

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»**

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

Фізико-хімічний інститут

Навчально-дослідний центр напівпровідникового матеріалознавства

**Державний фонд фундаментальних досліджень**

**АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ШКОЛИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ**

Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова

Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка

Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова

Інститут загальної і неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського

**Українське фізичне товариство**

**Інститут інноваційних досліджень**

**XVI МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ З ФІЗИКИ І ТЕХНОЛОГІЇ**  
**ТОНКИХ ПЛІВОК ТА НАНОСИСТЕМ**

**(присвячена пам'яті професора Дмитра Фреїка)**

**Матеріали**

*Івано-Франківськ, 15-20 травня, 2017*

---

---

*Ivano-Frankivsk, May 15-20, 2017*

**Materials**

**XVI INTERNATIONAL CONFERENCE ON PHYSICS AND  
TECHNOLOGY OF THIN FILMS AND NANOSYSTEMS**

**(dedicated to memory Professor Dmytro Freik)**

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE**

**Vasyl Stefanyk Precarpathian National University**

Physics and Chemistry of Solid State Department

Physical-Chemical Institute

Educational Research Centre of Semiconductor Material

**State Fund of Fundamental Research**

**ACADEMY OF SCIENCE OF HIGH SCHOOL OF UKRAINE**

**NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE OF UKRAINE**

V.E. Lashkarev Institute of Semiconductor Physics

Chuiko Institute of Surface Chemistry

G.V. Kurdyumov Institute of the Physics of Metals

V.I. Vernadsky Institute of General and Inorganic Chemistry

**Ukraine Physics Society**

**Institute of innovation research**

**УДК 539.2**  
**ББК 22.373.1**  
**П 80**

**XVI Міжнародна конференція з фізики і технології тонких плівок та наносистем (присвячена пам'яті професора Дмитра Фреїка). *Матеріали.***  
 / За заг. ред. проф. Прокопіва В.В. – Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2017. – 388 с.

Представлено сучасні результати теоретичних і експериментальних досліджень з питань фізики і технології тонких плівок та наносистем (метали, напівпровідники, діелектрики, провідні полімери; методи отримання та дослідження; фізико-хімічні властивості; нанотехнології і наноматеріали, квантово-розмірні структури, наноелектроніка, тощо. Матеріали підготовлено до друку [Програмним комітетом](#) конференції і подано в авторській редакції.

Для наукових та інженерних працівників, що займаються проблемами тонкоплівкового матеріалознавства та мікроелектроніки.

Рекомендовано до друку науково-технічною радою Фізико-хімічного інституту ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

**XVI International Conference Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems (dedicated to memory Professor Dmytro Freik). *Materials.*** / Ed. by Prof. Prokopiv V.V. – Ivano-Frankivsk : Publisher Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2017. – 388 c.

The results of theoretical and experimental researches in directions of the physics and technology of thin films and nanosystems (metals, semiconductors, dielectrics, and polymers; and methods of their investigation; physic-chemical properties of thin films; nanotechnology and nanomaterials, quantum-size structures; thin-film devices of electronics, are presented. The materials preformed for printing by Conference's Organizational Committee and Editorial Board, are conveyed in authoring edition.

For scientists and reserchers on the field of thin-film material sciences and nanoelectronics.

©ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2017

© Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2017

## **PROGRAM COMMITTEE / EDITORIAL BOARD**

### **Editor-in-Chief**

Prof. Volodymyr PROKOPIV

*Vasyl Stefanyk Precarpathian national University (Ivano-Frankivsk, Ukraine)*

### **Vice Editors-in-Chief**

Acad. Volodymyr LITOVCHENKO

*V.E.Lashkarev Institute of Semiconductors Physics, NAS in Ukraine (Kyiv, Ukraine)*

Prof. Andriy ZAGORODNYUK

*Vasyl Stefanyk Precarpathian national University (Ivano-Frankivsk, Ukraine)*

### **Program Committee**

Prof. Juozas AUGUTIS (*Kaunas, Lithuania*); Prof. Mahammad BABANLY (*Baku, Azerbaijan*); Prof. Slavko BERNIK (*Ljubljana, Slovenia*); Prof. Attila CSÍK (*Debrecen, Hungary*); Prof. Mykola DMYTRUK (*Kyiv, Ukraine*); Prof. Petro FOCHUK (*Chernivtsy, Ukraine*); Prof. Bruce GNADE (*Dallas, USA*); Prof. Gaetano GRANOZZI (*Padova, Italia*); Prof. Yuri GUREVICH (*Mexico City, Mexico*); Prof. Eugeny IVAKIN (*Minsk, Belarus*); Acad. Orest IVASISHIN (*Kyiv, Ukraine*); Prof. Zhao HUI (*Harbin, P.R. China*); Prof. Ivan KABAN (*Dresden, Germany*); Acad. Vasyl KLADKO (*Kyiv, Ukraine*); Prof. Sandor KÖKÉNYESI (*Debrecen, Hungary*); Prof. dr. hab. Marek KUNABRONIOWSKI (*Lublin, Poland*); Prof. Georgy LASHKAREV (*Kyiv, Ukraine*); Dr. Petro LYTVYN (*Kyiv, Ukraine*); Prof. Bingbing LIU (*Changchun, P. R. China*); Prof. Georgy MALASHKEVICH (*Minsk, Belarus*); Prof. Georgy MLADENOV (*Sofia, Bulgaria*); Acad. Anton NAUMOVETS (*Kyiv, Ukraine*); Prof. Ivan PROTSENKO (*Sumy, Ukraine*); Prof. Olena ROGACHEVA (*Kharkiv, Ukraine*); Prof. Eduard SHPILEVSKY (*Minsk, Belarus*); Dr. Petro SMERTENKO (*Kyiv, Ukraine*); Prof. John STOCKHOLM (*Vernouillet, France*); Prof. Tomasz STORY (*Warsaw, Poland*); Dr. Zbigniew SWIATEK (*Krakow, Poland*); Acad. Ion TIGINYANU (*Chisinau, Moldova*); Prof. Arnolds ŪBELIS (*Riga, Latvia*); Prof. Grzegorz WISZ (*Rzeszow, Poland*); Prof. Krzysztof WOJCIECHOWSKI (*Kraków, Poland*); Prof. Paweł ŻUKOWSKI (*Lublin, Poland*)

## Optimization of Growing Process of the Thin-Film Structures ZnS by Method of Gas-Dynamic Flow of Vapor

Lopjanko M.A.<sup>1</sup>, Gaidai S.I.<sup>2</sup>, Leschiy R.M.<sup>3</sup>, Kosovan R.P.<sup>3</sup>, Samoijlenko D.V.<sup>3</sup>

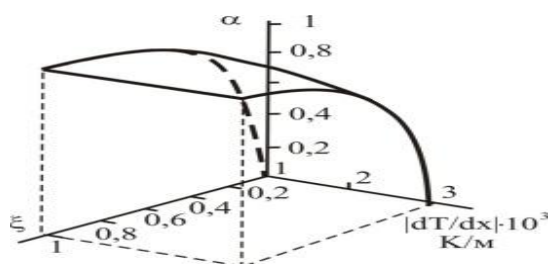
<sup>1</sup>Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

<sup>2</sup>Lesya Ukrainka Eastern European National University, Lutsk, Ukraine

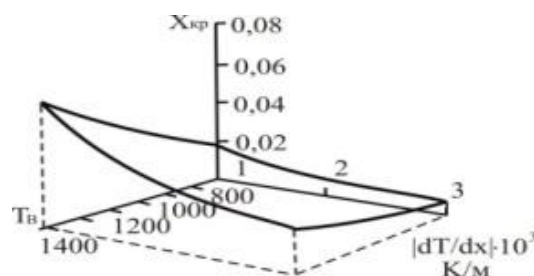
<sup>3</sup>Kalush Polytechnic College, Kalush, Ukraine

In this work is research basic parameters of the deposition process ZnS by gas-dynamic flow of vapor. The dependence of parameters of the deposited material from technological conditions and made optimization for nanostructures and films. Described opportunities for effective recruitment of technological parameters for materials with predictable properties [1-3].

The growth of coefficient values of condensation  $\alpha$  and bringing them closer to 1 indicates on the prevalence of the condensation process of reevaporation material particles from the walls surfaces in the high range of values  $\xi$  (Fig. 1). This process also illustrates that when  $\xi \approx 0,6$  curve of condensation velocity exposed fracture. The dependence of the calculated values of the resulting condensation velocity  $\omega^*$  from dimensionless coordinate  $\xi$  indicates that when  $\xi \approx 0,35$  received film have the largest thickness. Evaluation of the reevaporation material makes it possible to specify a region with a structural perfect material which is before the maximum of resulting condensation velocity. Further reduction of the relative density  $\rho/\rho_1$  and increasing degree of vapor phase supersaturation with increasing  $\xi$  can be explained by increasing the mean free path of molecules (Fig. 2).



**Fig. 1.** The dependence of the calculated values of the condensation coefficient  $\alpha$  from temperature gradient  $dT_c/dx$  and dimensionless coordinates  $\xi$  ( $T_s = 923$  K,  $L = 0,08$  m,  $d = 0,05$  m).



**Fig. 2.** The dependence of the calculated values of the critical cross section  $x_{kp}$  from substrate temperature  $T_s$  and temperature gradient  $dT_c/dx$  ( $L = 0,08$  m,  $d = 0,05$  m).

1.C. Ricolleau, L. Audinet, M. Gandais, T. Gacoin, J.P. Boilot. 3D morphology of II-VI semiconductor nanocrystals grown in inverted micelles // *Journal of Crystal Growth*, 203, pp. 486-499 1999.

2. Andrievskij R.A. Nanomaterialy: koncepcija i sovremennye problemy // *Ros.him.zh.*, XLVI(5), ss. 50-56 2002.

3.W.T. Tsang, in: R.K. Willardson, A.C. Beer (Eds.) // *Semiconductors and Semimetals*, Academic Press, New York, 24, pp. 397 1990.

4. Bubnov Ju.Z., Lur'e M.S., Staros F.G., Filaretov G.A. Vakuumnoe nanesenie plenok v kvazizamknutom ob'eme. L. 1975.