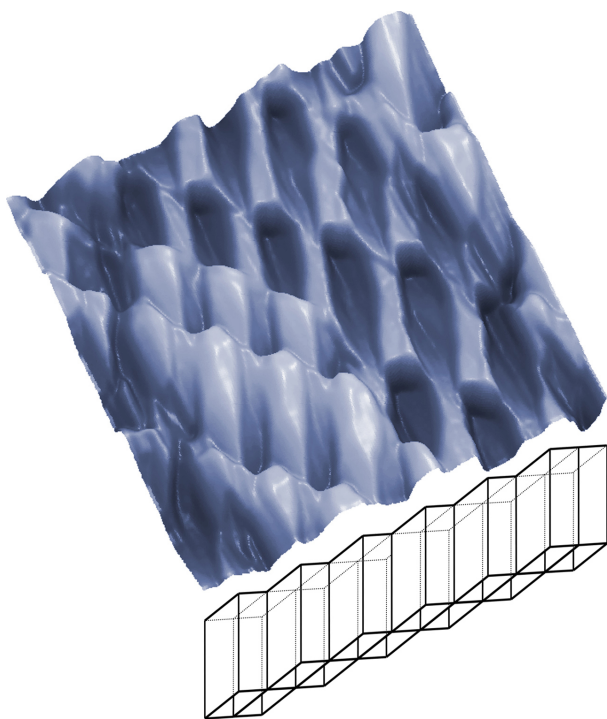


РОССИЙСКИЕ УЧЁНЫЕ ОБНАРУЖИЛИ НОВУЮ ГРАФЕНОВУЮ СТРУКТУРУ

Учёными из НИИ Физических проблем имени Ф. В. Лукина (г. Зеленоград) обнаружена ранее неизвестная объёмная наноструктура (см. рисунок), состоящая из листов графена. Напомним, что графен – это один монослой атомов углерода, образующих гексагональную двумерную кристаллическую решётку. Обнаруженная наноструктура представляет собой многослойную (в несколько “этажей”) систему тянущихся вдоль поверхности параллельных полых каналов с четырёхугольным поперечным сечением. Толщина стенок/граней каналов наноструктуры составляет около 1 нм, ширина граней каналов приблизительно равна 25 нм, длина каналов достигает, по меньшей мере, нескольких сотен нанометров.

Рассказывает научный сотрудник института к. т. н. **Ростислав Владимирович Лапшин**. Фактически, кристалл графита представляет собой “стопку” графеновых листов. Поверхность графита, рассматриваемая с помощью сканирующего туннельного микроскопа (СТМ), как правило, выглядит “уныло” и однообразно. Обычно можно видеть ограниченные ступенями скола плоские области поверхности размером в несколько микрон без каких-либо особенностей. Лишь изредка привычный “ландшафт” содержит что-то необычное, например, углеродное волокно, сверхрешётку или сеть дислокаций.



Коробчатая графеновая наноструктура

Вид обнаруженной наноструктуры был настолько непривычен, что не сразу удалось понять, а что это, собственно, такое. Структура разительно отличалась от того, что приходилось наблюдать на графите ранее. Только спустя некоторое время, после дополнительных измерений и анализа полученных изображений, стало понятно, что перед нами система идущих вдоль поверхности полых наноразмерных каналов со стенками толщиной не более 1 нм. Выявленная толщина, а также четырёхугольное поперечное сечение каналов однозначно указывали на то, что стенки/грани каналов это плоскости графена.

Немного разобравшись с геометрией и размерами найденного объекта, теперь предстояло понять, каким образом он мог сформироваться. Было выдвинуто несколько предположений, но все они были слишком сложны и “фантастичны”. В конце концов было найдено довольно простое, можно сказать элегантно решение, основанное на ряде механических деформаций слоистого по своей природе графита.

Вкратце механизм формирования сводится к следующему. В процессе скалывания графита в тонком поверхностном слое возникает направленное вдоль поверхности напряжение сжатия. По мере движения фронта скалывания напряжение сжатия вызывает сначала упругий изгиб этого слоя на небольшом участке, а затем пластическую деформацию слоя с одновременным его расщеплением на графеновые подслои. Две последние трансформации ведут к образованию наноскладки. На заключительном этапе происходит скольжение расщеплённых графеновых подслоёв в наноскладках относительно друг друга, в результате чего и образуются расположенные “этажами” наноканалы.

Поскольку наноканалы имеют четырёхугольное поперечное сечение, то обнаруженная графеновая наноструктура была названа коробчатой. Примечательно, что коробчатая графеновая наноструктура (КГНС) оказалась настолько насыщена интересными особенностями, что содержательные выводы по её устройству и основным параметрам были получены в ходе анализа буквально трёх СТМ-сканов.

Уже предварительный анализ КГНС показал хорошую перспективу её использования в различных приборах. Вот некоторые из возможных применений: сверхчувствительные датчики, высокоэффективные каталитические ячейки, наноканалы микроканальных жидкостных устройств (молекулярная фильтрация, секвенирование и манипулирование ДНК), высокоэффективные теплоотводящие поверхности, аккумуляторы с улучшенными характеристиками, наномеханические резонаторы, каналы умножения электронов в приборах эмиссионной наноэлектроники, сорбенты большой ёмкости для безопасного хранения водорода.

Результаты исследования наноструктуры опубликованы в авторитетном европейском журнале "Прикладная наука о поверхности" (R. V. Lapshin, "STM observation of a box-shaped graphene nanostructure appeared after mechanical cleavage of pyrolytic graphite", Applied Surface Science, volume 360, pages 451-460, 2016, бесплатный доступ к статье открыт до 5 февраля 2016 г.).