

# ОПЫТ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ В ВИБРАЦИОННЫХ АППАРАТАХ

Меметов Н.Р., Ткачев А.Г., Негров В.Л.

ООО «Тамбовский инновационно-технологический центр машиностроения»  
Тамбов, Россия

## EXPERIENCE OF INDUSTRIAL CARBON NANOMATERIALS OBTAINING IN VIBRATING DEVICES

Memetov N.R., Tkachev A.G., Negrov V.L.  
Tambov Innovative Technological Center Ltd.  
Tambov, Russia

Исследования последнего времени в области применения углеродных наноматериалов (УНМ) способствуют их переходу в категорию реально используемых в промышленности.

УНМ обладают рядом уникальных свойств: большая прочность в сочетании с высокими значениями упругой деформации, хорошая электропроводность и адсорбционные свойства, способность к холодной эмиссии электронов и аккумулярованию газов.

Эти материалы могут успешно использоваться в качестве наполнителей конструкционных материалов, аккумуляторов водорода, элементов радиоэлектроники, добавок в смазочные материалы, высокоэффективных адсорбентов и т.д.

С учетом возможных значительных объемов потребления становится актуальным производство УНМ в промышленных масштабах. [1]

Целью совместного проекта ООО «Тамбовский инновационно-технологический центр машиностроения», Тамбовского государственного технического университета и ОАО «Тамбовский завод «Комсомолец» им. Н.С. Артемова» является организация промышленного получения УНМ каталитическим пиролизом газообразных углеводородов в аппаратах с виброожигенным слоем.

В качестве катализатора процесса пиролиза использовалась композиция Ni-MgO, технология получения которого описана в работе [2].

Экспериментальные исследования, проведенные авторами, позволили определить основные режимные параметры работы создаваемого оборудования: температуру, расходные характеристики газа и катализатора, время процесса, параметры вибрационного воздействия (частота, амплитуда). Изучение влияния этих факторов проводилось в лабораторном реакторе с виброожигенным слоем.

Установлено, что при процессе пиролиза пропан-бутановой смеси интенсивное осаждение углерода на Ni-MgO катализаторе начинается при температуре 530°C. Максимальный удельный выход продукта (отношение массы полученного продукта к массе катализатора) достигается при температуре 600°C. Дальнейшее увеличение температуры к увеличению удельного выхода продукта не приводит.

При увеличении массы загружаемого катализатора и неизменных времени процесса и расходе газа наблюдалось снижение удельного выхода. При увеличении расхода газа и неизменных времени процесса и массе катализатора, наоборот, наблюдалось увеличение удельного выхода. Время процесса составляло 30 мин. При этом величина удельного выхода продукта не превышала 600÷800%. Увеличение времени протекания процесса позволило добиться величины удельного выхода 1500%.

Оптимальное соотношение расхода газа (пропан-бутановая смесь) и массы катализатора (Ni-MgO) должно выбираться в диапазоне 15÷35 л/(ч·г). Получена зависимость, позволяющая рассчитать удельный выход получаемого продукта в любой момент времени в зависимости от соотношения расхода газа и массы катализатора.

Величина относительного ускорения вибрации должна выбираться в пределах 3,5÷5g в зависимости от высоты слоя получаемого продукта, при этом амплитуда колебаний должна составлять 1-2 мм.

На различных этапах проведения исследовательских работ нашими партнерами выступали ученые ряда институтов Российской Академии Наук (РАН), в частности, Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе, Института физики твердого тела и Института высокомолекулярных

соединений. С их помощью была проведена комплексная диагностика образцов полученных УНМ с использованием современных средств измерительной техники.

Обобщенные результаты диагностики, проведенные различными методами, свидетельствуют, что полученный нами УНМ представляет собой нитевидные углеродные нановолокна (УНВ) диаметром от 10 до 80 нм, состоящие из поликристаллического нанографита, погруженные в аморфный углерод.

Проведенные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы позволили выработать рекомендации для проектирования опытно-промышленной установки для получения УНВ в виброожиженном слое, отработать технологию получения этих продуктов с заданными морфологическими и физико-химическими свойствами; спроектировать, изготовить и запустить в действие опытно-промышленную установку для получения углеродных нановолокон в виброожиженном слое с производительностью 100 кг/год.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tkachev, A.G. Carbon nanomaterials produced by catalytic pyrolysis of hydrocarbons: research conditions and prospects of application / A.G. Tkachev, S.V. Blinov, N.R. Memetov // IX INTERNATIONAL CONFERENCE "Hydrogen Materials Science & Chemistry of Carbon Nanomaterials" Sevastopol, Crimea, Ukraine, 2005. P. 472-473.

2. Монаенков, М.Ю. Получение катализатора для производства углеродных наноматериалов / М.Ю. Монаенков, А.Г. Ткачев, В.Л. Негров // Достижения ученых XXI века: сборник материалов международной научно-практической конференции, Тамбов, «Першина», 2005. С. 100-101.