

ИСКУССТВЕННЫЕ МЫШЦЫ В БИОНИКЕ И РОБОТОТЕХНИКЕ

Булатов А.П.
Научный руководитель Замятин Н.В.
Томский политехнический университет
apb10@tpu.ru

Введение

В современной робототехнике и бионике отсутствуют компактные энергоэффективные двигатели, которые могут быть интегрированы в различные мехатронные системы взаимодействующие так или иначе с человеком. Примерами таких систем может служить искусственная конечность, лишенная ряда недостатков присущих ей сейчас или же экзоскелет, позволяющий двигаться людям с ограниченными возможностями. Помимо конечностей для людей это могут быть все возможные движущие модули роботов.

Искусственные мышцы

Поскольку развитие роботов связано с необходимостью замены человека в опасных для него условиях либо в недостижимых местах, то и принцип их построения тесно связан со строением человека. Манипулятор представляет собой подобие руки, андроид и вовсе является человекоподобным роботом. Однако, ни современные конечности гуманоидных роботов или протезы, ни сверхточные манипуляторы не отличаются плавностью действий и малыми габаритами, хотя и активно развиваются в этом направлении. Искусственные мышцы или мускулы являются перспективной технологией, которая может справиться с существующими недостатками данных систем. Для того чтобы понять, что же такое искусственные мышцы обратимся к понятию мышцы или мускула.

Мышцы или мускулы — органы тела животных и человека, состоящие из упругой, эластичной мышечной ткани, способной сокращаться под влиянием нервных импульсов. Предназначены для выполнения различных действий: движения тела, сокращения голосовых связок, дыхания.

Ища простейшую единицу мышцы, мы обнаружим мышечную клетку или миоцит. Все мышечные ткани нашего тела состоят из специализированных мышечных клеток, например, кардиомиоциты в сердце и так далее. Говоря о искусственных мышцах, можно выделить два больших «лагеря». Своего рода миоцитом для группы полимерных мускулов служат различные химические структуры — полимеры, а порой и объединения таких полимеров (Рисунок 1).

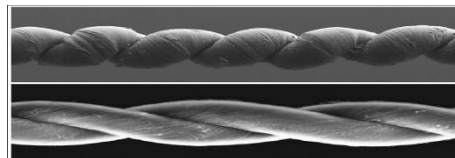


Рисунок 1 – Полимерные(нейлоновые) мышцы.

Для группы углеродных мышц в роли миоцитов выступают углеродные нано трубки (рисунок 2), удивительный материал, открытый группой химиков в 1985 году.

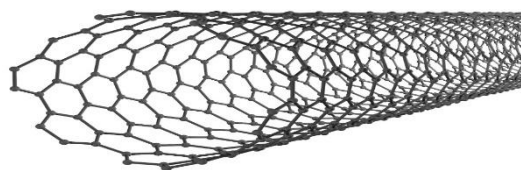


Рисунок 2 – Углеродная нано трубка.

Обе представленные группы имеют свои достоинства и недостатки. Рассмотрим более подробно каждую группу.

Полимерные мышцы

Среди этой группы мышц можно выделить несколько подгрупп разделенных по принципу действия.

Первая подгруппа — это мышцы сокращающиеся за счет изменения температуры. Именно она представлена на рисунке 1. Они гораздо сильнее естественных человеческих — способны поднять в сто раз больше веса и генерировать в сто раз больше механической энергии. На самом деле, по производительности они больше напоминают реактивный двигатель: 7,1 лошадиной силы на килограмм. И всё это исключительно благодаря простейшим составляющим конструкции, в которую входят обычные швейные с металлическим напылением нитки и рыболовные лески.

Мышцы «питаются» за счёт тепловой энергии из-за перепада температур, который можно достигнуть при поглощении света или в ходе химической реакции. Скручивание полимерного волокна преобразует его в мышцу, способную вращать тяжёлый ротор со скоростью около 10 тысяч оборотов в минуту.

Последующее дополнительное скручивание полимерной лески конвертирует её в мышцу, которая резко сжимается вдоль своей длины при нагревании, но возвращается в исходное состояние при дальнейшем охлаждении. Интересно, что если скрутить леску в обратном направлении от изначального, то всё будет

наоборот — она сожмётся при охлаждении и растянется при нагревании.

По сравнению с природными мышцами, которые способны сократиться лишь на 20%, искусственные умеют сокращаться до 50% от изначальной длины. При этом они ещё и очень выносливые, то есть не теряют своей производительности даже после нескольких миллионов сеансов механической нагрузки.

Применение таких мышц невероятно широко как в бионике и робототехнике, так и в других отраслях человеческой деятельности.

Вторая подгруппа — это мышцы, сокращающиеся за счет электрических импульсов.

Учеными из Национального университета Сингапура был создан новый тип искусственных мускулов, чьи показатели впечатлили коллег. Дело в том, что этот новый тип мускулов может растягиваться в пять раз, если учитывать их начальную длину, а вес, который они могут поднимать, превосходит их собственный в 80 раз. По словам доктора Адриана Кох, который на данный момент является руководителем программы, полученный материал имеет структуру, схожую с мышечными тканями живых организмов.

Основной же интерес вызывает то, что, не смотря на свою силу, пластику и гибкость, эти искусственные мышцы реагируют на электрические управляющие импульсы в течение долей секунды, а это, несомненно, колоссальный результат.

Данный материал представляет собой сложный композит, который, в свою очередь, состоит из различных полимеров. Используя в данном составе материала эластичные полимеры со способностью растягиваться в 10 раз и полимеров, способных выдерживать вес в 500 раз превышающий свой собственный, позволили добиться таких удивительных результатов. Как сообщают ученые — работа над разработкой будет длиться еще не один год, а в течение нескольких лет, планируется создать несколько видов конечностей для роботов, которые оснастят данным видом искусственных мускулов. Интересно то, что конечность будет иметь вес и размер в два раза меньше человеческого аналога, однако шансов на победу у человека будет не много.

Несмотря на то, что данная разработка является наиболее интересной для группы ученых именно в этой сфере, параллельно они планируют использовать полученный материал для иных целей. Так, например, новый материал способен выполнять превращение механической энергии в электрическую энергию и наоборот. И поэтому ученые параллельно занимаются разработкой конструкции электрического генератора на основе мягких полимерных материалов. Интерес тут представляет тот факт, что по планам его вес

составит около 10 килограмм, а вырабатывать электроэнергию сможет столько же, сколько вырабатывает традиционный генератор, используемый в турбинах ветрогенераторов и весом в 1 тонну.

Мышцы из нано углеродных трубок

В феврале - марте 1999 г. в городке Кирхберг, что в Тироле (Австрия), состоялась 13-я Международная зимняя школа по электронным свойствам новых материалов. Среди довольно большого числа докладов по нанотрубкам общее внимание привлек доклад международной исследовательской группы сотрудников во главе с Рэем Баухманом (Ray Baughman), сотрудником компании "Эллайд Сигнел" (Allied Signal). Доклад был посвящен созданию искусственных мускулов и позднее изложен в статье, опубликованной в журнале "Сайенс" (Science, 1999. v. 284, N. 5418, p. 1340-1344, May 21).

Создать искусственные мускулы пытаются давно, и для решения этой задачи просматривались несколько путей. Можно, например, использовать пьезоэффект: изменение размеров кристалла или керамики при наложении электрического напряжения. Можно "играть" на способности слоистых веществ расширяться в направлении, перпендикулярном плоскости слоев, при внедрении между слоями химикатов. Но эти пути либо сложны, либо малоэффективны.

В группе Баухмана использовали иной принцип. Углеродные нанотрубки можно получать в виде листочков нанобумаги, в которых трубки перепутаны, переплетены друг с другом. Такую нанобумагу можно брать в руки, разрезать на полосы. Первые эксперименты были на удивление просты.

Исследователи приклеили две полосы нанобумаги к противоположным сторонам липкой ленты, присоединили к концам электроды и опустили в солевой раствор, обеспечивающий электропроводность. При включении электрической батареи, дающей напряжение в несколько вольт, обе полосы нанобумаги слегка удлинились, но связанная с отрицательным полюсом батареи удлинилась больше, и они изогнулись. Искусственный мускул (актюатор) действовал.

Искусственные мускулы со временем можно будет использовать для протезирования органов и отдельных мышц (скажем, сердечной). На их основе легко удастся сконструировать "руки" и "пальцы" роботов, работающих в космическом холоде или в 1000-градусную жару, в вакууме и в среде агрессивных газов.

Углеродные мускулы можно использовать и для производства энергии, поскольку, по словам Баухмана, эффект обратим: сгибание и разгибание полосок создают электрический потенциал. Соединенные в цепь элементы могут использовать энергию волн, приливов и отливов в

электростанциях нового типа. Каждый автомобиль можно будет со временем снабдить легким устройством, которое при торможении станет

В заключении хотел бы подчеркнуть, что две существующие группы искусственных мышц не входят друг с другом в конфронтацию, скорее наоборот, совместное использование этих групп приведет к значим результатам в будущем.