

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0424U000034

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 19-02-2024

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

- Самсоненко Марія Миколаївна
- Samsonenko Mariia M.

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 01.04.18

Назва наукової спеціальності: Фізика і хімія поверхні

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 14-03-2024

Спеціальність за освітою: Екологія та охорона навколишнього середовища

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 26.210.01

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут хімії поверхні ім. О. О. Чуйка Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 03291669

**Місцезнаходження:** вул. Генерала Наумова, буд. 17, Київ, 03164, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

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

**Повне найменування юридичної особи:** Державна організація Інститут сорбції та проблем ендоекології Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05398131

**Місцезнаходження:** вул. Генерала Наумова, буд. 13, Київ, 03164, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 31.15.19

**Тема дисертації:**

1. Модифікування оксиду олова (IV) та його використання як сорбента та каталізатора
2. Modification of tin (IV) oxide and its use as a sorbent and catalyst

**Реферат:**

1. Дисертаційна робота присвячена вивченню впливу механохімічної, мікрохвильової та ультразвукової обробки на фізико-хімічні властивості діоксиду олова, в т.ч. їх стабільність при високих температурах. Досліджено вплив умов модифікування на активність одержаних зразків в процесах фотодеструкції органічних забруднювачів у водних розчинах під дією видимого світла, а також їх сорбційних властивостей по відношенню до іонів U(VI). В роботі науково обґрунтовано взаємозв'язок між фізико-хімічними та фотокаталітичними і сорбційними характеристиками діоксиду олова. Показано, що механохімічне та мікрохвильове модифікування осаджених зразків SnO(OH)<sub>2</sub> та промислових зразків SnO<sub>2</sub> дозволяє отримати термічностабільні мезо- та мезомакропоруваті матеріали, що мають високу активність в фотокаталітичних та сорбційних процесах. Встановлено, що при допуванні діоксиду олова висококристалічними оксидами, окрім фази SnO<sub>2</sub>, присутня фаза допantu, а для зразків, допованих солями металів, з наступною їх термічною

обробкою – лише кристалічна фаза діоксиду олова. При використанні в якості допantu  $\text{TiO}(\text{OH})_2$  відбувається утворення твердого розчину на основі  $\text{SnO}_2$ . Показано, що внаслідок допування  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Pr}^{3+}$ ,  $\text{Sm}^{3+}$ ,  $\text{Ce}^{4+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Nb}^{5+}$ ,  $\text{Ta}^{5+}$ ,  $\text{Mo}^{6+}$  відбувається значне звуження ширини забороненої зони та підвищення фотокаталітичної активності при дії видимого світла. За рахунок максимального звуження забороненої зони та зменшення швидкості рекомбінації носіїв заряду, зразки  $\text{SnO}_2$ , доповані 1-2 мас. % срібла, мають максимальну фотокаталітичну активність та ступінь мінералізації по відношенню до барвників та фенолів. На основі одержаних результатів представлено спосіб отримання сонохімічно допованого діоксиду олова, як фотокаталізатора, активного при дії видимого світла, з оптимальними фізико-хімічними характеристиками. Ключові слова: діоксид олова, механохімічна, ультразвукова та мікрохвильова обробка, допування, порувата та кристалічна структура, оптичні характеристики, будова поверхні, термічна стійкість, фотокаталітична активність, іонообмінні властивості.

2. The dissertation is devoted to the research of the influence of mechanochemical, microwave and ultrasonic treatments on the physicochemical properties of tin dioxide, including their stability at high temperatures and the research of activity of the obtained samples in the processes of photodestruction of organic pollutants in aqueous solutions under visible light, as well as their sorption properties in relation to ions U(VI). The relationship between physicochemical and photocatalytic and sorption characteristics of tin dioxide is scientifically substantiated. According to DTA-TG data, the precipitated and high-dispersed commercial samples correspond to composition  $\text{SnO}(\text{OH})_2$ , the low-dispersed –  $\text{SnO}_2$ . The mechanochemical and microwave treatment of samples leads to partial removal of OH-groups. It's accompanied by transformation of initial  $\text{SnO}(\text{OH})_2$  into  $\text{SnO}_2$ . Chemical composition of  $\text{SnO}_2$  doesn't change under modification. According to XRD data, laboratory precipitated samples have X-ray amorphous structure and commercial powders are crystalline. The crystal structure is partially destroyed after mechanochemical treatment but, on the contrary, improved as a result of microwave treatment. It's shown that mechanochemical and microwave modification of precipitated and commercial  $\text{SnO}_2$  samples allows to obtain meso- and mesomacroporous materials. Peculiarity of milling in water is formation of the secondary porosity that presented by macropores. A uniform mesoporous structure is formed as a result of the MWT of wet gels and dry xerogels. UV-Vis spectra show bathochromic shift of absorption edge and corresponding narrowing of band gap for modified  $\text{SnO}_2$  samples from 4.2 to 3.5-3.9 eV. It was found that when doping with highly crystalline oxides, a separate dopant phase is formed, and when doping with metal salts followed by heat treatment, only the crystalline phase of tin dioxide is preserved. When  $\text{TiO}(\text{OH})_2$  is used as a dopant, the formation of a solid substitution solution based on  $\text{SnO}_2$  is observed. When wet  $\text{SnO}_2$  gels are doped, high values of the specific surface, increase the total volume of pores, formation of additional meso- and macropores are observed. Also, the introduction of dopants into the structure of tin dioxide contributes to the narrowing of the band gap, but to a different extent. Silver doping maximally narrows the band gap to 2.59 eV. All types of modification lead to improved functional characteristics of the obtained  $\text{SnO}_2$  samples. Mechanochemical and microwave treatment leads to the increased of photocatalytic activity of  $\text{SnO}_2$  samples in the range of visible light in the processes of photodegradation of dyes and phenols. Doping with all studied metals also contributes to an even greater increase in the photocatalytic activity of tin dioxide. On the basis of the obtained results, a simple method for producing sonochemically doped tin dioxide, active under the action of visible light, with optimal physicochemical characteristics is presented. The decisive influence of the meso- and meso-macroporous structure of tin dioxide on its sorption properties in relation to U(VI) in both cationic and anionic forms was established. Keywords: tin dioxide, mechanochemical, ultrasonic and microwave treatment, doping, porous structure, crystal structure, optical characteristics, surface structure, thermal stability, photocatalytic activity, ion exchange properties.

**Державний реєстраційний номер ДіР:** 0113U001127

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Нові речовини і матеріали

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Не застосовується

**Підсумки дослідження:** Нове вирішення актуального наукового завдання

## Публікації:

- M. Samsonenko, S. Khalameida, J. Skubiszewska-Zięba. Tin (IV) oxide and oxo-hydroxide modification and investigation of their properties // Наукові записки НаУКМА «Хімічні технології». – 2016. – Т.183. – с. 73-77. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/NaUKMAchem\\_2016\\_183\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/NaUKMAchem_2016_183_16)
- С.В. Халамейда, М.М. Самсоненко, J. Skubiszewska-Zięba, О.І.Закутевський, Л.С. Кузнецова. Вплив механохімічного модифікування на властивості порошоків оксиду і оксигідроксиду олова (IV) // Хімія, фізика та технологія поверхні. – 2017. – Т.8, №3. – с. 271-288. <https://doi.org/10.15407/hftp08.03.271>
- S.V. Khalameida, M.N. Samsonenko, V.V. Sydorhchuk, V.L. Starchevskyy, O.I. Zakutevskyy and O.Yu. Khyzhun. Photocatalytic properties of tin dioxide doped with chromium (III), silver and zinc compounds in the oxidation of organic substrates by the action of visible light // Theoretical and Experimental Chemistry. – 2017. – Vol. 53, No. 1. – PP. 40-46. <https://doi.org/10.1007/s11237-017-9499-5>
- S. Khalameida, M. Samsonenko, J. Skubiszewska-Zięba, O. Zakutevsky. Dyes catalytic degradation using modified tin (IV) oxide and hydroxide powders // Adsorption Science & Technology. – 2017. – Vol. 35, No. 9-10. – PP. 853-865. <https://doi.org/10.1177/0263617417722251>
- M. Samsonenko, O. Zakutevskyy, S. Khalameida, J. Skubiszewska-Zieba, M.Kovtun. Study of the physical-chemical and sorption properties of SnO<sub>2</sub> prepared by mechanochemical and microwave routes // Chemistry, Physics And Technology of Surfase. – 2018. – Vol. 9, No. 4. – PP. 383-392. <https://doi.org/10.15407/hftp09.04.383>
- M. Samsonenko, O. Zakutevskyy, S. Khalameida, B. Charmas, J. Skubiszewska-Zieba. Influence of mechanochemical and microwave modification on ionexchange properties of tin dioxide with respect to uranyl ions // Adsorption. – 2019. – Vol. 25, Iss. 3. – PP. 451-457. <https://doi.org/10.1007/s10450-019-00036-2>
- M. Samsonenko, S. Khalameida, V. Sydorhchuk, A. Lakhnik, L.Kotynska. Structure and photocatalytic properties of SnO<sub>2</sub> doped with titanium // Nanosistemi, Nanomateriali, Nanotehnologii. – 2020. – Vol. 18, No. 3. – PP. 697-706. Access mode: [https://www.imp.kiev.ua/nanosys/media/pdf/2020/3/nano\\_vol18\\_iss3\\_p697p706\\_2020.pdf](https://www.imp.kiev.ua/nanosys/media/pdf/2020/3/nano_vol18_iss3_p697p706_2020.pdf)
- M. Samsonenko, S. Khalameida, V. Sydorhchuk, O. Khyzhun, V. Starchevskyy and B. Charmas, "Influence of Doping with Silver on Photocatalytic Properties of Tin Dioxide," 2021 IEEE 11th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP), 2021, pp. 1-5, <https://doi.org/10.1109/NAP51885.2021.9568598>
- I. Matushko, S. Khalameida, M. Samsonenko, V. Sydorhchuk, L. Oleksenko, N. Maksymovych, O. Khyzhun and I. Kuraeva Effect of Mechanochemical and Microwave Modification of SnO<sub>2</sub> Nanomaterials on Properties of Hydrogen Sensors // Acta Physica Polonica A. – 2022. – No. 4, Vol. 141. – PP. 247-252. <https://doi.org/10.12693/APhysPolA.141.247>
- S. Khalameida, I. Matushko, M. Samsonenko, V. Sydorhchuk, L. Oleksenko, N. Maksymovych, O. Khyzhun, I. Kuraieva, G. Fedorenko Influence of mechanochemical and microwave treatment of tin dioxide on porous structure and gas sensitive properties of SnO<sub>2</sub> based sensor nanomaterials // Research on Chemical Intermediates. – 2022. – Vol.48. – PP. 2279-2294 <https://doi.org/10.1007/s11164-022-04684-y>
- S. Khalameida, M. Samsonenko, V. Sydorhchuk, O. Zakutevskyy, V. Starchevskyy, A. Lakhnik Improving the photocatalytic properties of tin dioxide doped with titanium and copper in the degradation of rhodamine B and safranin T // Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis. – 2022. – Vol. 135. – PP. 1665-1685 <https://doi.org/10.1007/s11144-022-02206-w>
- S. Khalameida, M. Samsonenko, O. Khyzhun, V. Sydorhchuk, V.Starchevskyy, B. Charmas, E. Skwarek Sonon and mechanochemical doping of tin dioxide with silver and its physicochemical characteristics and photocatalytic properties // Research on Chemical Intermediates. – 2023. – Vol. 49. – PP. 121-145 – <https://doi.org/10.1007/s11164-022-04865-9>

- Пат. 142812 Україна, МПК В01J 23/14, В01J 37/34, С01G 19/02. Патент на корисну модель «Спосіб отримання SnO<sub>2</sub> як фотокаталізатора для очистки водного середовища від органічних забруднювачів при дії видимого світла» / Самсоненко М.М., Халамейда С.В., Закутевський О.І., Старчевський В.Л.; власник Інститут сорбції та проблем ендоекології НАН України. – № u 2020 00685; заявл. 05.02.2020; опубл. 25.06.2020, Бюл. №12.

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

**Соціально-економічна спрямованість:** поліпшення стану навколишнього середовища; економія матеріалів

**Охоронні документи на ОПВ:**

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Пат. 142812 Україна, МПК В01J 23/14, В01J 37/34, С01G 19/02. Патент на корисну модель «Спосіб отримання SnO<sub>2</sub> як фотокаталізатора для очистки водного середовища від органічних забруднювачів при дії видимого світла» / Самсоненко М.М., Халамейда С.В., Закутевський О.І., Старчевський В.Л.; власник Інститут сорбції та проблем ендоекології НАН України. – № u 2020 00685; заявл. 05.02.2020; опубл. 25.06.2020, Бюл. №12.

**Впровадження результатів дисертації:** Планується до впровадження

**Зв'язок з науковими темами:** 0121U111945

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Халамейда Світлана В'ячеславівна
2. Svitlana V. Khalamejda

**Кваліфікація:** к. х. н., старший науковий співробітник, 02.00.15

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Державна організація Інститут сорбції та проблем ендоекології Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05398131

**Місцезнаходження:** вул. Генерала Наумова, буд. 13, Київ, 03164, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

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

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Борисенко Микола Васильович

2. Borysenko Mykola V.

**Кваліфікація:** к.х.н., с.н.с., 01.04.18

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут хімії поверхні ім. О. О. Чуйка Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 03291669

**Місцезнаходження:** вул. Генерала Наумова, буд. 17, Київ, 03164, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Щербань Наталія Дмитрівна

2. Nataliia D. Shcherban

**Кваліфікація:** д. х. н., с.д., 02.00.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-8767-702X

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417213

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 31, Київ, 03028, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

**Рецензенти**

## VIII. Заключні відомості

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

Картель Микола Тимофійович

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

Картель Микола Тимофійович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Дацюк Андрій Михайлович

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна