

E-BEAM PRODUCTION OF CARBON-BASED MATERIALS WITH AMORPHOUS, NANO-STRUCTURES FOR INDUSTRY AND MEDICINE

Description

Technology is based on the method of electron beam evaporation of carbon (graphite) using a liquid pool of tungsten and subsequent condensation of the vapour flow, which was suggested by us and patented in Ukraine and the USA (US Patent #5296274, cl. B05D 1/00 Movchan B. A. and others. "Method of producing carbon-containing materials by electron beam vacuum evaporation of graphite and subsequent condensation"). Evaporation is performed as follows: a plano-cylindrical tungsten tablet 5–10 mm high is placed on the end face of a cylindrical graphite block of 50–100 mm diameter and specified length. The tablet is melted by the electron beam and forms a "hot pool". A continuous transport process of carbon dissolution in the liquid pool volume, subsequent evaporation from the pool surface and formation of an intensive vapour flow of carbon atoms (clusters) is established. Tungsten practically does not evaporate.

Located near the above-mentioned carbon evaporation source is the second independent traditional source of electron beam evaporation of metallic and non-metallic materials, which are added to the main vapour flow of carbon by evaporation, if required (The third evaporation source can also be used).

This method has been recently improved by applying the technique of reflection of the vapour flow of carbon (or carbon plus additives) from surfaces (mirrors) heated up to high temperatures (1000–1800 °C), to form in space vapour flows of a specified orientation and particles which would be more uniform in terms of composition, structure and energy. This improvement is required at subsequent deposition of the vapor flow and "engineering" of the specified coating structure. Vapour flow ionization and bleeding gases into the vacuum chamber can be used as additional technological parameters for controlling the deposition process and condensate structure. Temperature of the deposition surface is one of the main technological parameters, controlling the condensate structure.

Rate of evaporation of a graphite block of 70 mm diameter is equal to 1.0–1.1 kg/h.

Innovative Aspect and Main Advantages

Electron beam technology differs from the currently available methods of arc and laser evaporation of carbon by availability of many parameters for fine adjustment of the main stages of the evaporation process, vapour flow formation and its condensation, namely:

1. Area, average values of evaporation rate and temperature of atoms (molecules) evaporated from the tungsten "hot pool".

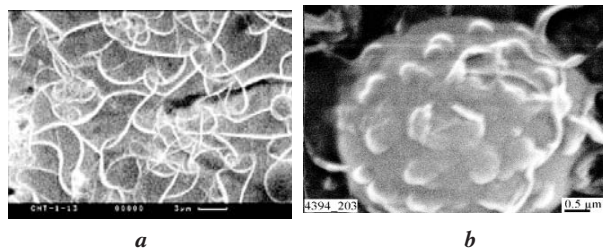


Fig. 1. Examples of special structures of carbon condensates: nanotubes (a) and spheres (b).

2. Temperature, composition and molecular structure of the vapour flow after reflection from the heated surfaces, vapour flow ionization, bleeding gases and using additives of inorganic and organic substances, including catalysts of the growth of macromolecular structures of the type of nanotubes and fullerenes. Temperature of the condensation surface of an oriented vapour flow in the range from room temperature to 1000–1200 °C and respective structures
3. From amorphous to nano- and micro-sized. Possibility of producing macromolecular (fullerenes, nanotubes) and diamondlike structures, carbides and composite materials (coatings) on their base is shown. A pilot production electron beam unit of up to 250 kW power adapted to the above technology variants is available. Areas of Application: Electronics and optoelectronics, medicine, chemical technology, instrument and mechanical engineering.

Stage of Development

Technology and equipment have been patented, experimental facilities are available, and a demonstration can be done.

Contact Details

International Center for Electron Beam Technologies of E. O. Paton Electric Welding Institute of NASU
68, Gorky str., Kiev-150, 03150, Ukraine
Yakovchuk Konstantin
Tel.: +38 044 289-2176
Fax: +38 044 287-3166
E-mail: yakovchuk@paton-icebt.kiev.ua
<http://www.paton-icebt.kiev.ua>

ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВА ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ВУГЛЕЦЮ З АМОРФНОЮ, НАНО- І МІКРОРОЗМІРНОЮ СТРУКТУРОЮ

Огляд пропозиції

Технологія базується на запропонованому нами і запатентованому в Україні і США (Патент США №5296274, кл. B05D 1/00 Movchan B.A. and others. "Method of producing carbon-containing materials by electron beam vacuum evaporation of graphite and subsequent condensation.") методі електронно-променевого випаровування вуглецю (графіту) з використанням рідкої ванни вольфраму і наступної конденсації парового потоку. Випаровування здійснюється в такий спосіб: на торці циліндричного блоку графіту діаметром 50–100 мм і заданої довжини утримується плоско-циліндрична таблетка вольфраму висотою 5–10 мм, що розплавляється електронним променем і утворює "hot pool". Установлюється безперервний транспортний процес розчинення вуглецю в об'ємі рідкої ванни, наступного випару з поверхні ванни й утворення інтенсивного парового потоку атомів (кластерів) вуглецю. Вольфрам при цьому практично не випаровується.

Поруч із зазначеним джерелом випаровування вуглецю розташовується інше незалежне традиційне джерело електронно-променевого випаровування металевих і неметалічних речовин, що при необхідності, шляхом випару, вводяться в основний паровий потік вуглецю. (Можливо застосувати і третє джерело).

Останнім часом цей метод був удосконалений шляхом застосування техніки відбиття парового потоку вуглецю (або вуглецю з добавками) від нагрітих до високих температур (1000–1800 °С) поверхонь (дзеркал) з метою формування в просторі парових потоків заданої орієнтації і більш однорідних за складом, структурою та енергією часток. Це удосконалення необхідне для подальшого осадження парового потоку і "конструювання" заданої структури конденсатів.

У якості додаткових технологічних параметрів регулювання процесу осадження і структури конденсатів можна застосовувати іонізацію парового потоку і введення газів у вакуумну камеру.

Температура поверхні осадження – один з основних технологічних параметрів, який контролює структуру конденсатів.

Швидкість випару блоку графіту діаметром 70 мм дорівнює 1,0–1,1 кг/год.

Інноваційний аспект та основні переваги

Електронно-променева технологія відрізняється від існуючих методів дугового і лазерного випаровування вуглецю наявністю багатьох параметрів тонкого регулювання основних стадій процесу випаровування, формування парового потоку і його конденсації:

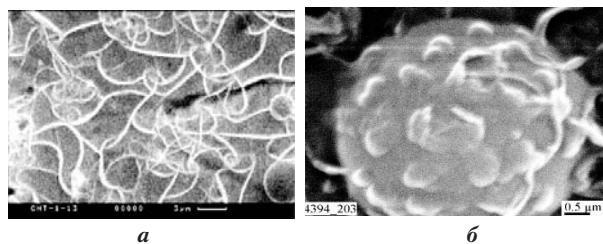


Рис. 1. Приклади особливих структур конденсатів вуглецю: (а) – нанотрубки; (б) – сфери.

1. Площі, середніх значень швидкості випаровування і температури атомів (молекул), що випаровуються з поверхні "hot pool" вольфраму.
2. Температури, складу і молекулярної структури парового потоку після відбиття від нагрітих поверхонь, іонізації парового потоку, введенні газів і домішок неорганічних і органічних речовин, включаючи каталізатори росту макромолекулярних структур типу нанотрубок, фулеренів.
3. Температури поверхні конденсації орієнтованого парового потоку в інтервалі від кімнатних до 1000–1200 °С та відповідних структур від аморфних до нано- і мікро- розмірних.

Було продемонстровано можливість одержання макромолекулярних (фулерени, нанотрубки) і алмазоподібних структур, карбідів та композиційних матеріалів (покриттів) на їхній основі.

Є дослідно-промислово електронно-променева установка потужністю 250 кВт, адаптована до зазначених технологічних варіантів.

Галузь застосування

Електроніка, оптоелектроніка, медицина, хімічна технологія, приладо- і машинобудування.

Стадія розробки

Технологія й устаткування запатентовані, є визначена база експериментальних досліджень. Можлива демонстрація.

Контактна інформація:

Міжнародний центр електронно-променевих технологій Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАНУ Україна, 03150, Київ-150, вул. Горького 68

Контактна особа: Костянтин Яковчук

Тел.: 044 289-2176; **Факс:** 044 287-3166

E-mail: yakovchuk@paton-icebt.kiev.ua

<http://www.paton-icebt.kiev.ua>