

УДК 539.3

**АКУСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ БЕТА-ФАЗЫ
ОКСИДА ГАЛЛИЯ**

**Бауман Д.А. (ИТМО), Спиридонов В.А. (ИТМО), Розаева М.В. (ИТМО),
Калганов Д.А. (ИТМО)**

**Научный руководитель – доктор физико-математических наук,
профессор Романов А.Е. (ИТМО)**

Введение. Методы исследования структурных свойств твёрдых тел, основанные на их взаимодействии с полями упругих колебаний, относятся к наиболее хорошо изученным и универсальным [1]. Наиболее полную информацию об упругих константах и структурной анизотропии образцов различных материалов (в том числе монокристаллических и наноструктурных) позволяет получить исследование спектра резонансов в области ультразвуковых частот [2]. Однако, получение такой информации для кристаллических структур низкой симметрии (моноклинной, тригональной) связано с необходимостью численного расчёта сложной картины собственных колебаний и требует изготовления образцов определённой формы вдоль различных кристаллографических осей. Дополнительные данные о характере возбуждаемых колебаний могут быть получены при помощи лазерной интерферометрии [3]. При изучении реальной структуры монокристаллов низкого совершенства и их сростков наиболее результативными акустическим методом остаётся исследование резонанса одной, известной моды [4].

Основная часть. Для экспериментальных исследований механических свойств и структурных особенностей кристаллов бета-фазы оксида галлия (β -Ga₂O₃) использовался метод составного пьезоэлектрического осциллятора на частоте 100кГц. Образцы для исследований были получены из объёмных кристаллов механической резкой. С учётом плотности материала ($\rho = 5915 \pm 12$ кг/м³) длина образцов составляла $l \approx 27$ мм, сечение $S \approx 2 \times 2$ мм². Скорость звука (распространения упругих колебаний) вдоль кристаллографической оси $\langle 010 \rangle$ составила 6700 м/с. Для исследованных образцов при температуре 278 К наблюдались релаксационные явления, связанные с пиком внутреннего трения и снижением доли упругой деформации. Характер наблюдаемых явлений, а также сведения о структуре исследуемых кристаллов [5] позволяют связать механизм их возникновения с взаимодействием дислокаций и кислородных вакансий.

Выводы. Для изучения кристаллов бета оксида галлия низкого структурного совершенства и их сростков целесообразно использовать акустический метод одной (продольной) моды упругих колебаний. Данный метод позволяет получить информацию о наличии в кристаллах точечных дефектов различной природы, в том числе вакансий и примесей.

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (соглашение № 075-15-2021-1349).

Список использованных источников:

1. Quimby S. L. On the experimental determination of the viscosity of vibrating solids // *Physical Review*. – 1925. – № 25(4). pp. 558–573.
2. Migliori A., Maynard J.D. Implementation of a modern resonant ultrasound spectroscopy system for the measurement of the elastic moduli of small solid specimens // *Review of scientific instruments*. – 2005. – 12(76). – P. 121301.

3. Adachi K., Ogi H., Takeuchi N., Nakamura N., Watanabe H., Ito T., Ozaki Y. Unusual elasticity of monoclinic β -Ga₂O₃ // Journal of Applied Physics. – 2018. – №. 8(124) – P. 085102.
4. Kaminskii V.V., Kalganov D.A., Panov D.I., Spiridonov V.A., Ivanov A.I., Rozaeva M.V., Bauman D.A., Romanov A.E. A study of gallium oxide by using the piezoelectric composite oscillator technique at a frequency of 100 kHz // Condensed Matter and Interphases. – 2023. – №. 4(25). – pp. 548-556.
5. Bauman D.A., Panov D.I., Spiridonov V.A., Kremleva A.V., Romanov A.E. On the successful growth of bulk gallium oxide crystals by the EFG (Stepanov) method // Functional Materials Letters. – 2023. – № 07(16). – P. 2340026.