



Рис. 1. Серийные скриммеры для банкоматов [3]

даться из наручников (с высокой степенью безопасности) при помощи ключа, напечатанного на 3D-принтере (Рисунок 2)[3].

ния оружия в домашних условиях. В страхе перед 3D-печатным пластиковым оружием, британцы создали интеллектуальный сканер, способный распознавать скрытое оружие вне зависимости от того, из чего оно сделано. Преступники оценили удобство и функциональность 3D-принтеров и стали делать серийные скриммеры для банкоматов, позволяющие считывать информацию с банковских карт (Рисунок 1).

В век 3D-печати избавиться от наручников намного проще, чем может показаться на первый взгляд. В рамках проводившегося в Нью-Йорке семинара немецкий хакер под ником Ray на сцене показал, как можно освободиться



Рис. 2. Ключ от наручников, напечатанный на 3D-принтере [4]

По мнению ученых, 3D-печать стоит в одном ряду с технологиями – мобильный интернет, робототехника и возобновляемые источники энергии, способными кардинально изменить наш мир.

Литература.

1. <http://3dphome.ru/up3dprinter/> .
2. <http://www.km.ru/nedvizhimost/2014/04/21/stroitelstvo-i-remont/737928-v-kitae-izobreli-3d-printer-dlya-stroitelstva-z>.
3. http://vektor.ru/auxpage_3d-printery-i-tehnologija-trehmernoj-pechati/.
4. http://www.print3d.ru/area/area_59403.html.
5. <http://ru.wikipedia.org/wiki/3D-принтер>.

КОМПОЗИТ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

А. Серикбол, студент группы 10В20

Научный руководитель: Бабакова Е.В.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: 38934.45495@mail.ru

Ранее звание самого легкого в мире материала получил материал под названием аэрографит. Но этому материалу не удалось долго удерживать пальму первенства, ее не так давно перехватил другой углеродный материал под названием графеновый аэрогель. Плотность ультралегкого материала ниже плотности гелия и вдвое меньше водорода (рис.1).

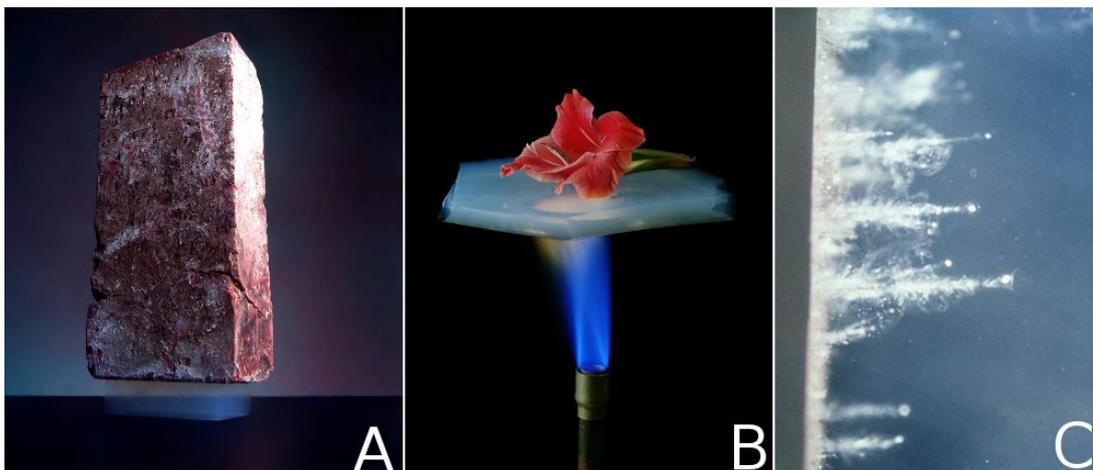


Рис. 1. Аэрогель: А – кирпич массой 2,5 кг на аэрогеле массой 2 г. В – демонстрация теплоизолирующих свойств аэрогеля (цветок на куске аэрогеля, лежащем над пламенем горелки). С – аэрогель после тестового обстрела частицами на Земле в процессе подготовки миссии[4]

Графен – это лист толщиной в один атом, в котором атомы углерода образуют гексагональную решетку (каждая клетка решетки – шестиугольник), а углеродная нанотрубка – это такой же лист, свернутый в цилиндр толщиной от одного до десятков нанометров. Эти формы углерода обладают большой механической прочностью, эластичностью, очень высокой площадью внутренней поверхности[2].

Однако материалы, приготовленные отдельно из графена или отдельно из углеродных нанотрубок, тоже имеют свои недостатки. Так, аэрогель из графена плотностью $5,1 \text{ мг/см}^3$ не разрушался под нагрузкой, превосходящей его собственный вес в 50 000 раз, и восстанавливал форму после сжатия на 80% от исходного размера. Однако из-за того, что графеновые листы обладают недостаточной жесткостью при изгибе, уменьшение их плотности ухудшает упругие свойства аэрогеля из графена.

Аэрогели обладают и крайне малой теплопроводностью, поскольку теплу нужно пройти сложный путь по разветвленной сети из очень тонких цепочек наночастиц. При этом перенос тепла по воздушной фазе также затруднен из-за того, что эти же цепочки делают невозможной конвекцию, без которой теплопроводность воздуха очень низка.

Ещё одно свойство аэрогеля – его необычайная пористость – позволило доставить на Землю образцы межпланетной пыли[1].

Главным недостатком аэрогеля до недавнего времени была его хрупкость: он растрескивался при повторных нагрузках. Все полученные на тот момент аэрогели – из кварца, некоторых оксидов металлов и углерода – обладали этим недостатком. Но с появлением новых углеродных материалов – графена и углеродных нанотрубок – проблема получения эластичных и устойчивых к разрушению аэрогелей была решена.

Аэрогель из углеродных нанотрубок обладает другим недостатком: он более жесткий, но вообще не восстанавливает форму после снятия нагрузки, поскольку нанотрубки под нагрузкой необратимо изгибаются и перепутываются, а нагрузка плохо передается между ними.

Китайским ученым удалось создать твердый материал, который на сегодняшний день является самым легким в мире. Его вес позволяет ему удерживаться даже на лепестках цветов.

Оказывается, новый материал состоит из оксида графена и лиофилизированного углерода. Данная губчатая материя графена аэрогеля весит $0,16 \text{ мг/см}^3$, что позволяет считать вещество самым легким в мире среди твердых материалов. Стоит отметить, что ранее графен принес Нобелевскую премию физикам Константину Новоселову и Андрею Гейму.

Уникальный материал позволит сделать еще не одно важное научное изобретение. Если исключить примеси, то графен является двумерным кристаллом – это тончайший рукотворный материал на планете. Сложенные вместе 3 миллиона листов графена сформируют стопку высотой в один миллиметр. Однако легкость и тонкость материала вовсе не мешает ему оставаться чрезвычайно прочным.

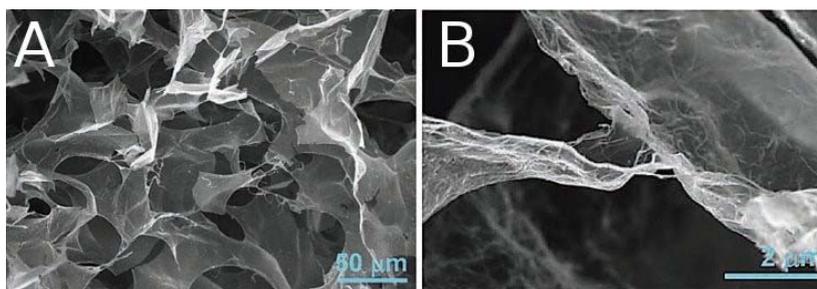


Рис. 2. Композитный аэрогель: А, В – микроструктура композитного аэрогеля из графена и нанотрубок при разных увеличениях [5]

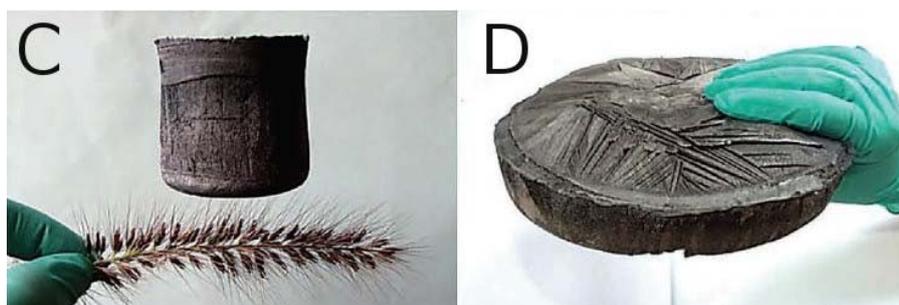


Рис. 3. Образцы аэрогеля [5]

Как продемонстрировала группа китайских ученых, эти недостатки полностью компенсируются, если использовать при приготовлении аэрогеля одновременно графен и нанотрубки. Авторы обсуждаемой статьи в *Advanced Materials* [5] использовали водный раствор нанотрубок и оксида графена, вода из которого была удалена путем замораживания и сублимации льда – лиофилизации (см. также *Freeze-drying*), при которой также устраняются эффекты поверхностного натяжения, после чего оксид графена был химически восстановлен до графена. В полученной структуре графеновые листы служили каркасом, а нанотрубки – ребрами жесткости на этих листах (рис. 2 А, В). Как показали исследования под электронным микроскопом, графеновые листы перекрываются друг с другом и образуют трехмерный каркас с порами размером от десятков нанометров до десятков микрометров, а углеродные нанотрубки образуют перепутанную сеть и плотно прилегают к графеновым листам. По-видимому, это вызвано выталкиванием нанотрубок растущими ледяными кристаллами при замораживании исходного раствора. Плотность образца составила 1 мг/см^3 без учета воздуха (рис. 3 С, D). А согласно расчетам в представленной авторами структурной модели, минимальная плотность, при которой аэрогель из использованных исходных веществ еще сохранит целостность структуры, составляет $0,13 \text{ мг/см}^3$, что почти в 10 раз меньше плотности воздуха. Уменьшения плотности можно достичь, используя более широкие листы графена, но при этом снижается жесткость и прочность полученного материала.

Одна из самых популярных идей использования – это очистка разливов нефти. Графеновый аэрогель сможет поглощать в себя нефть и воду в количестве, превышающий свой вес в 900 раз. А также поглощенные нефть и вода, и сам графен-аэрогель, могут быть использованы заново в дальнейшем. [3]

Кроме пользы для экологии, графеновый аэрогель несёт огромный потенциал и для энергетики, в частности, его планируют использовать в системах аккумуляции. В этом случае он может быть катализатором для определённых химических реакций. Также графеновый аэрогель уже сейчас начинает применяться в сложных композитах.

Литература.

1. Haiyan Sun , Zhen Xu, Chao Gao. Multifunctional, Ultra-Flyweight, Synergistically Assembled Carbon Aerogels // *Advanced Materials*. 2013. V. 25. P. 2554–2560.
2. Wencai Ren & Hui-ming Cheng. When two is better than one // *Nature*. 2013. V. 497. P. 448–449.
3. Тим Скоренко. Когда воздух кажется тяжелым, «Популярная механика» №6, 2013.
4. http://elementy.ru/images/news/aerogel_carbon_fig_1_enhanced.jpg
5. http://elementy.ru/images/news/aerogel_carbon_fig_2_enhanced.jpg