

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ  
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени К.И.САТПАЕВА  
KAZAKH NATIONAL RESEARCH TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER K. SATPAEV**

**«Қазақстанның жаңа экономикалық саясатын таратуда жас ғалымдардың орны мен рөлі»  
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ**

**ЕҢБЕКТЕРІ**

**II Том**

**ТРУДЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫХ САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ**

**«Роль и место молодых ученых в реализации новой экономической политики Казахстана»**

**Том II**

**PROCEEDINGS**

**INTERNATIONAL SATPAYEV'S READINGS**

**«Role and position of young scientists in implementation Kazakhstan's New Economic Policy»**

**II volume**

**Алматы 2016 Almaty**

УДК 330 (063)  
ББК 65  
Ж 18

**Главный редактор:** Бейсембетов И.К., ректор КазННТУ им. К.И. Сатпаева

**Редакционная коллегия**

Орунханов М.К., Жунусова Г.Ж., Кумеков С.Е., Абдыкаппарова С.Б., Дюсембаев И.Н.,  
Ахметов Б.С., Байгунчекоев Ж.Ж., Абишева З.С., Бесимбаев Е.Т.

Халықаралық Сатпаев оқуларының еңбектері – Алматы, ҚазҰТУ 2016 ж. II Том = Труды  
Международных Сатпаевских чтений – Алматы: КазННТУ 2016, Том II, 1032 с. = Proceedings International  
satpayev's readings, 2016 Almaty, II volume

ISBN 978-601-228-807-0

*В книгу включены доклады представленные на Международные Сатпаевские чтения. Доклады  
соответствуют научным направлениям Республики Казахстан:*

*Инновации по информационным, телекоммуникационным и космическим технологиям*

*Инновации в архитектуре, строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве*

*Нанотехнологии и наноматериалы*

*Социально-гуманитарные эффекты и устойчивое развитие экономики страны*

*Труды данной конференции могут быть полезны преподавателям высших учебных заведений,  
докторантам, магистрантам, студентам, работникам науки и производства.*

УДК 330 (063)  
ББК 65

ISBN 978-601-228-807-0

© Казахский национальный технический  
университет имени К.И. Сатпаева, 2016

УДК 538.9

Абдуллин Х.А.<sup>1,3</sup>, Лисицын В.М.<sup>4</sup>, Мархабаева А.А.<sup>1,2</sup>, Калкозова Ж.К.<sup>1,2</sup>,  
Немкаева Р.Р.<sup>1,3</sup>

## ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ ПОРОШКОВ $ZnWO_4$ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

<sup>1</sup>Лаборатория инженерного профиля (ЛИП) КазНУ им. аль-Фараби МОН РК, пр. аль-Фараби, 71,  
Казахский национальный университет имени аль-Фараби МОН РК, пр. аль-Фараби, 71, г.

<sup>3</sup>Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа КазНУ им. аль-Фараби МОН РК,  
пр. аль-Фараби, 71,  
г. Алматы, Казахстан

<sup>4</sup>Национальный Томский политехнический университет, пр. Ленина, 30,  
Томск, Россия

[Aiko\\_marx@mail.ru](mailto:Aiko_marx@mail.ru)

**Аннотация.** В настоящей работе отработаны режимы получения вольфрамата цинка гидротермальным синтезом. Выявлено что, температурный отжиг на воздухе при 400<sup>0</sup>С является оптимальной для формирования кристаллической структуры вольфрамата цинка. Изучены люминесцентные свойства и структура образцов методом рамановской спектроскопии. Определен элементный состав образцов рентгенофлуоресцентным методом. Также были изучены спектры комбинационного рассеяния и спектр люминесценции монокристаллов вольфрамата цинка полученных в институте сцинтилляционных материалов НАН Украины (г. Харьков).

**Ключевые слова:** гидротермальное синтез, сцинтилляторы, вольфрамат цинка, люминесценция.

Вольфрамат цинка привлекает внимание исследователей из-за своих уникальных свойств и возможностей использования в оптоэлектронике и в дозиметрии. В последнее время вольфрамат цинка рассматривается как перспективный материал для использования в качестве сцинтилляторов, так как он имеет хорошую поглощающую способность рентгеновских лучей, сравнительно высокий световой выход и большую плотность. Например, в работе [1] вольфрамат цинка рассматривают как один из перспективных материалов для обнаружения черной материи. Для получения вольфрамата цинка используют различные методы: золь-гель метод [2], гидротермальное синтез [3], спекание порошков  $WO_3$  и  $ZnO$  и др.

Экспериментальная часть

Гидротермальное синтез порошков вольфрамата цинка происходит путем растворения исходных реагентов нитрата цинка гексагидрата  $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  (5мМ) и вольфрамата натрия дигидрата  $Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$  (5мМ) в дистиллированной воде. Синтез происходил в течение до 2 часов при температуре кипения с использованием магнитной мешалки с подогревом. Затем полученный в виде водной эмульсии осадок несколько раз промывался и высушивался. Для завершения процесса образования вольфрамата образцы отжигались при температурах от 100 до 400<sup>0</sup>С в муфельной печи.

Спектры комбинационного рассеяния были получены на оборудовании SolverSpectrum, в качестве источника света применен лазер с длиной волны 473 нм, а спектры фотолюминесценции зарегистрированы на спектрофлуориметре CaryEclipse, источник света – импульсная ксеноновая лампа. Морфология образцов была исследована с помощью электронного сканирующего микроскопа Quanta3D 200i. Микроскоп также включает в себя систему рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного анализа EDAX для определения элементного состава образцов. Измерения проводились при энергии электронов до 30кэВ.

Результаты и обсуждения

На рисунке 1 приведены результаты комбинационного рассеяния синтезированных образцов, прошедших отжиг на воздухе при температурах 100-400<sup>0</sup>С. Вольфрамат цинка имеет моноклинную структуру типа вольфрамит с пространственной группой  $P2_1/c$ . Атомы Zn и W окружены шестью

атомами кислорода и имеет октаэдрическую координацию. По теоретическим расчетам [4] структура вольфрамата цинка имеет 36 решеточных мод, из них 18 рамановские ( $8A_g+10B_g$ ). Первая мода  $A_g$  соответствует правильному октаэдру и имеет самую высокую частоту около  $900\text{ см}^{-1}$ . Все ожидаемые рамановские пики  $ZnWO_4$  ( $907, 787, 709, 679, 547, 409, 343, 315$  и  $276\text{ см}^{-1}$ ) появляются при температуре отжига  $300\text{-}400^\circ\text{C}$ .

На рисунке 1 приведены спектры порошков  $ZnWO_4$  в сравнении со спектром чистого монокристалла  $ZnWO_4$ , выращенного методом Чохральского в Институте сцинтилляционных материалов НАН Украины (г. Харьков) [5]. Как видно из рисунка, все пики в синтезированных порошках совпадают со спектром монокристалла, за исключением пиков при  $93\text{ см}^{-1}$ ,  $126\text{ см}^{-1}$ ,  $1006\text{ см}^{-1}$  и  $1390\text{ см}^{-1}$ , которые соответствуют рамановским пикам нитрата натрия. Предположительная химическая реакция между вольфраматом натрия и нитратом цинка проходит по следующей схеме:



В ходе эксперимента выявлено, что при добавлении  $NaOH$  этот пики исчезают, но при этом остальные пики становятся менее выраженными (рис 1). Как видно из рисунка 1, при температурах отжига  $100\text{-}200^\circ\text{C}$  получается аморфная структура, а с повышением температуры отжига происходит кристаллизация.

На рисунке 2 приведены спектры фотолюминесценции (ФЛ) образцов  $ZnWO_4$ , возбуждаемой излучением на длине волны  $300\text{ нм}$ . Измерения проводились в диапазоне спектра от  $300\text{ нм}$  до  $850\text{ нм}$ . В спектре наблюдается одна симметричная полоса ФЛ в видимой области с максимумом при  $\sim 475\text{ нм}$ . Как видно из рисунка 2, с повышением температуры отжига от  $100$  до  $300^\circ\text{C}$  интенсивность ФЛ растет медленно, далее при отжиге  $400^\circ\text{C}$  интенсивность резко увеличивается. Соотношение интенсивностей полос ФЛ после отжига при  $300^\circ\text{C}$  и  $400^\circ\text{C}$  равно  $0.15$ . Также можно заметить, что с повышением температуры отжига положение максимума полосы ФЛ незначительно смещается в коротковолновую область. Для сравнения на рисунке 3 (г) приведены спектры люминесценции полученных порошков после отжига при  $400^\circ\text{C}$  и монокристалла, выращенного методом Чохральского, для этих образцов наблюдаются очень близкие спектры фотолюминесценции.

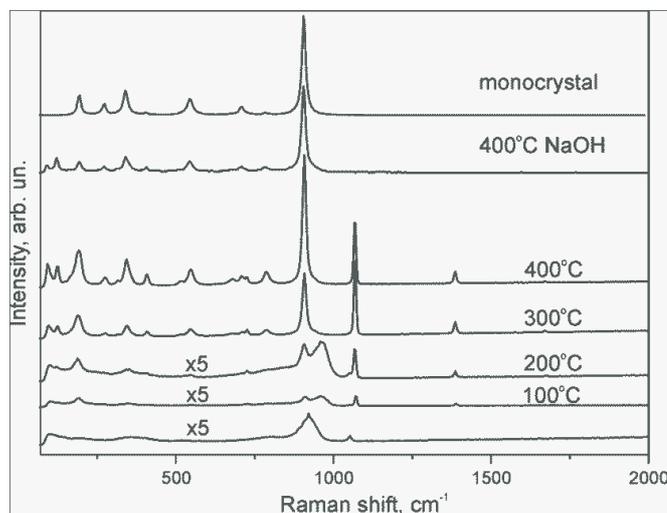


Рис. 1. Рамановские спектры синтезированных образцов вольфрамата цинка.

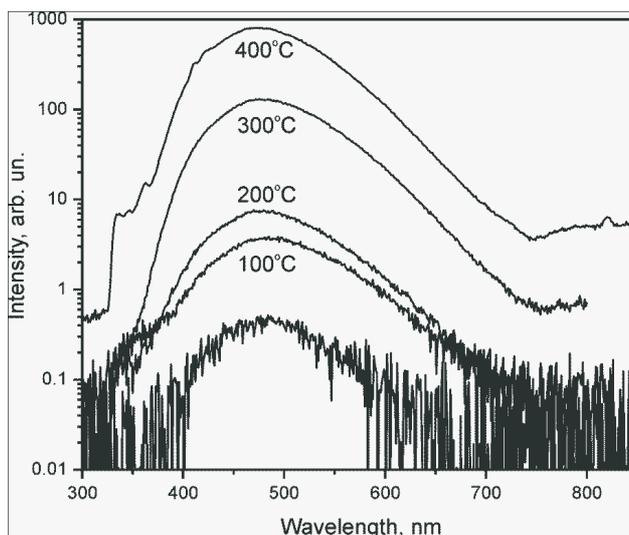


Рис. 2. Спектры фотолюминесценции порошков  $ZnWO_4$ .

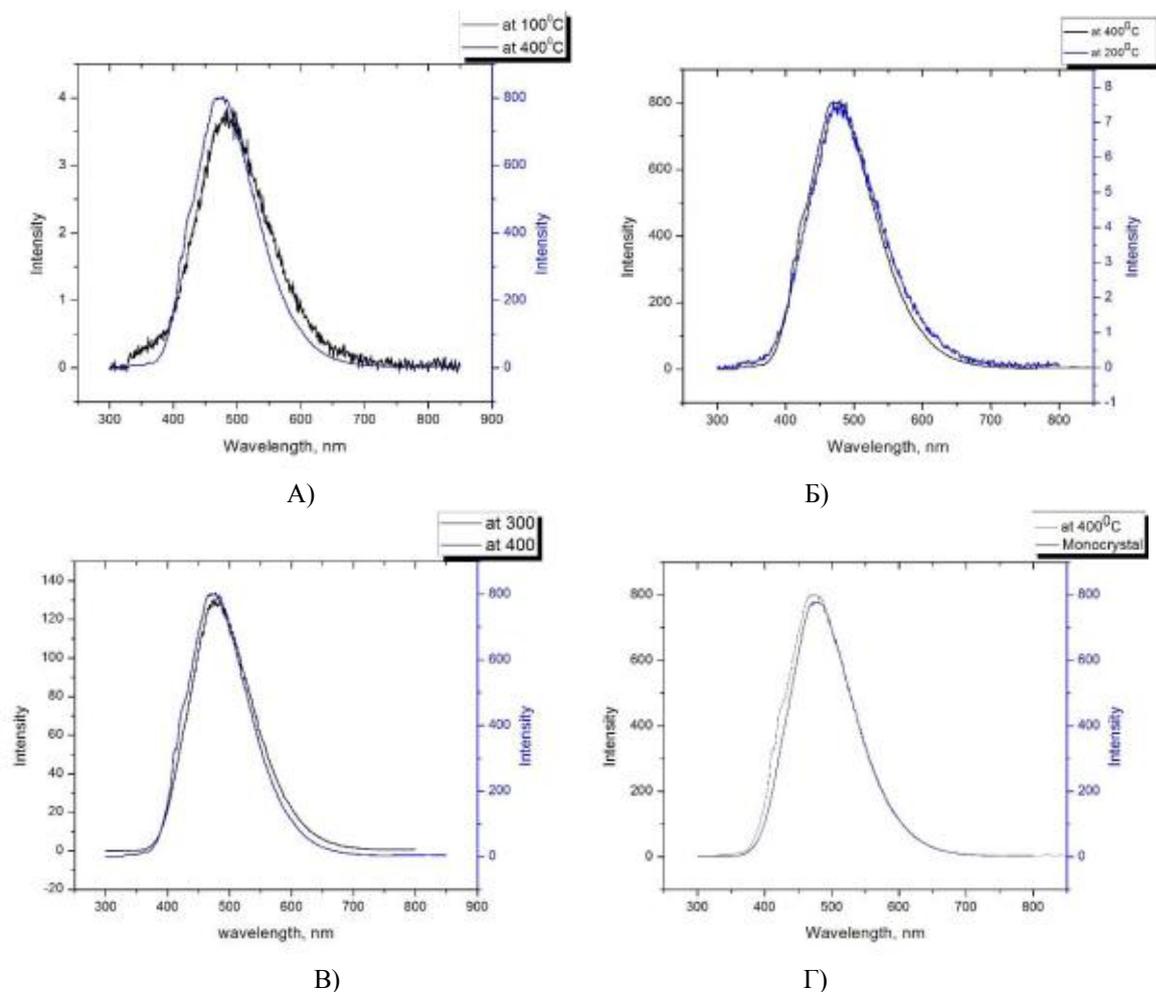


Рис. 3. Спектры фотолюминесценции вольфрамата цинка: А) при отжиге 100°C и 400°C, Б) при отжиге 200°C и 400°C, В) при отжиге 300°C и 400°C, Г) при отжиге 400°C и монокристалл.

На рисунке 4 приведены результаты энерго-дисперсионного анализа. Как видно из рисунка, кроме ожидаемых элементов W, Zn, O, другие элементы не регистрируются.

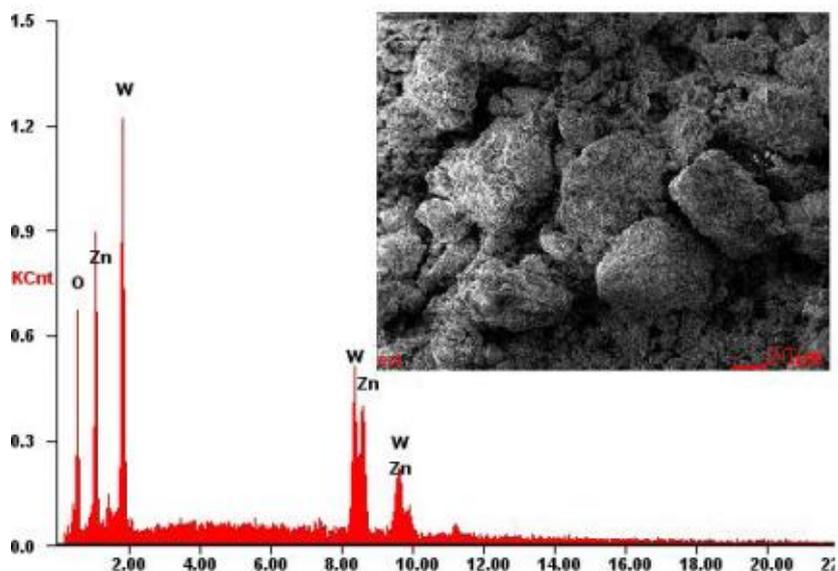


Рис. 4. Энерго-дисперсионный анализ вольфрамата цинка

**Выводы.** Отработаны режимы получения вольфрамата цинка гидротермальным методом из исходных компонентов  $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  и  $Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$ . Изучены люминесцентные свойства и

структура образцов методом рамановской спектроскопии. Определен элементный состав образцов рентгенофлуоресцентным методом. Показано, что спектры фотолюминесценции и рамановские спектры полученных образцов совпадают со спектрами монокристаллов вольфрамата цинка.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. H.Kraus, V.BMikhailik, Y. Ramaches, D. Day, K.B. Hutton, J. Telfer. "Feasibility study of a  $ZnWO_4$  scintillator for exploiting materials signature in cryogenic WIMP dark mater searches" // Phys. lett B 610- 2005-C.37-44.
2. AbdessalemHamrouni, NoomenMoussa, Agatino Di Paola, Francesco Parrino, AmmarHouas, Leonardo Palmisano. "Characterization and photoactivity of coupled  $Zno - ZnWO_4$  catalysts prepared by sol-gel method" // Applied Catalysis B: Environmental-2014, C.370-385.
3. Nguyen Van Minh, Nguyen Manh Hung. "A Study of the Optical Properties in  $ZnWO_4$  Nanorods Synthesized by Hydrothermal Method" // Materials Sciences and Application-2011- 2-C. 988-992.
4. A. R. Phani, M. Passacantando, L. Lozzi and S. Santucci. "Structural Characterization of Bulk  $ZnWO_4$  Prepared by Solid State Method" // Journal Material Science-Vol. 35- No. 19- 2000- C. 4879-4883.
5. Lisitsyna, LA, Tupitsyna, IA, Lisitsyn, VM. "Effect of the surface on luminescence properties of  $ZnWO_4$  crystals" //NUCLEAR INSTRUMENTS-2015,T-365-C.278-282.

#### **A study of optical properties and hydrothermal synthesis of powder $ZnWO_4$**

AbdullinKh.A., LisitsynV.M., MarhabaevaA.A., KalkozovaJ.K., Nemkaeva R.R.

**Summary.** In this paper, the zinc tungstate has been synthesized by hydrothermal method. The thermal annealing in air at  $400^{\circ}C$  is optimal for forming a zinc tungstate crystal structure. The prepared powders were characterized by scanning electronic microscopy (SEM), Raman scattering, photoluminescent (PL) spectra. Also Raman spectrum and spectrum of the luminescence single crystals of zinc tungstate obtained at the Institute for Scintillation Materials NAS of Ukraine has been studied.

**Keywords:** hydrothermal synthesis, scintillators, zinc tungstate, luminescence.

#### **$ZnWO_4$ ұнтақтарын гидротермалды синтездеу және оптикалық қасиеттерін зерттеу**

Абдуллин Х.А., Лисицын В.М., Мархабаева А.А., Калкозова Ж.К., Немкаева Р.Р.

**Түйіндеме.** Жұмыста цинк вольфраматын гидротермалді әдіспен синтездеудің режимдері анықталған. Алынған үлгілердің кристалдық құрылымының толық түзілуі  $400^{\circ}C$  температурада күйдірумен аяқталады. Вольфрамат цинкінің құрылымы раман спектроскопиясымен зерттелді және люминесценция спектрлері анықталды. Алынған үлгілердің элементтік құрамы зерттелді. Сонымен қатар сцинтилляциялық материалдар институты харьковта алынған вольфрамат цинкінің монокристалдарының комбинациялық және люминесценция спектрлері зерттелді.

**Түйін сөздер:** гидротермиялық синтез, сцинтилляторы, көшіре мырыш вольфрамат, люминесценция.

УДК 539.21:620.22

Алдонгаров Ж.С. <sup>а</sup>, Кобелеков Қ.С. <sup>а</sup>, Жумагулов С.К. <sup>а</sup>, Сарварова К.К. <sup>б</sup>,  
Абдуллин Х.А. <sup>а</sup>

<sup>а</sup> Казахский национальный университет имени аль-Фараби

<sup>б</sup> Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И Сатпаева  
г. Алматы, Казахстан

#### **СИНТЕЗ ВОЛОКОН ОКСИДА МЕДИ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОСПИННИНГА**

**Аннотация.** Для получения волокон была создана установка для электроспиннинга, состоящая из источника высокого напряжения, шприца с полимерным раствором, с отрицательным напряжением заземленного коллектора, и прибора подачи жидкости. Были получены и исследованы образцы нановолокон из таких полимеров, как поливинилацетат и поливиниловый спирт. Определены параметры и режимы получения нановолокон. Получены образцы композитных волокон с ацетатом меди, отработаны режимы отжига для получения волокон оксидов меди, образцы были исследованы с помощью оптической, электронной микроскопии и рамановской спектроскопии.

**Ключевые слова:** электроспиннинг, полимер, поливинилацетат, композитные волокна.