

Муниципальное казенное общеобразовательное учреждение

«Преображенская средняя школа»

Киквидзенского района Волгоградской области

## Перспективы применения искусственных мышц на основе полимерных материалов в робототехнике и протезировании.

**Работу выполнили:** Городжанова  
Яна, Головицына Валерия, 8 класс

**Руководитель проекта:** Зиновьев  
Дмитрий Александрович, учитель  
физики и информатики

ст. Преображенская, 2017

## **Введение.**

В настоящее время наблюдается стремительное развитие робототехники и близкие к ней технические отрасли, в частности, протезирование конечностей. Робот в современном представлении должен быть полностью схож с человеком, а в идеале даже неотличим. Искусственные конечности должны быть функциональны на уровне биологических частей тела и выглядеть естественно.

Для достижения выше названных качеств, приводы узлов роботов и протезов должны обладать легкостью, компактностью, высокой скоростью работы и реакции, а также долгим сроком работы. Сейчас для приведения в движение узлов используют гидравлические, пневматические системы, а также электродвигатели: шаговые или серводвигатели. У каждого вида привода есть свои преимущества и недостатки, но на наш взгляд общим минусом перечисленных приводов является отсутствие компактности и их массивность.

В интернет-сообществах широко обсуждается применение искусственных мышц, изготовленных из полимеров. Данный вид мышц позволяет решить проблемы лишнего веса привода, его компактности, тем самым не влияя на эргономичность технического объекта. Информация из интернета позволяет сделать искусственную мышцу в домашних условиях. Однако, скудно рассмотрены ее физические характеристики.

**Цель проекта:** исследовать перспективность применения искусственных мышц, изготовленных из полимеров, в робототехнике и протезировании.

**Задачи проекта:** 1. Изучить технологию создания искусственных мышц; 2. Подобрать основу материалов для изготовления искусственных мышц; 3. Разработать и собрать экспериментальную установку для исследования КПД изготовленных искусственных мышц; 4. Провести исследование зависимости КПД мышц от значительных физических параметров; 5. Провести анализ полученных данных и вывод.

## **Технология создания искусственных мышц. Выбор материала для изготовления искусственной мышцы.**

Опираясь на информацию из открытых источников [1] и [2], размещенных в сети интернет, легко освоить технологию изготовления искусственных мышц. Как описано в статьях нить скручивалась до образования вторичной спирали, при этом необходимо один из ее концов зафиксировать, а другой скручивать.

На начальном этапе проекта мы, руководствуясь статьями [1] и [2], решили изготовить ряд мышц из нейлоновой мононити (рыболовной лески). Для этого были приобретены лески диаметров 0,5мм, 0,8мм и 1,0мм. В ходе предварительных действий по скручиванию мононитей сразу проявились недостатки используемого материала. Леска диаметром 0,5 мм после скручивания до вторичной спирали, даже при незначительном растяжении обрывалась. Был сделан вывод, что скручивающие усилия над леской нарушил ее прочностные свойства. Лучшие результаты по скручиванию мышцы получились из лесок диаметром 0,8мм и 1,0мм. Однако не наблюдалось предполагаемой эластичности мышцы. Мышца из лески 1,0мм вовсе получилась жесткой.

Предварительные результаты, потребовали подбора иного материала для изготовления искусственной мышцы. Рассматривая варианты основы, наш выбор остановился на пищевой пленке для упаковки продуктов. Данный вид пленки возможно растянуть, придав ей вид нити, но уже не моно, а многослойной структуры, при этом растяжение происходит до предела после которого для ее разрыва необходимо приложить значительные усилия, сравнимые или превосходящие усилия для разрыва мононитей. Данные свойства определили выбор пищевой пленки для изготовления нами искусственных мышц и проведения экспериментальных исследований с ними.

Изготовление наших искусственных мышц включали в себя следующие этапы:

1. Выбор количества слоев пищевой пленки.
2. Вытяжка пленки до предельной длины
3. Скручивание нити до достижения вторичной спирали.

Нами были изготовлены три группы мышц (**приложение 1**), отличающихся между собой количеством первоначально взятых слоев пищевой пленки: 1, 2 и 3 слойные нити. В каждой группе были изготовлены мышцы различной длины.

## **Описание экспериментальной установки для определения КПД искусственных мышц.**

Для исследования КПД изготовленных искусственных мышц была собрана экспериментальная установка, схема которой изображена в приложении 2.

На деревянной площадке установлена нагревательная нихромовая спираль (2). Внутри спирали протянута искусственная мышца (1), одним концом зафиксированная в держателе, а к другому концу которой прикреплена нить, перекинутая через неподвижный блок (4) и закрепленным на ней грузом (4). При пропускании по нагревательной спирали (2), в результате выделения теплоты, искусственная мышца (1) сокращается, поднимая на определенную высоту груз (4). Используемые в электрической цепи амперметр и вольтметр позволяют измерить характеристики протекающего тока. Для уменьшения потерь тепловой энергии, выделяющейся в спирали при протекании тока, предусмотрена её теплоизоляция.

При проведении эксперимента полезной работой мышцы является работа по поднятию груза массы  $m$  на высоту  $h$  при сокращении искусственной мышцы. Данную работу можно вычислить, используя формулу:

$$A_{\text{п}}=m \cdot g \cdot h \quad (1)$$

Затраченная энергия равна количеству теплоты, выделившейся при протекании тока по нагревательной спирали и рассчитывается по формуле закона Джоуля- Ленца:

$$A_{\text{з}}=Q=I \cdot U \cdot t \quad (2)$$

Используя формулы (1) и (2) можно рассчитать КПД искусственных мышц, исследуемых в проекте:

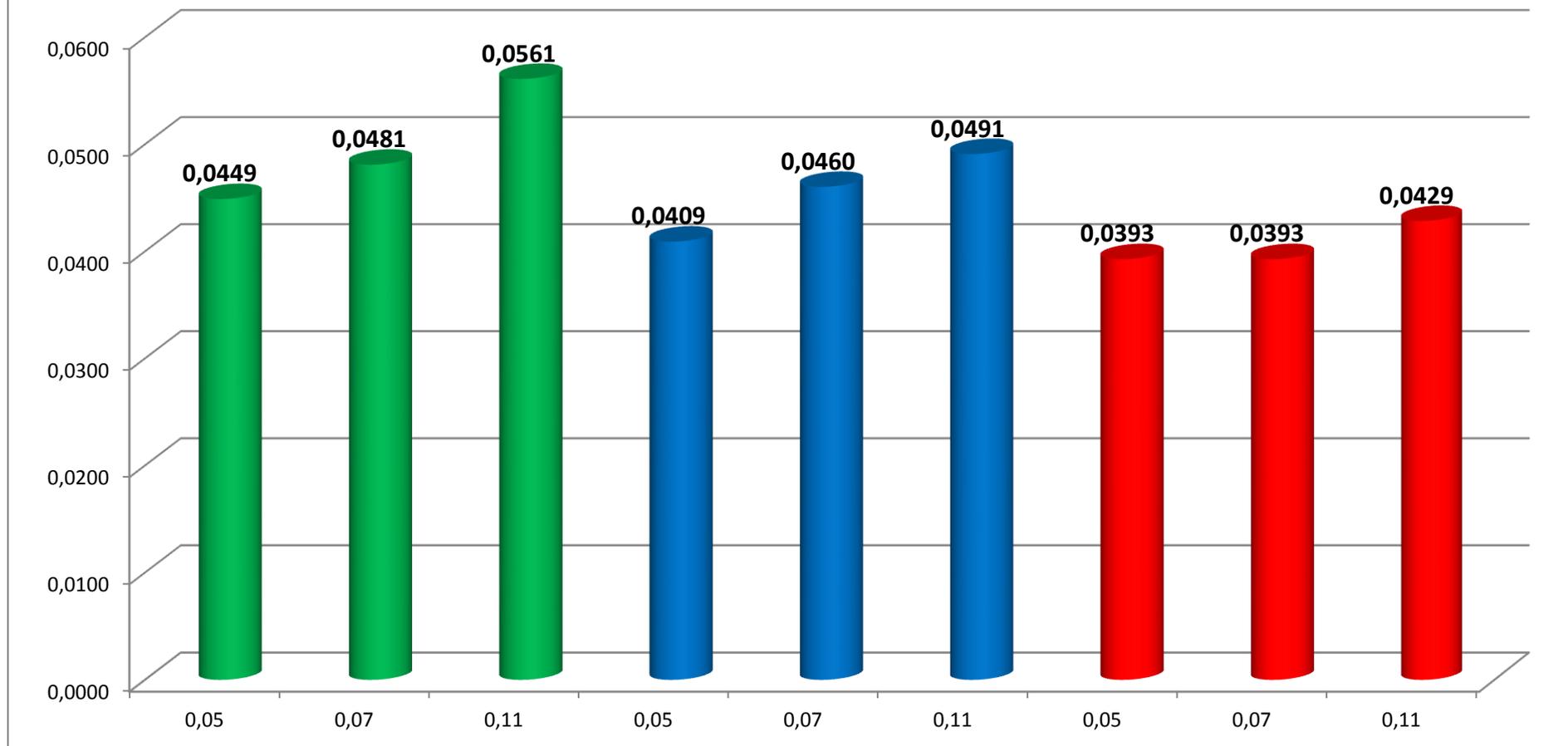
$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}} * 100\% \quad (3)$$

Для определения высоты поднятия груза мы использовали штангенциркуль, а для определения времени нагревания- секундомер.

Таблица 1. Исследование КПД искусственных мышц.

Кол-во слоев	Длина мышц, м	Масса поднимаемого тела m, кг	Высота подъема h, м	Полезная работа $A_{п}$ , Дж	Сила тока I, А	Напряжение U, В	Время подъема, с	Затраченная энергия Q, Дж	КПД $\eta$ , %
1	0,05	0,8	0,02	0,15712	3,5	20	5	350	0,04489
	0,07	0,8	0,03	0,23568	3,5	20	7	490	0,0481
	0,11	0,8	0,04	0,31424	3,5	20	8	560	0,05611
2	0,05	1	0,02	0,1964	4	20	6	480	0,04092
	0,07	1	0,03	0,2946	4	20	8	640	0,04603
	0,11	1	0,04	0,3928	4	20	10	800	0,0491
3	0,05	1,2	0,02	0,23568	5	20	6	600	0,03928
	0,07	1,2	0,03	0,35352	5	20	9	900	0,03928
	0,11	1,2	0,04	0,47136	5	20	11	1100	0,04285

### КПД искусственных мышц $\eta$ , %



**■** - мышцы, выполненные из однослойной пленки

**■** - мышцы, выполненные из двухслойной пленки

**■** - мышцы, выполненные из трехслойной пленки

### **Анализ экспериментальных данных**

Диаграмма, построенная на основании экспериментальных данных, показывает снижение коэффициента полезного действия с увеличением числа слоев пищевой пленки при создании искусственной мышцы. Можно сделать вывод, что увеличение толщины мышцы ведет к увеличению продолжительности времени ее прогрева для достижения необходимого сокращения. В следствии этого, увеличивается затрачиваемая энергия при совершении полезной работы.

Если рассмотреть мышцы внутри групп одно-, двух- и трехслойных, то наблюдается картина- увеличения КПД мышцы с увеличением ее длины.

На наш взгляд, использование тех или иных мышц должны определяться целями и задачами проектируемого механизма. Однако, эксперимент показал, что рациональней использовать мышцы не большой толщины и достаточной длины.

В эксперименте мышца, выполненная из одного слоя пленки и длиной 11см, показала максимальный КПД в условиях проводимого эксперимента.

Наши многослойные мышцы имеют, все же, преимущество перед монолесками, так как обладают повышенной прочностью и эластичностью. Решение проблемы повышение КПД мышц мы видим в значительном уменьшении потерь тепла при их нагревании, что можно достигнуть применение гибких нагревателей на основе графита и графитовых нанотрубок, которые будут иметь непосредственное соприкосновение с полимерными материалами, возможно даже вплетены в структуру мышц.

В перспективе с помощью микроконтроллера или чипа, вживленного в отдел мозга, возможно будет управлять совокупностью мышц, приводя в движение узлы или манипулируя членами тела.

### Используемая литература.

1. Искусственные мышцы: изготовление и особенности. - <http://fb.ru/article/326521/iskusstvennyie-myishtsyi-svoimi-rukami-izgotovlenie-i-osobennosti>
2. Искусственные мышцы из нейлоновой лески. Наука из первых рук. 11 ноября 2015г. том 64 №4- <https://scfh.ru/papers/iskusstvennye-myshtsy-iz-neylonovoy-leski/>
3. Физика. 8 класс.: учебник для образовательных учреждений/ А.В. Перышкин.- М.: Дрофа, 2015г.



Рис. 1. Искусственные мышцы для проведения экспериментальных исследований

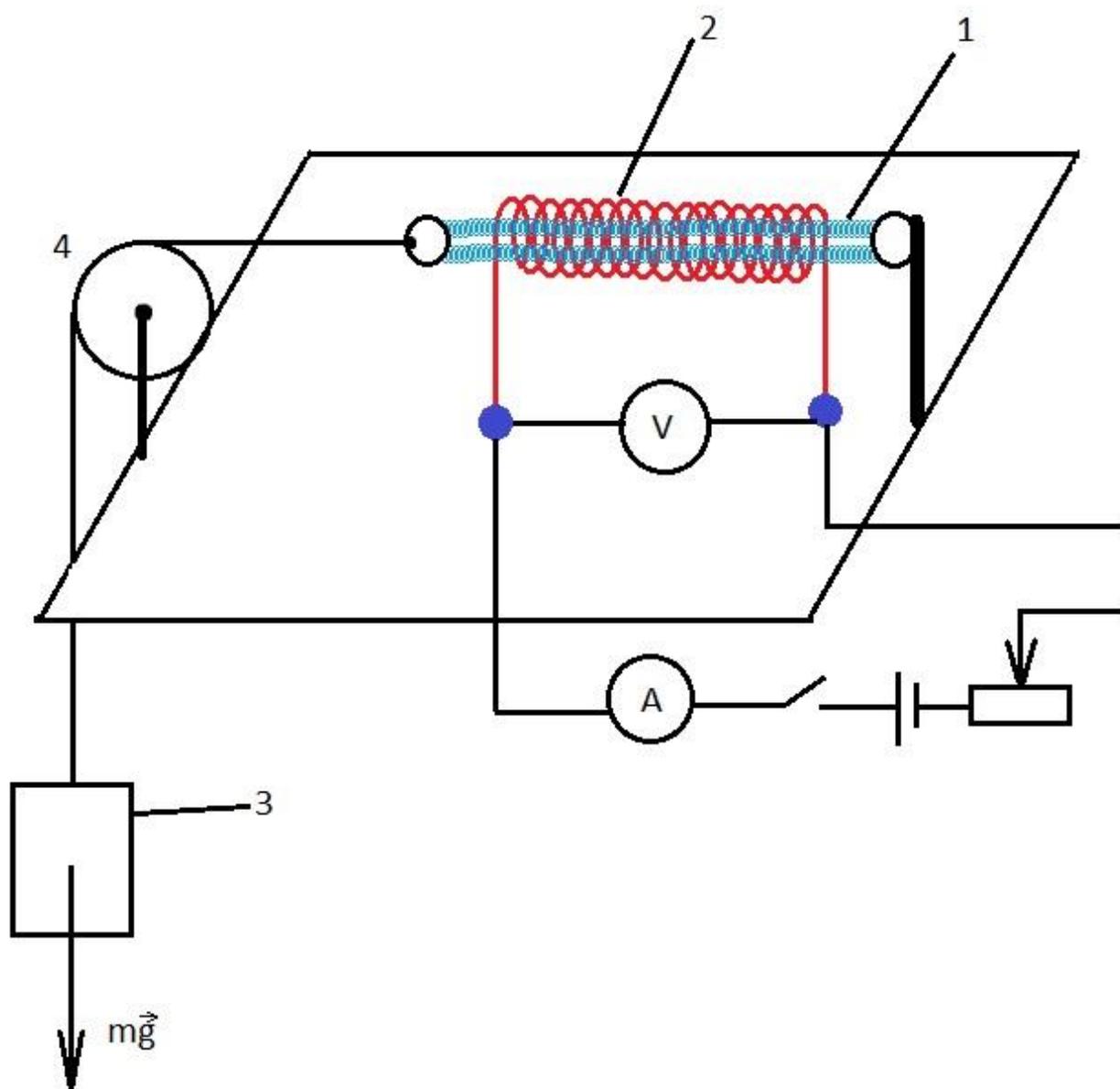


Рис. 2. Схема экспериментальной установки для исследования КПД искусственной мышцы

- 1- Искусственная мышца
- 2- Спираль нагреваения
- 3- Тело
- 4- Неподвижный блок