УДК 620.22 DOI: https://doi.org/10.18664/1994-7852.148.2014.72468

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОТРИМАННЯ НАНОЧАСТОК ВУГЛЕЦЮ

Кандидати техн. наук С.В. Воронін, О.В. Суранов,
інж. О.О. Суранов, магістрант В.М. Куц

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ УГЛЕРОДА

Кандидаты техн. наук С.В. Воронин, А.В. Суранов,
инж. А.А. Суранов, магистрант В.М. Куц

SELECTIONS OPTIMAL PARAMETRIES OF DESINGS FOR RECEIVE OF CARBONS NANOPARTICULARS

Cand. of techn. sciences S.V. Voronin, A.V. Suranov,
Engineer A.A. Suranov, Undergraduate Kuts Volodymyr

У роботі приведений опис спроектованого та виготовленого на кафедрі БКВРМ пристрою для одержання високоструктурованих наночасток вуглецю (ВНВ) електродуговим методом. З урахуванням унікальних властивостей ВНВ, вони можуть використовуватися в транспортному машинобудуванні.

Ключові слова: *наночастки вуглецю, електродуговий метод, пристрій для отримання наночасток вуглецю.*

В работе приведено описание спроектированного и изготовленного на кафедре СППРМ устройства для получения высокоструктурированных наночастиц углерода (ВНУ), электродуговым методом. С учетом уникальных свойств ВНУ, они могут быть использованы в транспортном машиностроении.

Ключевые слова: *наночастицы углерода, электродуговой метод, установка для получения наночастиц углерода.*

The paper describes the designed and manufactured at the Department SPPRM devices to obtain for highly structured carbon nanoparticles (VNU), the electric arc method. In view of the unique properties of DNAs, they may be used in transport engineering.

Keywords: *nanoparticles carbon arc method, apparatus for producing carbon nanoparticles.*

Вступ. Відкриття фулеренів у 1985 р. [1], було нагороджено Нобелівською премією з хімії. Це поклало початок дослідженням наночасток вуглецю. Основним елементом їх є графітова поверхня, викладена правильними п'яти та шестикутниками з атомами вуглецю, які розташовані у вершинах. Такі поверхні мають замкнену сферичну або сфероїдальну форму, їх назвали фулеренами. Крім того, залежно від умов отримання, графітовий шар може створювати також і протяжні структури у вигляді порожніх циліндрів, які назвали нанотрубками [2].

Означені структури відрізняються широким розмаїттям корисних фізико-хімічних властивостей, які можуть бути використані у транспортному машинобудуванні, що приваблює значну кількість дослідників та вчених. У даній роботі представлені результати розробки пристрою для отримання наночасток вуглецю електродуговим способом та визначення оптимальних умов створення нанотрубок та фулеренів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений раніше докладний пошук та аналіз технічної і патентної літератури з методів отримання високоструктурованих наночасток вуглецю (ВНВ) [3] дозволив зробити такі висновки:

- для промислового отримання ВНВ може бути використаний піролізний метод, для лабораторного отримання та проведення НДР в галузі вивчення ВНВ доцільно використовувати електродуговий та метод лазерного випаровування графіту. В них поєднується можливість управління складом вихідного продукту з простотою отримання ВНВ;
- найбільш перспективними галузями застосування ВНВ є створення нових конструкційних антифрикційний матеріалів і присадок до мастильних матеріалів;
- впровадження ВНВ в зазначених областях вимагає проведення спеціальних теоретичних і експериментальних досліджень.

Серед перелічених методів отримання ВНВ було обрано електродуговий метод, який є самим простим у реалізації і дає вихід корисних продуктів до 15%.

З метою розробки пристрою для отримання ВНВ був проведений огляд та аналіз великої кількості патентного матеріалу вже відомих конструкцій установок [4].

Серед розглянутих конструкцій привернув увагу до себе пристрій для одержання фулеренової сажі [5], який дозволяє формувати електроди в процесі роботи безпосередньо в реакторі без зупинки останнього.

Аналіз недоліків даної конструкції дозволив розробити нову конструкцію пристрою, запропоновану авторами. На цю конструкцію був отриманий патент [6].

Згідно з винаходом електроди формуються з чистого графітового порошку, який не містить зв'язувальних речовин (це дозволяє усунути недолік прототипу і підвищити якість отриманих наночасток вуглецю), а прес оснащений голковим глибинним трамбувальним вузлом з кулачковим приводом. Винахід дає можливість отримати наночастки вуглецю безперервно без зупинення реактора, що підвищує його продуктивність. Крім того, пристрій дає можливість отримати наночастки вуглецю високої хімічної частоти. Докладніше конструкція пристрою була описана в [7].

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і огляд публікацій дозволяє сформулювати вимоги до конструкції лабораторної установки для отримання наночасток вуглецю. Так, наприклад, автори вважають доцільним використовувати готові графітові електроди для спектрального аналізу, які серійно виготовляє промисловість. Незважаючи на значну вартість, вони виготовлені достатньо якісно і мають незначні хімічні домішки. Їх використання суттєво спрощує конструкцію приладу.

Визначення мети та задачі. Метою даної роботи є розробка лабораторного пристрою для отримання наночасток вуглецю електродуговим методом.

Основна частина. На кафедрі БКВРМ був спроектований та виготовлений пристрій для отримання наночасток вуглецю електродуговим способом (рис. 1).

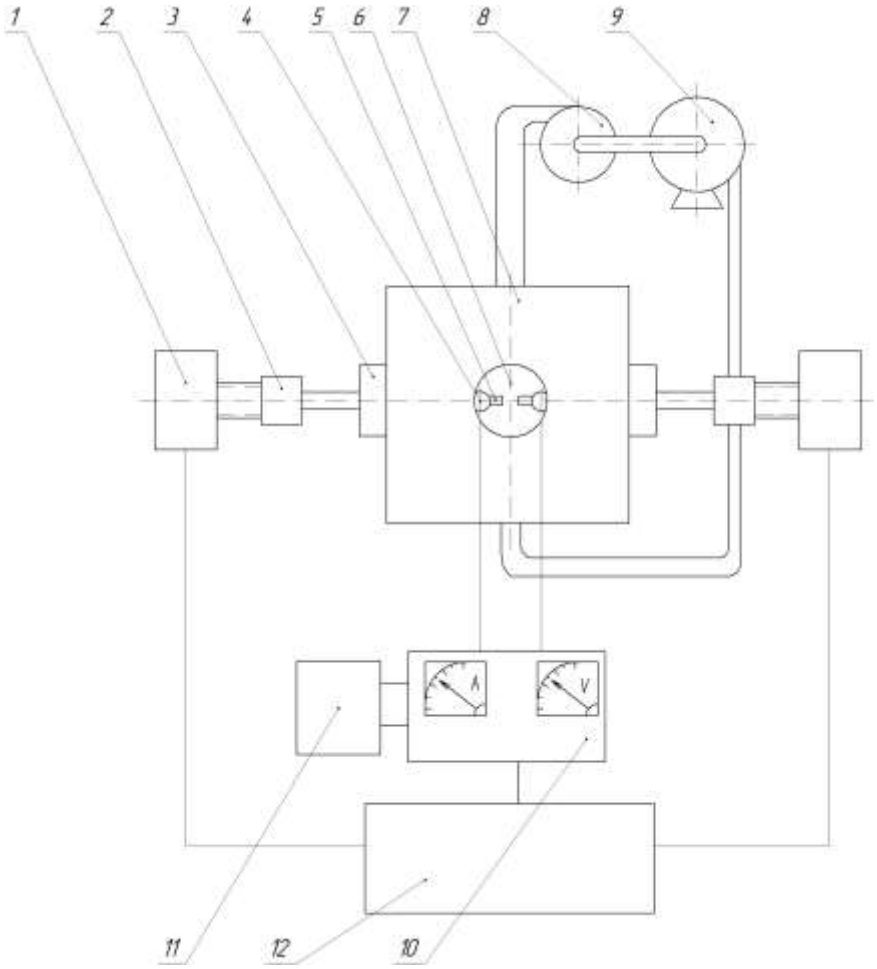

Рис. 1. Схема пристрою для отримання наночасток вуглецю:
1 – пристрій подачі електрода; 2 – муфта електроізольована; 3 – вакуумне ущільнення; 4 – струмоввід; 5 – електрод; 6 – вікно для спостереження; 7 – реактор; 8 – циклон; 9 – насос циркуляційний; 10 – комутатор; 11 – джерело живлення; 12 – система керування

Пристрій складається з таких основних вузлів: реактора 7, системи циркуляції гелію 9, системи відділення фулеренової сажі від гелію 8, системою подачі електродів 1, вакуумних ущільнень 3, джерела живлення 11, комутатора 10 та системи керування 12.

Працює даний пристрій у такий спосіб. Графітові електроди 5 вставляються в струмовводи 4 і через електроізольовані муфти під'єднуються до пристроїв подачі електродів 1. Внутрішню порожнину реактора 7 вакуумують, після цього в проточну частину подається гелій, вмикається циркуляційний насос 9. Вмикається джерело живлення 11 та система керування 12. Відповідно до заданої програми мікропроцесор системи керування 12 за допомогою пристроїв подачі електродів 1 виконує зведення електродів до загоряння електричної дуги, за якою ведеться спостереження через вікно 6. У процесі роботи реактора на одному з електродів утворюється вуглецевий депозит, наявність якого заважає роботі пристрою, тому комутатор 10 періодично перемикає полярність струму, що подається на струмовводи 4, відповідно до програми системи керування 12. При роботі пристрою плазма, що утворюється між електродами, випаровує графітові електроди та виноситься потоком гелію разом з фуллереновою сажею і наночастками вуглецю з реактора та осаджується у циклоні 8. Після згоряння двох електродів установка вимикається для перенавантаження електродів та вивантаження фулеренової сажи з циклону 8.

Процес очищення фулеренової сажи та розподілення на складові (графени, нанотрубки, фулерени та вуглецеві частки) виконується за стандартною технологією.

На рис. 2 показана лабораторна установка для одержання наночасток вуглецю електродуговим способом, яка реалізує принцип дії схеми на рис. 1. Нумерація позицій на схемі 1 та рис. 2 однакова, але додатково на рисунку 2 показана система охолодження струмовводів 13, яка являє собою бак з електронепровідною рідиною, циркуляційний насос та радіатор з вентилятором охолодження, блоком живлення. Також показаний балон з гелієм 14, який забезпечений редукційним клапаном, регулятором потоку та контрольними манометрами. Вакуумний компресор 15, який забезпечує глибину вакууму до мінус 1 кг/см^2. Система охолодження реактора та циклона 16 представляє собою бак з водою, відцентровий циркуляційний насос, радіатор, вентилятор, блок живлення. До складу установки також входить вакуумметр 17.

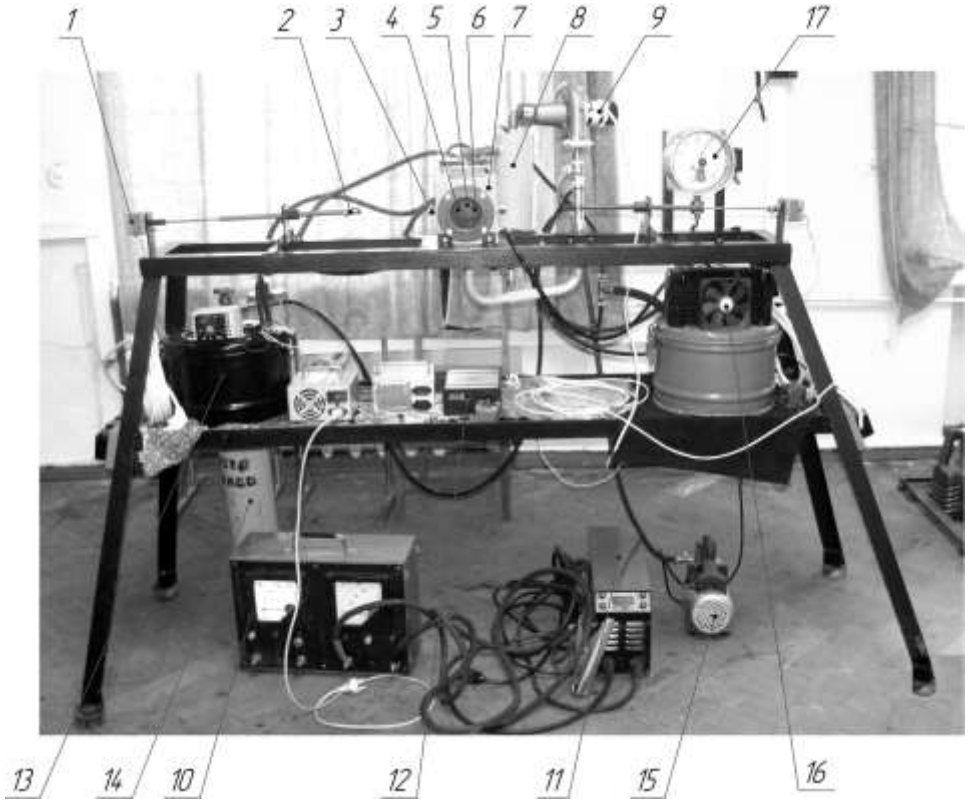

Рис. 2. Лабораторна установка для одержання наночасток вуглецю електродуговим способом: 1 – пристрій подачі електрода; 2 – муфта електроізольована; 3 – вакуумне ущільнення; 4 – струмоввід; 5 – електрод; 6 – вікно для спостереження; 7 – реактор; 8 – циклон; 9 – насос циркуляційний; 10 – комутатор; 11 – джерело живлення; 12 – система керування; 13 – система охолодження струмовводів; 14 – балон з гелієм; 15 – вакуумний компресор; 16 – система охолодження реактора та циклона; 17 – манометр - вакуометр

Технічні характеристики лабораторної установки для одержання наночасток вуглецю електродуговим способом:

1. Стабілзована напруга живлення вуглецевих електродів, В 10-60.
2. Стабілізований струм живлення вуглецевих електродів, А 5-180.
3. Потужність інвертора живлення електродів, Вт 50-10800.
4. Швидкість подачі вуглецевих електродів, мм/хв. 0,01-30.
5. Тиск гелію у реакторі, Мпа ± 0,1.
6. Ємність системи охоледження струмовводів, л 25.

7. Ємність системи охолодження реактора, л 30.

8. Вага пристрою, кг 300.

Висновки:

1. Проведений аналіз методів отримання наночасток вуглецю, який показав, що найбільш перспективним є електродуговий.

2. Проведений аналіз та огляд конструкцій приладів для отримання наночасток вуглецю.

3. Розроблена та виготовлена нова конструкція лабораторного приладу для отримання наночасток вуглецю, які можливо використовувати в вузлах тертя транспортних машин.

Список використаних джерел

1. Kroto H W et al. Nature 318 162 (1985).
2. Iijima S Nature (London) 354 56 (1991).
3. Воронин, С.В. Аналитический обзор технологий получения высоструктурированных наночастиц углерода [Текст] / С.В. Воронин, А.В. Суранов, А.А. Суранов // сб. науч. трудов ХНУБА. – Харьков: ХОТВ АБУ, 2013. – Вып. 73. – С. 212-223.
4. Воронін, С.В. Огляд та аналіз конструкцій установок для отримання наночасток вуглецю електродуговим методом [Текст] / С.В. Воронін, Д.В. Онопрейчук, Суранов О.О., Амінов Д.О. // зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізн. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 141. – С. 253-258.
5. http://www.freepatent.ru/patents/2418741 (патент №24181741).
6. Пристрій для отримання наночасток вуглецю електродуговим способом [Текст]: пат. 105616 Україна: МПК C01B 31/02, B82B 3/00 /Воронін С.В., Суранов О.В., Онопрейчук Д.В., Суранов О.О., Суранов Д.О., Стефанов В.О.; заявник УкрДАЗТ. - заявл. 30.09.2013; опубл. 25.05.2014, Бюл. №10. - 9 с.
7. Воронін, С.В. Лабораторний стенд для отримання наночастинок вуглецю електродуговим методом [Текст] / С.В. Воронін, О.О. Суранов, О.В. Суранов // тези доп. на міжнародній наук.-техн. конференції "Розвиток наукової та інноваціонної діяльності на транспорті №76 (15-17 квітня 2014 р.): зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізн. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 143. – С. 267.

Рецензент д-р техн. наук, професор М.П. Римарчук

Воронін Сергій Володимирович, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин Української державної академії залізничного транспорту. Тел. (057) 730-10-66. E-mail: voronin.sergey@ukr.net.
Суранов Олексій Владиславович, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин. Тел. 095-810-69-75.
Суранов Олексій Олексійович, інжненер. Тел. 093-695-89-07.

Sergey Voronin, kand. tekhn. sciences, associate professor, manager of department of build, travel and fraight-unloading machines. Ukrainian state academy of railway transport. E-mail: voronin.sergey@ukr.net.
Suranov Alexei, kand. tekhn. sciences, associate professor of department of build, travel and fraight-unloading machines. Ukrainian state academy of railway transport.
Suranov Alexei Jr., inzhnener tel. 093-695-89-07.
Kuts Volodymyr, undergraduate of department of build, travel and fraight-unloading machines. Ukrainian state academy of railway transport.