

Міністерство освіти і науки України  
Херсонський національний технічний університет

**МАТЕРІАЛИ**  
**П'ятої Всеукраїнської науково-практичної**  
**інтернет-конференції студентів, аспірантів і**  
**МОЛОДИХ ВЧЕНИХ**  
**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ**  
**СУЧАСНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**



20-22 травня 2020 р.  
м. Херсон, Херсонський національний технічний університет  
[http://kntu.net.ua/Conference\\_APME](http://kntu.net.ua/Conference_APME)

Матеріали V-ї Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної енергетики». – Херсон: ПП "Резнік", 2020. – 234 с.

У матеріалах конференції викладені результати досліджень, які присвячені актуальним проблемам сучасної традиційної та альтернативної енергетики: питанням електроенергетики та теплоенергетики, дослідженню, впровадженню та оптимізації систем нетрадиційної та відновлюваної енергетики, енергозбереженню та автоматизації енергетичних процесів, а також їх економічним та екологічним аспектам.

Усі матеріали публікуються в авторській редакції. Відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, імен та інших відомостей, а також за те, що матеріали не містять даних, які не підлягають відкритій публікації, несуть автори та наукові керівники опублікованих матеріалів.

Організацію та проведення конференції затверджено наказом по Херсонському національному технічному університету від 28.04.2020 №79.

Відповідно до пункту № 438 листа ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» від 20.01.2020 №22.1/10-143 «Про перелік міжнародних, всеукраїнських науково-практичних конференцій здобувачів вищої освіти і молодих учених»

**ISBN 978-617-7917-02-0**

Адреса організаційного комітету: 73008, м. Херсон, Бериславське шосе, 24,  
Херсонський національний технічний університет, корп. 1, ауд. 125.

© Колектив авторів, 2020  
© Дизайн та макетування. Кафедра енергетики, електротехніки і фізики  
Херсонського національного технічного університету

<b>Дяденчук А.Ф., Пшенична Н.С. Нанотрубки <math>TiO_2</math> в енергозберігаючих технологіях</b>	159
<b>Соколовська І.Є., Стикозін І.В. Сучасні шляхи підвищення енергоефективності будівель</b>	161
<b>Нерубацький В.П., Гордієнко Д.А. Підвищення енергоефективності системи тягового електропостачання електричного рухомого складу за допомогою інтегрованої системи Smart Grid</b>	165
<b>Рогальський С.В., Баганов Є.О. Оптимізація енергоспоживання системи забезпечення мікроклімату житлового автофургона</b>	169
<b>Некрашевич О.В., Ханко А.О. Синтез нейромережових регуляторів із застосуванням імітаційного моделювання в Neural Network Toolbox</b>	173
<b>Дон Н.Л., Клепов В.П., Савченко С.О. Аналіз ефективності впровадження світлодіодного освітлення в корпусі №2 ХПТК ОНПУ</b>	175
<b>Голякова І.В., Петренко А.О., Петренко В.В. Зниження втрат тепла на нагрів повітря, що вривається в приміщення через автоматичні двері громадських будівель</b>	177
<b>Чернега Р.М. Удосконалення системи автоматизації гідроочистки керосину</b>	180
<b>Райнов А.А. Заходи з підвищення енергоефективності житлових будинків у м. Запоріжжя</b>	184
<b>Sahala T. A., Vasylyiv O.B., Titlov O.S. Evaluation of the prospects for preliminary cooling of natural gas on main pipelines before compression through the discharge of exhaust heat of gas-turbine units</b>	187
<b>Berezovskay L.V., Adambaev D.B., Titlov O.S. Development of energy-saving methods of absorption refrigeration units' control</b>	189
<b>Hratiy T.I., Priymak V.G., Titlov O.S. Development of household combined devices - absorption refrigerators with heat chambers</b>	190

## НАНОТРУБКИ $\text{TiO}_2$ В ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

К.т.н., Дяденчук А.Ф.<sup>1</sup>, К.п.н., Пшенична Н.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра

Моторного, м. Мелітополь

Dyadenchukalena@gmail.com

<sup>2</sup>Бердянський державний педагогічний університет, м. Бердянськ

natali122436@gmail.com

Обмеженість традиційних енергетичних ресурсів та наслідки їх споживання неминуче призводять до екологічних проблем, вирішення яких штовхає науковців до пошуку альтернативних технологій зберігання енергії. У зв'язку з цим актуальним стає виготовлення так званих суперконденсаторів на основі наноматеріалів.

Матеріали з впорядкованими масивами нанотрубок мають максимально розвинену поверхню, що створює передумови для їх широкого використання. Перспективними об'єктами в цьому плані є нанотрубки з титан (IV) оксиду, який розглядається як перспективний матеріал завдяки високій окислювальній здатності фотогенерованих отворів у титані в поєднанні з низькою вартістю та відносною фізичною та хімічною стійкістю.

Метою дослідження є виготовлення нанотрубок  $\text{TiO}_2$  на поверхні поруватого  $\text{Ti}$ .

Технологічний процес включав кілька етапів формування одновимірних структур  $\text{TiO}_2$ .

На першому етапі отримано порувату поверхню  $\text{Ti}$  методом електрохімічного травлення. Безпосередньо перед початком анодування зразки монокристалічного  $\text{Ti}$  полірували та знежирювали, по закінченню – очищали від продуктів травлення. При виборі травника слід враховувати, що  $\text{HF}$  легко реагує з титаном з утворенням титан фториду та газоподібного водню. У зв'язку з цим у якості електроліту використано суміші фторидної, нітратної та хлоридної кислот, а саме:  $\text{HF}:\text{HNO}_3:\text{HCl}=2:4:3$  і  $\text{HF}:\text{HNO}_3:\text{HCl}=1:2:3$  в часовому проміжку від 10 до 30 хвилин. При зазначених складах і концентраціях компонентів електролітів щільність струмів варіювала в діапазоні від 30 до 270  $\text{mA}/\text{cm}^2$ . Експеримент проводився при кімнатній температурі.

На другому етапі поруваті зразки відпалювалися в потоці атомарного кисню [2]. Дослідні зразки завантажувалися в проточну систему в середовище з високим вакуумом, де відбувалося транспортування кисню до поверхні підкладки, що призводило до утворення плівки. Температура процесу від кімнатної температури поступово збільшувалася до  $400^\circ\text{C}$ . При покроковому підвищенні температури оксидне покриття росте за рахунок дифузії кисню в об'єм. Глибина дифузійного шару значним чином залежала від умов проведення відпалу.

У результаті відпалу у потоці атомарного кисню поруватих напівпровідникових пластин титану на поверхні підкладок утворювалися оксидні нанотрубки  $\text{TiO}_2$ . Матеріал є стійким до корозії, відрізняється значною твердістю і високою адгезією.

Морфологічні особливості нанотрубок  $\text{TiO}_2$  можуть варіювати в широких межах відповідно до параметрів як електрохімічного травлення, так і процесу відпалу. Так, наприклад, час анодування і швидкість травлення визначають товщину поруватого шару титану – довжину вихідних трубок, в той час як товщина огортаючого оксидного шару регулюється умовами (час, потік кисню, кінцева температура) кисневого відпалу.

Запропонована технологія може бути застосована для виготовлення широкого спектру матеріалів на основі різних з'єднань або багатшарових структур. Точне налаштування параметрів процесу дозволяє отримувати поверхні з абсолютно різними характеристиками, що робить можливим нанесення спеціальних захисних покриттів.

Виготовлені структури можуть знайти застосування у багатьох галузях сучасної електроніки, у тому числі і при виробництві приладів сонячної енергетики. В подальшому планується виготовлення та дослідження електродів суперконденсаторів на основі виготовлених структур.

#### **Список літератури:**

1. Дяденчук А. Ф. Получение пористого  $\text{ZnSe}$  методом электрохимического травления / А. Ф. Дяденчук, В. В. Кидалов // *Ж. нано-електрон. физ.* 2013. Т. 5, № 3. С. 03033.
2. Кидалов В. В. Нанотрубки оксида индия, полученные методом радикало-лучевой эпитаксии / В. В. Кидалов, А. Ф. Дяденчук // *Ж. нано-електрон. физ.* 2015. Т. 7, № 3. С. 03026.