

КОНЦЕПЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В МЕДИЦИНСКОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

А.А. Швабикер, студент гр. 8ЕМ01
А.В. Митряков, студент гр. 8ЕМ01
Томский политехнический университет
E-mail: avm71@tpu.ru; aas173@tpu.ru

Введение

Композиционные материалы на основе многослойных углеродных нанотрубок представляют значительный интерес для различных биомедицинских применений.

Разработка и производство современных интеллектуальных изделий медицинского назначения, таких как протезы, основанные на управлении сигналами непосредственно от нервной системы человека, является приоритетной научной задачей. Однако имеющиеся модели протезов конечностей не способны обеспечивать усилия, равные усилиям настоящих конечностей, а также работают недостаточно свободно и точно. Решить эти проблемы можно за счет технологии искусственных мышц на основе эластичных углеродных нанотрубок.

Эластичные нанотрубки – это небольшие цилиндры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров. Длина составляет порядка нескольких сантиметров. Их создают, сворачивая графеновые листы. Нанотрубки делают эластичными за счет увеличения расстояния между атомами углерода. Также значительное влияние на свойства нанотрубок оказывает размерность кристаллической решетки. В настоящее время ведётся работа над максимизацией соотношения прочности и эластичности нанотрубок. Для этого исследователи перебирают всевозможные вариации расположения атомов углерода в составе нанотрубки, а также экспериментируют с количеством стенок и спиральностью их строения [1].

Область потенциального использования углеродных нанотрубок достаточно широка. Они применяются в фотонике и оптике, электронике, при создании сенсоров, чипов и биосенсоров, в производстве нанокомпозитов [2].

Целью работы является исследование возможности модификации модели протеза конечности с применением нанотрубок, состоящих из атомов углерода.

Сравнительный анализ материалов для протезирования

Корпус протеза должен обеспечивать активное взаимодействие человека с окружающей средой, а также иметь габариты, адекватные реальным человеческим конечностям и способные вместить в себе все необходимые устройства. Типовая структурная схема верхней конечности представлена на рисунке 1.

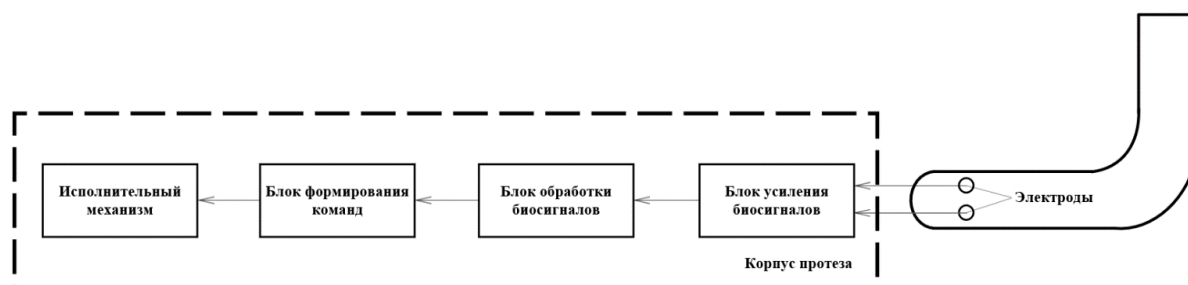


Рис. 1. – Структурная схема протеза верхней конечности

Для решения задачи по модификации работы протеза верхней конечности предлагается использовать многослойные углеродные нанотрубки, т.е. цилиндрические молекулы, состоящие из одних лишь атомов углерода, диаметром около 1 нм и длиной от одного до сотен микрометров. Внешне нанотрубка выглядит как свёрнутая в цилиндр графитовая плоскость.

Нанотрубки обладают уникальными электрическими и магнитными свойствами, могут быть как проводниками, так и полупроводниками, также они на порядок прочнее стали.

Строение нанотрубки представлено на рисунке 2.

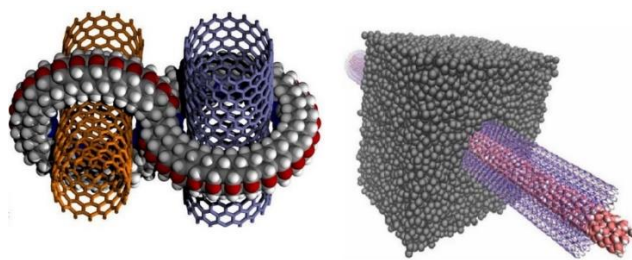


Рис. 2. – Структура многослойных нанотрубок

В существующих протезах и манипуляторах для конструкции модулей используется композитный углепластик, а также различные металлы, такие, как титан и алюминий. В таблице 1 приведено качественное сравнение характеристик различных материалов, используемых для создания протезов и манипуляторов.

Таблица 1. Качественное сравнение характеристик материалов

Характеристика	Нанотрубки	Металл	Пластик
Прочность	Высокая	Средняя	Средняя
Электропроводимость	Высокая	Высокая	Низкая
Масса	Низкая	Высокая	Низкая
Эластичность	Высокая	Низкая	Средняя
Цена	Высокая	Средняя	Средняя

Исходя из данных таблицы 1, можно сделать вывод о том, что материал углеродных нанотрубок превосходит существующие аналоги, сочетая в себе все лучшие характеристики при значительно большей цене.

Преимущество углеродных нанотрубок для использования в протезировании заключается прежде всего в том, что они являются прочным материалом для протезов, который под влиянием механических воздействий не будет разрушаться. Данный протез будет иметь облегчённую массу в сравнении с существующими. Благодаря своей замкнутой каркасной структуре нанотрубки хорошо работают на изгиб и растяжение, что вкупе с хорошей проводимостью позволит в перспективе придать протезу чувствительность, в частности чувствительность к давлению [3, 4].

К основным недостаткам нанотрубок в первую очередь следует отнести их цену (около 120\$ за грамм). А также, что немаловажно, учитывая специфику использования их в медицинских целях, попадание нанотрубок в организм человека может привести к серьёзным последствиям, вплоть до продуцирования раковых опухолей. Дабы избежать этих последствий, необходимо использовать нанотрубки, в состав которых не входит оксид кремния и другие силикаты [5].

Заключение

В результате проведённого исследования можно сделать вывод о том, что нанотрубки сочетают в себе высокую прочность, эластичность и электропроводность, а также низкую массу. Это выгодно отличает нанотрубки от других материалов для изготовления протезов.

При должном развитии инфраструктуры производства углеродных нанотрубок, а как следствие снижения их цены до приемлемого уровня, углеродные нанотрубки как материал могут вытеснить существующие аналоги.

Список использованных источников

1. Подгорный Д. А. Углерод во всем своем многообразии //Учеб. пособие – Челябинск: ЮУГУ. – 2014;
2. Климов Е. С. и др. Некоторые аспекты синтеза многостенных углеродных нанотрубок химическим осаждением из паровой фазы и характеристики полученного материала //Журнал прикладной химии. – 2014. – Т. 87. – №. 8. – С. 1128-1132;
3. Gilshteyn E. P. et al. Stretchable and transparent supercapacitors based on aerosol synthesized single-walled carbon nanotube films //RSC advances. – 2016. – Т. 6. – №. 96. – С. 93915-93921;
4. Yamaguchi T. et al. Human-like electronic skin-integrated soft robotic hand //Advanced Intelligent Systems. – 2019. – Т. 1. – №. 2. – С. 1900018;
5. Corona B. T. et al. Further development of a tissue engineered muscle repair construct in vitro for enhanced functional recovery following implantation in vivo in a murine model of volumetric muscle loss injury //Tissue Engineering Part A. – 2012. – Т. 18. – №. 11-12. – С. 1213-1228.