

3D-модель протеза кисти руки и манипулятора на основе ферромагнитного материала с эффектом памяти формы

Шматок Е.В. (аспирант)

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук,
доцент Остриков О.М.

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», г.Гомель, Республика Беларусь

Производственные процессы – это определенная совокупность различных операций, выполняемых в четкой последовательности и за отведенное время. На современном этапе технического развития подавляющее большинство лидирующих мировых предприятий машиностроительной отрасли стремится максимально автоматизировать технологический процесс. Накопленный опыт по автоматизации, появление систем с числовым программным управлением позволили создать принципиально новые устройства с человекоподобными действиями, получивших название роботов.

Появление роботов как нового класса устройств произошло в конце 30-х годов прошлого столетия. Впервые термин «робот» прозвучал в пьесе Карела Чапека «Россумские Универсальные Роботы», где он описывал механических людей. На заре своего появления первые роботы не имели промышленного назначения, они создавались и применялись с чисто развлекательными целями, в связи с чем, им придавалась человекоподобная внешность [1].

Современные промышленные роботы благодаря своей универсальности обладают широчайшим функциональным спектром. Их использование в различных основных и вспомогательных производственных операциях позволяет частично либо полностью исключить участие человека в выполнении тяжелых, рутинных и опасных технологических действий. Все это возможно благодаря устройству промышленного робота, обычно представляющего собой механизм, состоящий из механического манипулятора, системы управления, чувствительных элементов и средств передвижения [1].

Основу промышленных роботов составляют пространственные механизмы со многими степенями свободы – манипуляторы. Все степени свободы должны быть управляемы. Количество степеней свободы манипуляторов колеблется от двух до двенадцати, следовательно, возможно большое количество кинематических схем функциональных рук роботов.

Поиск способов полезного использования особенностей материала позволил более полно раскрыть его потенциал в практическом русле. Представленные на конкурс «3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ» модели манипуляторов являются примерами практического использования одной из особенностей ферромагнитного материала с памятью формы Ni_2MnGa . Ее суть состоит в том, что при помещении монокристалла в магнитное поле, часть его осуществляет поворот на величину угла α (рисунок 1).

Ранее при проектировании механизмов на основе монокристаллического Ni_2MnGa используемым на практике движением было осевое возвратно-поступательное, обеспечиваемое воздействием перпендикулярного магнитного поля для удлинения, а продольного для сжатия образца [2, 3].

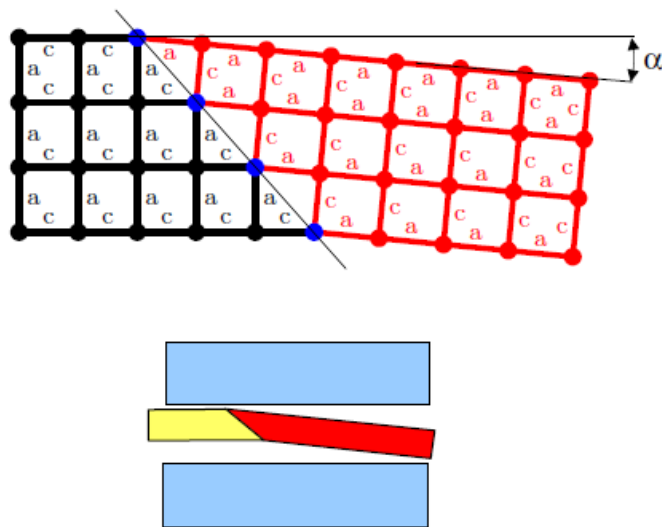


Рисунок 1 – Схема поворота кристаллической решетки монокристалла Ni_2MnGa [2]

Движение «надлома» осуществляется посредством пространственной переориентации кристаллической решетки благодаря движению очень мобильной двойниковой границы между мартенситной и аустенитной фазами. Для того чтобы произошло движение, нужно преодолеть магнитный порог переключения кристалла. Минимальное значение индуктивности магнитного поля для преодоления данного барьера должно быть не менее 0,03 Тл [2].

Максимальный угол сгибания материала Ni_2MnGa с одной границей примерно равен $\alpha \approx 12^\circ$ (рисунок 1). Причем монокристалл будет удерживать угол даже при полном снятии магнитного поля до момента преодоления порогового значением усилия раскрытия 0,5 МПа (1,25 Н при площади поперечного сечения 2,5 мм²) [3]. Величина поворота вместе с усилием прижатия у монокристалла Ni_2MnGa пропорциональны магнитному полю, что дает возможность создавать высокоточные механизмы (рисунок 2).

Ограничения, накладываемые на протез руку и обусловленные малостью угла α , можно нивелировать путем увеличения угла поворота пальца посредством сборки его из угловых пластмассовых вставок с гранями расположенными под нужным углом. Это позволит руке захватывать более широкий диапазон предметов (рисунок 3).

Применение монокристалла Ni_2MnGa в качестве приводного элемента манипуляторов даст возможность создавать простые и функциональные конструкции. В связи с этим была спроектирована трехмерная модель захватного устройства манипулятора для перемещения штучных легких цилиндрических тел, имеющих определенный диапазон диаметров, например пробирок (рисунок 4). Данная модель проста в изготовлении и сборке, а технологическое движение совершает один элемент, что облегчает управление.

Натурная сборка всех представленных проектов осуществляется посредством склеивания компонентов.

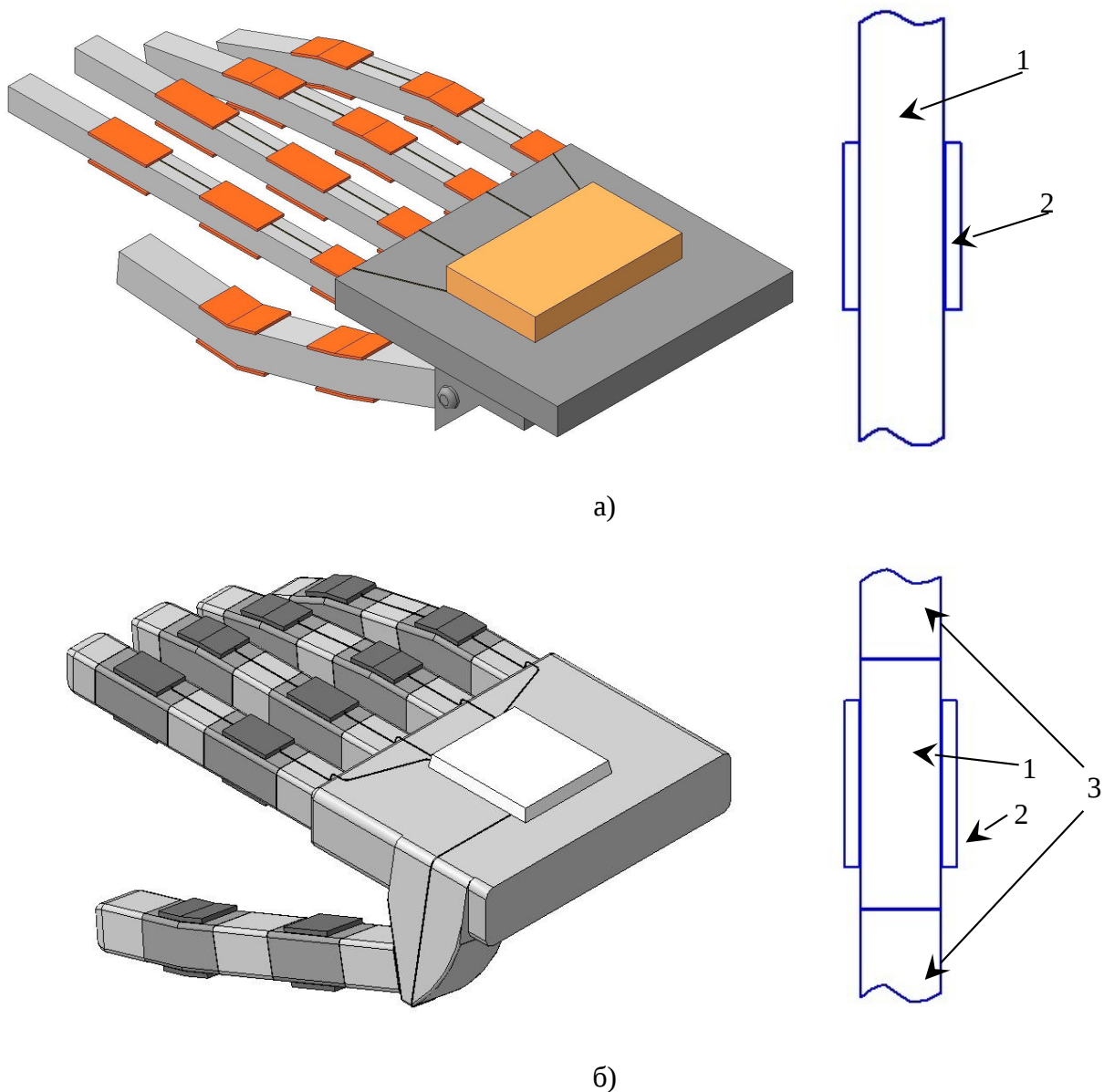


Рисунок 2 – Трехмерные модели имитирующие руку человека с соответствующими схемами устройства сустава: а) сустав из цельного монокристалла (1) и пары магнитов (2); б) составной сустав с добавлением пластмассовых вставок (3)

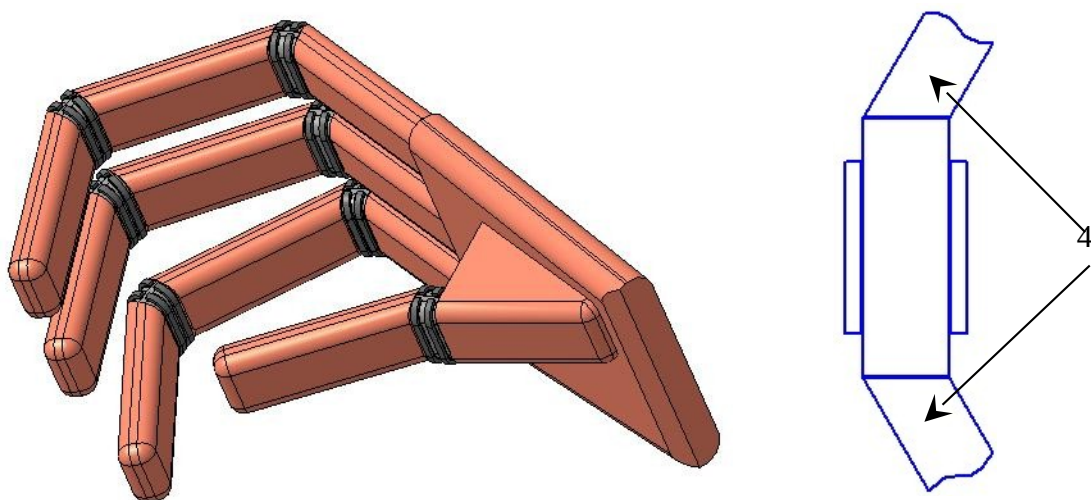


Рисунок 3 – Трехмерная модель руки с угловыми пластмассовыми вставками (4)

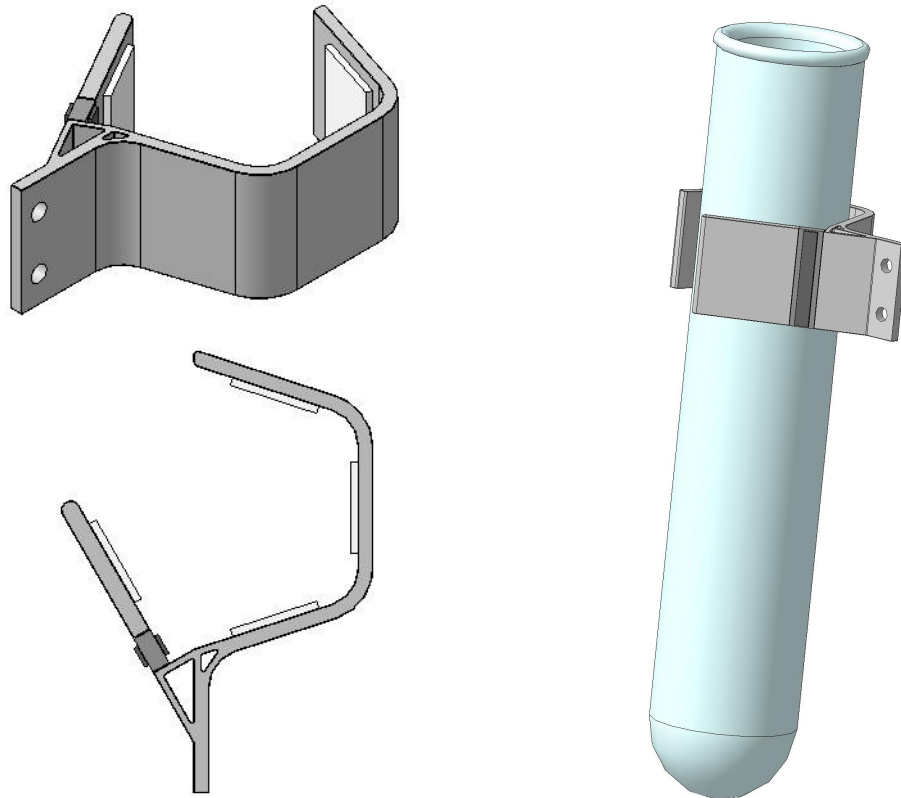


Рисунок 4 – Манипулятор тел цилиндрической формы

Проекты созданы при помощи систем трехмерного моделирования Компас 3Д версий 10 и 12 и представлены в виде двух трехмерных сборок механической руки, трехмерной модели руки и трехмерной модели манипулятора. Перед созданием сборочных моделей рук производилось отдельное построение каждого составного трехмерного элемента. Реализация данных элементов осуществлялась посредством сохранения новых проектов трехмерных деталей. Эти проекты строились из двумерных эскизов, созданных в стандартных и произвольных плоскостях, сориентированных в необходимой изометрии, при помощи команд из вкладок инструментальных панелей «Геометрия», «Размеры», «Обозначения» и «Редактирование», а также посредством некоторых команд трехмерного редактирования из вкладок инструментальных панелей «Редактирование детали», «Пространственные кривые» и «Вспомогательная геометрия». Дальнейшая сборка составных элементов производилась в сохраненном проекте «КОМПАС-Сборки» с использованием некоторых команд из вкладок инструментальных панелей «Редактирование сборки», «Пространственные кривые», «Вспомогательная геометрия» и «Сопряжения».

Построение трехмерных моделей манипуляторов осуществлялось аналогичными приемами, что и построение составных трехмерных элементов сборочных моделей. В итоге, получившиеся трехмерные модели руки (рисунок 2, а) и манипулятора (рисунок 4) значительно сложнее составных элементов сборки за счет использования в них дополнительных приемов построения: введение множества дополнительных плоскостей, использования в качестве плоскостей эскизирования граней самой модели и соотношения данных эскизов с размерами и функциональными требованиями модели.

Список использованных источников

1. Отений Я.Н. Выбор и расчет захватных устройств промышленных роботов. Учебное пособие / Я.Н. Отений, П.В. Олыштынский. – РПК «Политехник», 2000 – 4 с.
2. Straka, L. Ni-Mn-Ga single crystals with very low twinning stress / L. Straka [et all]. – Journal of Physics: Conference Series – 2010 – Vol. 303, – P. 20-21
3. MSM Actuators [Electronic resource] / AdaptaMat Ltd. Yrityspiha 5; Helsinki, Finland, 2011 – Режим доступа: <http://www.adaptamat.com/applications/actuators/>. – Дата доступа: 01.03.2013