

- Дослідники з Гамбурзького технічного університету та Кільського університету імені Крістіана Альбрехта створили найлегший у світі твердий матеріал — аерографіт.
- Учені під керівництвом нобелівського лауреата Костянтина Новосьолова зафіксували процес самовідновлення структури графену.
- Група учених із Університету Коннектикуту розробила дешеву систему детектування раку на основі вуглецевих нанотрубок.

НАЙЛЕГШИЙ У СВІТІ ТВЕРДИЙ МАТЕРІАЛ

Ще донедавна найлегшим твердим матеріалом вважали аерогель густиною 1 мг/см^3 , який на 99,9% складається з повітря. NASA використовувала його в космічних місіях для збирання зразків кометного пилу.

Восени минулого року Тобіас Шедлер (T. Schaedler) з колегами із HRL Laboratories (США) запропонували спосіб одержання нового матеріалу з умовною назвою металева мікрогратка (metallic microlattice) (Schaedler T.A. et al. *Science*, 2011, 334(6058), 962, doi: 10.1126/science.1211649). Його структура являє собою регулярно розміщені металеві трубки, що перетинаються. Матеріал було отримано за допомогою нікель-фосфорного покриття правильної полімерної ґратки. Щільність металевої мікрогратки ($0,9 \text{ мг/см}^3$) виявилася дещо меншою за густину аерогелю. Однак утримувати пальму першості серед найлегших цьому матеріалу судилося недовго.

Група німецьких учених із Гамбурзького технічного університету (Technische Universität Hamburg) і Кільського університету імені Крістіана Альбрехта (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel) створила аерографіт — новий матеріал, який тепер претендує на звання найлегшого твердого матеріалу — його щільність становить менш як $0,2 \text{ мг/см}^3$ (Mecklenburg M. et al. *Adv. Mater.*, 2012, 24(26), 3486, doi: 10.1002/adma.201200491).

Аерографіт складається з тривимірної сітки порожнистих вуглецевих мікро- і нанотрубок, а надзвичайно низька щільність матеріалу дає змогу стискувати його в 1000 ра-

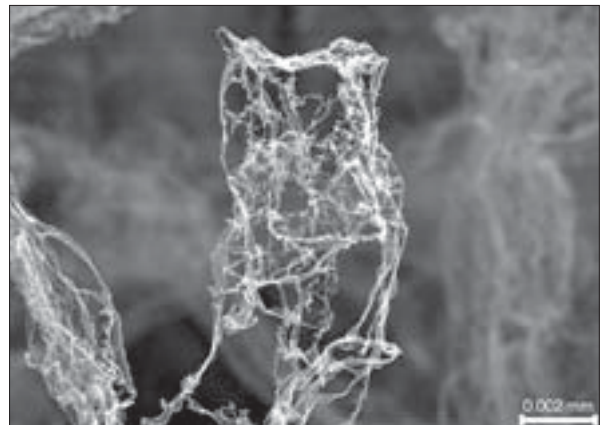


Фото з сайту www.newscientist.com

зів, після чого він відновлює свою початкову форму. Порівняно з аерогелем аерографіт може витримувати в 35 разів більше навантаження. Крім того, він є провідником, що в майбутньому, можливо, виявиться корисною властивістю для створення на його основі надлегких і надтонких батарей.

Учені відкрили цей матеріал під час досліджень тривимірних зшитих вуглецевих структур. Аерографіт вирощували в ході одностадійного процесу з використанням оксиду цинку як шаблону, що дає можливість утворюватися блокам аерографіту різної форми об'ємом кілька кубічних сантиметрів. Зовні аерографіт має вигляд чорної, оптично непрозорої речовини. Якщо стиснути його в руці, він нагадує чорну губку.

Чи планується комерційне застосування аерографіту, а також якою буде його вартість, у статті не повідомляється.

Джерело: <http://www.newscientist.com>

«САМОЛІКУВАННЯ» ГРАФЕНУ

Графен вважають перспективним матеріалом для багатьох галузей промисловості. Зокрема, минулого року дослідники компанії IBM повідомили (Lin Yu-M. et al. *Science*, 2011, 332(6035), 1294, doi: 10.1126/science.1204428), що вони виготовили першу інтегральну схему на основі графену. Нині дослідження в цьому напрямі тривають у багатьох країнах світу, оскільки графенові технології уможливають роботу електронних пристроїв на високих частотах. Очікують також, що графен зможе замінити платину в паливних елементах і стати майже ідеальним фільтром для опріснення морської води.

Однак проблема полягає в тому, що одержати графен у промислових масштабах поки що не вдається. У процесі вирощування лист графену спонтанно згортається в неплоскі структури, захоплюючи атоми інших речовин і втрачаючи свої унікальні властивості.

Британські дослідники під керівництвом нобелівського лауреата Костянтина Новосьолова зафіксували процес спонтанного відновлення дірок у графені. Препринт статті (Zan R. et al., arXiv:1207.1487) доступний на сайті Корнелльського університету (Cornell University). Автори, спрямовуючи пучок електронів, утворювали дірки в одноатомному шарі вуглецю, а потім за допомогою електронної мікроскопії спостерігали за ними впродовж кількох годин.

Подальший розвиток подій залежав від хімічного складу середовища кожного конкретного зразка. Якщо в ньому містилися іони паладію або нікелю, то вони утворювали комплекси з атомами вуглецю на внутрішніх краях дірок. За високої концентрації атомів металу дефекти мали тенденцію розширюватися завдяки зростаючому дестабілізуючому впливу паладію/нікелю на краї дірок. У разі низької концентрації металу та наявності у зовнішньому середовищі вуглецю крайові атоми графену виявляли здатність формувати нові зв'язки, які «зашивали» дефект. Дірки затягувалися без будь-якого втручання і через деякий час зникали.

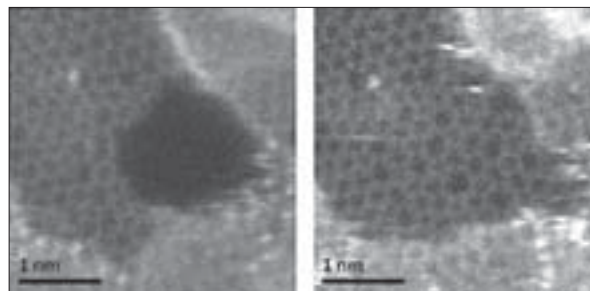


Фото з сайту www.technologyreview.com

При цьому, якщо в оточенні графену вуглець перебував у формі вуглеводнів, дірки закривалися переважно групами з п'яти, шести або семи атомів вуглецю. У шар вбудовувався вуглець, ковалентні зв'язки якого раніше були зайняті воднем. Структури з атомів вуглецю, утворені на місці дірок, були лише графеноподібними, але не графеновими. Інакше кажучи, вони не були чітко шестигрунтовими, а тільки приблизно такої форми.

Якщо ж у середовищі поряд з графеном у момент його самовідновлення містився чистий атомарний вуглець, то дефекти «залікувалися» ідеальними шестичленними циклами, що притаманні власне графену.

Отже дефекти, що виникли у процесі одержання графену, можна досить легко усунути, просто додаючи атомарний вуглець в оточення графенової матриці.

Із цієї роботи випливає ще один важливий висновок: якщо первинну затравку графену помістити в середовище з чистим атомарним вуглецем, то за звичайних температури і тиску, без будь-яких додаткових енерговитрат він самостійно ростиме, стійко відтворюючи властиву йому структуру. Таким чином, графен можна отримувати не лише за допомогою стандартної процедури відшаровування, а й безпосереднім нарощуванням на затравці одношарового кристала.

У дослідників попереду ще багато невирішених проблем: як швидко відбуваються такі процеси, чи можна їх контролювати з потрібною точністю та надійністю, чи виявиться такий спосіб виробництва графену практичним і доцільним.

Джерело: <http://www.technologyreview.com>

ДЕТЕКТОР РАКУ
НА ОСНОВІ НАНОТРУБОК

Дослідницька група під керівництвом Джеймса Раслінга (James F. Rusling) з Університету Коннектикуту (University of Connecticut) розробила дешевий мікрорідинний прилад для детектування раку порожнини рота (Malhotra R. et al. *Anal. Chem.*, 2012, doi: 10.1021/ac301392g). Учені використали сенсор, що складається з щільно упакованих вуглецевих нанотрубок, покритих наночастинками золота.

За словами авторів, прилад може бути легко адаптований для виявлення інших форм онкологічних захворювань.

Тести, проведені на зразках від 78 пацієнтів, які страждають на різні форми раку, і 49 осіб із контрольної групи, показали, що прилад має клінічну чутливість на рівні 89% і специфічність близько 98% при детектуванні раку порожнини рота.

Незважаючи на те що інші дослідницькі групи також працюють над розробленням аналітичних методів, які дають обнадійливі результати щодо виявлення біомаркерів у крові пацієнтів з раком порожнини рота, всі вони, за словами Джеймса Раслінга, засно-

вані на дорогих технологіях і потребують тривалого оброблення зразків.

Одним із найдостовірніших способів онкодіагностики є виявлення так званих онкомаркерів — речовин, що виділяються пухлиною в процесі росту. Мікрорідинний прилад здатен одночасно фіксувати чотири протеїни у надзвичайно низьких концентраціях. Разом це забезпечує надійну діагностичну картину раку порожнини рота. Магнітні кульки, кожна з яких вкрита 120 тис. молекул антитіл, можуть захоплювати навіть слідові кількості специфічних біомаркерів і вилучати їх із зразка крові. Потім магнітні частинки інжектуються в пристрій, де вони рухаються над сенсорними елементами. Зміна електричного сигналу кожного сенсора відповідає концентрації в крові певного білка.

Автори стверджують, що вся процедура триває не більш як 50 хвилин. Одноразовий сенсорний чип на вуглецевих нанотрубках коштує близько 9 \$, а пристрої зчитування електросигналів і мікронасоси — менш ніж 26 000 \$. Це дає змогу використовувати такий метод діагностування в будь-якій біомедичній лабораторії.

Джерело: <http://nano.cancer.gov>