

National Academy of
Sciences of Ukraine
V.I. Vernadsky
Institute of General and
Inorganic Chemistry
Council of Young Scientists
of IGIC NASU



Національна академія
наук України
Інститут загальної та
неорганічної хімії
ім. В.І. Вернадського
Рада молодих дослідників
ІЗНХ НАНУ

**Scientific Conference of Young Scientists
of V.I. Vernadsky IGIC of NAS of Ukraine**

(Kyiv, May 30, 2019)

Abstract Book

**Наукова конференція молодих учених
ІЗНХ ім. В.І. Вернадського НАН України**

(Київ, 30 травня 2019 року)

Збірник тез доповідей



Київ 2019

УДК 544+546

Наукова конференція молодих учених ІЗНХ ім. В.І. Вернадського НАН України (30 травня 2019 року): збірник тез доповідей. – Київ, 2019. – 36 с.

Scientific Conference of Young Scientists of V.I. Vernadsky IGIC of NAS of Ukraine (May 30, 2019): Book of Abstracts. – Kyiv, 2019. – 36 p.

Научная конференция молодых ученых ИОНХ им. В.И. Вернадского НАН Украины (30 мая 2019 г.): сборник тезисов докладов. – Киев, 2019. – 36 с.

Збірник містить тези доповідей, які було представлено на конференції молодих учених ІЗНХ ім. В.І. Вернадського НАН України, що відбулась 29-30 травня 2019 року. Тези відображають результати досліджень молодих дослідників інституту у галузях неорганічної, фізичної хімії та електрохімії. Текст тез подано в авторській редакції.

Рецензенти: д.х.н., ст.наук.співр. *Орисик С.І.*, к.х.н., ст.наук.співр. *В'юнов О.І.*

Рекомендовано до друку Вченою радою ІЗНХ ім. В.І. Вернадського НАН України (протокол № 5 від 16 травня 2019 р.).

Науковий комітет конференції

член-кор. НАНУ, д.х.н., проф. *Пехньо В.І.* (голова), акад. НАНУ, д.х.н., проф. *Білоус А.Г.*, член-кор НАНУ, д.х.н., проф. *Колбасов Г.Я.*, член-кор НАНУ, д.х.н., проф. *Огенко В.М.*, член-кор НАНУ, д.х.н., проф. *Кублановський В.С.*, д.х.н., ст.н.с. *Дзязько Ю.С.*, д.х.н., проф. *Мирна Т.А.* д.х.н., ст.н.с. *Орисик С.І.*, д.х.н., проф. *Панов Є.В.*, д.х.н., доцент *Першина К.Д.*, д.х.н., ст.н.с. *Пірський Ю.К.*, д.х.н., ст.н.с. *Трунова О.К.*, д.х.н., ст.н.с. *Черній В.Я.*

Організаційний комітет конференції

к.х.н. *Солопан С.О.* (голова), д.х.н., ст.н.с. *Омельчук А.О.*, к.х.н. *Лисюк Л.С.* ст.н.с., к.х.н. *В'юнов О.І.*, к.х.н. *Шлапа Ю.Ю.*, к.х.н. *Погоренко Ю.В.*, к.х.н. *Скриптун І.М.*, *Штоквиш О.О.*

ISBN 978-617-7610-05-1



© Інститут загальної та неорганічної хімії
ім. В.І. Вернадського НАН України, 2019
© Колектив авторів, 2019

© V.I. Vernadsky Institute of General and
Inorganic Chemistry NAS of Ukraine, 2019
© Authors Team, 2019

© Институт общей и неорганической химии
им. В.И. Вернадского НАН Украины, 2019
© Коллектив авторов, 2019

СИНТЕЗ ТА ВЛАСТИВОСТІ ПЛІВОК ОРГАНО-НЕОРГАНІЧНОГО ПЕРОВСКІТУ $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$

Торчинюк П.В.¹, В'юнов О.І.¹, Іщенко О.О.², Юхимчук В.О.³,
Костильов В. П.³, Білоус А.Г.¹

¹Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України Відділ
хімії твердого тіла, pasha.torchyniuk@gmail.com

²Інститут органічної хімії НАН України

³Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова НАН України

Розвиток економічно ефективних та високоефективних відновлювальних джерел енергії є одним з найбільших викликів 21-го століття. Перспективним відновлювальним джерелом енергії є сонце. Останнім часом органо-неорганічні перовскіти $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ привернули значну увагу як світлопоглинаючі сполуки для виготовлення недорогих і високоефективних сонячних елементів [1]. Це обумовлено відносно легким синтезом цих сполук, високим коефіцієнтом поглинання світла в діапазоні видимого спектру, великою довжиною дифузії носіїв заряду, низькою швидкістю їх рекомбінації [2,3]. Сонячні елементи на їх основі можуть зайняти провідні позиції в фотоелектричних технологіях, проте для комерційного використання необхідно підвищити їх стабільність у часі. Відомо, що вологість, підвищена температура, кисень та ультрафіолетове випромінювання викликають деградацію перовскитних матеріалів [4]. Тому дослідження властивостей та шляхів підвищення стійкості органо-неорганічних перовскитів на сьогодні є актуальним.

Метою даної роботи було синтез та дослідження властивостей плівок органо-неорганічних перовскитів із різним співвідношенням вихідних реагентів.

Для синтезу плівок органо-неорганічних перовскитів використовували як вихідні реагенти PbI_2 та $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ з різним співвідношенням (1:1, 1:2, 1:3). Як розчинник використовували диметилформамід (ДМФА). Плівки органо-неорганічного перовскіту наносилися на скляні підкладки методом spin-coating. Встановлено, що при синтезі плівок зі співвідношенням $\text{PbI}_2:\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}=1:1$ мікроструктура плівки представлена анізотропними частинками у формі голок, при $\text{PbI}_2:\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}=1:2$ – частинками у формі кленового листка, а при $\text{PbI}_2:\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}=1:3$ – округлими частинками. Плівка стає щільнішою та більш ізотропною. Процес утворення плівок органо-неорганічних перовскитів $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ при різному співвідношенні вихідних реагентів відбувається за різними схемами: без утворення проміжної сполуки (1:1), через утворення однієї проміжної сполуки $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_2\text{PbI}_4$ (1:2), та двох проміжних сполук $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_3\text{PbI}_5$, $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_2\text{PbI}_4$ (1:3). Утворення органо-неорганічного перовскіту при співвідношенні вихідних реагентів (1:1) відбувається при 70-80 °С, при співвідношенні 1:2 та 1:3 – при 170 °С та 175 °С відповідно. Отже мікроструктура плівки органо-неорганічного перовскіту визначається мікроструктурою вихідної сполуки PbI_2 у випадку співвідношення вихідних реагентів 1:1, а також мікроструктурою проміжних сполук $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_2\text{PbI}_4$ та $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_3\text{PbI}_5$ при співвідношенні 1:2, 1:3 відповідно.

Для покращення стійкості плівок органо-неорганічного перовскиту наносили шар полімеру полівініл бутиралю (5 мас. % розчин в хлороформі) товщиною 50-100 нм. Для дослідження стійкості плівок органо-неорганічного перовскиту використовували комплекс методів: РФА, раманівської спектроскопії. Стійкість плівок $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ з та без полімеру оцінювали за вмістом додаткової фази PbI_2 в часі від моменту синтезу до 55 днів. За результатами раманівської спектроскопії показано, що при неперервній дії лазерного випромінювання на перовскит, спектр, який відповідає коливним модам $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$, з часом трансформується в спектр характерний для PbI_2 . Встановлено, що наявність полімеру значно покращує стійкість плівок при дії вологи в атмосфері повітря. Показано, що найменше деградують плівки з найбільшим співвідношенням PbI_2 до $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ (1:3), найбільше деградують плівки з проміжним співвідношенням PbI_2 до $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ (1:2).

Для дослідження фотоелектричних властивостей отриманих плівок використовували метод спектральних залежностей малосигнальної поверхневої фотонапруги. Показано, що метод спектральних залежностей малосигнальної поверхневої фотонапруги містять інформацію про довжину дифузії неосновних носіїв у плівках органо-неорганічного перовскиту. В результаті аналізу спектрів встановлено, що довжина дифузії неосновних носіїв заряду більша за товщину плівок, тобто можна передбачити високу ефективність гетеропереходу перовскиту, а також очікувати значний ККД сонячних елементів на основі органо-неорганічних перовскитів.

Дана робота виконана в рамках виконання програми Грантів НАН України дослідницьким лабораторіям/групам молодих вчених НАН України № 0118U002326.

Перелік посилань

1. *Correa-Baena J. P., Abate A., Saliba M., Tress W., Jacobsson T. J., Grätzel M., & Hagfeldt A.* The rapid evolution of highly efficient perovskite solar cells // *Energy & Environmental Science*. – 2017. – Vol.10, №3. – P. 710-727.
2. *Q. Chen, N. De Marco, Y. Yang, T. Bin Song, C. Chen, H. Zhao, Z. Hong, H. Zhou, Y. Yang.* Under the spotlight: the organic-inorganic hybrid halide perovskite for optoelectronic applications // *Nano Today*. – 2015. – Vol.10. – P. 355–396.