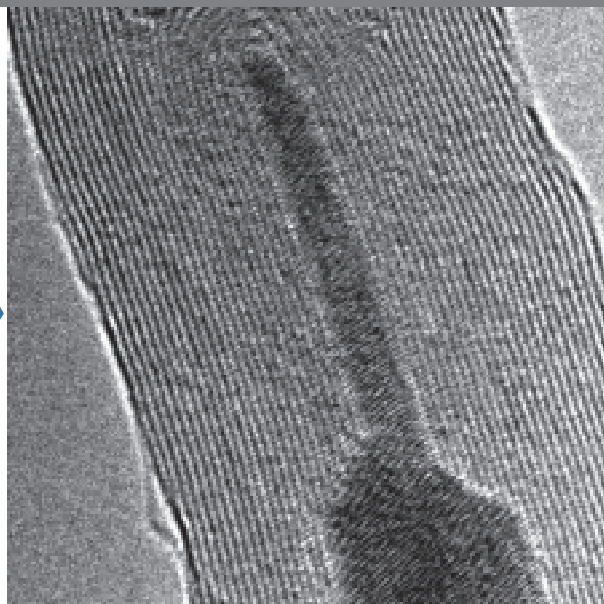
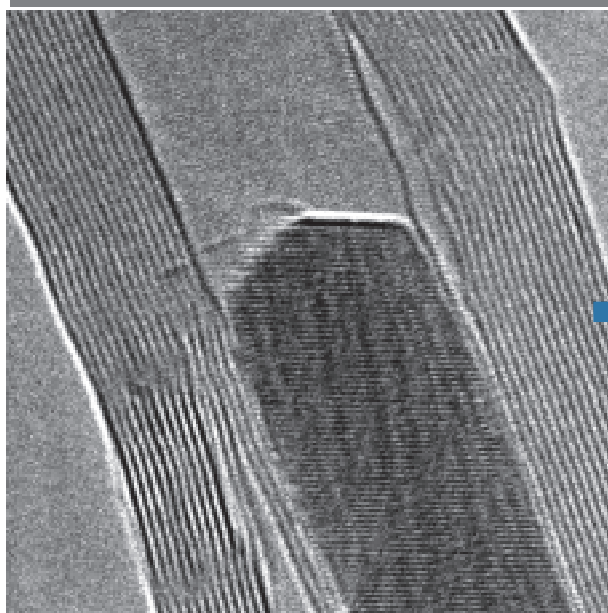


НаноИнструментарий



*Нанотрубка
постепенно
обжимает
стержень
из карбида
железа*



Станок из нанотрубки

тобы сделать проволоку, металлический пруток нагревают и протаскивают несколько раз через разного диаметра отверстия, проделанные в оснастке. Диаметр прутка тоже становится меньше, а длина — больше. С нанопроволочкой так до недавнего времени не получалось: ее приходилось выращивать. Ученым из Ренселлаеровского университета (США), Университета имени Иоганна Гуттенберга (ФРГ), Института научных и технологических исследований (Мексика) и Хельсинкского университета, кажется, удалось сделать станок, на котором нанопроволоку получают примерно так же, как в макромире (агентство «NewsWise», 25 мая 2006). Причем не только из пластичных, но и из самых что ни на есть твердых (а потому хрупких) материалов.

Все началось с опытов по сжиманию многослойных фуллеренов. Оказалось, что, если подвергнуть этот углеродный мячик бомбардировке быстрыми электронами, из его верхних слоев станут вылетать отдельные атомы углерода. В результате возникнут огромные напряжения, и внутренние слои превратятся в алмаз. Потом исследователи перешли к многослойным нанотрубкам. Расчет показывает: электронная бомбардировка позволяет добиться очень большого давления — 40 гигапаскалей, что всего в десять раз меньше давления в центре Земли.

«Мы наполняли углеродные нанотрубки двумя веществами — железом и карбидом железа, а затем бомбардировали

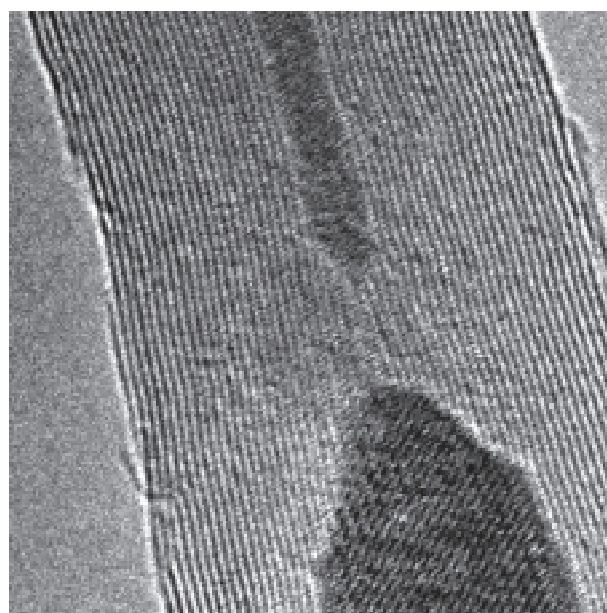


Фото Johannes Gutenberg University/Banhart

ли их. При этом материал перемещался внутри сжимающейся трубки как зубная паста в тюбике. В конце концов диаметр проволочки из карбида уменьшился с девяти до двух нм. Этот процесс удалось наблюдать непосредственно благодаря прекрасному микроскопу Университета имени Иоганна Гуттенберга, — рассказывает руководитель работы Пуликель Аджаян из Ренселлаеровского университета. — Конечно, это не прикладное исследование, однако не исключено, что такой метод обработки материалов станет одним из рабочих инструментов у нанотехнологов будущего».

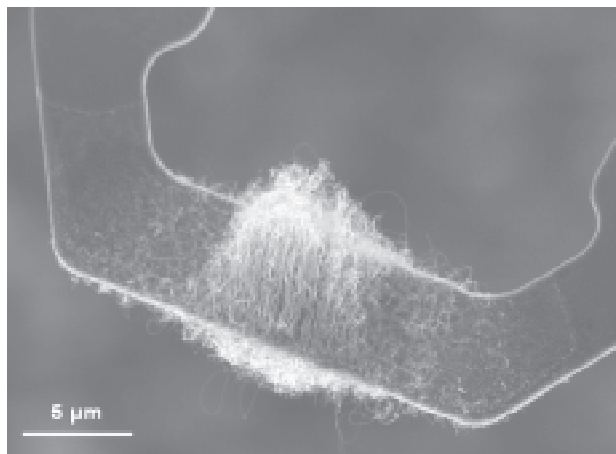
Точная работа нагревателем

Другую хитрость при работе с нанотрубками применили ученые из Технологического института Джорджии (США). Они научились напрямую следить за процессом синтеза нанотрубки, в чем им помог зондовый микроскоп, точнее, его главнейшая деталь – кантиливер, щуп микронной толщины. Он висит на специальном подвесе, который способен отловить мельчайшие отклонения кончика кантиливера. Соответственно такой подвес умеет фиксировать и его собственные колебания. А их частота зависит от того, не налипло ли что-нибудь на щуп. Этим и воспользовались американские физики под руководством доцента Уильяма Кинга (агентство «NewsWise», 6 июня 2006).

Они прикрепили микроскопический нагреватель к кончику кантиливера и нанесли на его поверхность островки железного катализатора толщиной в десять нанометров. Затем устройство поместили в кварцевую трубку, выдули оттуда аргоном всяческие примеси и нагрели этот кончик до 800°C. Затем в трубку подали смесь метана, водорода и ацетилена. В горячей зоне молекулы этих газов тоже нагревались, между ними шла реакция, и из образовавшегося углерода росли нанотрубки. При этом частота собственных колебаний кантиливера уменьшилась со 119,10 кГц до 118,23 кГц. А когда полученный

Так выглядят четыре пикограмма нанотрубок, выросших на микроскопическом нагревателе

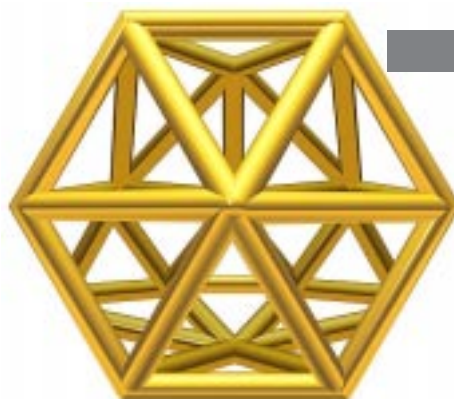
Фото Erik O. Sunden



образец поместили в сканирующий микроскоп, выяснилось, что на кончике щупа (который только и был нагрет) действительно выросли нанотрубки диаметром от 10 до 30 нм и длиной 5–10 мкм. Если судить по изменению частоты колебаний, их общий вес составил четыре пикограмма. «Такой метод позволяет нам непрерывно следить за ростом материала, — говорит Уильям Кинг. — Используя сотни и тысячи кантиливеров, нагретых до разной температуры и помещенных в среду с разными химическими составами, можно будет за день определить оптимальные параметры выращивания того или иного соединения. При обработке в обычной печи на это уходят месяцы, а то и годы труда».



ФОТОИНФОРМАЦИЯ



Пустотелый кластер из шестнадцати атомов золота

Если нанотрубки химики делают не только из углерода, но и из всевозможных оксидов металлов, то пустотелые замкнутые тела до сих пор оставались прерогативой шестого элемента Периодической системы Д.И. Менделеева. Неужели нет ни одного

кластера из атомов какого-то другого элемента, в котором была бы внутренняя полость? Этот вопрос не раз задавали себе любознательные химики. Похоже, что ответ нашли ученые Ван Лайшен из национальной лаборатории северо-западного побережья Минэнерго США и Дэн Сяочен из Вашингтонского университета (агентство «NewsWise», 16 мая 2006). Они изучали спектры кластеров золота, а потом с помощью расчетов расшифровывали пространственное расположение атомов.

Предварительное моделирование свидетельствовало: полость должна быть у кластера, в котором менее 32 атомов. Однако эксперимент этого предположения не подтвердил. Тогда ученые взяли интервал 14–19 атомов. Как известно, вплоть до 13 атомов кластер золота плоский, а при 20 атомах представляет собой заполненную пирамиду. И действительно, расшифровка спектров показала, что у кластеров с 16, 17 и 18 атомами есть внутренние полости. Изображение самого маленького полого кластера золота можно получить, отрезав угловые атомы у пирамиды из 20 атомов и раздвинув оставшиеся.

Все эти кластеры сохраняют свою форму, будучи в состоянии свободного парения: при соприкосновении с поверхностью атомы золота перестраиваются. Однако ученые считают, что, загнав внутрь полого кластера подходящий атом, форму удастся сделать более устойчивой.

Подготовил **С.Анофелес**