

Корисна модель відноситься до способів одержання нових вуглецевих наноструктур (ВНС) - нанокластерів, фулеренів, нанотрубок, нановолокон, ендифулеренів та ін., що дозволить створити якісно нові матеріали, котрі матимуть велике практичне застосування.

Відомий спосіб лазерного одержання фулеренів шляхом розпилення графітового диска випромінюванням неодимового лазера помірної інтенсивності. Вуглецева пара, що утворюється в результаті випаровування графіту, захоплюється потоком гелію, де відбувається її конденсація в сажу, до складу якої входить невелика кількість фулеренів. Для виділення фулеренів сажу поміщають в неполярний органічний розчинник і виділяють з розчину фулерени методами екстракції і рідинної хроматографії [Елецкий А.В., Смирное Б.М. Фуллерены // Успехи физич. наук. - 1993. - т.163. М2, С.33-60].

До недоліків цього способу варто віднести неоднорідне випаровування графіту із поверхні мішені, багатостадійність процесу синтезу, неможливість одержання ендедральних структур, наявність екологічно шкідливих викидів.

Відомий також метод електродугового випаровування графіту, який полягає в тому, що електродугове випаровування графіту здійснюють у вакуумній камері, яка заповнена гелієм під тиском ~100 тор, який застосовується для швидкого охолодження ВНС при їхньому синтезі, подають низьковольтну напругу ~30В на графітові електроди, встановлені на відстані один від одного, в результаті чого між електродами загоряється дуга, по якій тече струм $I \sim 250\text{А}$ [Kraetschmer W., Lamb L.D., Fosiropoulos K., Huffman D.R. Solid Ceo - a new form of carbon//Nature. 1990 - V.347. - P.354-358].

Недоліками цього способу є неоднорідне (із поверхні електродів) випаровування графіту, багатостадійність процесу синтезу, неможливість одержання ендедральних структур, наявність екологічно шкідливих викидів.

Найбільш близьким до способу, що заявляється, обрано спосіб одержання фулеренів, який полягає в тому, що електроди, встановлені на відстані один від одного, розміщують у неполярному розчиннику, у міжелектродний проміжок (МЄП) подають графітові стрижні, замикаючи електроди, а випаровування графіту, утворення високотемпературної плазми і одержання розчину, що містить фулерени, здійснюють, подаючи на електроди імпульси високої напруги величиною 10-20кВ при енергії, що запасастся в одному імпульсі, 200-600Дж [патент України №45181 А, МКП С01В31/00, Бюл. „Промислова власність“, №3, 2002р.].

Недоліками цього способу є можливість одержання лише одного виду ВНС - фулеренів, неможливість одержання ендедральних структур та металофулеренів.

В основу корисної моделі, що заявляється, поставлено технічну задачу створення способу одержання ВНС, що забезпечить формування ВНС певного типу (в тому числі ендедральних структур, металофулеренів та композиційних наноматеріалів), екологічну чистоту процесу синтезу.

Суть корисної моделі, що заявляється, полягає в тому, що електроди, встановлені на відстані один від одного розміщують у неполярному розчиннику, у міжелектродний проміжок подають стрижні, замикаючи електроди, а випаровування стрижнів, утворення високотемпературної плазми і одержання розчину, що містить фулерени, здійснюють, подаючи на електроди імпульси високої напруги, причому попередньо електроди виготовляють із струмопровідного легкоплавкого чи тугоплавкого матеріалу, визначають їх поперечний переріз, довжину та необхідну величину напруги та накопиченої енергії для утворення високотемпературної плазми, випаровування струмопровідних стрижнів і утворення високотемпературної плазми здійснюють у рідких неполярних середовищах, що містять вуглець, а виділення ВНС певного типу проводять методами рідинної хроматографії або мас-спектрометрії.

Заявлений спосіб дозволяє одержати ВНС певного типу (в тому числі ендедральні структури, металофулерени та композиційні наноматеріали) за рахунок того, що в умовах високоенергетичного плазмохімічного синтезу в певних середовищах вдається зформувати інтенсивні потоки та надвисокі щільності реагуючих атомів та молекул, які в процесі конденсації, самоорганізації та направлених каталітичних перетворень утворюють нові вуглецеві та композиційні наноструктури при максимальному використанні вихідних матеріалів та економії підведеної енергії, що суттєво розширює можливості їх практичного використання.

З метою досягнення температурно-енергетичних параметрів високотемпературної плазми, що забезпечують потрібні умови плазмохімічного синтезу для формування ВНС певного типу, для кожного матеріалу проводили попередні розрахунки значень технологічних параметрів процесу (поперечний переріз і довжина електродів, напруга між електродами, ємність конденсаторної батареї, енергія та тривалість імпульсів). Для кожної діелектричної рідини (дистильована вода, етанол, бензол, толуол) вибір оптимальних режимів здійснювали проведення ЕВП при різних значеннях технологічних параметрів електроімпульсного обладнання. Фазовий, елементний та масовий склад продуктів плазмохімічного синтезу визначали за результатами рентгеноструктурного аналізу, мас-спектрометрії, магнітних вимірювань та електронної мікроскопії.

Спосіб здійснювали наступним чином.

1. Виготовляють електроди із чистого танталу діаметром 0,5мм і довжиною 50мм, встановлюють їх в МЄП робочої камери реактора, в робочу камеру заливають робочу рідину - толуол або бензол, або етанол, або дистильовану воду, подають на електроди напругу величиною 5кВ при енергії в імпульсі 20кДж, після цього робочу рідину разом із сформованими в ньому ВНС - фулеренами, вуглецевими нанотрубками, ендифулеренами - виливають із робочої камери, екстрагують ВНС із робочої рідини методами рідинної хроматографії або мас-спектрометрії;

(Таблиця, Приклад 1)

2. Виготовляють електроди із електролітичного нікелю діаметром 1мм і довжиною 50мм, встановлюють їх в МЄП робочої камери реактора, в робочу камеру заливають робочу рідину - толуол або етанол, або дистильовану воду, подають на електроди напругу величиною 4,8кВ при енергії в імпульсі 18кДж, після цього робочу рідину разом із сформованими в ньому ВНС виливають із робочої камери, екстрагують ВНС із робочої рідини методами рідинної хроматографії або мас-спектрометрії;

(Таблиця, Приклад 2)

3. Виготовляють електроди із карбонільного заліза діаметром 1мм і довжиною 50мм, встановлюють їх в МЄП робочої камери реактора, в робочу камеру заливають робочу рідину - толуол або етанол, або дистильовану воду, і подають на електроди напругу величиною 4,5кВ при енергії в імпульсі 16кДж, після цього робочу рідину разом із сформованими в ньому ВНС виливають із робочої камери, екстрагують ВНС із робочої рідини методами рідинної хроматографії або мас-спектрометрії.

(Таблиця, Приклад 3)

4. Виготовляють електроди із електролітичної міді діаметром 1,5мм і довжиною 50мм, встановлюють їх в МЕП робочої камери реактора, в робочу камеру заливають робочу рідину - толуол або етанол, або дистильовану воду, і подають на електроди напругу величиною 4,0кВ при енергії в імпульсі 12кДж, після цього робочу рідину разом із сформованими в ньому ВНС виливають із робочої камери, екстрагують ВНС із робочої рідини методами рідинної хроматографії або мас-спектрометрії.

(Таблиця, Приклад 4)

Результати рентгеноструктурних та мас-спектрометричних досліджень продуктів плазмохімічного синтезу в різних робочих рідинах з використанням електродів із графіту, нікелю та заліза приведені в таблиці.

Таблиця

Фазовий та масовий склад (фулерени та вуглецеві нанокластери) продуктів плазмохімічного синтезу графіту, нікелю та заліза, одержаних методом ВВП в різних робочих рідинах.

№	Матеріал	Робоча рідина	Фазовий склад продуктів синтезу	Масовий склад фулеренів та вуглецевих нанокластерів, а.о.м.
Приклад 1	Ta	толуол	Ф, ВНТ, ЕФ, Та, ТаС	477, 506, 533, 561, 604, 828, 858, 881, 885
	Ta	Бензол	Ф, ВНТ, ЕФ, Та, ТаС	447, 474, 477, 502, 532, 558
	Ta	Етанол	Та, ТаС, Та ₂ О ₅	—
	Ta	Вода	Та, Та ₂ О ₅	—
Приклад 2	Ni	Толуол	Ф, ВНТ, ЕФ, Ni, Ni ₃ C	532, 560, 589, 623, 860
	Ni	етанол	Ni, Ni ₃ C, Ni(H)	—
	Ni	вода	Ni, NiO	—
Приклад 3	Fe	толуол	Ф, ВНТ, ЕФ, Fe, Fe ₃ C	304, 316, 328, 344, 356, 368, 721, 864
	Fe	етанол	Fe, Fe ₃ C	—
	Fe	вода	Fe, FeO, Fe ₃ O ₄	—
Приклад 4	Cu	толуол	Ф, ВНТ, ЕФ, Cu	463, 493, 542, 576, 658, 783
	Cu	етанол	Cu	—
	Cu	вода	CuO	—

Примітка. В таблиці прийняті наступні скорочення:

ВНТ - вуглецеві нанотрубки;

ЕФ - ендофулерени;

Ф - фулерени;

а.о.м. - атомні одиниці маси.

Спосіб, що заявляється, може бути використаний як в лабораторних, так і в промислових умовах.