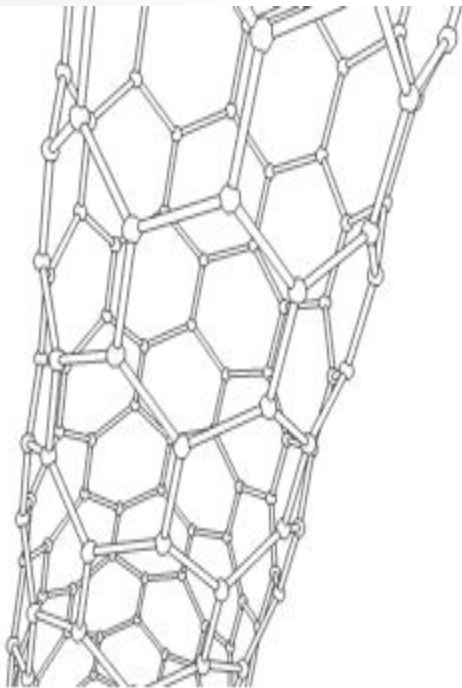




# Углеродные нанотрубки

Кочетков Р.С.

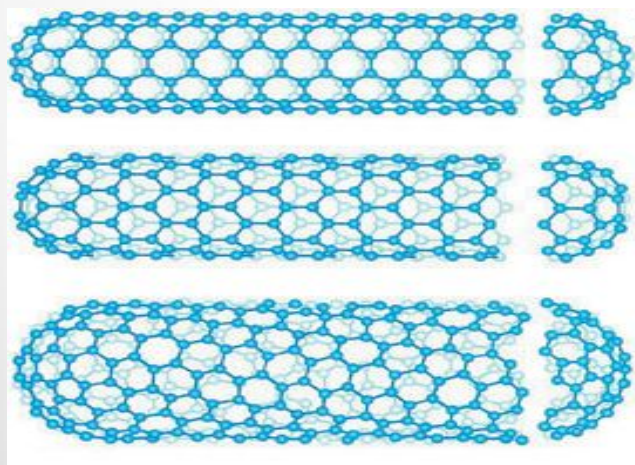
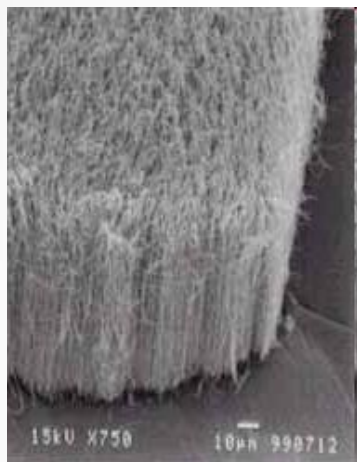
# НАНООБЪЕКТЫ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА – НАНОТРУБКИ



Углеродная нанотрубка (англ. carbon nanotube) – цилиндрическая молекула, состоящая из одних лишь атомов углерода. Имеет диаметр около 1 нанометра и длину от одного до сотен микрометров. Внешне выглядит как свернутая в цилиндр графитовая плоскость. Впервые обнаружена Сумио Ииджимой (корпорация NEC) в 1991 г. как побочный продукт синтеза фуллерена C<sub>60</sub>.

# НАНООБЪЕКТЫ НА ОСНОВЕ

## УГЛЕРОДА – НАНОТРУБКИ



- Нанотрубки бывают однослойными и многослойными.
- Многослойные нанотрубки представляют собой несколько однослойных нанотрубок, вложенных одна в другую, Расстояние между слоями равно 0,34 нм, то есть такое же, как и между слоями в кристаллическом графите
- Основная классификация нанотрубок проводится по способу сворачивания графитовой плоскости.
- Различают прямые (ахиральные) нанотрубки и спиральные (хиральные) нанотрубки.

# СВОЙСТВА НАНОТРУБКИ

- Нанотрубки обладают уникальными **электрическими, магнитными и оптическими** свойствами.
- Они могут быть как проводниками, так и полупроводниками.
- Нанотрубки на порядок прочнее стали.
- **Способ получения нанотрубок:**  
термическое распыление графитовых электродов в плазме дугового разряда.
- **Свойства нанотрубок:**  
легкий и пористый материал, состоящий из многослойных нанотрубок со средним диаметром 20 нм и длиной около 10 мкм.
- **Стоимость нанотрубок:**  
один грамм стоит 120 долларов США.

# МОДИФИКАЦИЯ НАНОТРУБОК

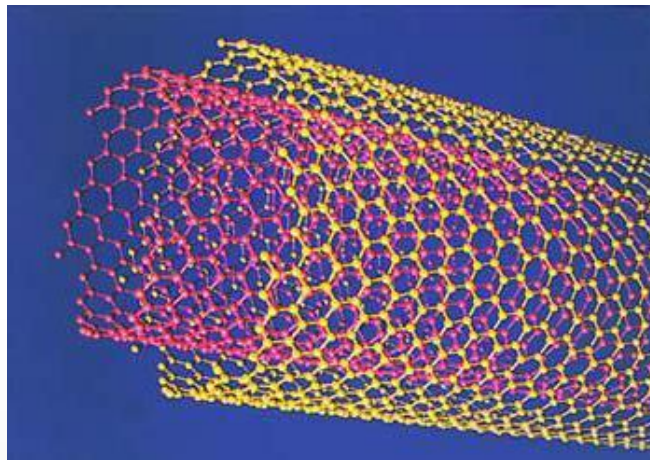
- Модификация нанотрубок выполняется за счёт линейного или объёмного введения различных атомов в межплоскостное расстояние – 0,34 нм., как с внешней так и с внутренней стороны поверхности нанотрубки.
- Получают различные нанотрубки, например, металлизированные.



# Применение нанотрубок

Благодаря таким характеристикам, как прочность, изгиб, проводимость, используются во многих областях:

- в качестве добавок к полимерам;
- катализатором для осветительных устройств, а также плоских дисплеев и трубок в телекоммуникационных сетях;
- в качестве поглотителя электромагнитных волн;
- для преобразования энергии; изготовления анодов в различных видах батареек;
- хранения водорода; изготовления датчиков и конденсаторов;
- производства композитов и усиления их структуры и свойств.



# Применение нанотрубок в строительстве

Исследователи уделяют также много внимания взаимодействию бетона с углеродными **нанотрубками**. Добавка небольшого количества (~ 1 вес. %) окисленных многослойных углеродных нанотрубок к традиционным маркам, например портландцементу, приводит к значительному улучшению прочности материала на сжатие (+ 25 Н/мм<sup>2</sup>) и изгибной прочности (+ 8 Н/мм<sup>2</sup>).

# Нюансы применения нанотрубок в строительстве

**Применение углеродных нанотрубок** в качестве наполнителя того или иного материала имеет один важный недостаток: нанотрубки «любят» слипаться за счет взаимодействия графеновых листов, образуя крупные кластеры, что приводит в итоге к потере когезии с материалом-носителем. Поэтому для достижения высоких характеристик композиционного материала необходимо проводить дополнительные процедуры с целью разделения и однородной дисперсии нанотрубок. Один из обнаруженных на сегодня способов – предварительное смешивание углеродных нанотрубок с гуммиарабиком, но необходимы дальнейшие исследования, чтобы подобрать оптимальный состав такого композита.





# Зарубежные работы

Интересную работу проводят ученые из Горно-технологической школы Южной Дакоты, разрабатывающие биогерметик бетона на основе карбоната кальция, произведенного генетически модифицированными почвенными бактериями. Полученный материал будут использовать в качестве уплотнителя, препятствующего также зарождению и распространению трещин. Предварительные результаты показывают, что существует прямая зависимость между прочностью модифицированного бетона и концентрацией выращенных микроорганизмов в нем. Сейчас уже можно говорить о целом направлении в современном материаловедении – создании **самозалечивающихся материалов**. Так, в Университете Иллинойса, США, создан ряд полимерных композиционных материалов, содержащих **нанокапсулы**, раскрывающиеся на границе трещины и останавливающие ее развитие.

# Зарубежные работы

**Самокомпактирующийся бетон**, не требующий вибрационного воздействия для консолидации состава. Его использование значительно уменьшает энергетические и трудовые расходы. Исходный материал, содержащий высокодисперсные наночастицы поликарбоксилата, ведет себя как густая жидкость при небольшом соотношении цемент-вода. При высыхании набухающие частицы пластификатора препятствуют образованию пустот и трещин. **Самокомпактирующийся бетон** обладает еще одним важным преимуществом. Обычный пластифицированный бетон медленно схватывается в зимнее время, что приводит к необходимости дополнительной парообработки конструкций. Наночастицы поликарбоксилата значительно уменьшают количество используемой воды и время засыхания материала, делая необязательной стадию парообработки.



# Положительные стороны нанотрубок

Среди достоинств можно выделить особые свойства углеродных нанотрубок. Они являются прочным материалом, который под действием механических воздействий не разрушается. Кроме того, они хорошо работают на изгиб и растяжения. Это стало возможным благодаря замкнутой каркасной структуре.

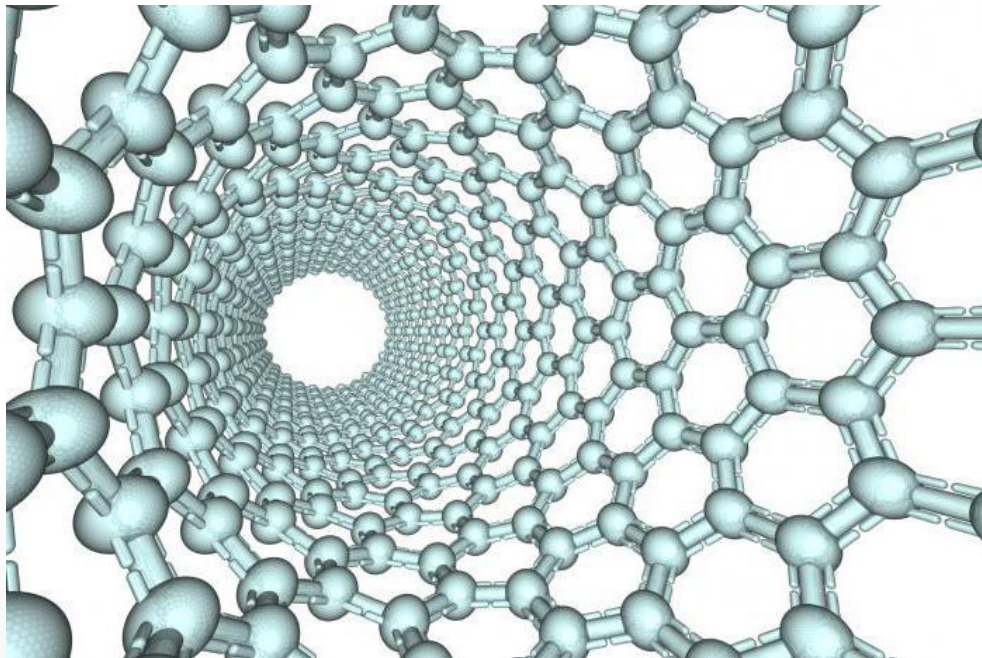
Их применение не ограничивается одной отраслью. Трубки нашли применение в автомобилестроении, электронике, медицине и энергетике. Огромным недостатком является негативное воздействие на здоровье человека.



# Недостатки нанотрубок

Огромным недостатком является негативное воздействие на здоровье человека.

Частицы нанотрубок, попадая в организм человека, приводят к возникновению злокачественных опухолей и рака.



# Заключение

Углеродные нанотрубки играют важную роль в инновационных технологиях. Многие специалисты прогнозируют рост данной отрасли в ближайшие годы. Будет наблюдаться значительный рост производственных возможностей, что приведет к снижению стоимости на товар. С уменьшением цены, трубки будут пользоваться огромным спросом, и станут незаменимым материалом для многих устройств и оборудования.

