

11. Шиян Н.М. Папір як ключ до вивчення гербарних колекцій XVIII – XIX ст. // В зб.: Модернізація науково-технологічної політики України: Мат. конф., 15 квітня 2016 р., м. Київ. – 2016. – С. 228–230.
12. Bridson D., Forman L. The Herbarium handbook. 3rd Edition / Ed.: –Kew: Royal Botanic Gardens, 2000. – 348 p.
13. Drobnik J. Zielnik i zielnikoznawstwo. – Warszawa, 2009. – 293 s.
14. Funk, V. 100 uses for an herbarium (well at least 72) // American Society of Plant Taxonomists Newsletter. – 2003. – № 17. – 17–19.
15. Metsger D.A., Byers S.C. (eds) Managing the Modern Herbarium. An Interdisciplinary Approach – Ontario: Elton Wolf Publishing, 1999. – 384 p.
16. Nesbitt M. Use of herbarium specimens in ethnobotany // In: Curating Biocultural Collections. A Handbook / Ed.: J. Salick, K. Konchar, M. Nesbitt. – Kew: The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, 2014. – P. 313–328.
17. Smith G.F. Herbaria in the real world // Taxon. – 2006. – 55, № 3. – P. 571–572.

ВУГЛЕЦЕВІ НАНОТРУБКИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

Шулєжко Д. В., Ткаченко С. С.

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
e-mail diashmilash1999@gmail.com*

Вуглецеві нанотрубки або нанотубулені – це штучно створенні у лабораторних умовах порожнисті циліндричні структури з атомів вуглецю [1]. З ними сьогодні пов'язують багато перспективних напрямів у нанотехнологіях. Нанотубулені мають великий коефіцієнт міцності, значну тепло- та електропровідність, вогнестійкість і ваговий коефіцієнт на порядок вище, ніж у більшості відомих матеріалів [2].

Люди використовували наноматеріали та наноявища у своїй діяльності століттями, не підозрюючи про це. Вже у давнину майстри підфарбовували скло для вітражів за допомогою суспензії наночастинок золота. Інший приклад – дамаська сталь, відома ще з IV століття нашої ери. Нещодавно стало відомо, що вона містить у собі комплекси з нанотубуленів, саме тому дамаські клинки такі міцні [3].

Можливість створення нанотрубок і волокон з вуглець-вмісних матеріалів припускали ще у другій половині XIX ст., проте на той час вчені не володіли достатньою науковою базою та не мали обладнання для вивчення цих структур.

У 1889 р. у патенті Ч. Чемберса першими були описані трубчаті форми вуглецю, а вже у 1952 р. радянськими вченими було звернено увагу на структуру нановолокон, отриману при термічному розкладі оксиду вуглецю. Пізніше групою японських вчених – Койямою, Ендо та Оберлінім під час досліджень протягом 1974–1975 рр. були представлені результати експериментів з описом тонких трубок з діаметром менш ніж 100 Å, які були отримані іншим шляхом - з пару при конденсації [4].

Тільки після використання у дослідженнях новітнього обладнання японському вченому С. Інджимі у 1991 р. вдалося провести перші серйозні дослідження, в результаті яких дослідним шляхом було одержано та детально вивчено вуглецеві

нанотубулені [4]. Далі Янгом був розроблений метод отримання канатів і тканини з нанотрубок [5].

Вуглецеві нанотрубки широко використовуються. Це пов'язано з тим, що вони мають молекулярну структуру у вигляді каркасу, що дозволяє набувати властивостей, що відрізняються від алмазу або графіту. У фотоніці та оптиці за допомогою нанотубуленів забезпечують поглинання у великому спектральному діапазоні. Відомо багато способів використання нанотрубок у електроніці, але на даний момент вдається реалізувати тільки невелику її частину. Найбільший інтерес викликає використання нанотрубок у прозорих провідниках як термостійкого матеріалу.

Ультратонкі плівки з одностінних нанотрубок можуть бути основою для електронних сенсорів. За допомогою нанотубуленів є можливість створення біочипів, біосенсорів контролю доставки та дії ліків у біотехнологічній галузі.

Сьогодні різко зростає виробництво нанокompозитів, здебільшого полімерних. При введенні навіть невеликої кількості нанотрубок у композити, у них збільшуються термічна та хімічна стійкість, теплопровідність, електропровідність, поліпшуються механічні характеристики. Нанотубулені з відкритим кінцем проявляють капілярний ефект, тобто можуть втягувати себе розплавлені метали та інші рідкі речовини. Вуглецеві нанотрубки поєднують у собі якості твердого тіла та молекул, що надає вагомі перспективи для розвитку їх подальшого виробництва. За допомогою цих наноструктур можливо буде створити нановаги, надміцні нитки, новітні нейрокомп'ютери розробки, двигуни та генератори енергії. У процесі лабораторних дослідів науковці дійшли висновку, що вуглецеві нанотрубки негативно впливають на живі організми. Це, у свою чергу, підтверджує токсичність нанотрубок, яка на сьогоднішній день їм притаманна саме через домішки. Проте багато ідей запропоновано і для медицини майбутнього – нанороботи для доставки ліків і проведення операцій, штучні м'язи [4].

ЛІТЕРАТУРА ТА ДЖЕРЕЛА

1. Saito R. Physical properties of carbon nanotubes / R.Saito, G.Dresselhaus. – London: Imperial College Press, 1999. – 259 p.
2. Углеродные нанотрубки. Устройство и применение. Особенности. Режим доступу: <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrotehnika/uglerodnye-nanotrubki/>
3. Корнилов М.Ю. Нужен трубчатый углерод / М.Ю.Корнилов // Химия и жизнь. – 1985. - №8. – С. 22-23.
4. Нанотехнологии: углеродные нанотрубки. Режим доступу: <http://theecology.ru/interesting/nanotehnologii-uglerodnye-nanotrubki>
5. Сорокина Т.П. Нанотрубки – элементы нанотехнологии будущего: научная статья/ Т.П. Сорокина, О.П. Квашнина. - Вестник КрасГАУ, 2009. – вып. 9 с.141-148. Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/v/nanotrubki-elementy-nanotehnologii-budushego>