

## Особенности пьезоэлектрических свойств новых композитов типа 2–2 на основе кристалла $0,93\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 0,07\text{PbTiO}_3$

*Криворучко Андрей Владимирович<sup>1</sup>, Тополов Виталий Юрьевич*

<sup>1</sup>аспирант первого года обучения

*Южный федеральный университет, физический факультет, Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail: [kolandr@aanet.ru](mailto:kolandr@aanet.ru)*

Кристаллы релаксоров-сегнетоэлектриков  $(1 - x)\text{Pb}(\text{A}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - x\text{PbTiO}_3$  ( $\text{A} = \text{Mg}; \text{Zn}$ ) обладают выдающимися электромеханическими свойствами вблизи морфотропной границы при комнатной температуре. Применение данных кристаллов в качестве компонентов современных пьезокомпозитов типа 1–3 [1] позволяет существенно повысить их пьезоактивность и пьезочувствительность. В экспериментальной работе [2] впервые определен полный набор электромеханических констант кристалла  $0,93\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 0,07\text{PbTiO}_3$  (PZN–7%PT), поляризованного вдоль [011] перовскитовой ячейки и описывающегося макроскопической симметрией  $mm2$ . При этом его пьезомодули  $d_{3j}^{(SC)}$  характеризуются анизотропией, не свойственной традиционным сегнетопьезоактивным материалам. В настоящей работе в ходе анализа эффективных электромеханических свойств мы показываем преимущества новых композитов типа 2–2 на основе PZN–7%PT.

Предполагается, что в исследуемых композитах с периодическим расположением слоев их границы раздела параллельны плоскости  $(\text{X}_2\text{OX}_3)$ , а ось поляризации  $\text{OX}_3 \parallel [011]$ . В качестве кристаллического компонента используются срезы, полученные при вращении вокруг кристаллографической оси  $Z \parallel [011]$  на угол  $\varphi$  по часовой стрелке (случай  $\varphi = 0$  соответствует ориентации кристаллографических осей [2]  $X \parallel [011]$  и  $Y \parallel [100]$ ). Полимерный компонент может быть либо монолитным, либо пористым (случайное распределение сферических пор с объемной концентрацией  $m_p$  внутри полимерного слоя). В работе определены эффективные пьезокоэффициенты  $d_{3j}^*$ ,  $e_{3j}^*$ ,  $g_{3j}^*$ ,  $h_{3j}^*$ , гидростатические пьезокоэффициенты  $d_h^*$ ,  $g_h^*$  и квадраты параметров приема  $(Q_{33}^*)^2 = d_{33}^* g_{33}^*$ ,  $(Q_h^*)^2 = d_h^* g_h^*$  в зависимости от объемной концентрации кристалла  $m$ , угла ориентации  $\varphi$  и пористости полимера  $m_p$ . В таблице представлены расчётные значения абсолютных максимумов ряда нормированных параметров  $(\Phi^*)_m / \Phi^{(SC)}$  композитов “PZN–7%PT – эластомер“ (I) и “PZN–7%PT – пористый эластомер,  $m_p = 0,2$ ” (II) при  $0 < m < 1$  и  $0^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$ . Параметры  $(\Phi^*)_m$  демонстрируют немонотонное поведение при изменении  $m$  и фиксированных  $\varphi$  и  $m_p$ . Сравнение с известными литературными данными показывает, что в исследуемых композитах достигаются значительно большие величины  $g_{33}^*$ ,  $g_h^*$ ,  $(Q_{33}^*)^2$  и  $(Q_h^*)^2$  по сравнению с аналогичными параметрами композитов типа 1–3 на основе родственных кристаллов.

Композит	$(g_{33}^*)_m / g_{33}^{(SC)}$	$(g_h^*)_m / g_h^{(SC)}$	$(d_h^*)_m / d_h^{(SC)}$	$(h_{33}^*)_m / h_{33}^{(SC)}$	$(e_{33}^*)_m / e_{33}^{(SC)}$	$(Q_{33}^*)_m^2 / (Q_{33}^{(SC)})^2$	$(Q_h^*)_m^2 / (Q_h^{(SC)})^2$
I	59,7	74,5	1,41	2,93	4,61	19,5	33,5
II	82,9	206	2,62	2,95	4,84	28,1	188

### Литература

- Ritter T., Yeng X., Shung K.K. et al. (2000) Single crystal PZN/PT – polymer composites for ultrasound transducer applications // IEEE Trans. Ultrason., Ferroelec., a. Freq. Control, v.47, p.792-800.
- Zhang R., Jiang B., Jiang W., Cao W. (2006) Complete set of elastic, dielectric, and piezoelectric coefficients of  $0.93\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 0.07 \text{PbTiO}_3$  single crystal poled along [011] // Appl. Phys. Lett., v.89, 242908 – 3 p.