

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Полтавський державний аграрний університет  
Корпорація MICRO TRACERS Inc. Сан-Франциско (USA)  
Laboratory of Organic Electronics, Department of Science and  
Technology, Linköping University, Norrköping, Sweden  
N. Gumilyov Eurasian National University,  
Chemistry Department, Nur-Sultan, Kazakhstan  
Plant and Soil Sciences Department University of Delaware, (USA)



## VI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ «ХІМІЯ, БІОТЕХНОЛОГІЯ, ЕКОЛОГІЯ ТА ОСВІТА»

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**

16-17 травня 2022 року



Полтава—2022

а також ряду неорганічних, таких як CO, H<sub>2</sub>S, HCN, NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> та ін.;

– створення покриттів, здатних самоочищатися з гідрофільними властивостями та розроблення різних комбінованих способів їх активації.

В результаті роботи виявлено залежність фотокаталітичної активності шаруватих перовскітоподібних оксидів A<sub>2</sub>Ln<sub>2</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>10</sub>, ALnNb<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (A – Li, Na, K, Rb, Cs, H; Ln – La, Nd) від природи і вмісту складових компонентів, способу й умов їх одержання, структури. Одержані дані можуть лягти в основу визначення напрямів пошуку способів синтезу монофазних зразків таких матеріалів, покращення їх функціональних характеристик, відтворюваності, стабільності.

**Список використаних джерел:**

1. K. Maeda. *J. Photochem. Photobiol. C.* – 2011. – V. 12. – № 4. – P. 237–268. 2. R.E. Schaak, T.E. Maliouk. *Chem. Mater.* – 2005. – V. 14. – P. 1455–1471. 3. J. Gopalakrishnan, V. Bhat. *Inorganic Chemistry.* – 1987. – V. 26. – P. 4299–4301.

**ПОШУК СПОСОБІВ ФОРМУВАННЯ ШАРУВАТИХ  
ПЕРОВСКІТОПОДОБНИХ ОКСИДНИХ ФАЗ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИХ І  
ПЕРЕХІДНИХ ЕЛЕМЕНТІВ. РОЗШИРЕННЯ СФЕР ЇХ  
ВИКОРИСТАННЯ**

**Дрючко О.Г., Бунякіна Н.В., Іваницька І.О., Плешкань Д.П., Лобода Є.В.**

**(м. Полтава)**

Дане повідомлення є продовженням комплексного системного охарактеризування шаруватих перовскітоподібних фаз рідкісноземельних і перехідних елементів започатковане у попередніх дослідженнях. У ньому на прикладі багатокомпонентних складних оксидів лантаноїдів і титану наводяться нові з'ясовані відомості про фізико-хімічні властивості і поведінку фотокаталітичноактивних матеріалів на їх основі у водних розчинах.

Останнім часом диоксид титану, привертає особливу увагу у зв'язку з новими унікальними перспективами його застосування у формі наноструктурованих матеріалів і нанокомпозитів з контрольованими морфологічними, фізико-хімічними та оптичними властивостями [1]. Наноструктурований диоксид титану, що володіє високою хімічною і термічною стабільністю, а також домішковими рівнями в електронній структурі матеріалу, створюваними за рахунок заданого типу легування, є унікальним для одержання на його основі нових ефективних функціональних матеріалів, що застосовуються у фотокаталізі і фотовольтаїці у видимій області спектра, сенсориці, каталізі, для рідинної хроматографії та інших сферах.

Сучасні темпи розвитку матеріалознавства вимагають пошуку нових регламентів синтезу таких високодисперсних матеріалів, що характеризуються простотою і легкістю масштабування, низькою енергозатратністю і дозволяють створювати цільові продукти з необхідним набором властивостей з використанням недорогих вихідних реагентів за мінімальне число стадій. Особливий інтерес у цьому відношенні представляють гібридні методи синтезу, що недавно з'явилися і які поєднують переваги кожного з використовуваних методів (елементи піролізного і гідролізного методів синтезу, метод Печіні, горіння рідких нітратних прекурсорів [2] та інших).

Для ефективного управління властивостями одержуваних продуктів необхідне глибоке розуміння фізико-хімічних процесів, явищ, що відбуваються у ході їх формування. І їх комплексне дослідження із застосуванням сучасних фізико-хімічних методів дозволяє удосконалювати наші знання про характерні особливості швидко протікаючих процесів, стадії еволюції структури і мікроструктури технологічних об'єктів.

Одним з найбільш перспективних класів складнооксидних матеріалів рідкісноземельних елементів і титану є наноструктуровані шаруваті перовскітоподібні сполуки і тверді розчини на їх основі. Залежно від складу і

структури вони мають широкий спектр фізико-хімічних властивостей. Розглядаємо в даній роботі перовскітоподібні шаруваті титанати належать гомологічному ряду  $(M, Ln)_{n+1}Ti_nO_{3n+1}$ , де  $(M - Li - Cs; Ln - La, Nd; n -$  число наночарів перовскіта). Наприклад,  $NaNdTiO_4$  у своїй структурі містить один наночар перовскіта,  $Na_2Nd_2Ti_3O_{10}$  – три наночари перовскіта; при цьому товщина одного шару становить приблизно 0,5 нм.

Їх змішані частинки–напівпровідники застосовуються як функціональні компоненти у процесах взаємного перетворення різних форм енергії, зокрема як фотокаталізатори окисно-відновних реакцій. Особливе значення набувають просторово впорядковані фотоактивні напівпровідники, зокрема шаруваті перовскітоподібні оксиди, в яких завдяки особливостям їх мікроструктури та морфології можливе ефективніше розділення фотогенерованих зарядів, що і обумовлює їх підвищену активність в фотокаталітичних процесах у порівнянні із звичайними об'єктами близької хімічної природи.

Залежно від природи і стехіометрії катіонів, що входять до їх складу, вони можуть проявляти різноманітні фізичні і хімічні властивості: надпровідність, колосальний магнітоопір, сегнетоелектрику, каталітичну і фотокаталітичну активність, здатність до іонного обміну в розчинах і розплавах, здатність до гідратації міжшарового простору та інші. Тому вивчення особливостей процесів перетворень проміжних попередників – лужних координаційних нітратів РЗЕ, їх реакційної здатності у низькотемпературних умовах синтезу шаруватих перовскітоподібних оксидних фаз безпосередньо впливає на можливі і сфери їх подальшого застосування.

З'ясовано, що шаруваті оксиди з фазами Діона-Якобсона в розчинах, а з фазами Раддлесдена-Поппера в розплавах відповідних солей нітратів піддаються реакціям іонного заміщення міжшарових катіонів більшого розміру, таких як  $Cs^+$ ,  $Rb^+$  і  $K^+$ , на катіони меншого розміру  $Li^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ . Синтезувати такі зразки однофазними, використовуючи традиційні високотемпературні

твердофазні реакції ( $> 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), важко, оскільки тривимірні перовскіти, як правило, більш стабільні. Але завдяки низькотемпературним іонообмінним реакціям (близько  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) забезпечується реалізація таких структур.

Створення гранульованих трьохшарових композиційних фотокаталізаторів: адсорбент – діоксид кремнію - діоксид титану анатазної модифікації дозволить комплексно одночасно вирішити всі функціональні складнощі – ефективного очисника полярних і неполярних молекулярних забруднювачів; виключення впливу електропровідних властивостей сорбенту на рекомбінацію фотогенерованих електрон-діркових пар; забезпечення повного поглинання падаючого випромінювання саме частинками фотокаталізатора, а не адсорбенту; проявлення фотокаталітичної активності під видимим світлом.

Отримані власні [3] і літературні фізико-хімічні, термохімічні та структурні відомості, а також результати їх інтерпретації є важливим етапом розвитку експериментальної і теоретичної наукової бази даних про шаруваті сполуки і процеси з їх участю; їх унікальні властивості, що визначаються двовимірним характером побудови міжшарового простору, спотворенням структури титан-кисневих октаедрів перовскітового шару і високою рухливістю катіонів лужних металів.

#### **Список використаних джерел:**

1. Родионов И. А. Исследование фотокаталитической активности слоистых оксидов  $\text{ALnTiO}_4$  ( $A = \text{Na}, \text{Li}, \text{H}$ ) / И.А. Родионов, О.И. Силуков, И.А. Зверева // Журнал общей химии. – 2012. – № 4. – С. 548–555.
2. Solution Combustion Synthesis of Nanoscale Materials / Arvind Varma, Alexander S. Mukasyan, Alexander S. Rogachev and Khachatur V. Manukyan // American Chemical Society. Chem. Rev. – 2016. – Vol. 116. – P. 14493-14586.
3. Дрючко О.Г., Стороженко Д.О., Бунякіна Н.В., Коробко Б.О. Фізико-хімічне охарактеризування координаційних нітратів РЗЕ і лужних металів – прекурсорів оксидних поліфункціональних матеріалів. Вісник національного технічного університету «ХПІ», серія: Хімія, хімічна технологія та екологія. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2018. – № 39 (1315). – С. 3-13.