

### ВЛИЯНИЕ ПАРОВ ВОДЫ НА СИНТЕЗ МНОГОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

**Замчий А.О., Зайковский А.В., Калужный Н.А., Костоград И.А., Смовж Д.В.**

Федеральное бюджетное учреждение науки «Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе»  
СО РАН, Новосибирск, Россия (630090, г. Новосибирск, просп. Лаврентьева, 1), e-mail: ikostograd@gmail.com

Проведены исследования о влиянии паров воды на синтез углеродных нанотрубок методом термического каталитического осаждения из газовой фазы на подложке с предварительно нанесенным слоем железа 0.8 нм. В качестве газа прекурсора использовался метан, в качестве буферных газов аргон и водород. Синтезированы многослойные углеродные нанотрубки. Анализ углеродных нанотрубок методами спектроскопии комбинационного рассеяния и просвечивающей электронной микроскопии показал, что увеличение концентрации паров воды до 0,2% приводит к полному травлению аморфного углерода с поверхности углеродных нанотрубок. При больших концентрациях паров воды 0,2-1% структура многослойных углеродных нанотрубок меняется на бамбуковую. При больших концентрациях воды (3%) каталитический синтез углеродных наноструктур прекращается. Максимальное качество графитовых структур достигается при концентрации паров воды 0.35%.

### THE INFLUENCE OF WATER VAPOR ON THE SYNTHESIS OF MULTI-WALLED CARBON NANOTUBES

**Zamchiy A.O., Zaikovskiy A.V., Kalyuzhnyy N.A., Kostograd Y.A., Smovzh D.V.**

Institute of thermophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia  
(630090, Novosibirsk, prosp.Lavrentiev, 1), e-mail: ikostograd@gmail.com

The effect of water vapor on carbon nanotubes, synthesized by the method of thermal catalytic deposition from the gas phase on a substrate, covered preliminary by the iron layer of 0.8 nm, was studied. Methane was used as a feedstock gas, hydrogen and argon as a buffer gases. The multilayer carbon nanotubes were synthesized. According to analysis of carbon nanotubes by the methods of Raman spectroscopy and transmission electron microscopy, increasing the concentration of water vapor up to 0.2 % leads to complete etching of the amorphous carbon surface of the carbon nanotubes. At high concentrations of water vapor 0.2 - 1 % structure of multi-walled carbon nanotubes changed to bamboo. The highest quality of graphite structures is achieved at water vapor concentration of 0.35 %.

### РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТКЛИКА В ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ

**Зубко С.П.**

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», Санкт-Петербург, Россия  
(197376, г. Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 5)

Описана модель размерного эффекта диэлектрического отклика тонких пленок сегнетоэлектриков со структурой перовскита в параэлектрическом и в сегнетоэлектрическом состояниях. Размерный эффект проявляется как в уменьшении диэлектрической проницаемости, так и в смещении точки фазового перехода по сравнению с объемным материалом. Одной из причин размерного эффекта является корреляция поляризации и ее блокировка на границах пленки (нулевые граничные условия). Статья содержит описание моделей зависимости спонтанной и динамической поляризации от температуры и пространственной координаты. Введены критические размеры сегнетоэлектрического образца. Показано, что и толщина пленки, при которой она теряет свои сегнетоэлектрические свойства, и толщина, при которой ее диэлектрический отклик начинает зависеть от размеров, определяются корреляционным параметром материала. Показано, что проявление размерного эффекта в пленке зависит от ориентации вектора поляризации.

### SIZE EFFECTS OF DIELECTRIC RESPONSE OF THIN FILM OXYGEN-CONTAINING FERROELECTRIC STRUCTURES

**Zubko S.P.**

Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI". Saint-Petersburg, Russia  
(197376, Saint-Petersburg, str. Professora Popova, 5)

The model of size effect of dielectric response in thin perovskite ferroelectric films has been described in ferroelectric and paraelectric states. Size effect is manifested in the reducing the dielectric constant and shifting the phase transition temperature in comparison with bulk material. One of the reasons of size effect is the correlation of the ferroelectric polarization and freezing of the polarization on the film surface (zero boundary conditions). The article contains description of models of dynamic and spontaneous polarization as a function of temperature and spatial coordinates. The critical sizes of ferroelectric sample have been introduced. The film thickness at which it loses ferroelectric properties and the thickness at which the dielectric response of the film begins to depend on its size are determined by the correlation parameter of the material. The appearance of the size effect in the film depends on the orientation of the polarization vector.