

COMBUSTION METHOD FOR PRODUCING FULLERENIC NANOSTRUCTURES: EVALUATIONS AND PROSPECTS

Lytvynenko Yu.M.

Institute for Problems of Materials Science of NAS of Ukraine, lab. # 67,
Krzhizhanovsky str. 3, Kyiv, 03142 Ukraine

Introduce

Fullerenes and nanotubes as rather new objects for investigation of researchers all over the world have definite prospects for using at many branches of industry. Both the high price and the insufficient effect of known devices for production of the fullerene nanostructure materials have prevented from embodiment yet.

The main part of expenses falls to both an extraction and a separation of fullerenes and nanotubes. The methods for production of a soot with the nanostructures are divided on two groups: the nanostructures obtaining at carbon vaporization (electric arc, laser and solar furnace) and at the hydrocarbon decomposition (pyrolysis and combustion). The fullerenes and nanotubes synthesis in the flames is one of the simple and cheap methods [1].

Results and discussion

The known devices for the nanostructures production contain combustion chamber, inlets for feeding both the fuel and oxygen, burner and sampling probe. Hydrocarbons including products derived from oil, coal and biomass are used as fuel, and oxygen is as oxidizer. The gas velocity is substantially in the range of 14 to 75 cm/s, although on an industrial scale, gas velocities could be much higher. The carbon to oxygen ratio (C/O) is in a range of 0,85 to 1,10. The chamber pressure is in the range of 20 torr to atmospheric pressure and more [2]. Sometimes a diluent may also be added to the combustion mixture. Suitable diluents include any non-combustible gas and is preferably argon, nitrogen, helium, carbon dioxide and mixtures thereof. The process temperatures are in the range from 1400 to 2100 K. Character an obtaining of the fullerene nanostructure materials such as the nanotubes onto the sampling probe surface depends considerably on a phenomenon of the material surface. For varying the conditions of the nanostructures creating, the sampling probe is made with metal and ceramics, its surface is

covered with plates of metal, ceramics or quartz and the sampling probe surface is sprayed with metal or ceramics.

The condensibles can be continuously utilized by means of the devices, for example, electrostatic separator or cyclon. Obtained soot presents a wide spectrum of the nanostructures: from C₆₀ and C₇₀ fullerenes to giant ones; single and multilayer nanotubes, opened and capped at both ends [3]. The yield of fullerenes and nanotubes is substantially in the range of 0,003 to 90% of the total soot mass. The components contain can be regulated with variations of the combustion process parameters.

Conclusion

The processes obtaining of the nanostructures at carbon vaporization by electric arc and laser demand the large energetic expenditures and the solar furnace working depends on a weather. Therefore the methods of hydrocarbon decomposition are more preferable from point of view of the economics. Pyrolysis with its effect has lesser reserves for decision a problem of increase the process productivity then the combustion process.

It is necessary to notice that literature data about the yield of fullerene nanostructures are often exaggerated. Nevertheless the most simple variant of the methods is imagined: the continuous combustion of cheap fuel in air at atmospheric pressure.

References

1. Howard J.B., McKinnon J.T. Combustion method for producing fullerenes. US Patent 5273729, C01B031/00, May 24, 1991.
2. Vander Sande J.B., Howard J.B., Chowdhury K.D. Production of fullerene soot in flames. US Patent 6162411, C01B31/02, December 12, 2000.
3. Atamny et al.. Micromorphology of carbon black. Carbon 1992; 30:1123-1126.

ПРОИЗВОДСТВО ФУЛЛЕРЕНОВЫХ НАНОСТРУКТУР МЕТОДОМ СЖИГАНИЯ: ОЦЕНКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Литвиненко Ю.М.

Институт проблем материаловедения НАН Украины, Лаб. № 67,
ул. Кржижановского 3, Киев, 03142 Украина

Введение

Фуллерены и нанотрубки, как относительно новые объекты исследования ученых всего мира, имеют определенные перспективы для применения во многих отраслях промышленности, но их внедрению до сих пор препятствует высокая цена фуллереновых наноструктурных материалов и недостаточная продуктивность известных устройств для их производства.

Основная часть расходов падает на экстракцию и разделение фуллеренов и нанотрубок. Из методов получения сажи, содержащей наноструктуры, выделяют две группы: образование наноструктур при испарении углерода (электрическая дуга, лазер и солнечная печь) и при разложении углеводородов (пиролиз и сжигание). Синтез фуллеренов и нанотрубок в пламенах является одним из простых и дешевых методов [1].

Результаты и обсуждение

Известные устройства для получения этих наноструктур включают камеру сгорания, каналы ввода топлива и окислителя, горелку и пробоотборник. В качестве топлива используют углеводороды, в том числе производные нефти, угля и биомассы, а окислителем служит кислород. Скорость потока газа изменяется от 14 до 75 см/сек; отношение углерода к кислороду (C/O) в диапазоне 0,85-1,10. Давление в камере сгорания от 20 мм рт.ст. до атмосферного и выше [2]. Возможно использование газа-разжижителя: аргона, азота, гелия, двуокиси углерода и их смесей. Температура процесса 1400 – 2100 К. Характер образования фуллереновых наноструктурных материалов, в частности нанотрубок, на поверхности пробоотборника в значительной мере зависит от природы материала его поверхности. Для того, чтобы варьировать условиями структурообразования, пробоотборник выполняют из керамики, его поверхность покрывают пластинами металла, керамики или кварца, поверхность

пробоотборника напыляют металлом или керамикой.

Утилизация большого количества конденсатов может производиться непрерывно с помощью таких устройств, например, как электростатический сепаратор или циклон.

Образующаяся сажа представляет широкий спектр наноструктур: фуллерены от C₆₀ и C₇₀ до гигантских; нанотрубки одностенные, многостенные, открытые и закрытые с двух концов [3]. Выход фуллеренов и нанотрубок имеет широкий диапазон – от 0,003 до 90 %. Содержание компонентов можно регулировать, варьируя параметры процесса сжигания.

Выводы

Процессы образования наноструктур при испарении углерода с помощью электрической дуги и лазера требуют больших затрат энергии, а работа солнечной печи зависит от погоды. Поэтому с точки зрения экономики предпочтительнее методы разложения углеводородов. Пиролиз при всей его эффективности имеет меньшие резервы в решении проблемы повышения производительности процесса по сравнению с процессом сжигания. Следует заметить, что приводимые в литературе данные о выходе готовой продукции часто бывают значительно завышены. Тем не менее, здесь просматривается наиболее простой вариант метода: непрерывное сжигание дешевого топлива в воздухе при атмосферном давлении.

Литература

1. Howard J.B., McKinnon J.T. Combustion method for producing fullerenes. US Patent 5273729, C01B031/00, May 24, 1991.
2. Vander Sande J.B., Howard J.B., Chowdhury K.D. Production of fullerene soot in flames. US Patent 6162411, C01B31/02, December 12, 2000.
3. Atamny et al.. Micromorphology of carbon black. Carbon 1992; 30:1123-1126.