

В каждой характерной точке рассчитываются характеристики: усилие (P), Н; напряжение (σ), МПа; деформация (ε), %; работа (A), мДж; текущий модуль упругости (E), МПа; модуль общей деформации ($E_{од}$), МПа; время релаксации напряжения (τ), с.

Предоставляется возможность распечатки результатов расчетов на принтере и вывода их в текстовый файл.

Испытания и обработка серии 5 параллельных определений занимает около 10 минут и позволяет получить распечатку, содержащую до 50 характеристик и результаты статистической обработки экспериментальных данных. Хранение данных на магнитном диске позволяет произвести повторные вычисления.

Таким образом, разработанный лабораторный испытательный комплекс отвечает современным требованиям, позволяет проводить испытания целлюлозно-бумажных материалов на растяжение в различных режимах и является уникальным в России и странах СНГ. Программное обеспечение позволяет получить широкий спектр характеристик деформативности и прочности. Разработанная нами методика комплексной оценки физико-механических свойств материала на основе обработки кривой зависимости "напряжение-деформация" с помощью ЭВМ может быть использована с большей эффективностью, по сравнению с традиционными методами, для оценки качества целлюлозно-бумажных материалов.

УДК 539.234 : 621.315

В.Г. Зарапин, Л.В. Васильева, В.Г. Лугин,
Л.А. Башкиров, И.М. Жарский
(БГТУ, г. Минск)

ДАТЧИК ВЛАЖНОСТИ НА ОСНОВЕ $BaTiO_3$

В настоящее время полупроводниковая керамика на основе титаната бария применяется в качестве чувствительных элементов химических сенсоров, в основном для детектирования газов-восстановителей, таких, как CO , H_2 , CH_4 , C_2H_4 , C_3H_8 [1, 2], а также кислорода [3]. Кроме того, керамика на основе $BaTiO_3$ широко применяется для определения влажности атмосферы, причем в качестве чувствительных элементов датчиков используют конденсаторы [4] и МДП - структуры [5].

Целью настоящей работы являлось исследование влияния влажности воздуха на электрофизические свойства полупроводниковой керамики титаната бария, легированной марганцем.

Полупроводниковую керамику состава $Ba_{0,99}Mn_{0,01}TiO_3$ получали следующим образом: после смешения, помола и спекания исходных ком-

понентов образцы обжигались в вакууме (10^{-5} Па) при температуре 1500°C в течение 2-3 минут посредством электронно-лучевого нагрева. Затем полупроводниковая керамика подвергалась окислительному обжигу на воздухе при температуре 900°C в течение 1 часа. Полученные образцы обладали высоким удельным сопротивлением (10^7 Ом·см), практически не зависящим от температуры. Исследования влияния влажности воздуха на электрофизические свойства образцов осуществлялись при температуре $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Измерения импеданса и относительной диэлектрической проницаемости производились на переменном токе с частотой 1 кГц.

На рис. 1 представлены зависимости чувствительности (т.е. относительного изменения) импеданса и диэлектрической проницаемости керамики титаната бария от концентрации водяного пара в воздухе в интервале от 1,8 до 7,6 об.%. Значения «нулевого» сигнала (Z_0 и ϵ_0) измерялись в сухом воздухе с содержанием водяного пара не более 0,001 об.%.

Установлено, что чувствительность к влажности воздуха различных электрофизических параметров образцов керамики $\text{Ba}_{0,99}\text{Mn}_{0,01}\text{TiO}_3$ подчиняется различным законам. Изменения импеданса описываются логарифмической зависимостью вида

$$\frac{Z}{Z_0} = A \cdot \ln C_{\text{H}_2\text{O}} - B,$$

где A и B - постоянные, имеющие значения 500 ± 2 и 236 ± 2 соответственно.

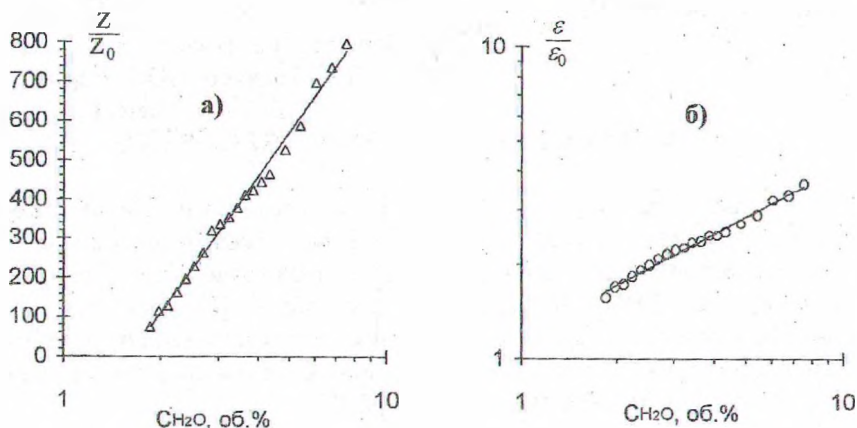


Рис. 1. Зависимость чувствительности импеданса (а) и относительной диэлектрической проницаемости (б) керамики $\text{Ba}_{0,99}\text{Mn}_{0,01}\text{TiO}_3$ от концентрации водяного пара в воздухе.

Изменения относительной диэлектрической проницаемости подчиняются степенной зависимости:

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = D \cdot C_{H_2O}^n,$$

где D - постоянная ($1,2 \pm 0,1$); n - показатель степени ($0,54 \pm 0,01$).

Поскольку в исследованном интервале концентраций водяного пара чувствительность импеданса изменяется более чем в 10 раз, в то время как чувствительность диэлектрической проницаемости - менее чем в 2,5 раза, следовательно, наиболее оптимальной характеристикой для измерения влажности воздуха является импеданс образца, однако контроль двух характеристик датчика позволяет повысить точность измерений. Время адсорбционного отклика датчика - менее 1 минуты.

Исследовалась возможность использования сенсоров влажности воздуха для определения влажности различных веществ на примере сахара в интервале влажности от 0 до 2 масс.%. Для этого датчик размещался в герметичном объеме над пробой сахара и выдерживался в течение ~15 минут для установления равновесного значения давления водяного пара между воздухом и пробой. Чувствительность импеданса сенсора при изменении влагосодержания сахара в вышеуказанном диапазоне изменяется более чем в 200 раз и подчиняется квадратичной зависимости, а чувствительность диэлектрической проницаемости изменяется в ~2,5 раза и является степенной зависимостью с показателем степени 0,25. Установлено, что использование таких сенсоров позволяет определить влагосодержание пробы с точностью до $\pm 5\%$.

Таким образом, датчики на основе полупроводниковой керамики $Ba_{0,99}Mn_{0,01}TiO_3$ могут быть перспективны не только для измерения влажности газов, но и для экспресс-анализа влагосодержания других веществ и продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zhau Z.G., Zhao G., Zhang Z.T., Temperature-humidity-gas multifunctional sensitive ceramics // *Sens. and Act.* -1989. -№1. -P.71-81.
2. Reigel J., Hardtl K.H. Analysis of combustible gases in air with calorimetric gas sensor based on semiconducting $BaTiO_3$ ceramics // *Sens. and Act.* B1. -1990. -P.54-57.
3. Ichinose N. Electronic ceramics for sensors // *Amer. Ceram. Soc. Bull.* - 1985. -Vol.64, №12. -P.1581-1585.
4. Yen Y.C., Tseng T.Y. Electrical properties of K_2O -doped $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ ceramic humidity sensor // *IEEE Trans. Compon., Hybrids and Manuf. Technol.* -1989. -Vol.12, №2. -P.259-266.

5. Yen Y.C., Tseng T.Y. Electrical properties of K_2O -doped $Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO_3$ ceramic humidity sensor // IEEE Trans. Compon., Hybrids and Manuf. Technol. -1989. -Vol.12, №2. -P.259-266.

УДК 579.67:663/664

Н.В. Кирильчик, Н.Д. Коломиец
(БГТУ, РИШ по ЭОК и БПП, г. Минск)

ПРИМЕНЕНИЕ ИМПЕДАНСНОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ САЛЬМОНЕЛЛ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

В настоящее время в развитых странах мира при проведении микробиологических анализов широко применяется импедансный метод, основанный на измерении электрохимических характеристик проводящей среды и позволяющий значительно сократить время анализа по сравнению со стандартными чашечными методами.

Использование импедансного метода в микробиологическом контроле качества продуктов базируется на том, что в процессе метаболизма микроорганизмы расщепляют молекулы культуральной среды на более подвижные заряженные частицы, поэтому прибором можно зарегистрировать изменения свойств среды. Приборы, основанные на импедансной технологии, позволяют установить зависимость изменений свойств питательной среды от времени, и, таким образом, можно не только определить наличие микроорганизмов в образце, но и проследить динамику их роста, а, следовательно, определить сроки годности продукции.

В нашей республике импедансный метод применялся в основном при определении общего количества бактерий в продуктах питания. Однако в настоящее время все большую актуальность приобретает определение конкретных видов микроорганизмов, в частности сальмонелл.

Целью данной работы являлась оптимизация применения импедансного метода для определения сальмонелл на бактометре bioMerieux (модель М 64).

Для проведения анализа на бактометре необходимо инициировать определенный тип теста, предусмотренный программным обеспечением прибора. При этом оператор вносит в компьютер следующие данные:

- название типа теста;
- определенный тест-код;
- длительность эксперимента;
- форму представления отчета (данные импеданса, колониеобразующих единиц или дней хранения);