

Ministry of Education and Science of Ukraine
Lviv Polytechnic National University

Book of Abstracts

**International Conference
on Oxide Materials
for Electronic Engineering –
fabrication, properties
and applications**

OMEE-2017



**May 29 – June 2, 2017
Lviv, Ukraine**

Lviv
Lviv Polytechnic Publishing House
2017

Міністерство освіти і науки України
Національний університет “Львівська політехніка”

Збірник тез

**Міжнародної наукової конференції
“Оксидні матеріали
електронної техніки –
отримання, властивості,
застосування”**

OMEE-2017



**29 травня – 2 червня, 2017
Львів, Україна**

Львів
Видавництво Львівської політехніки
2017

УДК 521.315.61
О 64

Збірник тез Міжнародної наукової конференції “Оксидні матеріали електронної техніки – отримання, властивості, застосування” (ОМЕЕ-2017) / упор. В. Швед. – – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM). ISBN 978-966-941-062-7

У збірнику подані тези доповідей Міжнародної наукової конференції “Оксидні матеріали електронної техніки – отримання, властивості, застосування” (ОМЕЕ-2017). Конференція присвячена актуальним проблемам технології отримання та дослідження структурних, оптичних, магнітних та електрофізичних властивостей оксидних матеріалів, а також можливості їх практичного застосування у пристроях електронної техніки та розроблення нових функціональних пристроїв на їх основі.

Для науковців та аспірантів, які працюють в галузі фізики оксидних матеріалів.

УДК 521.315.61

*Відповідальна за випуск – В. Швед
Усі матеріали подано в авторській редакції*

ISBN 978-966-941-062-7

© Національний університет
“Львівська політехніка”, 2017

Effects of Physical- and Chemical-Adsorbed Water near Grain Boundaries in Modified MgO-Al₂O₃ Nanoceramics Tested with Positron-Positronium Trapping Algorithm

H. Klym¹, A. Ingram², O. Shpotyuk^{3,4}, I. Hadzaman⁵, D. Chalyy⁶

¹*Lviv Polytechnic National University, 12 Bandera Str., 79013 Lviv, Ukraine*

²*Opole University of Technology, 75 Ozimska Str., 45370 Opole, Poland*

³*Vlokh Institute of Physical Optics, 23 Dragomanov Str., 79005 Lviv, Ukraine*

⁴*Jan Dlugosz University, 13/15 al. Armii Krajowej, 42201 Czestochowa, Poland*

⁵*Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University,
24 I. Franko Str., 82100 Drohobych, Ukraine*

⁶*Lviv State University of Life Safety, 35 Kleparivska Str.,
79000 Lviv, Ukraine*

The positron annihilation lifetime (PAL) spectroscopy method based on the fact that the unstable positron-electron system (positronium Ps) is repelled from ionic cores of atoms and tends to location in open pores. In the ground state, the Ps exists as singlet para-positronium p-Ps and triplet ortho-positronium o-Ps. In the case of oxide water-immersed ceramics, two channels of PAL should be considered – the positron trapping and o-Ps decaying [1]. In general, these processes are independent ones. However, if trapping sites will appear in a vicinity of grain boundaries neighbouring with free-volume pores, they can become mutually interconnected resulting in a significant complication of the measured PAL spectra. This occurs provided the input of one of the above annihilation channels will be significantly changed. In addition, adsorbed water influences on process of physical and chemical adsorption of water near grain boundaries in the MgO-Al₂O₃ ceramics.

To clarify this feature, we shall study the PAL characteristics of modified MgO-Al₂O₃ ceramics affected to water sorption treatment enhancing o-Ps decaying over positron trapping modes using positron-positronium trapping algorithm [2].

The ceramic pellets were sintered in a special regime with maximal temperatures (T_s) of 1100, 1200, 1300 and 1400 °C during 2 h [1]. The PAL measurements were performed with an ORTEC spectrometer (²²Na source) placed between two sandwiched samples. PAL spectra were fitted on four components with positron lifetimes t_1 , t_2 , t_3 and corresponding unity-normalized intensities I_1 , I_2 , I_3 . The third components in the measured lifetime spectra are due to “pick-off” annihilation of o-Ps atoms in ceramics nanopores filled with adsorbed water. It is established that the τ_3 lifetime increases with T_s , while its intensity I_3 decreases. These changes correspond to the increased nanopore size and smaller amount of nanopores. In all water-immersed samples, the intensity of third component I_3 significantly increases as compared with dried samples indicating a large content of absorbed water present in ceramics.

To apply positron-positronium trapping algorithm it was shown that the chemical-adsorbed water vapor modifies structural defects located at the grain boundaries in a vicinity of pores, this process being accompanied by void fragmentation during water adsorption and agglomeration during water desorption after drying. The physical adsorbed water not modified grain boundaries in oxide MgO-Al₂O₃ ceramics located only in nanopores.

- [1] H. Klym, A. Ingram, I. Hadzaman, O. Shpotyuk, Evolution of porous structure and free-volume entities in magnesium aluminate spinel ceramics, *Ceramics International* **40** (2014) 8561–8567.
- [2] O. Shpotyuk, J. Filipecki, A. Ingram, R. Golovchak, M. Vakiv, H. Klym, V. Balitska, M. Shpotyuk, A. Kozdras, Positronics of subnanometer atomistic imperfections as high-informative characterization tool in nanomaterials science, *Nanoscale Research Letters* **10**:77 (2015).