

УДК 573.7

Бармак І., Кіцак Д., Срогий С. – ст. гр. СП-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВУГЛЕЦЕВІ НАНОТРУБКИ: ІСТОРІЯ ВІДКРИТТЯ, ВЛАСТИВОСТІ, ЗАСТОСУВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н. Сіткар О.А.

Barmak I. Kitsak D. Srohyy S.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **CARBON NANOTUBES: HISTORY OF THE DISCOVERY, PROPERTIES, APPLICATIONS**

Supervisor: Sitkar O.A.

Ключі слова: вуглецеві нанотрубки, властивості.

Key words: carbon nanotubes, properties.

Карбонові нанотрубки було відкрито у 1991 році, і за останні роки інтенсивно досліджуються вченими світу. У світовій літературі, за даними Інтернет на 01.05.2009 року, налічується 7725 публікацій з дослідження нанотрубок, з яких 5149 за останні 3 роки. Першу наукову роботу з властивостей нанотрубок було надруковано у 1992 році.

**Вуглецеві нанотрубки** – циліндричні структури діаметром від одного до декількох десятків нанометрів, що складаються з однієї або декількох згорнутих в трубку гексагональних графітових площин (графенів) і закінчуються зазвичай напівсферичною голівкою. Нанотрубки класифікують на одностінні, багатостінні. Вуглецеві нанотрубки мають ряд властивостей, які слід відмітити:

- *Фізико-технічні властивості.* Ці властивості обумовлені високою міцністю вуглець-вуглецевих зв'язків, сітчастою гексагональною будовою і відсутністю дефектів, а також тим, що довжина нанотрубок в десятки разів перевищує діаметр. Нанотрубки в 10 разів міцніші і в 6 разів легші за сталь.

- *Електричні властивості.* Ці властивості нанотрубок пов'язані з тим, що атоми вуглецю мають потрійну координацію, а тому нанотрубки – це ароматичні системи, у яких три із чотирьох валентних електронів беруть участь в утворенні сигма( $\sigma$ )-зв'язків, а четвертий утворює пі( $\pi$ )-зв'язок. Саме пі( $\pi$ )-електрони завдяки слабким зв'язкам переносять заряд.

- *Оптичні властивості.* Через те, що напівпровідникові нанотрубки є напівпровідниками, в них проходить рекомбінація електроннодіркових пар, що призводить до ефективного вивільнення фотона – випромінювальної рекомбінації. Тому нанотрубки включені в число матеріалів оптоелектроніки.

Унікальні властивості вуглецевих нанотрубок обумовлюють їх перспективне використання в ряді галузей: як армуючих добавок в композиційних матеріалах, для одержання електропровідних композиційних полімерів, як добавка в метали для одержання надпровідникових матеріалів, компонент холодних емісійних катодів в дисплеях, якісно нове джерело світла, напівпровідникові транзистори з р-п переходами, для виробництва особливих марок графіту, пористого графіту, сировина для виробництва теплоізоляційних матеріалів, як сорбент.