

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0420U102196

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 09-12-2020

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дубовик Олександр Михайлович

2. Dubovik Oleksander M.

Кваліфікація: к. т. н., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 05.02.01

Назва наукової спеціальності: Матеріалознавство

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 25-11-2020

Спеціальність за освітою: Хімічна технологія тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів

Місце роботи здобувача: Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23756522

Місцезнаходження: просп. Науки, буд. 60, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61072, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 64.169.01

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут монокристалів Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 00210217

**Місцезнаходження:** просп. Науки, 60, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61072, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 23756522

**Місцезнаходження:** просп. Науки, буд. 60, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61072, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 61.69.37

**Тема дисертації:**

1. «Отримання сцинтиляційних монокристалів  $ZnWO_4$ ,  $MgWO_4$  та твердих розчинів  $(Zn,Mg)WO_4$ ».
2. Obtaining of  $ZnWO_4$ ,  $MgWO_4$  crystal scintillators and solid solutions  $(Zn,Mg)WO_4$

**Реферат:**

1. У дисертаційній роботі викладено результати комплексних досліджень отримання допованих кристалів  $ZnWO_4$  та впливу домішкових дефектів на їхні оптичні та сцинтиляційні властивості. Одержані результати дозволили розробити технологічні умови отримання крупногабаритних сцинтиляційних монокристалів з поліпшеними характеристиками: світловим виходом 15 000 фот / МеВ, енергетичною роздільною здатністю – 8,5% при збудженні гамма-квантами з енергією 662 кеВ, рівнем післясвітіння через 20 мс – 0,002% та власним радіаційним фоном альфа- випромінювання 0,18 мБк/кг. Уперше в світі отримано об'ємні кристали  $MgWO_4$  оптичної якості та системно досліджено їхні оптичні й сцинтиляційні властивості в широкому температурному діапазоні, а також параметри власного радіаційного фону. Вирощені кристали мали наступні параметри: світловий вихід відносно  $CdWO_4$  склав близько 35%, післясвітіння через 20 мс – 0,035%, загальний радіаційний фон альфа-випромінювання склав 5,7 мБк/кг. Отримано новий сцинтиляційний

матеріал твердих розчинів  $(\text{Zn,Mg})\text{WO}_4$ . Розроблено та впроваджено технологію вирощування оптично якісних монокристалів методом Чохральського. Встановлено, що монокристали  $\text{Zn}_x\text{Mg}_{1-x}\text{WO}_4$  при  $x = 0,2 - 1$  мають моноклінну структуру типу вольфрамат. Дослідження залежності параметрів кристалічної структури змішаних кристалів  $(\text{Zn,Mg})\text{WO}_4$  від відносної концентрації катіонів показали лінійне збільшення об'єму елементарної ґратки при переході від  $\text{MgWO}_4$  до  $\text{ZnWO}_4$ . Досліджено залежність зростання світлового виходу від складу змішаних кристалів  $(\text{Zn,Mg})\text{WO}_4$ , яка має максимум при співвідношенні  $\text{Zn/Mg}$  близько одиниці. Величина світлового виходу для кристала  $\text{Zn}_{0,5}\text{Mg}_{0,5}\text{WO}_4$  в  $\sim 1,5$  рази перевищує таку для  $\text{ZnWO}_4$  і в  $\sim 2,1$  рази для  $\text{MgWO}_4$ . Завдяки збільшеному світловому виходу до 22 500 фот / МеВ показана можливість використання сцинтиляційних детекторів на основі монокристалів твердих розчинів замість токсичного  $\text{CdWO}_4$ . Ключові слова: монокристал, вольфрамат цинку, вольфрамат магнію, твердий розчин, метод Чохральського, оптичні властивості, сцинтилятор, світловий вихід, люмінесценція.

2. The work is devoted to obtaining of high efficient inorganic scintillation crystals  $\text{ZnWO}_4$ ,  $\text{MgWO}_4$  and solid solutions  $(\text{Zn,Mg})\text{WO}_4$ . Structure, luminescent, and scintillation properties of the obtained crystals have been studied.  $\text{ZnWO}_4$  crystal scintillators of large volume (up to  $\varnothing 55 \times 150 \text{mm}$ ) with advanced scintillation properties and reasonable mechanical characteristics were developed. It was achieved thanks to optimization of growth conditions and initial composition by doping  $\text{ZnWO}_4$  charge with metals of the first and second groups, as well as by elements with high electric negativity. The best one-centimeter samples shown energy resolution at the level of 8,5 % for 662 keV  $\gamma$  line of  $^{137}\text{Cs}$ . Low level of afterglow (0.002%, 20 ms after excitation) was obtained with one of  $\text{ZnWO}_4$  scintillators. Developed a technique for the growing  $\text{MgWO}_4$  crystals by pulling a seed from the melted flux solution, and used this to produce  $\geq 1 \text{cm}^3$  crystals of good optical quality. The optical and scintillation properties of this new crystal scintillator were systematically studied for the first time. The crystal shows a broad emission band with a maximum at 470 nm under X-ray excitation. The afterglow of the crystal is found to be 0.035% 20 ms after termination of X-ray excitation. The relative photoelectron output was found to be 35% that of  $\text{CdWO}_4$ . The relative intensity and scintillation decay kinetics were investigated over the temperature range 7–305 K. The relative scintillation efficiency of  $\text{MgWO}_4$  is found to be  $\approx 33$  % that of  $\text{ZnWO}_4$  at  $T = 7 \text{K}$ . These results demonstrate that  $\text{MgWO}_4$  has a good prospect as a scintillation detector for particular applications, such as rare event searches that require a range of different cryogenic scintillators. Mixed crystals  $(\text{Zn,Mg})\text{WO}_4$  were first grown by the Czochralski method. Structure, luminescent, and scintillation properties of the obtained mixed crystals have been studied. It is shown that the light output of  $\text{Zn}_x\text{Mg}_{1-x}\text{WO}_4$  solid solutions has a maximum at  $x = 0,5$  under X-ray excitation. Presented results allow to consider  $(\text{Zn,Mg})\text{WO}_4$  as a new and promising scintillating material. Keywords: single crystal, zinc tungstate, magnesium tungstate, solid solution, Czochralski method, optical properties, scintillator, light output,

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:**

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:**

**Підсумки дослідження:**

**Публікації:**

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

### **Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Тупіцина Ірина Аркадіївна
2. Tupitsyna Iryna A.

**Кваліфікація:** к. т. н., 05.02.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

### **Офіційні опоненти**

#### **Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Брагіна Людмила Лазарівна
2. Brahina Ludmyla Lazarivna

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.17.11

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

#### **Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Кудін Олександр Михайлович
2. Kudin Oleksandr M.

**Кваліфікація:** д. т. н., 01.04.07, 05.02.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

## **VIII. Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Толмачов Олександр Володимирович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Толмачов Олександр Володимирович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

**Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Т.А.