

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІННОВАЦІЙНІ  
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»**



**ОДЕСА**  
2017

Публікуються доповіді, представлені на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні енерготехнології» (4 – 8 вересня 2017 р.) і присвячені актуальним проблемам підвищення енергоефективності в сфері АПК, харчових та хімічних виробництвах, розробки та впровадження ресурсо-та енергоефективних технологій та обладнання, альтернативних джерел енергії.

Редакційна колегія:

доктор техн. наук, професор

О.Г. Бурдо

Ю.О. Левтринська

Е.Ю. Ананійчук

О.В. Катасонов

## МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

- Єгоров**  
*Богдан Вікторович* - голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
- Бурдо**  
*Олег Григорович* - вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
- Атаманюк**  
*Володимир Михайлович* – Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
- Васильєв**  
*Леонард Леонідович* – Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н, професор
- Гавва**  
*Олександр Миколайович* – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Гумницький**  
*Ярослав Михайлович* – Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
- Долинський**  
*Анатолій Андрійович* –Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАНУ
- Зав’ялов**  
*Владимир Леонідович* – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Керш**  
*Владимир Яковлевич* – Одеська державна академія будівництва та архітектури, д.т.н., професор
- Колтун**  
*Павло Семенович* – Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
- Корнієнко**  
*Ярослав Микитович* – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Малежик**  
*Іван Федорович* – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Михайлов**  
*Валерій Михайлович* – Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н, професор
- Паламарчук**  
*Ігор Павлович* – Вінницький національний аграрний університет, д.т.н., професор
- Снежкін**  
*Юрій Федорович* –Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., член-кор. НАНУ
- Сорока**  
*Петро Гнатович* – Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор
- Тасімов**  
*Юрій Миколайович* – Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України
- Товажнянський**  
*Леонід Леонідович* – Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Ткаченко**  
*Станіслав Йосифович* – Вінницький національний технічний університет, г. Вінниця, д.т.н., професор
- Ульєв**  
*Леонід Михайлович* – Національний технічний університет Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Черевко**  
*Олександр Іванович* – Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н, професор
- Шит**  
*Михайл Львович* – Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.

5. Бурдо О.Г., Пищевые наноэнерготехнологии – Херсон, 2013 – 294с.
6. Бурдо О.Г. Принципы направленного энергетического действия в пищевых нанотехнологиях /Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Бандура В.Н.// Научный информационно-аналитический инженерный журнал «Problemele energetici regionale (Проблемы региональной энергетики)» – Кишинев, 2015г. – №1 (27) – С.79–85.

УДК 616.44-008.6-018-053-092.9

## РОЛЬ НАДЛИШКОВОГО МАРГАНЦЮ В ФОРМУВАННІ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОСТРУКТУРНОГО КОМПОЗИТУ НА ОСНОВІ МАНГАНІТУ І СТАБІЛІЗОВАНОГО ДІОКСИДУ ЦИРКОНІЮ

Акимов Г.Я. канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.,  
Новохацька А.О. мол. наук. співроб.

Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна НАН України, м. Київ  
Коваленко Л.Л., канд.хім.наук, ст. наук. співроб.,  
Інститут загальної та неорганічної хімії ім.В.І. Вернадського НАН України, м.  
Київ

## THE ROLE OF EXCESS MANGANESE IN THE FORMATION OF THE PROPERTIES OF A NANOSTRUCTURED COMPOSITE BASED ON MANGANITE AND STABILIZED ZIRCONIA

Akimov G.Ya. Cand. of phys.-math. scien., Senior Researcher,  
Novokhatska A. Junior Researcher

Donetsk Institute for Physics and Engineering named after O.O.Galkin of NASU, Kyiv  
Kovalenko L.L., Cand. of chem. scien., Senior Researcher  
Vernadsky Institute of general and inorganic chemistry of NASU, Kyiv

**Анотація :** В роботі представлені результати дослідження фазових складів, мікроструктури та електропровідності керамічних зразків 10 мол.% Sc+1 мол.% CeSZ (електроліту) -  $(Nd_{0,67}Sr_{0,33})_{1-x}Mn_{1+x}O_3$  (катод) композитів в залежності від вмісту надлишкового марганцю ( $x=0; 0,2$ ). Порошки катоду і електроліту змішувалися у рівних пропорціях, скомпактовані у таблетки спікалися при температурі 1000 °C протягом 3 год. у повітрі. Вивчення рентгенівських даних і СЕМ зображень керамічних зразків показало, що введення надлишкового марганцю до катодного матеріалу призводить до збереження фазового складу і рівномірному росту зерна обох матеріалів композиту. Встановлено, що в зразку з  $x=0,2$  реалізується перша стадія спікання, що підтверджується ущільненням зразка, коли зразок з  $x=0$  залишається порошковим тілом. Така поведінка позначилася на електропровідних властивостях зразків. Знайдено, що зразок з надлишком марганцю має електропровідність в два рази більше, ніж в зразку без надлишку марганцю в усьому діапазоні температур. Крім того енергія активації провідності для зразка з  $x=0,2$  складає 0,38 eV, що майже в два рази менше, ніж при  $x=0$  (0,52 eV). Це пов'язано з тим, що велика кількість марганцю знаходиться на поверхні сприяє спіканню і формуванню границі зерен, що призводить до зменшення енергетичного бар'єру для носіїв заряду.

**Abstract:** We present the results of a study of the phase compositions, microstructures and electroconductivity of ceramic samples of 10 mol.% Sc+1 mol.% CeSZ (electrolyte)- $(Nd_{0,67}Sr_{0,33})_{1-x}Mn_{1+x}O_3$  (cathode) composites depending on the content of excess manganese ( $x=0; 0,2$ ). The powders of cathode and electrolyte materials were mixed in equal proportions, compacted to the billets and sintered at 1000 °C for 3 hours in the air. The study of the X-ray data and SEM images of ceramic samples showed that the introduction of excess manganese in cathode material leads to preservation of phase compositions and uniform grain growth for both materials of composite. It's found that in a sample with  $x=0.2$  the first stage of sintering was realized which is confirmed by sample shrinkage when the sample with  $x=0$  was remained a powder body. This behavior has affected the electroconductive properties of the samples. It's found that the sample with excess manganese has a electroconductivity twice more than the sample without excess manganese in all temperature range. Moreover the activation energy of conductivity for sample with  $x=0.2$  is 0.38 eV which is almost two times less than for  $x=0$

(0.52 eV). This is due to the fact that the excess manganese located on the surface promotes a sintering and forming of grain boundary that leads to reduction in the energy barrier for charge carriers.

**Ключові слова:** керамічна паливна комірка, катодні матеріали, наноструктурний, композит, електропровідність

**Key words:** ceramic fuel cell, cathode materials, nanoscale, composite, electroconductivity

Керамічна паливна комірка (КПК) вбачається поки що найперспективнішим як з огляду на свої досягнення, наприклад, паливна комірка, розроблена Дослідницьким Центром Юліх, Німеччина, вже може працювати більше 40 тисяч годин, використовуючи водень при температурі 700 °С, так і свою порівняно високу невибагливість до палива, бо з однаковим успіхом споживає і неочищений водень, і вуглеводні, і чадний газ, і сірководень, і аміак тощо. Притаманна цьому типові паливних комірок порівняно висока робоча температура (вища за 600 °С) надає йому можливість забезпечити найвищу ефективність перетворення хімічної енергії в електричну без використання коштовних матеріалів. Втім, звичайно, КПК, як і всі їхні типи, поки що є доволі дорогими пристроями, які потребують не тільки удешевлення, а й вдосконалення. КПК увійшли в стадію своєї структурної оптимізації, оптимізації будови пристрою, який здійснює паливно-комірчанний ефект – ефект прямого перетворення хімічної енергії в електричну і теплову, як цілісного матеріалознавчого об'єкту, який виконує одночасно різні завдання.

Керамічна паливна комірка є шаруватим макрокомполімером, шари якого всі є різними, вони мають різну товщину і виконують різні завдання. До складу традиційної КПК входять: електроліт із діоксиду цирконію, стабілізованого у кубічній фазі; анод, який виготовляють із суміші порошків діоксиду цирконію і NiO, та катод на основі перовскитної манганітової кераміки, до якої часто додають діоксид цирконію для узгодження коефіцієнтів термічного розширення з електролітом. Хімічний склад електролітного матеріалу, а саме його стабілізація і наявність певних домішок, визначають рівень його іонної провідності [1]. Саме іонна провідність електроліту обумовлює корисну дію (ККД) всієї комірки. За даними [2] з цієї точки зору найбільш дієвим є електроліт на основі двооксиду цирконію, стабілізованого оксидами скандію та церію (SCZ), який має високу іону провідність порівняно з іншими стабілізаторами. Тому однією з необхідних вимог до складових компонент КПК є їхня хімічна стабільність за умов виготовлення і роботи комірки. Виготовлення КПК включає в себе процес високотемпературного спікання в інтервалі температур 1100-1400 °С, під час якого проходить поєднання трьох компонент в суцільну комірку. До того ж, принцип роботи керамічної комірки складається з наступних етапів: на катоді відновлення кисню відбувається з утворенням негативно зарядженого іона кисню, потім через електроліт здійснюється транспорт іонів кисню до анода. Отже, під час виготовлення і роботи КПК можуть проходити процеси дифузії – «отруєння» електроліту, коли він збагачується складовими елементами електродів, що призводить до зниження ККД комірки.

Оскільки механізм відновлення кисню на поверхні катодного матеріалу є достатньо складним і багатостадійним, то в основному найбільші поляризаційні втрати відбуваються на катоді, особливо при зниженні робочої температури паливної комірки. З метою зниження цих втрат на катоді більшість зусиль відзначені в області формування композиту з електролітом [3], створення проміжного шару між катодом і електролітом [4], оптимізації умов виробництва, і важких покриттів пасти Pt або сітки в якості колектора струму [5]. Але кілька важливих питань, як і раніше залишаються: через проблеми деградації не демонструється довгострокова стабільність катодів. Тому, пошук і дослідження дешевших і більш спрощених за конструкцією матеріалів для катоду, якими досі залишаються матеріали зі структурою перовскиту на основі марганцю, кобальту чи фериту, є дуже актуальною задачею для вчених на сьогоднішній день як в Україні, так і у світі.

$Nd_{1-x}Sr_xMnO_3$  манганіт є альтернативним керамічним матеріалом для застосування в якості катода в КПК, що працює від 500 до 800 °С. Легування Sr манганіт неодиму  $NdMnO_3$  покращує хімічну стабільність матеріалу і збільшує його електропровідність. Sr є кращим легуючим елементом, оскільки він покращує коефіцієнт теплового розширення і забезпечує більш високу електричну провідність в зв'язку з утворенням катіонів  $Mn^{4+}$ . За даними літератури світової наукової спільноти [6,7] саме легований манганіт неодиму складу  $Nd_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$  вважається найбільш придатними катодними матеріалами для середньотемпературних ТОПК (500-800 °С), тому що саме цього складу матеріал має коефіцієнт теплового розширення близький за питомим значенням ScSZ-електроліту [8], високу електродну активність і високу електропровідність при заданих температурах. В той же час практично не має інформації про мікроструктуру, фазову стійкість і довгостроковість цього матеріалу у робочому режимі, крім того, відсутні данні дослідження ефективності катода у комірках з електролітом на основі двооксиду цирконію, стабілізованого оксидами скандію та церію (SCZ), який має більш питомі властивості для середньотемпературного ТОПК.

За результатами попередньої роботи [9] на манганітах складу  $(Nd_{0,67}Sr_{0,33})_{1-x}Mn_{1+x}O_{3\pm\Delta}$  ( $x = 0$  і  $0,2$ ) було встановлено, що зі збільшенням температури спікання у зразках з  $x=0$  відбувається зменшення параметрів решітки манганітової фази, а після спікання при  $1400$  °С виявлено наявність двох манганітових фаз з різним вмістом Sr. У зразках з надлишковим марганцем ( $x=0,2$ ) реєструється незмінність параметрів решітки і стехіометрія по вмісту стронцію після спікання при всіх, зазначених вище температурах. Показано, що провідність кераміки з надлишковим марганцем в середньому в п'ять разів вище провідності кераміки без надлишку марганцю в діапазоні температур  $550-800$  °С. Вперше виявлено, що тільки в зразку з  $x=0,2$ , спеченого при  $1000$  °С, сформувалася мікроструктура кераміки з відкритою поруватістю  $20-30$  % , розміром зерна  $0,25-0,5$  мкм і провідними властивостями, що відповідає вимогам до катоду для середньо температурних керамічних паливних комірок.

Метою цієї роботи є дослідження мікроструктури, фазового складу і електропровідні властивості катодного матеріалу складів  $(Nd_{0,67}Sr_{0,33})_{1-x}Mn_{1+x}O_{3\pm\Delta}$  (NSMO) в залежності від вмісту надлишкового марганцю ( $x = 0$  і  $0,2$ ) при контакті з електролітом на основі двооксиду цирконію, стабілізованого оксидами скандію та церію  $10$  мол.% Sc +  $1$  мол.% CeSZ (SCSZ) при спіканні на низькій температурі  $1000$  °С.

Вихідні порошки катодних і електролітичних матеріалів були виготовлені з використанням золь-гель методу і синтезовані при  $700$  °С, та випалювалися при температурі  $1000$  °С упродовж  $3$  годин. Порошки катоду NSMO з  $x=0$  і  $x=0,2$  були змішані у рівних масових пропорціях з порошком електроліту SCSZ у капронових камерах на двухвалковому млині у спиртовому розчині на швидкості  $15$  об/с упродовж  $20$  годин. Висушені порошки компактувалися у вигляді двох таблеток діаметром  $10$  мм. Далі зразки №1 ( $x=0$ ) і №2 ( $x=0,2$ ) спікалися при температурі  $1000$  °С протягом  $3$  годин в атмосфері повітря. Вимірювання щільності зразків здійснювалося геометричним способом. Рентгенофазовий аналіз (РФА) зразків до і після спікання зроблений на установці Ultima IV в Cu K $\alpha$  випромінюванні ( $30$  кВ /  $30$  мА). Вивчення мікроструктури зразків здійснювалося за допомогою скануючого електронного мікроскопа (СЕМ) PEM 106I. Для проведення дослідження електрофізичних властивостей зразків №1 і 2 використовували імпедансну спектроскопію. Вимірювання проводили в широкому частотному ( $1$  Гц- $32$  МГц) та температурному ( $20-200$  °С) діапазонах, застосовувавши аналізатор імпедансу 1260A Impedance / Gain-Phase Analyzer (Solartron Analytical). Срібні електроди одержували методом випалювання срібної пасті.

У таблиці 1 представлені результати дослідження рентгенофазового аналізу експериментальних зразків до і після спікання.

**Таблиця 1. Результати експериментальних досліджень фазового складу, параметрів структури і енергії активації електропровідності зразків композиту до і після спікання в залежності від  $x$**

№ зразка	$x$	Фаза	Просторова група	Елементарний об'єм, V, Å <sup>3</sup>	Щільність, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Енергія активації, $E_A$ , еВ
До спікання						
1	0	SCSZ	Fm-3m	132,21	3,26	-
		NSMO	Pbnm	229,03		
2	0,2	SCSZ	Fm-3m	132,21	3,12	-
		NSMO	Pbnm	229,6		
Після спікання						
1	0	SCSZ	Fm-3m	132,243	3,35	0,52
		NSMO	Pbnm	229,00		
2	0,2	SCSZ	Fm-3m	132,43	3,56	0,38
		NSMO	Pbnm	229,05		

Як видно із даних таблиці спікання при  $1000$  °С не призвело до змін фазового складу та величини елементарного об'єму в обох матеріалах композитів, а також не було виявлено жодних інших фаз. Однак вимір щільності показує, що усадка у зразку №2 говорить про те, що в цьому зразку реалізувалась перша стадія спікання, тобто припікання кристалітів один до одного без росту зерна. Це припущення підтверджуються даними СЕМ поверхонь сколів спечених зразків (рис.1).

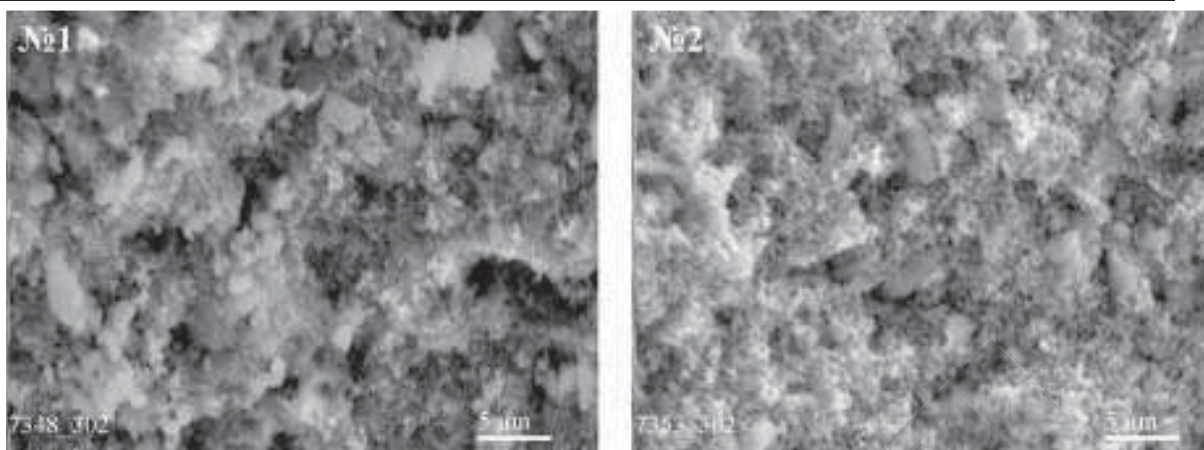


Рис.1. СЕМ фотографії поверхонь сколів зразків №1 і №2 після спікання при 1000 °С.

На рис.1 видно, що зразок №1 без надлишкового марганцю ( $x=0$ ) після спікання залишився порошковим тілом з нерівномірним розподілом кристалітів катодного матеріалу по поверхні зерен електроліту, на відміну від зразка №2. Як видно, введення надлишкового марганцю ( $x=0,2$ ) призвело до рівномірного зростання і розподілу по поверхні електроліту часток катодного матеріалу та формуванню перешийок між ними.

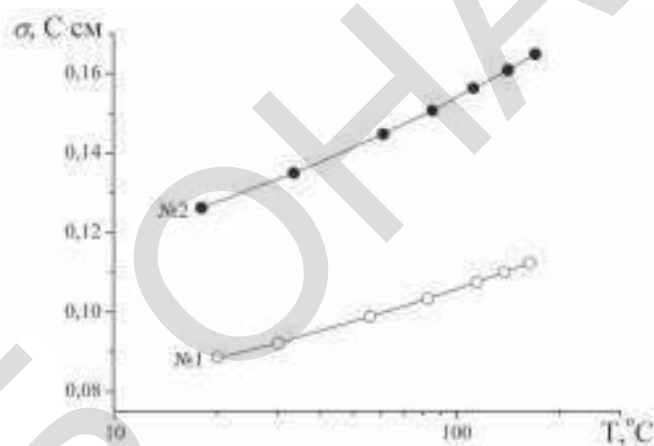


Рис. 2. Температурна залежність питомої електропровідності спечених зразків №1 і 2.

Експериментальні результати вимірювання електропровідності спечених зразків також показав суттєві різниці між двома зразками. На рис.2 представлені температурні залежності питомої електропровідності для зразків №1 і 2. Як видно із графіків провідність зразка №2 в майже два рази вища провідності зразка №1 на всьому температурному інтервалі. Із даних в таблиці 1 значення енергії активації також відрізняються. Енергія активації провідності для зразка з  $x=0,2$  складає 0,38 eV, що майже в два рази менше, ніж при  $x=0$  (0,52 eV). Це пов'язано з тим, що велика кількість марганцю знаходиться на поверхні сприяє спіканню і формуванню границі зерен, що призводить до зменшення енергетичного бар'єру для носіїв заряду.

Отже, за результатами проведених експериментальних досліджень керамічних зразків SCSZ - NSMO композитів в залежності від вмісту надлишкового марганцю ( $x=0; 0,2$ ) можна зробити наступний висновок, що завдяки введенню надлишкового марганцю до складу катодного матеріалу на основі манганіту неодимум вдалось отримати більш ефективний за всіма параметрами катодний матеріал, призначений для середньотемпературних КПК.

Публікація містить результати досліджень, проведених за грантової підтримки Державного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом Ф-71.

### Література

1. Kawada T. Current electrolytes and catalysts. Handbook of fuel cells-fundamentals, technology and application, Eds.: W. Vielstich et al. Fuel Cell Technology and Applications, Wiley and Sons, Chichester, England, 2003. – Vol. 4 – P. 987.
2. O. Vasylyev, A. Smirnova, M. Brychevskiy et al. Structural, mechanical, and electrochemical properties of ceria and scandia stabilized zirconia // Mat. Sci. & Nanostructures. -2011. – V.1. – pp. 70-80.
3. E. P. Murray, S. A. Barnett. (La,Sr)MnO<sub>3</sub>–(Ce,Gd)O<sub>2</sub>–x composite cathodes for solid oxide fuel cells // Solid State Ionics, - 2001. - V. 143. - P. 265-273.
4. Y. H. Gong, W. J. Ji, B. Xie, and H. Q. Wang. Effect of YSZ electrolyte surface modification on the performance of LSM/YSZ composite cathode // Solid State Ionics. - 2011. - V.192. - P. 505.
5. Ze Liu, Mingfei Liu, Lei Yang, Meilin Liu. LSM-infiltrated LSCF cathodes for solid oxide fuel cells // Journal of Energy Chemistry. – 2013. - V. 22. - P. 555–559.
6. Y. Sakaki, Y. Takeda, A. Kato, N. Imanishi, O. Yamamoto, M. Hattori, M. Lio and Y. Esaki. Ln<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>MnO<sub>3</sub> (Ln=Pr, Nd, Sm and Gd) as the cathode material for solid oxide fuel cells // Solid State Ionics. – 1999. - V.118. - P. 187-194.
7. T.L. Wen, H. Tu, Z. Xu and O. Yamamoto. A study of (Pr, Nd, Sm)<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>MnO<sub>3</sub> cathode materials for solid oxide fuel cell // Solid State Ionics. – 1999. - V. 121. - P. 25-30.
8. S.T. Aruna, M. Muthuraman, K.C. Patil. Studies on strontium substituted rare earth manganites // Solid State Ionics. – 1999. - V. 120. - P. 275–280.
9. Новохацькая А.А., Акимов Г.Я. Использование избыточного марганца для создания структуры манганитовой керамики необходимой для катода керамических топливных ячеек. Сборник докладов Международной научной конференции «ФТТ-2016. Актуальные проблемы физики твердого тела», 22-25 ноября 2016, Т.3, с. 199-201.

УДК 624.016

## ЗАХИСНІ ПОЛІЕТИЛЕНОВІ ТРУБИ ДЛЯ ОПТОВОЛОКОННИХ КАБЕЛІВ ЗВ'ЯЗКУ З АНТИФРИКЦІЙНИМ ВНУТРІШНІМ ШАРОМ магістрант Гоцький Я. Г., к.т.н, ст. викл. Двойнос Я. Г., Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ

### PROTECTIVE POLYETHYLENE PIPES FOR FIBER CABLE CONNECTION WITH ANTI-FRICTION INNER LAYER

undergraduate Hotskij Y.G., Ph.D., senior lecturer Dvoinos Y.G.,  
National Technical University of Ukraine  
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv

**Анотація.** Робота присвячена конструкції та технології виготовлення труб захисних, що використовуються в якості механічного захисту оптоволоконних кабелів зв'язку від зовнішнього впливу, а також в якості каналу для прокладання оптичного кабелю зв'язку. Прیدілено увагу сучасним технологіям монтажу труб та кабелю в труби, історії розвитку технології в Україні та розвинутих країнах, нормативно-технічній документації.

Пропонується аналіз технічних рішень та технологій їх реалізації. Використана спрощена методика розрахунку розривних сил в кабелі під час його монтажу.

Сформульовано додаткові вимоги до труб захисних, що використовуються в якості механічного захисту оптоволоконних кабелів зв'язку. Зроблено висновки про склад лінії для виробництва таких труб.

Робота в першу чергу зацікавить інженерів-конструкторів нестандартного обладнання для переробки полімерних матеріалів, буде цікава проєктантам лінійних мереж зв'язку.

**Abstract.** The work is dedicated to the design and technology of protective tubes that are used as mechanical protection of fibre optic cables from external influence and as a channel for laying optic cables. Attention is paid to modern technology installation of pipes and cables in the tube, the history of technology in Ukraine and developed countries, regulatory and technical documentation.

An analysis of technical solutions and technology implementation, use simplified method of calculating the explosive force in the cable during its installation.

КИНЕТИКА КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ГРАНАТОВОГО СОКА В УСТАНОВКЕ БЛОЧНОГО ВЫМОРАЖИВАНИЯ	101
<b>Стоянова А.М., Драгни Е.И., Терземан Е.Ф.</b> .....	
РЕКОНСТРУКЦИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ СИСТЕМ С УТИЛИТНЫМИ ПУТЯМИ	
<b>Ульев Л.М., Маатук А.</b> .....	106
ПРОЕКТ ТЕРМОМОДЕРНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО КОРПУСА ОНАПТ	
<b>Перетяка С. Н., Козинец А. Ю., Бандура Д. А.</b> .....	111
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛОНАСОСНОГО СУШІННЯ	
<b>Дабіжа Н.О.</b> .....	115
РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ КОЖУХОТРУБНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ ДЛЯ ВИСОКОМІНЕРАЛІЗОВАНИХ СЕРЕДОВИЩ	
<b>Чаласєв Д.М., Шматок О.І., Грабова Т.Л., Сильнягіна Н.Б.</b> .....	121

### ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНИХ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

ПОГЛИНАННЯ ДВООКИСУ ВУГЛЕЦЮ ІЗ СУМІШІ ПОВІТРЯ З ДІОКСИДОМ СУЛЬФУРУ	
<b>Дячок В. В., Гуглич С. І., Катишева В. В., Мандрик С. Т.</b> .....	126
ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА МОНТМОРИЛОНІТУ, МОДИФІКОВАНОГО ПОЛІОНЕНАМИ	
<b>Суха І.В., Томіло В.І., Белянєвська О.А., Сухий К.М.</b> .....	131
ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ПІД ЧАС ВЗАЄМОДІЇ ТВЕРДОГО ТІЛА З РІДКИМ РЕАГЕНТОМ	
<b>Гумницький Я.М., Атаманюк В.М., Симак Д.М., Данилюк О.М.</b> .....	138
АДСОРБЦІЙНО-ДИФУЗІЙНІ ПРОЦЕСИ У СТАТИЧНОМУ ШАРІ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРІАЛУ В СТАЦІОНАРНИХ ТА ДИНАМІЧНИХ УМОВАХ	
<b>Сабадаш В.В., Гумницький Я.М.</b> .....	143
ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА НЕЕНЕРГОСМНИХ КОНЦЕНТРАТИВ ФІТОПРЕПАРАТИВ	
<b>Бурдо А.К., Альхурі Юсеф, Ананійчук Е.Ю., Велічко В.П.</b> .....	148
РОЛЬ НАДЛИШКОВОГО МАРГАНЦЮ В ФОРМУВАННІ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОСТРУКТУРНОГО КОМПЗИТУ НА ОСНОВІ МАНГАНІТУ І СТАБІЛІЗОВАНОГО ДІОКСИДУ ЦИРКОНІУ	
<b>Акимов Г.Я., Новохацька А.О.</b> .....	153
ЗАХИСНІ ПОЛІЕТИЛЕНОВІ ТРУБИ ДЛЯ ОПТОВОЛОКОННИХ КАБЕЛІВ ЗВ'ЯЗКУ З АНТИФРИКЦІЙНИМ ВНУТРІШНІМ ШАРОМ	
<b>Гоцький Я. Г., Двойнос Я. Г.</b> .....	157
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЛУЧЕНИЯ КРЕМНИЯ ИЗ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ	
<b>Рябик П.В., Опарин С.А., Гриднева Т.В.</b> .....	161
ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ЯДРА ПОДСОЛНЕЧНИКА	
<b>Евлаш В.В., Потапов В.А. Никитин С.В.</b> .....	164
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ БЛОКА ЛЬДА В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ	
<b>Тришин Ф.А., Трач А.Р., Орловская Ю. В.</b> .....	168
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ МОРСКОЙ ВОДЫ В АППАРАТАХ БЛОЧНОГО ВЫМОРАЖИВАНИЯ	
<b>Тришин Ф.А., Масельская Я.А.</b> .....	174
ОЦІНЮВАННЯ БЕЗРЕАГЕНТНОЇ ОБРОБКИ ВОДИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	
<b>Журавська Н. Е.</b> .....	179