

УДК 536.331

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАГРЕВАТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ПРИ ПИРОЛИТИЧЕСКОМ ФОРМИРОВАНИИ УНТ МЕТОДОМ CVD В КАМЕРЕ С ХОЛОДНЫМИ СТЕНКАМИ

Евгений Владимирович Зикий

*Бакалавр 4 года,**кафедра «Электронные технологии в машиностроении»,**Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана**Научный руководитель: С.П. Бычков,**старший преподаватель кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

УНТ (углеродные нанотрубки) – один из самых перспективных наноматериалов на данный момент [1]. Всё большую популярность набирают пиролитические методы их синтеза, так как они более применимы для массового получения, не требуют столь высоких температур, как для возгонки графита, могут применяться для выращивания УНТ на значительных площадях, ими легче управлять. Также разновидностей методов пиролиза гораздо больше, чем вариантов реализации сублимации и десублимации графита. Выход УНТ в пиролитических методах может достигать 90 – 95% [2].

Наибольшее распространение получил метод пиролиза в камере с горячими стенками – кварцевая камера, в которую напускается углеродсодержащий газ и в которой находится подложка, полностью нагревается в печи – рисунок 1. Недостатком данного метода является осаждение значительного количества аморфного углерода на стенках камеры, так как УНТ формируются только при наличии катализатора, который расположен только на подложке.

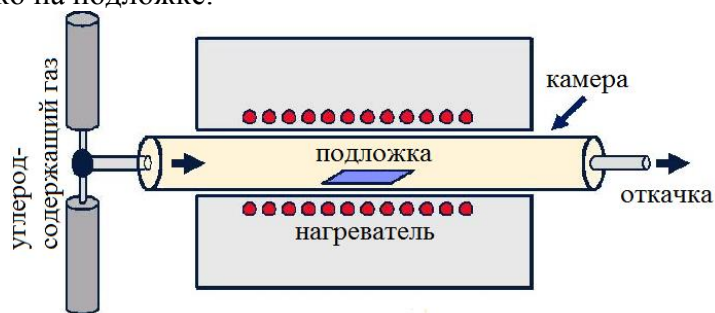


Рис. 1. Схема установки пиролитического синтеза УНТ в камере с горячими стенками

Не обладает данным недостатком пиролитический синтез УНТ в камере с холодными стенками – нагревается только подложка, и только на ней происходит синтез углеродных структур – рисунок 2.

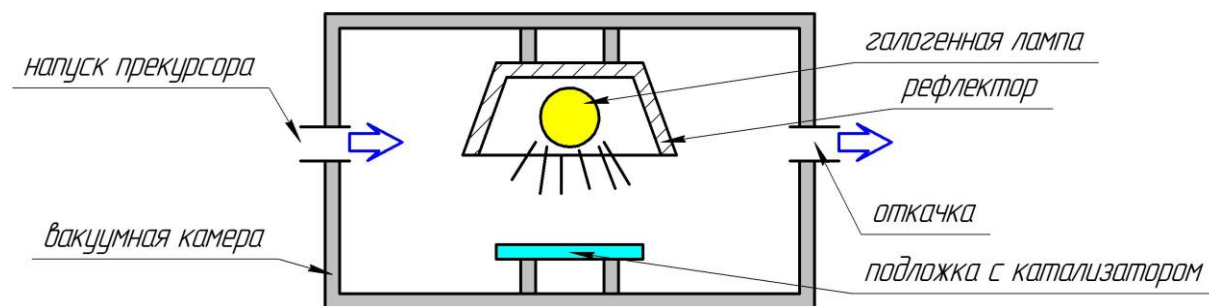


Рис. 2. Схема установки пиролитического синтеза УНТ в камере с холодными стенками

Одним из основных элементов установки такого типа является нагреватель. Один из вариантов реализации нагревателя – галогенная лампа. Множественные эксперименты по выращиванию УНТ показывают, что синтез возможен в широком температурном диапазоне: 200 – 1200°C. Для работы с выбранной температурой необходимо подобрать лампу соответствующей мощности. При неимении экспериментальных данных подбор можно осуществить с помощью математической расчётной модели, построенной на основе законов сохранения энергии и Стефана-Больцмана.

По составленной модели был произведён расчёт ожидаемой температуры на подложке по достижению термодинамического равновесия при нагреве на воздухе (с учётом конвекции) лампой мощностью 100 Вт и расстоянии между подложкой и лампой 17 мм. Расчётное значение – 246°C. Экспериментальное значение при нагреве в течение 13 минут – 202°C. При более длительном времени нагрева температура подложки достигла бы как минимум значения 220°C. Таким образом, погрешность модели составляет не более 12%. Таким образом, использованную модель можно применять для подбора ламп-нагревателей для синтеза УНТ, а также многих других структур, каталитическим пиролизом в камере с холодными стенками при реализации нагрева излучением.

Литература

1. *Дьячков П.Н.* Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения / Дьячков П. Н. - Москва: Бином. Лаб. знаний, 2006 (Вологда: ПФ Полиграфист). - 293 с.: ил.
2. *Раков Э.Г.* Получение тонких углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом на носителе /Э.Г. Раков//Успехи химии. 2007. – Т.76, №1. – С.3-26.