются с помощью встроенных термопар и инфракрасных камер. Существующие приемы экспериментальной диагностики позволяют изучать СВС, но требуют совершенствования, развития и приборного оформления.

Разрабатывается метод динамического измерения температур (по времени) с помощью цифровой видеокамеры. Способ заключается в том, что изображение светящегося объекта (зона горения) снимается на видеокамеру с определенной частотой: например, 25 Гц. Этого вполне достаточно для процесса СВС, длящегося порядка 1 сек. При этом рассматриваются следующие параметры: скорость распространения фронта, температурный профиль волны горения.

Условная схема измерительной системы: иницируется СВС, с кадровой частотой видеокамеры ВИДЕОСКАН-415 снимается светящийся объект, компьютер автоматически сохраняет изображение, далее следует обработка изображения в среде MATLAB. В цифровой форме изображение передается на компьютер в виде файла с различными расширениями или необработанных графических данных в виде трех составляющих – RGB.

С помощью MATLAB построчно выделяется и обрабатывается изображение фронта горения. Далее по измерению интенсивности пикселей строится распределение яркостной температуры, которая с помощью эталона (например, вольфрамовая нить) переводится в реальную температуру.

Приборы с зарядовой связью (ПЗС) характеризуются линейным участком зоны чувствительности. Если в поле зрения присутствуют участки с яркостью, превышающей

максимальную, то наблюдается ограничение выходного сигнала камеры (блуминг). Поэтому, для измерения высоких температур приходится использовать нейтральные фильтры, которые ослабляют интенсивность в определенное число раз, или программно ограничивать экспозицию и коэффициент усиления.

После расчетов строятся динамические и геометрические распределения температур по сечению (температурное поле).

На рисунке 1 показан кадр, снятый при прохождении волны горения.



Рисунок 1 – Кадр волны горения

Выделяя программно область интереса на изображении, можно далее ее обрабатывать. Функция `improfile` используется для вычисления значения интенсивности линии или многолинейной части изображения. Ответ можно получить или в виде графика (рисунок 2), или в виде таблицы значений (таблица 1).

Таблица 1. Значения интенсивности

60	62	64	66	68	70	72	76
60	62	65	67	69	71	73	78
61	64	67	69	71	74	77	81
63	66	70	72	74	78	82	84
64	67	70	73	76	79	82	85

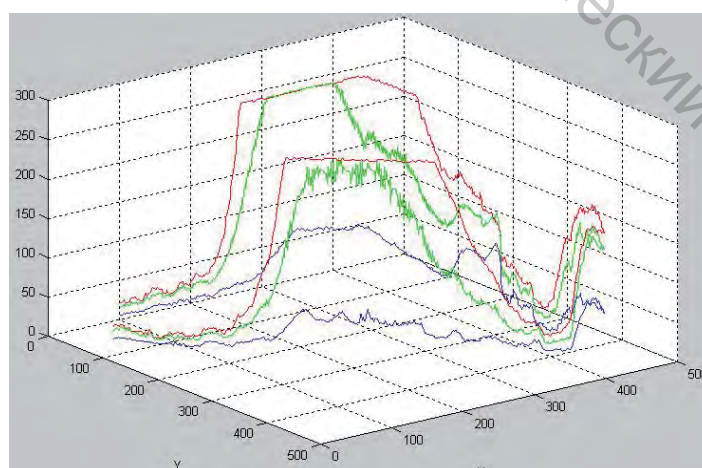


Рисунок 2 – Функция `improfile`

По значениям интенсивности (таблица 1) снятого эталонного изображения получаем значения температуры (таблица 2).

Таблица 2. Значения температуры

1406,25	1453,14	1500	1546,89	1593,75	1640,64	1687,5	1781,25
1406,25	1453,14	1523,43	1570,32	1617,18	1664,07	1710,93	1828,14
1429,68	1500	1570,32	1617,18	1664,07	1734,39	1804,68	1898,43
1476,57	1546,89	1640,64	1687,5	1734,39	1828,14	1921,89	1968,75
1500	1570,32	1640,64	1710,93	1781,25	1851,57	1921,89	1992,18

В целом, использование ПЗС-приемников значительно удобнее, чем использование нецифровых приемников света, поскольку полученные данные сразу оказываются в виде, пригодном для обработки на компьютере и, кроме того, скорость получения отдельных кадров очень высока. Всевозможные функции системы MATLAB дают возможность экономить время при программировании и, вместе с тем, получать наилучший результат.

Список использованных источников

1. Итин В.И. Высокотемпературный синтез интерметаллических соединений. - Томск: Издательство Томского университета, 1989.
2. Потемкин В.Г. MATLAB 6: среда проектирования инженерных приложений. - Москва: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003.
3. Шлезингер М.И. Математические средства обработки изображений. - Киев: Наукова думка, 1989.

УДК 537.226 : 538.245 : 538.669

**МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
МЕТАЛЛ – ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
СЛОИСТЫХ СТРУКТУР**

**Н.Н. Поддубная, В.М. Лалетин**

В представленной работе приводятся зависимости магнитоэлектрического (МЭ) коэффициента по напряжению для металл – пьезоэлектрических структур, выполненных на основе пьезокерамики цирконат – титанат свинца (ЦТС 42) и металлов никеля и пермендюра (49% железо, 49% кобальт, 2% ванадий). Экспериментальные данные (рис.1) были получены измерением напряжения, возникающего на образце,

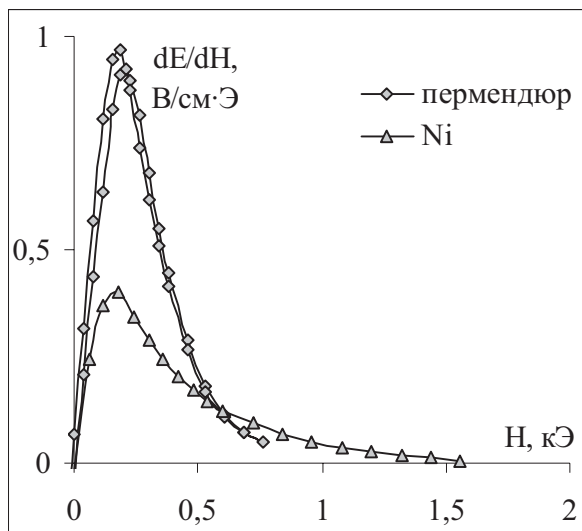


Рисунок 1 - Полевые зависимости дифференциального эффекта