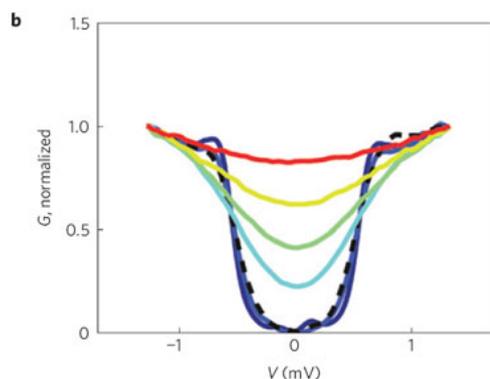
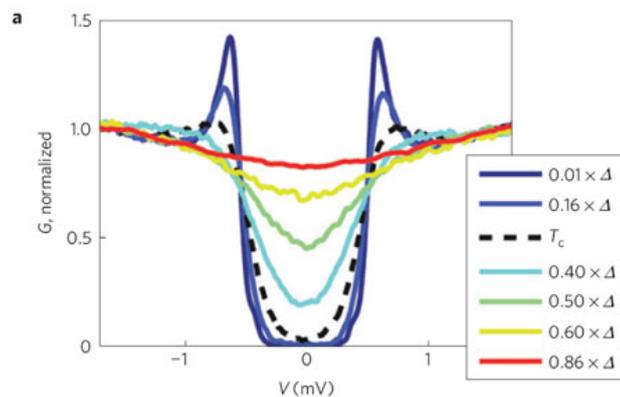


В этом выпуске:

## СВЕРХПРОВОДНИКИ

### Переход сверхпроводник-диэлектрик в аморфных пленках

В обычных металлах достаточно сильный атомный беспорядок приводит к андерсоновской локализации электронов и переходу в диэлектрическое состояние. Понятно, что и при разупорядочении сверхпроводника мы тоже рано или поздно получаем диэлектрик. Вопрос в том, как это происходит. Здесь возможно два варианта: 1) разрыв куперовских пар с последующей одноэлектронной локализацией и 2) локализация самих куперовских пар. В работе [1] (Франция, Израиль, Россия, США) изучена эволюция локальных туннельных спектров аморфных пленок оксида индия по мере изменения температуры. В слабо разупорядоченных образцах при  $T=T_c$  на спектрах появляются когерентные пики, что свидетельствует о фазовой когерентности куперовских пар. При понижении температуры высота этих пиков увеличивается (см. рис.) – в соответствии с теорией БКШ. С ростом беспорядка когерентные пики исчезают, хотя глубокий минимум туннельной проводимости  $G$  сохраняется, что авторы [1] объясняют присутствием в области контакта локализованных (несконденсированных) куперовских пар. Нужно, впрочем, заметить, что сохранение минимума  $G$  при  $T>T_c$  (то есть подавление плотности состояний в окрестности уровня Ферми, как и в псевдощелевой фазе ВТСП) может быть признаком вклада в этот минимум каких-то других (несверхпроводящих) взаимодействий. Так что окончательные выводы делать пока рано.



Туннельная проводимость слабо (a) и сильно (b) разупорядоченных образцов при различных температурах.

I. B.Sacepe et al., *Nature Phys.* 7, 239 (2011).

И далее ...

## ГРАФЕН

- 2 Послойное удаление графена  
Рост графенов большого размера из расплава
- 3 Химическое восстановление оксида графена серосодержащими препаратами  
Изворотливый графен

## КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

- 4 Просвечивающая электронная микроскопия и химические связи  
Оптический контроль запутанности спиновых кубитов
- 5 Гигантское магнитосопротивление одной молекулы

## НАНОСТРУКТУРЫ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, НАНОЭЛЕКТРОНИКА

- 5 Наноленты из силицена

## ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

- 6 Водород в наноструктурах – теория обгоняет эксперимент

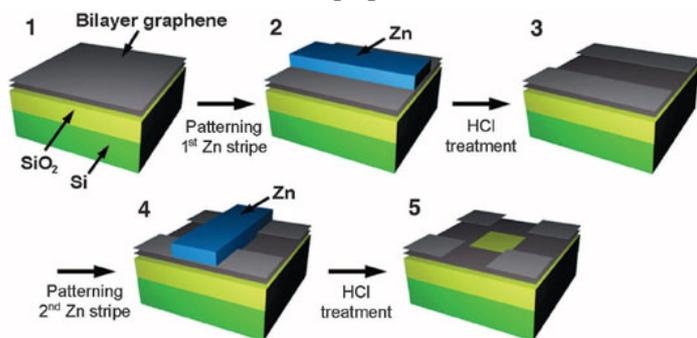
## КОНФЕРЕНЦИИ

- 7 ICFM'2011, October 3-8, 2011  
“Multiferroics-3”,  
4-8 сентября 2011 г.
  - 8 РСНЭ – НБИК 2011,  
14-18 ноября 2011 г.
- SMT34, November 7-11, 2011

## ГРАФЕН

### Послойное удаление графена

Для использования графена в электронике необходим строгий контроль числа слоев в графеновом покрытии. В работе [1] сотрудники Rice Univ. (США) обнаружили, что если на многослойный графен сначала напылить цинк, а затем растворить его в соляной кислоте, то вместе с цинком исчезнет и верхний слой графена, тогда как нижележащие слои останутся нетронутыми. По мере необходимости эту процедуру можно повторять для удаления следующих слоев. Нанесение цинка не на всю поверхность графена, а на ее отдельные участки позволяет получать графен не только требуемой толщины, но и заданной формы (см. рис.) – своеобразная “химическая литография”.



Схематическая иллюстрация методики послойного удаления графена.

Интересно, что если цинк наносить, используя не напыление, а термическое испарение, то число слоев графена после обработки в HCl не изменяется. По-видимому, это связано с недостаточной энергией атомов цинка для образования дефектов в поверхностном слое (в примерно 100 раз меньше, чем при распылении). Цинк можно заменить алюминием (растворяющемся и в HCl, и в NaOH), тогда как медь и золото не подходят, то есть дефектообразование в графене обусловлено не только энергией осаждаемых атомов, но и их химической активностью.

*1. A. Dimiev et al., Science 331, 1168 (2011).*

### Рост графенов большого размера из расплава

Открытие графена с его необычными физико-химическими свойствами стимулировало исследование, направленные на развитие эффективных методов синтеза графеновых листов и пленок. К настоящему времени известно уже около десятка таких методов, среди которых, в первую очередь, заслуживают упоминания методы, основанные на термическом, химическом или механическом расщеплении графита (метод химического осаждения паров, метод термического разложения карбида кремния SiC, метод эпитаксиального осаждения графенового слоя на металлическую поверхность и др.). Целью всех этих разработок является развитие подходов, позволяющих получать образцы графена нужной конфигурации, желательно без дефектов, в

макроскопических количествах, с тем, чтобы удовлетворить потребности быстрого развития прикладных направлений, основанных на использовании графена. Недавно группа исследователей из Univ. of California–Riverside (США) [1] разработала еще один подход к синтезу графеновых листов, в основу которого положен процесс выделения графена из расплава металл-углерод.

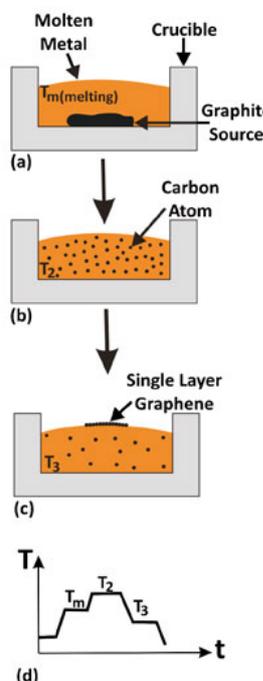


Рис. 1. Схема синтеза графена из расплава графита в никеле: *a* – приведение мелкодисперсного углерода в контакт с расплавленным металлом (никель); *b* – получение расплава при высокой температуре; *c* – охлаждение до температуры, при которой происходит рост графена; *d* – диаграмма, показывающая изменение температуры в процессе синтеза.

Схема процесса получения графена показана на рис. 1. Согласно этой схеме, расплав углерода в металле, в качестве которого используется никель или медь, получают в результате резистивного нагрева смеси графитового порошка с металлической пудрой до температуры около 1500°C при пропускании электрического тока силой 75 А в течение 20 с. Расплав выдерживают при данной температуре в течение 16 ч, после чего охлаждают до комнатной температуры со скоростью 10°C/мин. Поскольку растворимость углерода в расплаве металла резко увеличивается с температурой, охлаждение расплава сопровождается выпадением углерода, при определенных условиях принимающего структуру графена, покрывающего поверхность металла.

Для переноса графенового листа на поверхность полимерной подложки, в качестве которой использовали полиметилметакрилат, поверхность металла, покрытую полимером, подвергали травлению раствором азотной кислоты. На следующей стадии процесса графеновый слой переносили на пластину Si/SiO<sub>2</sub> и в течение часа отжигали при температуре 60°C. Полученные образцы графеновых пленок, нанесенных на Si/SiO<sub>2</sub> подложку, исследовали с помощью оптического микроскопа, сканирующего электронного микроскопа и спектрометра комбинационного рассеяния (КР). Наряду с однослойными графеновыми листами, на микроизображениях наблюдались также листы, состоящие из небольшого (2–3) числа графеновых слоев. При этом размер однослойных графеновых листов, синтезированных на поверхности никеля, достигал 125 мкм<sup>2</sup>. Харак-

тер спектров КР указывает на высокое качество образцов с малым содержанием дефектов.

*А. Елецкий*

*I. S. Amini et al., J. Appl. Phys. 108, 094321 (2010).*

### **Химическое восстановление оксида графена серосодержащими препаратами**

Один из наиболее широко распространенных методов получения графена основан на процедуре его химического восстановления из оксида, который, в свою очередь, получают в результате окисления и термохимического расслоения кристаллического графита. К числу химических реактивов, успешно применявшихся для восстановления графена из оксида, относятся гидразин и его производные, гидрохинон,  $\text{NaNH}_4$ ,  $\text{NaOH}$ , витамин С и др. Расширение круга этих соединений может привести к повышению производительности процесса синтеза графена, снижению его стоимости и повышению уровня безопасности, что стимулирует усилия исследователей, направленные на изучение химии восстановления графена.

Недавно в Univ. of Hefei (Китай) была продемонстрирована возможность использования соединений серы в качестве восстановителя для синтеза графена [1]. Для синтеза оксида графена (ОГ) из кристаллического мелкодисперсного графита авторы [1] использовали стандартный метод Хаммера, который позволяет получить водную суспензию, содержащую однослойные листы ОГ, а также агрегаты, состоящие из нескольких слоев ОГ. 50 мл такой суспензии, содержащей 50 мг ОГ, в течение 5 мин подвергали ультразвуковой обработке, после чего в суспензию добавляли 1.35 или 2.7 ммоль восстановителя, в качестве которого использовали  $\text{NaHSO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{SOCl}_2$  или  $\text{Na}_2\text{H}_4\cdot \text{H}_2\text{O}$ . Кроме того, в качестве восстановителя использовали и газообразный  $\text{SO}_2$ , который получали в результате смешения  $\text{NaHSO}_3$  с концентрированной серной кислотой. Полученную смесь после перемешивания и ультразвуковой обработки в течение 3 ч выдерживали при  $95^\circ\text{C}$  при слабом перемешивании. После фильтрации твердую фракцию суспензии многократно промывали деионизованной водой и просушивали. Полученные образцы химически восстановленного графена исследовали с помощью элементного анализатора, ИК Фурье-спектрофотометра, термогравиметрического анализатора, атомного силового микроскопа, рентгеновского фотоэлектронного спектрометра, спектрометра комбинационного рассеяния (КР) и просвечивающего электронного микроскопа. Элементный анализ восстановленных образцов графена показал, что в результате процедуры восстановления с помощью соединений серы содержание кислорода в образце снизилось с 50% до ~ 15% (в то время как использование для этой цели традиционного гидразина снижает содержание кислорода до ~ 10%). Од-

нако использование соединений серы приводит к снижению содержания азота с 0.6 до 0.2 весовых %, в то время как использование гидразина сопровождается увеличением этого показателя примерно до 4%. Указанные выводы качественно подтверждаются результатами измерений рентгеновских фотоэлектронных спектров материала до и после восстановления. Тем самым результаты выполненных экспериментов позволяют заключить, что соединения серы, которые характеризуются существенно меньшей токсичностью и взрывоопасностью по сравнению с гидразином, являются весьма перспективными с точки зрения развития технологии получения графенов в макроскопических количествах методом химического восстановления из оксида.

*А. Елецкий*

*I. W. Chen et al., J. Phys. Chem. C 114, 19885 (2010).*

### **Изворотливый графен**

Как учит зонная теория, стопка из слоев графена сильно отличается по своим электронным свойствам от однослойной структуры вследствие межслоевого взаимодействия. Даже в случае всего двух слоев пропадает уникальное свойство графена: электроны перестают вести себя как безмассовые частицы. Тем не менее, ряд экспериментов, в частности по осаждению пленок графена на карбиде кремния  $\text{SiC}$ , показывает, что некоторые многослойные структуры по электронным свойствам не отличаются от одиночных слоев графена.

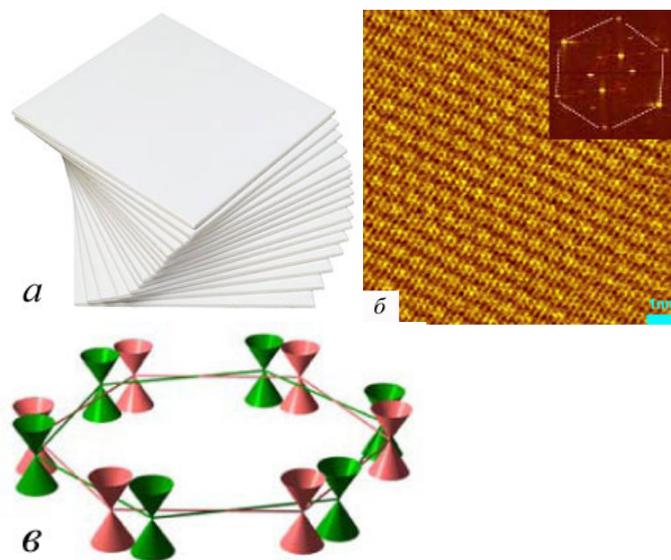


Рис. 1. Скрученная стопка графена: *a* - модель из листов бумаги; *б* - муаровый узор, возникающий на СТМ изображении поверхности многослойного графена (в правом верхнем углу – фурье-образ изображения: выделенный внешний шестиугольник образован гексагональной решеткой графена, внутренний шестиугольник из точек-максимумов соответствует муаровой сверхструктуре); *в* - налагающиеся картины дисперсии (конусы Дирака) двух соседних слоев, повернутых относительно друг друга [1].

Как показано в работе [1], виной тому – поворот каждого слоя относительно нижележащего, так что вся стопка образует скрученную структуру (рис. 1а).

Этот поворот хорошо заметен на изображениях поверхности пленки в сканирующем туннельном микроскопе (СТМ): верхний слой и лежащий под ним образуют муаровый узор (рис. 1б), подобный тому, что можно наблюдать на складках тюлевых занавесок. Измеряя ориентацию и период муаровых полос, можно определить угол между решетками в соседних слоях.

Используя также один из режимов работы СТМ, при котором путем варьирования напряжения между иглой и образцом получают информацию о локальной электронной структуре исследуемой поверхности (сканирующая туннельная спектроскопия), исследователи выяснили, что при угле выше  $20^\circ$  электронные свойства скрученной многослойной структуры практически не отличаются от свойств однослойной. Это явление можно объяснить на основе представления о конусах Дирака, изображающих зависимость энергии безмассового электрона от импульса (рис. 1в). Если угол между соседними слоями мал, то конусы Дирака каждого слоя, налагающиеся один на другой, дают седловидную особенность в электронном спектре, нарушающую характерную для графена картину. В то же время при больших углах поворота соседних слоев точка пересечения конусов Дирака смещается вверх, в область высоких энергий, которых электроны обычно не достигают, и привычная картина дисперсии дираковских фермионов восстанавливается.

А. Пятаков

1. A.Luican et al., *Phys. Rev. Lett.* **106**, 126802 (2011).

## КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

### Просвечивающая электронная микроскопия и химические связи

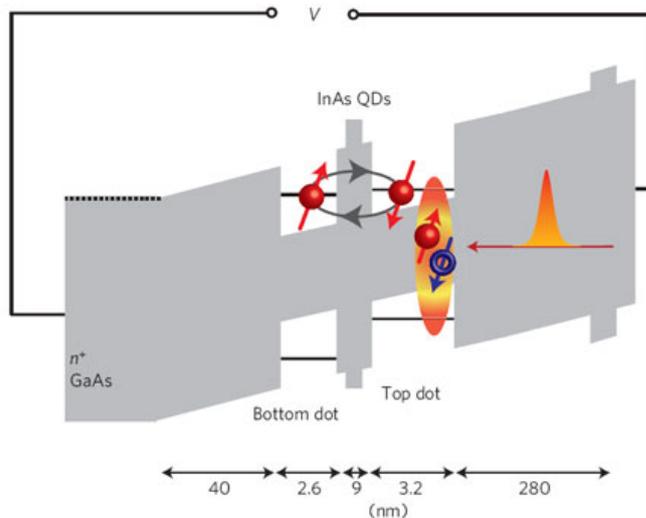
Для исследования электростатического потенциала и распределения заряда в кристаллах обычно используется электронная и рентгеновская дифракция, соответственно. Эти методики, однако, не годятся для образцов с нарушенной периодичностью в расположении атомов (например, содержащих дефекты). В работе [1] показано, что детальную информацию о локальной электронной структуре в окрестности дефекта может дать просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения (high-resolution transmission electron microscopy, HRTEM). Авторы [1] применили HRTEM к анализу примесей замещения углерод/азот в графене. Было, в частности, обнаружено, что вблизи таких примесей имеет место перераспределение электронной плотности, а именно – перенос заряда на атомы азота с ближайших к ним атомов углерода. Полученные результаты хорошо согласуются с численными расчетами, выполненными в рамках теории функ-

ционала плотности. Кроме того, в [1] впервые дано непосредственное экспериментальное подтверждение ионизации атомов азота и бора в монослое гексагонального нитрида бора. Таким образом, HRTEM можно использовать не только для определения структуры твердых тел с атомарным разрешением, но и для анализа характера химических связей между атомами.

1. J.C.Meyer et al., *Nature Mater.* **10**, 209 (2011).

### Оптический контроль запутанности спиновых кубитов

Использование оптических методик для управления спиновыми кубитами в полупроводниковых квантовых точках позволяет существенно сократить время обработки квантовой информации и избежать тем самым проблем, связанных с декогерентизацией. За последние годы с помощью этих методик были реализованы основные однокубитные операции, включая инициализацию и “считывание” результатов. Пришла пора двигаться дальше и переходить к оптическому контролю запутанных состояний нескольких кубитов (ведь именно на запутанности основаны преимущества квантовых вычислений). В работе [1] продемонстрированы важнейшие этапы управления двухкубитными системами: 1) инициализация двухэлектронного запутанного спинового состояния посредством оптической накачки, 2) адресация каждого кубита по отдельности с помощью коротких лазерных импульсов ( $\sim 10$  пс), 3) двухкубитные операции (при увеличении длительности импульса до  $\sim 150$  пс). Авторы [1] использовали структуру из двух вертикальных туннельно-связанных квантовых точек InAs, по одному электрону в каждой, разделенных барьером GaAs/AlGaAs толщиной 9 нм (см. рис.).



Схематическое изображение полупроводниковой структуры из двух квантовых точек.

Размеры этих точек несколько отличались, что приводило к различию резонансных лазерных частот и делало возможной индивидуальную адресацию при однокубитных операциях, когда за время действия

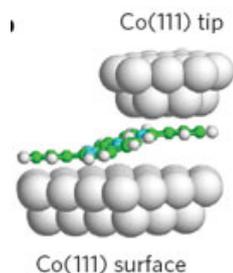
импульса электрон не успевает протуннелировать из одной точки в другую. При двухкубитных же операциях существенны как процессы туннелирования, так и резонансные возбуждения электрон-дырочных пар. Время таких операций на несколько порядков меньше времени декогерентизации спинов (~ 1 мкс). Теперь нужно научиться работать с произвольными парами кубитов в многокубитных системах.

Л. Опенов

I. D. Kim et al., *Nature Phys.* 7, 223 (2011).

### Гигантское магнитосопротивление одной молекулы

Развитие спинтроники привело к появлению нового поколения считывающих головок магнитных дисков и устройств памяти, работа которых основана на эффекте гигантского магнитосопротивления (ГМС) структур с ферромагнитными контактами, разделенными тонким слоем немагнитного металла. Перспективы уменьшения размеров спинтронных устройств связаны с переходом на молекулярный уровень. В работе [1] немецкие, японские и французские физики измерили магнитосопротивление одной-единственной молекулы – молекулы фталоцианина  $C_{32}H_{18}N_8$  ( $H_2Pc$ ), используя для этой цели сканирующий туннельный микроскоп с ферромагнитной иглой (см. рис.).



Молекула  $H_2Pc$  между поверхностью Co(111) и покрытой кобальтом иглой СТМ.

Величина ГМС оказалась близкой к 60%. Теоретический анализ показал, что причина эффекта заключается в сильной спин-зависимой гибридизации электронных орбиталей молекулы и электродов.

Плотность поляризованного по спину тока через такие молекулы достаточно высока для их использования в наноразмерных спинтронных устройствах.

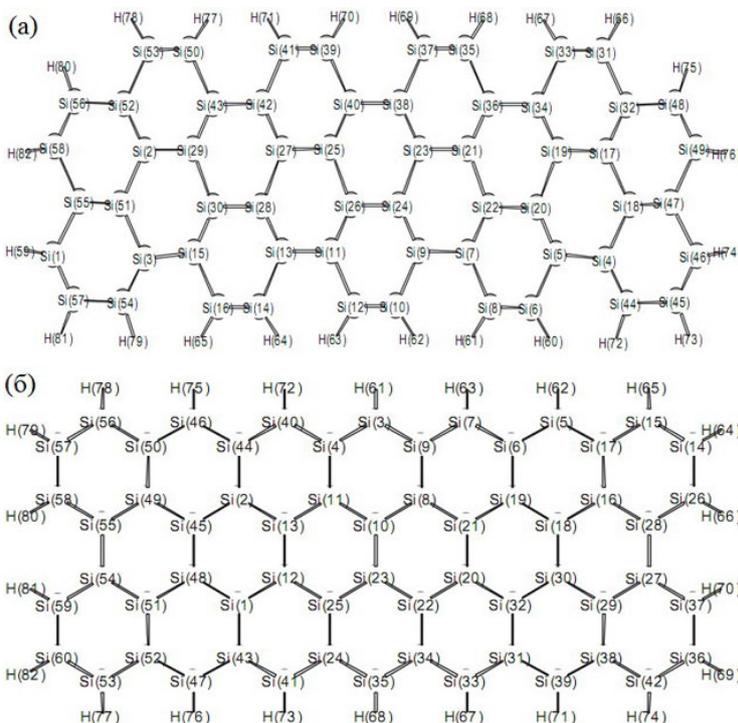
I. S. Schmaus et al., *Nature Nanotech.* 6, 185 (2011).

### НАНОСТРУКТУРЫ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, НАНОЭЛЕКТРОНИКА

#### Наноленты из силицена

Силицен является кремниевым аналогом хорошо известного графена. Он представляет собой монослой атомов кремния, образующих графеноподобную сотовидную структуру. Совсем недавно в литературе появились первые сообщения о получении силиценовых лент на поверхности серебра [1], однако изолированные наноструктуры пока еще не синтезированы. В работе [2] американские исследователи теоретически проанализировали устойчивость силиценовых нанолент и рассмотрели влияние их допирования различными примесными атомами на физико-химические свойства этих наноструктур.

Все расчеты проводились в рамках теории функционала плотности (DFT) на уровне B3LYP/6-31G\* с помощью известного программного пакета Gaussian. На рисунке изображены полученные авторами фрагменты силиценовых нанолент – пассивированные водородом кластеры  $Si_{58}H_{24}$  (“зигзаг”) и  $Si_{60}H_{22}$  (“кресло”). Исследователи показали, что ленты типа “кресло” обладают большей стабильностью, чем структуры типа “зигзаг”, поэтому им в работе уделено основное внимание. Авторы выяснили, что ширина запрещенной зоны нанолент типа “кресло” уменьшается при увеличении числа атомов Si в ленте или, другими словами, ее длины. Таким образом, подбирая необходимые геометрические параметры силиценовой ленты, становится возможным управлять шириной запрещенной зоны. Что касается допированных лент, то расчеты также предсказывают их устойчивость: они сохраняют свою двумерную графеноподобную структуру при замещении одного из атомов кремния атомом алюминия, фосфора, бора или азота. Авторы рассмотрели пассивированные водородом кластеры  $Si_{59}Al$ ,  $Si_{59}P$ ,  $Si_{59}B$  и  $Si_{59}N$ : в случае нанолент типа “кресло” (см. рис. б), примесный атом замещал атом кремния в узле Si(10). Анализ запрещенных зон полученных нанолент показал, что они являются либо узкозонными полупроводниками, либо металлами.



Рассчитанная структура кремниевых полосок, пассивированных водородом, типа “зигзаг” (а) и типа “кресло” (б).

Авторы не отрицают потенциального использования кремниевых лент в современной вычислительной технике. Кто знает, вполне возможно, что силиценовым наноструктурам удастся немного потеснить графен на этом поприще, и они станут новым витком кремниевой электроники, ведь их электронные свойства во многом аналогичны свойствам

графена, а “химическая совместимость” с уже существующими устройствами – это явное преимущество.

М. Маслов

1. В. Aufray et al., *Appl. Phys. Lett.* **96**, 183102 (2010).

2. M. Miller F.J. Owens, *Chem. Phys.* **381**, 1 (2011).

## ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

### Водород в наноструктурах – теория обгоняет эксперимент

Исследователи продолжают искать эффективные системы хранения водорода на основе углеродных наноструктур. Впереди по-прежнему теоретики. Перст знакомил своих читателей с наиболее интересными вариантами создания высокоёмких (до 6-7 вес.%) сорбентов водорода. Среди них нанотрубки и фуллерены с атомами Ti на поверхности (к которым и присоединяется водород) [1], системы из графеновых слоёв с колоннами – нанотрубками между ними (с добавлением Li) [2]. Напомним, что сорбенты, перспективные для хранения водорода на борту транспортных средств, должны иметь ёмкость ~ 6 вес.% и ~ 40г/л водорода при нормальной температуре [3]. К сожалению, обнадеживающие экспериментальные данные так и не появились. Зато появилась критика со стороны теоретиков. Выяснилось, например, что для атомов переходных металлов энергетически выгодно собираться в кластеры на поверхности нанотрубок или фуллеренов (рис. 1), а это может существенно снизить сорбцию водорода [4].

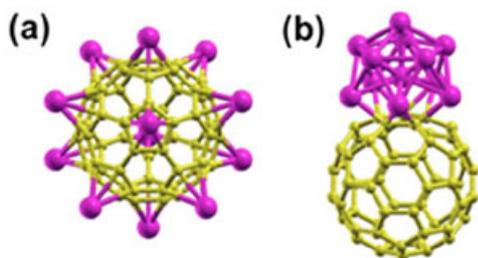


Рис. 1. Две конфигурации  $Ti_{12}C_{60}$  [4]: *a* – равномерное распределение атомов Ti; *b* – образование кластера, более устойчивая система.

Но недавно китайские учёные придумали, как преодолеть это препятствие [5]. Используя расчёты из первых принципов на основе теории функционала плотности, они смоделировали систему  $Ti_6C_{48}H_{72}$ , в которой каждый атом Ti находится не на поверхности фуллерена, а занимает место двойной связи  $C_{60}$  и, соответственно, связан с 4 атомами углерода (рис. 2). Адсорбция первой и второй молекул водорода является диссоциативной; атомы связываются с соседними атомами углерода (энергия связи 0.44 эВ/Н). Еще 4  $H_2$  адсорбируются на каждом атоме Ti в молекулярном виде (энергия связи 0.10 эВ/ $H_2$ ). В целом для  $Ti_6C_{48}$  получается 36 молекул водорода, что соответствует примерно 7.7 вес.%. Такая система уже подходит для хранения водорода на транспорте.



Рис. 2. Геометрическая структура системы  $Ti_6C_{48}$  [5]. Красным показаны атомы Ti, белым - H. Слева направо: диссоциация первой молекулы водорода на атоме Ti в  $Ti_6C_{48}$ ; диссоциация второй молекулы водорода на атоме Ti в  $Ti_6C_{48}$ ; система  $Ti_6C_{48}$ , связанная с 36 молекулами водорода

Ещё одну интересную теоретическую работу недавно представили ученые из Греции и Испании [6]. Используя многоуровневое моделирование (расчёты *ab initio*, канонический метод Монте-Карло), они исследовали адсорбцию водорода в трёхмерных углеродных наноструктурах, полученных при соединении одностенных нанотрубок. Porous Nanotube Networks (PNN) – так авторы назвали это новое C-семейство (рис. 3). PNN сочетают в себе преимущества нанопористых углеродных материалов и металл-органических каркасных структур (MOF). Они стабильны, имеют большую удельную поверхность и регулируемые поры. Это отличные кандидаты для различных применений, в том числе для хранения водорода.

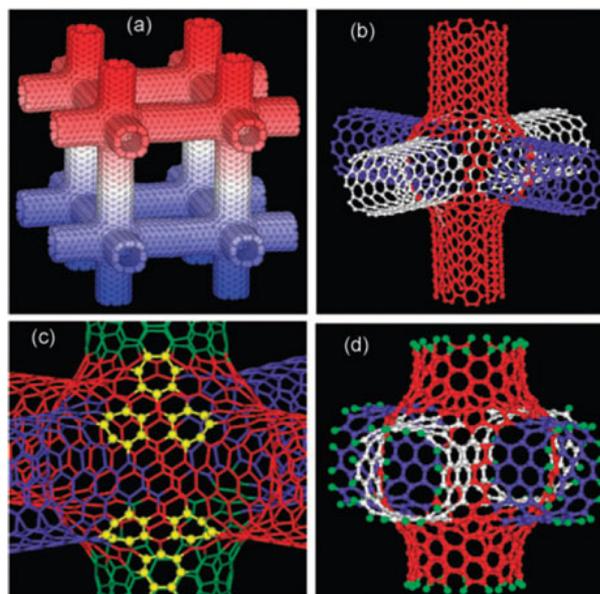


Рис.3. Детали структуры PNN [6].

Авторы [6] показали, что при 77К и 8 МПа весовая ёмкость по водороду для PNN с расстоянием между нанотрубками  $d \geq 2.1$  нм больше 6 вес.%, а для PNN с  $d = 6.2$  нм превышает 20 вес.%! Правда, объёмная ёмкость при увеличении  $d$ , наоборот, падает, но для структуры с  $d = 2.1$  или 3.2 нм оба параметра удовлетворяют необходимым требованиям при 4 и 8 МПа.

Конечно, при комнатной температуре результаты не так выразительны, но исправить ситуацию позволяет добавление Li. Авторы использовали соот-

ношение Li:C=1:4, поскольку это осуществимо экспериментально. По результатам расчётов емкость для больших пор ( $d = 6.2$  нм) достигает 6 вес.% при 10 МПа и комнатой температуре.

Будем надеяться, что экспериментальные подтверждения этих расчётов не заставят себя долго ждать. Ведь китайские учёные недавно (впервые) успешно синтезировали похожий материал – трёхмерную структуру из нанотрубок, соединённых примерно под углом  $90^\circ$  [7]. Они использовали простой метод – реакцию ферроцена ( $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ ) с  $\text{CCl}_4$  при  $180^\circ\text{C}$  в присутствии пористого никеля. Конечно, реальная картинка (рис. 4) не так красива, как у теоретиков, но, согласитесь, что-то общее есть...

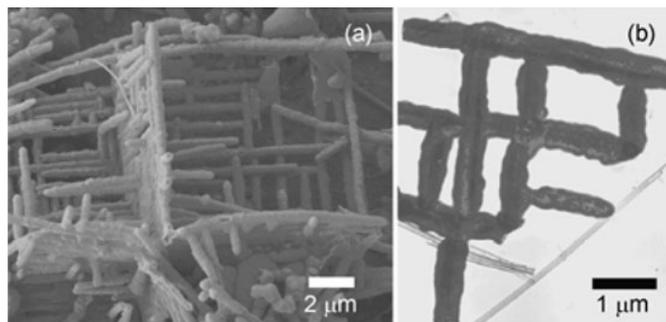


Рис. 4. FESEM и TEM изображения структуры из нанотрубок [7].

О. Алексеева

1. [ПерсТ 14, вып. 3, с. 4 \(2007\); 12, вып. 23, с. 2 \(2005\).](#)
2. [ПерсТ 15, вып. 20, с. 3 \(2008\).](#)
3. N.Stenson. DOE Hydrogen Program: FY 2010 Annual Progress Report., p.351 (2010).
4. S.Yang et al., J. Chem. Phys. **129**, 134707 (2008).
5. J.Guo et al., Appl. Phys. Lett. **98**, 023107 (2011).
6. E.Tylianakis et al., Chem. Commun. **47**, 2303 (2011).
7. C.Z.Wu et al., Chinese Sci. Bull. **54**, 1894 (2009).

## КОНФЕРЕНЦИИ



**International Conference Functional Materials (ICFM'2011), October 3-8, 2011, Crimea, Ukraine**

### Topics

1. Fundamental Physics of Functional Materials
2. Hard and Soft Magnetic Materials
3. Materials for Spintronics. Multiferroics
4. Electrooptical and Magneto-optical Materials
5. Piezoelectric and Magnetoelectric Materials
6. Magnetoelastic and Adaptive Materials
7. Microwave Materials and Metamaterials
8. Luminescent & Radiation Sensing Materials
9. Nanotechnologies for Functional Materials
10. Materials for Medical Applications. Biosensors
11. "Green" Materials & Technologies for Sustainable Development

ПерсТ, 2011, том 18, выпуск 6

12. New Techniques and Equipment for Materials Research

Deadlines:

Pre-Registration 30 April 2011

Abstracts 31 May 2011

E-mail: [icfm@crimea.edu](mailto:icfm@crimea.edu)

Web: <http://www.icfm.net.ua>

**III Международный междисциплинарный симпозиум "Среды со структурным и магнитным упорядочением" (Multiferroics-3) 4-8 сентября 2011 г., п. Лоо, Краснодарский край, Россия**

### Программа Симпозиума

1. Свойства и теория пространственно неоднородных и геликоидальных магнитоупорядоченных фаз.
2. Статические и динамические характеристики веществ, претерпевающих фазовые переходы в магнито- и структуроупорядоченные состояния.
3. Взаимодействие магнитной подсистемы и химического упорядочения в упорядочивающихся твердых растворах и сплавах.
4. Свойства медьсодержащих многокомпонентных оксидов с перовскитоподобной структурой, претерпевающих структурные фазовые переходы в состояние с магнитным порядком.
5. Многокомпонентные оксиды переходных металлов (манганиты, хромиты, ортоферриты), аномальные магнитотранспортные характеристики.
6. Магнитострикционные фазовые переходы, магнитокалорический эффект и эффект памяти формы.
7. Слоистые материалы и сверхрешетки с магнитоэлектрическим эффектом.
8. Искусственные магнитоэлектрики на основе пьезоэффектов.

### Контрольные даты:

до 1 июня 2011 г. – последний день поступления тезисов и регистрационной формы.

E-mail: [org.multiferroics@gmail.com](mailto:org.multiferroics@gmail.com)

Web: <http://www.ip.rsu.ru/>

**VIII Национальная конференция "Рентгеновское, синхротронное излучение, нейтроны и электроны для исследования наносистем и материалов. Нано-Био-Инфо-Когнитивные технологии" (РСНЭ – НБИК 2011), 14-18 ноября 2011 г., Москва, Россия**



### Программа конференции:

1. Биомолекулярные структуры, биосовместимые и органические материалы – структура и свойства биомолекулярных систем, органических и биосовместимых материалов, самосборка, иерар-

хия структур, специфические и неспецифические взаимодействия.

**2. Поверхности и слоистые наносистемы** – структурные и функциональные свойства поверхности, приповерхностных слоев, тонких пленок и многослойных наносистем

**3. Структура и динамика трехмерных систем** – структура и динамика кристаллов, частично упорядоченных и разупорядоченных систем, наноструктурных материалов.

**4. Информационные и когнитивные технологии** – комплексные и междисциплинарные исследования в области когнитивных наук с использованием рентгеновского и синхротронного излучений, нейтронов, электронов и информационных технологий.

**5. Численные методы, компьютерное моделирование, теория рассеяния и дифракции** – теория, алгоритмы и программы, численные эксперименты в исследовании структуры и свойств наноструктур и материалов.

**6. Аппаратурно-методическое обеспечение эксперимента** – экспериментальные станции и установки на источниках нейтронов и электронов, рентгеновского и синхротронного излучений; системы контроля, сбора, хранения и обработки информации; рентгеновская и нейтронная оптика.

В рамках конференции планируется провести Научные чтения, посвященные памяти академика **Б.К. Вайнштейна**.

#### Контрольные даты:

Крайний срок подачи заявки на участие в конференции и тезисов докладов **15 мая 2011 г.**

E-mail: [rsne2011@mail.ru](mailto:rsne2011@mail.ru)

Web: <http://www.crys.ras.ru/rsne/>

### **34<sup>th</sup> International Workshop on Condensed Matter Theories (CMT34), November 7-11, 2011, Asia-Pacific Center for Theoretical Physics (APCTP), Pohang, Korea**

- Strong Correlations and Unconventional Superconductors
- Topological Phases in Condensed Matter (topological insulators, spin liquids, ...)
- Low-dimensional Systems (graphene, surfaces, mesoscopic systems)
- Numerical Methods (recent progress and novel developments)

For specific inquiries concerning the workshop and contact us at [cmt34@alice.korea.ac.kr](mailto:cmt34@alice.korea.ac.kr)

Web: <http://alice.korea.ac.kr/cmt34/>

#### **Семинар по магнетизму 5 апреля 2011 г. (17.00)**

(конференц-зал ИФП им. П.Л. Капицы РАН, ул. Косыгина, 2)

К.А.Звездин (ИОФ им.А.М.Прохорова РАН) – “Спин-трансферные нано-осцилляторы”

#### **ТОРЖЕСТВО**

**26 марта 2011 г.** Объединенный институт ядерных исследований отметил свой **55-летний юбилей!**

Поздравляем коллектив ОИЯИ со славной годовщиной! Творческих успехов, новых свершений и открытий!

Экспресс-бюллетень ПерсТ издается совместной информационной группой  
ИФТТ РАН и РИЦ «Курчатовский институт»

Ответственный редактор: И.Чугуева, e-mail: [irina@issp.ras.ru](mailto:irina@issp.ras.ru)

Научные редакторы К.Кугель, Ю.Метлин

В подготовке выпуска принимали участие О.Алексеева, А.Елецкий,  
М.Маслов, Л.Опенев, А.Пятаков

Компьютерный ввод, макет: И.Фурлетова

Адрес редакции: 119296 Москва, Ленинский проспект, 64<sup>а</sup>