

УДК 1330.341

DOI:10.26661/2071-3789-2019-2-42-19

Малишев Віктор Володимирович ^(1,2), професор, доктор технічних наук**Габ Ангеліна Іванівна** ⁽¹⁾, доцент, кандидат хімічних наук**Пацаловська Людмила Юріївна** ⁽¹⁾, студент**Воденнікова Оксана Сергіївна** ⁽³⁾, доцент, кандидат технічних наук**Сергієнко Тетяна Іванівна** ⁽³⁾, доцент, кандидат технічних наук**Воденнікова Лариса Володимирівна** ⁽⁴⁾ асистент

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОГНОЗИ РОЗВИТКУ УКРАЇНСЬКОГО РИНКУ НАНОРОЗМІРНИХ ПОРОШКІВ

⁽¹⁾ Університет «Україна», м. Київ⁽²⁾ Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України, м. Київ⁽³⁾ інженерний інститут Запорізького національного університету⁽⁴⁾ Запорізький державний медичинський університет

Комплексно розглянуто український ринок нанопорошків: його головні позитивні та негативні фактори, тенденції розвитку; пріоритетні напрямки НДДКР; характеристика учасників ринку. Подано потенціал споживання та прогноз розвитку ринку.

Ключові слова: нанорозмірні порошки, український ринок, прогнози його розвитку, напрями наукових робіт, галузі-споживачі нанопорошків

Всі розвинені країни світу оголосили про початок виконання цільових програм у галузі наноструктурних матеріалів і нанотехнологій, які спрямовано на подальший розвиток нової техніки, біології, екології тощо. Одним з таких напрямків соціально-економічної діяльності суспільства є виробництво нанопорошків [1-3]. Вже є певні досягнення, але для подальшого розвитку залишається невирішеним питання маркетингового дослідження ринку нанопорошків [4-6].

Метою дослідження є всебічний аналіз українського сектору ринку нанопорошків.

Огляд українського ринку нанопорошків. Сучасна українська галузь [7-9] знаходиться на початковому етапі свого становлення, що пов'язано з розпочатком нанорозробок на 7-10 років пізніше, ніж в інших провідних країнах світу. Частка України в світовому технологічному секторі становить близько 0,15 %, а на ринку нанотехнологій – 0,02 %. У загальному обсязі інвестицій у нанотехнологічні проекти України державне фінансування значно перевищує його приватну частку. Комерційний ринок в Україні є практично нерозвиненим, про що свідчить відсутність випуску продукції нанотехнологій у промисловому масштабі. Лише починається впровадження стандартів нанопродукції та сертифікації діяльності підприємств. Дослідження українських компаній у галузі нанотехнологій спрямовано, головним чином, на модифікацію різних матеріалів: нанокompозити, нанотрубки, фулерени, наночасточки, наномембрани тощо.

Згідно зі станом НДДКР у галузі розробок наноматеріалів показники терміну їх виходу на ринок України подано в табл. 1.

Головні напрямки НДДКР. Дослідження в галузі нанотехнологій України розпочали активно розвиватися після 2000 р., проте рівень готовності більшості проектів досить далекий від їх комерційної реалізації.

За результатами опитування, виконаного серед нанокompаній, більше третини з них (44 %) виконують НДДКР у галузі наноматеріалів. Решта, %: живі системи (нанобіотехнології) – 25; наноприлади та наносії – 15; наноінструменти – 10; інші – 2.

У загальному вигляді виділяють такі напрями досліджень у галузі одержання нанопорошків [7-10]:

- металургія (підвищення якості сталей, розробка і виробництво нанокераміки, різних функціональних матеріалів);

- енергетика, зокрема, ядерна (паливні елементи, конструкційні та термоматеріали);

- газова, гірничо-видобувна та машинобудівна галузі (зносостійке обладнання, покриття газопроводів, сенсори, каталізатори);

- система безпеки (засоби виявлення шкідливих речовин, колективного та індивідуального захисту).

Таблиця 1 – Термін виходу наноматеріалів на ринок України

Термін виходу			
1-5 років	5-10 років	10-15 років	більше 15 років
Наноматеріали			
покриття	наноматриці	сонячні елементи	мікропроцесори
композити	хімічні каталізатори	компактні енергосистеми	квантові комп'ютери
сенсори	енергія, паливо	біоматеріали	молекулярні процесори

Значну частину нанопорошків виготовляють дослідними партіями для власних дослідницьких цілей або за спеціальним замовленням. Головними виробниками нанопорошків є науково-дослідні інститути та вузи.

Як у світі, так і в Україні, найбільш розвиненим є виробництво оксидних нановорошків, другим популярним напрямком є виготовлення нанодисперсних алмазів.

Потенційний обсяг українського ринку нанопорошків оцінюють у 5-15 тис. т/рік:

- на підприємствах електроніки (для використання як конденсаторних порошків металів) 5-10 т/рік;

- в автомобілебудуванні (для виготовлення каталізаторів щодо окиснення монооксиду карбону) до 5 тис. т/рік;

- на підприємствах військового комплексу (для виготовлення сенсорів) 50-250 кг/рік.

В цілому, можна вважати, що, із збереженням існуючої державної та інвестиційної підтримки сектора нанотехнологій, ринок наноматеріалів в Україні спроможний розвиватися значними темпами, порівняно із світовим. Учасниками ринку на Україні є ВАТ «Електрометалургійний завод «Дніпроспецсталь» та ВАТ «Кременецький завод порошкової металургії».

Більшість українських виробників зазначають лише орієнтовну вартість нанопорошків, визначальними факторами є чистота вихідного матеріалу та обсяг замовлення. Окрім того, вартість нанопорошків визначається і розміром його часточок. Середня вартість нанопорошків оксидів металів на українському ринку становить, дол. США/кг: оксид цирконію – 290, оксид алюмінію – 125, титанат барію – 95, оксид міді – 90, оксид заліза – 85.

До головних потенційних споживачів нанопорошків в Україні слід віднести металургію, електроніку, енергетику, машинобудування та транспортну галузь.

Сферою металургійної галузі є створення конструкційних матеріалів з використанням нанопорошків. Потенціал попиту на нанопорошки у цій галузі пов'язано із практичним вичерпанням резервів підвищення механічних характеристик сталей різних структурних класів із вико-

ристанням легуючих елементів. Потенційним ринком нанопорошків є практично вся металургійна галузь. За умови заміщення традиційного легування наномодифікуванням, обсяг ринку нанопорошків у даному сегменті може досягти 60 млн. дол.

На сьогодні інвестуванням проектів у галузі нанотехнологій займаються представники потужних галузей, зокрема, металургії. Так, у ВАТ «Запоріжсталь» у рамках власної програми із розвитку нанотехнологій фінансують проект щодо вивчення впливу нанопорошків тугоплавких сполук (нітридів, карбідів) на підвищення механічних та експлуатаційних властивостей різних конструкційних марок сталей; надалі планують організацію виробництва власної продукції з використанням нанотехнологій.

Одним із пріоритетів є зниження витрат на тонну виробленої продукції за допомогою нової технології «інертного аноду», тобто з використанням наноматеріалів і, зокрема, нанопорошків нікелю, в інертних анодах системи $NiFe_2O_4-Fe_2O_3-Ni$. Введення нанопорошків до електроліту під час гальванічного осадження анодного покриття призводить до багаторазового підвищення корозійної стійкості аноду.

Широкомасштабному впровадженню нанопорошків у металургійну галузь перешкоджають зниження обсягу виробництва металевої продукції через економічну кризу, що призводить до зменшення платоспроможного попиту та погіршення кон'юнктури внутрішнього та світового ринків; цінні бар'єри, тобто слід забезпечити їх економічну конкурентоздатність, а також консервативність металургійної галузі.

Українська галузь електронних виробів у технологічному плані відстає від розвинених країн світу. Головним стримуючим фактором є невідповідність українських виробників до конкуренції з імпортною продукцією у співвідношенні вартість/якість, нездатність функціонувати в умовах ринкової економіки, а також низька ефективність приватно-державного партнерства.

В енергетиці потенційний попит на нанопорошки мають галузі альтернативної, зокрема, сонячної енергетики. Так, для виробництва со-

нячних батарей можливо використання нанопорошків діоксиду титану, як одного з перспективних наноматеріалів, що дозволить понизити собівартість продукції порівняно з аналогами на основі кремнієвих напівпровідників. Ще одним напрямком застосування нанопорошків у енергетиці є воднева енергетика та виробництво паливних елементів, де найбільш перспективним є використання нанопорошків паладію.

Застосування нанопорошків у машинобудуванні України може призвести до значного економічного ефекту. Одним із перспективних напрямків у цій галузі є створення наноалмазних ріжучих інструментів. До кінця 2018 р. в Україні планується освоєння промислового виробництва алмазних ріжучих інструментів, яке здатне забезпечити не менше 20 % від щорічної потреби будівельного комплексу країни, а також експорт продукції. Зокрема, заміна традиційних порошків нанопорошками у покриттях робочих поверхонь поршневої групи двигунів внутрішнього згоряння зменшує час приробки та значно (на 12-15 %) знижує коефіцієнт тертя.

Нанопорошки застосовують в аерокосмічній промисловості та авіабудуванні. Їх використання дає змогу підвищити, зокрема, міцність і корозійну стійкість конструкційних матеріалів. Важливою розробкою нашої індустрії є керамічний наноцемент (або фосфатна кераміка), що

може бути використаним у виробництві високоміцних шпал для швидкісної залізниці, залізобетонних конструкцій мостів, а також ліній електропередачі.

Прогнози розвитку ринку. Всі види нанопорошків розподіляють на групи залежно від їх перспективності та прогнозованої динаміки розвитку. Найперспективнішими є складні оксиди (сурм'яно-олов'яний, індіє-олов'яний), а також оксид цинку, які використовують в електроніці. Окрім того, до цієї групи відносять кремнезем, глинозем, оксид титану, нанопорошки титану та заліза, титанату барію, наноалмазів, нітриду силіцію, оксидів неодиму, європію та диспрозію. Також попитом користуються порошки оксидів заліза, цирконію, церію, ітрію, магнію, а також чистих металів: нікелю, цинку, срібла, золота, алюмінію, вольфраму, платини, молібдену [8,11,12].

Якщо сьогодні нанопорошки використовують, в основному, в обробній промисловості, виробництві будівельних матеріалів та електроніці, то до 2020 р. їх застосування, ймовірно, зміститься у бік екологічних програм.

Прогнози виробництва в Україні нанопорошків до 2025 р. наведено в табл. 2. Підвищення попиту на нанопорошки сприятиме збільшення обсягу їх виробництва, і, як наслідок, зниження вартості.

Таблиця 2 – Прогнози виробництва нанопорошків в Україні

Продукція	Обсяг виробництва, тисяч т/рік		
	2010-2015 р.р.	2015-2020 р.р.	2020-2025 р.р.
Нанопорошки нікелю	3,5	7,5	15,0
Нанопорошки оксиду ітрію	2,5	70,0	7,5
Нанопорошки оксиду церію	-	10,0	-
Нанопорошки двооксиду кремнію	100,0	100,0	> 100,0
Нанопорошки двооксиду титану	5,0	5,0	> 100,0

Проте, навіть оптимістичні прогнози ринку вказують на те, що нанопорошки будуть виготовляти у менших кількостях, ніж аналогічні традиційні матеріали. Так, за експертними оцінками, у 2020-2025 р.р. у світі буде виготовлено близько 100 тисяч т нанопорошків, де головними характеристиками наночасточок будуть їх фізико-хімічні властивості.

Цілком можливо, що в Україні виробництво нанопорошків буде поступово завойовувати ринок їх традиційних аналогів. Як очікується, головними споживачами будуть космічна галузь, а також будівництво літаків і автомобілів. Найближчими до комерційної реалізації є проекти використання нанопорошків у споживчих товарах – наноструктуровані покриття, продукція в галу-

зі електроніки та виробництво каталізаторів.

Висновки.

1. Систематизація літературних даних щодо характеристики сучасної української галузі нанотехнологій за найбільш важливими показниками та тенденціями розвитку показала, що український ринок нанотехнологій знаходиться на початковому етапі свого становлення.

2. Найближчим часом на українському ринку очікується впровадження наноматеріалів та нанотехнологій для виробництва хімічних каталізаторів, а також композитів для енергетичної, паливної та металургійної галузей.

3. Узагальнення напрямків науково-дослідних і конструкторських робіт у галузі нанотехнологій показує, що головними є виробницт-

во наноматеріалів, їх використання в наноприладах, а також наноінструментах.

4. Найбільш практичним напрямком є ви-

бництво оксидних нанопорошків та нанодисперсних алмазів; потенційний обсяг українського ринку нанопорошків оцінюється в 5-15 тис. т.

Бібліографічний перелік

1. **Drexler E. K.**, Peterson C., Pergamit G. Unbounding the future: The nanotechnology revolution. N.Y. : Quill Books, 1993. 166 p.
2. **Regis E.**, Chinsky M. Nano: The emerging science of nanotechnology. N.Y. : Little Brown and Co., 1996. 416 p.
3. **Фейнман Р.** Внизу полным-полно места: приглашение в новый мир физики. *Химия и жизнь*. 2002. № 12. С. 20-26.
4. **Старостин В. В.** Материалы и методы нанотехнологий. Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2008. 431 с.
5. **Головин Ю. И.** Введение в нанотехнологию. Москва : Машиностроение, 2003. 112 с.
6. **Андривский Р. А.**, Рагуля А. В. Наноструктурные материалы. Москва : Академия, 2005. 187 с.
7. **Коротєєва А. В.**, Кушевська Н. Ф., Малишев В. В. Дослідження ринку нанопорошків. *Маркетинг в Україні*. 2015. № 5 (92). С. 29-33.
8. **Романенко Л.**, Малишев В., Романенко О., Сущенко А. Бізнес у нанотехнологіях / Л. Романенко, *Освіта регіону. Політологія, психологія, комунікації*. 2011. № 1. С. 242-252.
9. **Малишев В. В.**, Лукашенко Т. Ф., Липова Л. А., Сущенко А. М. Нанотехнології та підготовка сучасного інженера в світлі реалізації принципів і завдань Болонського процесу. *Освіта регіонів*. 2011. № 5. С. 52-58.
10. **Балабанов В. И.** Нанотехнологии. Наука будущего. Москва : Эксмо, 2009. 256 с.
11. **Третьяков, Ю. Д.**, Гудилин Е. А. Основные направления фундаментальных и ориентированных исследований в области наноматериалов. *Успехи химии*. 2009. Т. 78, № 9. С. 867-889.
12. **Таланчук П.**, Малишев В. Становлення й розвиток нанотехнологій у світі і в Україні: використання інтелектуального капіталу, тенденції розвитку. *Газета «Університет «Україна»*. 2009. № 10-11. С. 3-5.

Малышев Виктор Владимирович, профессор, доктор технических наук, директор инженерно-технологического института, университет «Украина» (Украина, Киев). E-mail: victor.malyshev.igic@gmail.com

Габ Ангелина Ивановна, доцент, кандидат химических наук, кафедра современной инженерии и нанотехнологий, университет «Украина» (Украина, Киев). E-mail: lina_gab@ukr.net

Пацаловская Людмила Юрьевна, студент, кафедра современной инженерии и нанотехнологий, университет «Украина» (Украина, Киев). E-mail: office@vmirol.com.ua

Воденникова Оксана Сергеевна, доцент, кандидат технических наук, кафедра металлургии, инженерный институт Запорожского национального университета (Украина, Запорожье). E-mail: oksana_vodennikova@ukr.net

Сергиенко Татьяна Ивановна, доцент, кандидат политологических наук, кафедра менеджмента. Инженерный институт Запорожского национального университета (Украина, Запорожье). E-mail: sergienko7921@gmail.com

Воденникова Лариса Владимировна. Ассистент кафедры естественных дисциплин для иностранных студентов и тексокологической химии. Запорожский государственный медицинский университет (Украина, Запорожье). E-mail: larisa.vodennikova@gmail.com

.СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ УКРАИНСКОГО РИНКА НАНОРАЗМЕРНЫХ ПОРОШКОВ

Комплексно рассматривается украинский рынок нанопорошков, его основные положительные и отрицательные факторы, тенденции развития; приоритетные направления НИОКР; характеристика участников рынка. Представлены потенциал потребления и прогноз развития рынка.

Ключевые слова: наноразмерные порошки, украинский рынок, производство, направления научных работ, отрасли-потребители, прогнозы рынка

Malyshev Victor, Doctor of Technical Sciences, Director of Engineer-Technological Institute, University «Ukraine» (Ukraine, Kyiv). E-mail: victor.malyshev.igic@gmail.com

Gab Angelina, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of the Modern Engineering and Nanotechnologies, University «Ukraine» (Ukraine, Kyiv). E-mail: lina_gab@ukr.net

Patsalovskaya Lyudmila, Student, Department of the Modern Engineering and Nanotechnologies, University «Ukraine» (Ukraine, Kyiv). E-mail: office@vmirol.com.ua

Vodennikova Oksana, Candidate of Technical Sciences, associate professor, metallurgy department, engineering institute of the Zaporizhzhia national university (Ukraine, Zaporizhzhia). E-mail: oksana_vodennikova@ukr.net

Sergienko Tatiana, Candidate of Politological Sciences, Associate Professor, Management Department. Engineering Institute of the Zaporizhzhia National University (Ukraine, Zaporizhzhia). E-mail: sergienko7921@gmail.com

Vodennikova Larisa, Assistant of Department of Natural Disciplines for Foreign Students, Zaporizhzhia State Medical

University (Ukraine, Zaporizhzhia). E-mail: larisa.vodennikova@gmail.com

MODERN STATE AND PROGNOSSES OF DEVELOPMENT OF UKRAINIAN MARKET OF NANO-SIZED POWDERS

The Ukrainian market of nanosized powder materials is reviewed and the main directions for the modification of nanopowders: nanocomposites, nanotubes, fullerenes, nanoparticles, nanomembranes, and others are determined. Systematization of literary data in relation to description of modern Ukrainian industry of nanotechnologies on the most essential indexes and progress trends showed that the Ukrainian market of nanotechnologies was on the initial stage of becoming. The main directions of research and development work in the field of nanotechnology are analyzed such as the production of nanomaterials, their use in nanoscale devices and nanotools. The structure of the potential volume of the Ukrainian market of nanopowders has been determined: in the electronics enterprises (for use as condenser powders) from 5 to 10 tons per year, in the automotive industry (for the manufacture of catalysts) up to 5 ktons/year and in the enterprises of the military complex (for the manufacture of sensors) from 50 to 250 kg/year. The average cost of nanopowders of metal oxides (zirconium oxide, aluminum oxide, barium titanite, copper oxide and iron oxide) on the Ukrainian market of powder materials is given. The main participants in the Ukrainian market of nanomaterials are identified, namely PJSC "Dneprospetsstal" and PJSC "Kremenets Powder Metallurgy Plant". The main potential consumers of nanopowders in Ukraine are considered: metallurgy, electronics, energy, engineering, transport industry, aerospace industry. The main stimulating factor of the lag of the Ukrainian electronic products industry from foreign countries is identified as the unpreparedness of Ukrainian manufacturers to compete with imported products in the ratio of price to quality, the inability to function in a market economy, and the low efficiency of public-private partnerships. The forecasts of nanopowder production (nickel nanopowders, yttrium oxide nanopowders, cerium nanopowders, silicon dioxide nanopowders, titanium nanopowders) from 2020 to 2025 are considered and the most promising types of them are determined.

Key words: nano-sized powders, Ukrainian market, production, trends of scientific works, industries consuming nanopowders, prognosis of nanopowders market

Стаття надійшла до редакції 01.04.2019 р.
Рецензент, проф. О. П. Крупа