

Р.А. Пеленський

## Перспективи сонячної енергетики

*Інститут енергетики та систем керування, Національний університет "Львівська політехніка"  
вул. С.Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна, e-mail: roma.pele@bk.ru*

У статті досліджено можливості розбудови геліоенергетики на основі вуглецевих наноструктур. Енергозабезпечення України за рахунок розбудови сонячних електростанцій на території України стає реальністю.

**Ключові слова:** вуглецева сонячна енергетика, графен.

*Стаття поступила до редакції 19.09.2013; прийнята до друку 15.09.2013.*

### Вступ

Сьогодні в світі мільйони дахів житлових будинків, обладнаних сонячними батареями, виробляють електричну енергію, яка повністю забезпечує енергетичні потреби їх власників. З 20 м<sup>2</sup> даху при низькому 15 % коефіцієнті корисної дії перетворення отримують усталену потужність 3 кВт. З невеличкої розміром 20 тисяч гектарів частини Олешківської напівпустелі можна отримувати потужність 300 МВт, що у 6 разів перевищує сумарну потужність усіх електростанцій України.

50 млрд. м<sup>3</sup> природного газу еквівалентні 500 млрд. кВт·год електричної енергії. При десятигодинному денному споживанні еквівалентна усталена потужність у цьому випадку становить біля 140 МВт. Лише маленька в 10 тисяч гектарів часточка Олешківської напівпустелі при побудові на ній вуглецевої геліоелектростанції здатна забезпечити вказану кількість енергії. Площа Олешківської напівпустелі становить 210 тисяч гектарів.

Задачею даних досліджень є встановлення можливостей створення вуглецевої геліоенергетики [1] для забезпечення власних енергетичних потреб України і перетворення України в могутнього світового експортера енергії.

З 2004 р., коли було налагоджено повторюване виробництво графену [2, 3], опубліковано тисячі статей і патентів, в яких передбачається надзвичайно широке застосування графену і гетероструктур з його участю в різних царинах науки і технологій. Особливо перспективною є роль графену в сонячній енергетиці. Прозорість графену та його надзвичайні механічні та електричні властивості робить його унікальним матеріалом для побудови сонячних батарей. В поєднанні з різноманітними фотоелектричними структурами, у тому числі і з графаном [1] він придатний до побудови сонячних елементів нового типу, надміцних, природно захищених від впливу

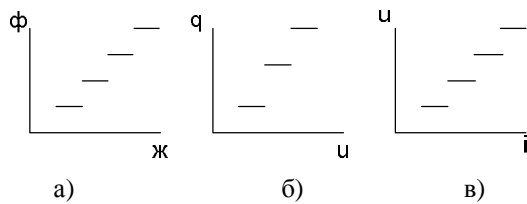
негоди (граду, дощів, вітрів), прозорих для сонячного випромінювання, високоефективних.

Наночастинка з семи атомів вуглецю на поверхні містить шість розірваних атомних зв'язків, внаслідок чого утворюються поверхневі електронні стани. Захоплені на них електрони утворюють від'ємний листок подвійного шару зарядів. Між цим зовнішнім електронним зв'язком і внутрішнім позитивним листком зарядів існує різниця потенціалів, за величиною рівна роботі виходу електронів з вуглецю. Енергія, запасена в подвійному шарі зарядів, намагається зменшити об'єм, який вона займає, внаслідок чого виникає доцентрова сила, яка стискає наночастинку. Зменшується віддаль між центрами атомів вуглецю, внаслідок чого виникає сила кулонівської взаємодії, яка зрівноважує доцентрову силу. Об'єм наночастинки зменшується в порівнянні з тим об'ємом, який займали ці сім атомів вуглецю в суцільному середовищі. Внаслідок чого на порядки підвищується міцність наночастинки.

Моноатомної товщини стрічка з атомів вуглецю – графен в залежності від ширини стрічки має дуже різні характеристики. Виходячи з розібраного вище прикладу впливу зменшення розмірів на міцність, зі звуженням ленти еліпсоїдний подвійний шар електричних зарядів наближається по формі до кола, міцність графенової плівки зростає, змінюються й інші її фізико-хімічні параметри.

Приєднанням з обох сторін до вуглецевого наночару атомів водню перетворює структуру в інший дуже перспективний матеріал – графан (СН). Вуглець взаємодіє з воднем при нагріванні до 500<sup>0</sup>С і використанні нікелю як каталізатора. Для гідрогенізації вуглецевої плівки потрібно не тільки відповідна температура, а ще й певний тиск.

Графан широкозонний діелектрик з шириною забороненої зони 5 еВ, яка однак може суттєво зменшуватись з розширенням ширини плівки. У графані можливо створити електронно-дірковий перехід. У



графені шляхом заміни окремих атомів вуглецю на атоми азоту також можна отримувати р-п перехід. В алотропних модифікаціях вуглецю – фулеритах можна створити області n- та р-типу провідності. Графен-графанові структури скріплюються за рахунок водню. Платина роз'єднує кластери графенових і графанових кілець.

При присадненні водню до вуглецевого моношару атом вуглецю утворює ковалентні зв'язки з трьома сусідніми атомами вуглецю і з одним атомом водню. Позитивно заряджене ядро водню опиняється в зовнішньому шарі структури, який існує як позитивно заряджений електричний листок подвійного шару зарядів. Таким чином, зовнішній електричний одинарний шар подвійного шару зарядів графену має від'ємний знак, тоді як у графану зовнішній одинарний електричний шар має позитивний знак. Таким чином, графену і графану природою суджено з'єднатися воедино і створити міцну графен-графанову структуру, надзвичайно важливу в процесах перетворення енергії сонячного випромінювання в електричну енергію.

Розроблено велику множину технологій нанесення вуглецевих плівок. Напилення вуглецевих наноплівок з плазми імпульсного катодно-дугового розряду, шляхом розпилення іонним променем, на основі лазерного і резистивного випаровування графіту, за допомогою лазерних і магнетронних розпилювальних систем. Можна отримувати вуглецеві плівки з газової фази. На основі методу холодної деструкції розроблено технології промислового виробництва вуглецевих наноплівок [4, 5]. Це дає підстави на оптимістичні прогнози щодо створення вуглецевої сонячної енергетики у близькому часі.

У вуглецевих моноструктурах виявлено квантові сходи в веберамперних характеристиках, кулон-вольтичних і вольтамперних характеристиках (рис. 1, а, б, в).

Квантові ефекти на границі розділу різнорідних матеріалів, напівпровідникових областей р- та n-типу провідності успішно описуються на основі польових методів. Для цього найбільш доцільним є введення в опис дифузійних напруженостей поля, яке примушує електрони переходити з більш високих енергетичних рівнів на нижчі, утворюючи зони розподіленого об'ємного заряду, електричне поле якого скероване зустрічно дифузійному полю. При зрівнянні напруженостей цих двох полів настає припинення процесу перенесення зарядів з одної області в іншу – сусідню [6, 7].

Для врахування квантових сходінок в наноструктурах також доцільно використати опис процесів на основі польових моделей з введенням дифузійного поля.

## Висновки

Завдяки прозорості і надзвичайній міцності вуглецеві наноструктури – найперспективніший матеріал для сонячної енергетики [8].

Міцність наноструктур [8] виникає на основі зменшення їх розмірів під дією поверхневих і доцентрових сил.

Для аналізу процесів в плівках доцільне використання польових моделей, при побудові яких використовується дифузійне поле, що переміщує носії заряду на енергетично вигідніші рівні і рух вздовж плівки по квантових сходінках.

**Пеленський Р.А.** - доктор технічних наук, професор

- [1] Р.А. Пеленський, Сонячний елемент. Патент на винахід № 100796 від 20.07.2011. Публікації: Бюл. 13, 10.07.2012, Бюл. № 2 25.01.2013.
- [2] K.S. Novoselov, A.K. Geim, S.V. Morosov, D. Jiang, Y. Zhang, S.V. Dubonos, I.V. Grigorieva and A.A. Firsov, Science 306, 666 (2004).
- [3] A. Gejm, Science 324, 1530 (2009).
- [4] В.И. Петрик, Явление образования наноструктурных углеродных комплексов. Открытие – диплом № 163 Российской Федерации, 2012.
- [5] А.Я. Виноградов, Физика и техника полупроводников 35(6), 698 (2001),
- [6] Р.А. Пеленский, Журнал технической физики: ЖТФ 49(4), 1979.
- [7] Р.А. Пеленский, Журнал технической физики: ЖТФ 52(2), (1982).
- [8] А.В. Елецкий, Механические свойства углеродных наноструктур и материалов на их основе (Российский Научный Центр "Курчатовский институт", Москва, 2007).

R.A. Pelensky

## Prospects for Solar Energy

Lviv Polytechnic National University

The article analyses solar energy engineering growth opportunities based on carbon nanostructures {growth opportunities for solar energy engineering}.Ukraines energy supply through the development of the solar power plants becomes a reality.