

УДК 539.51, 629.7

Вайсман Є.О.

студ. гр. М-711м НУ «Запорізька політехніка»

НАНОТРУБКИ, ТИПИ, ОТРИМАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ

Мета роботи – ознайомитись з поняттям нанотрубки їх типами, отриманням і властивостями.

Нанотрубки (Н) – це циліндричні структури, порожнисті всередині, що містять близько 1 млн атомів вуглецю та мають діаметр від одного до кількох десятків нанометрів і завд. до кількох мікрон. Вони складаються з одного або кількох згорнутих у трубку графітових шарів із гексагональною організацією вуглецевих атомів.

Класифікація за кількістю пробірок

Одногінні вуглецеві нанотрубки (SWCNT) складаються з одного графенового листа, згорнутого в циліндр, де вершини шестикутників ідеально поєднуються, утворюючи безшовну трубку.

Багатогінні вуглецеві нанотрубки (MWCNT) складаються з концентричних циліндрів, розміщених навколо загального порожнистого центру, тобто двох або більше порожнистих циліндрів, розміщених всередині один одного.

Класифікація за формою намотування

Залежно від способу прокатування графенового листа, малянок, утворений шестикутниками в ВНТ, може бути:

- 1) стільцеподібним;
- 2) зигзагоподібним;
- 3) гвинтовим або хоральним (і це впливає на його властивості).

Фізичні властивості

Вони об'єднуються, утворюючи букети, пучки або «струни» з декількох десятків нанотрубок, сплутаних між собою, утворюючи дуже щільну і складну мережу.

1. **Вони мають міцність на розрив, більшу, ніж сталь.** Це означає, що вони мають високу стійкість до руйнування під впливом стресу.

2. **Вони дуже еластичні,** їх можна зігнути, скрутити і скласти без пошкоджень, а потім повернути до початкової форми. Вони дуже легкі.

3. **Вони є хорошими провідниками тепла та електрики.** Кажуть, що вони мають дуже універсальну електронну поведінку або мають високу електронну провідність.

4. Трубки ВНТ, шестикутники яких розташовані у формі стільця, мають металеву поведінку або подібну до металевій.

5. **Ті, що розташовані зигзагом та гвинтовим візерунком,** можуть бути металевими та напівпровідниковими.

Хімічні властивості

1. Завдяки міцності зв'язків між їх атомами вуглецю, ВНТ можуть витримувати дуже високі температури (750 °C при атмосферному тиску і 2800 °C під вакуумом).

2. Кінці нанотрубок хімічно більш реактивні, ніж циліндрична частина. Якщо вони піддаються окисленню, спочатку окислюються кінці. Якщо трубки закриті, кінці відкриваються.

3. При обробці азотною кислотою HNO_3 або сірчана кислота H_2SO_4 За певних умов ВНТ можуть утворювати групи карбонового типу $-\text{COOH}$ або групи хінонового типу $\text{O} = \text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C} = \text{O}$.

4. ВНТ з меншим діаметром є більш реактивними. Вуглецеві нанотрубки можуть містити атоми або молекули інших видів у своїх внутрішніх каналах.

Отримання можливе:

- 1) випаровуванням лазерним імпульсом;
- 2) розрядом електричної дуги;
- 3) хімічним осадженням парів;
- 4) з потоку окису вуглецю (CO) під високим тиском шляхом каталітичного зростання в газовій фазі.