

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАХВАТЫВАЮЩЕГО РЕАБИЛИТАЦИОННОГО АНТРОПОМОРФНОГО БЛОКА CRAB

Введение. Реабилитация людей с ограничением движения верхних конечностей является одной из наиболее важных задач в сфере медицины. Возможность полного восстановления больных и их социализации приводит к необходимости обеспечить учреждения здравоохранения специальными разработками, автоматизирующими стадии оздоровления, заменяющими частично медицинский персонал и позволяющими проводить реабилитационные манипуляции длительно и без постоянного присутствия медработника. Попытка создания метода качественной реабилитации обуславливает наш интерес к теме научного исследования «Проектирование захватывающего реабилитационного антропоморфного блока CRAB».

Актуальность нашего проекта вызвана необходимостью решения проблемы реабилитации у людей, страдающих ограничением движения верхних конечностей.

Объектом исследования в данном проекте выступают системы биомеханики.

Предметом исследования является CRAB (capturing rehabilitation anthropomorphic block) захватывающий реабилитационный антропоморфный блок. *Цель* данного проекта заключается в изучении и анализе потенциала робототехнических устройств для создания условий качественного сопровождения процесса реабилитации у людей, страдающих ограничением движения верхних конечностей.

Гипотеза CRAB — захватывающий реабилитационный антропоморфный блок может стать конкурентоспособной разработкой стимуляции костно-мышечного аппарата руки человека.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что мы внесли вклад в создание CRAB — захватывающего реабилитационного антропоморфного блока. *Практическая значимость работы* заключается в том, что мы предложили и описали перспективы использования CRAB'a.

Основная часть. Современные технологии позволяют разработать модель тренажёра руки человека и систему его сопряжения с интерфейсом «мозг-компьютер». Тренажёр должен быть связан с рукой человека, безболезненно обеспечивать независимое движение. Сложность разработки заключается в том, что при её создании необходимо учитывать индивидуальные особенности нагрузки на костно-мышечный состав больного и обеспечивать полное соответствие движению руки человека.

Согласно исследованиям Северо-Западного исследовательского университета США (Чикаго), Луи Стоукс Кливлендского медицинского центра по делам ветеранов (Вирджиния), Муомо, Inc. — медицинской робототехнической компании (Нью-Йорк) и Кейсовского исследовательского университета Западного района (Кливленд) проведение комбинированной терапии (сочетание использования миоэлектрического ортеза верхних конечностей 1,5 часа два раза в неделю в течение 9 недель с медикаментозной поддержкой), а затем 9 недель использования ортеза в домашних условиях привели к очень положительному результату восстановления [1].

Размеры тренажёра под человеческую руку берём на основании исследований НАСА [2]. На рисунке 1 представлена модель взаимодействия суставов кисти и пальцев.

Позиционируем вектора 1, 2, 3, 4, 5 с фалангами пальцев в системе координат X_p, Y_p — ребро ладони и плоскость шестиугольника запястья.

FE и Ab Ad — оси сгибания-разгибания и отведения-приведения;

FE — оси шарниров фаланг пальцев;

Zdp — дополнительная ось для вращательной подвижности нужном для схватывающего движения большого пальца.

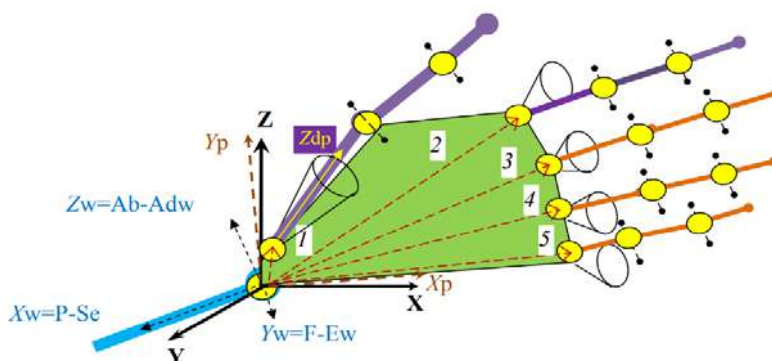


Рисунок 1 — Модель динамики кисти и пальцев человека

В системе координат X_p, Y_p будут заданы координаты шарниров пальцев, которые малоподвижны в системе координат X_w, Y_w, Z_w . Движений фаланг пальцев ограничиваются углами и плоскостями. В этих системах координат каждый шарнир устройства имеет диапазоны допустимых движений и направлений, которые взяты на основании исследований НАСА [3].

Можно использовать пневматический привод с реечной передачей линейной силы поршня, который приводится в движение сжатым воздухом и преобразуется во вращательный момент с помощью механизма с реечной передачей. Реечная передача состоит из круглой шестерни, шестерни, находящейся в зацеплении с линейной передачей, рейкой (рисунок 2). Рейка врезается в поршень и точно зацеплена с шестерней. Когда камера заполняется сжатым воздухом, поршень вместе с рейкой выдвигается или втягивается, что приводит во вращение ведущую шестерню через зубчатое соединение.

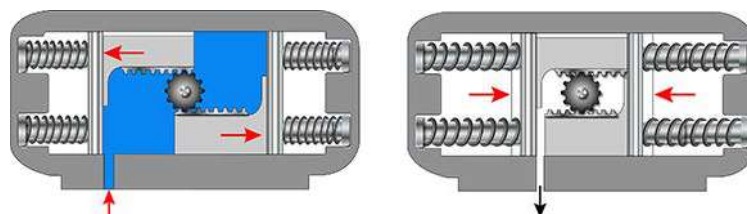


Рисунок 2 — Схема реечной передачи

На основе данных схем можно проектировать CRAB. Манипулятор CRAB может использоваться в роли кисти руки и должен иметь размер 250×110 мм в раскрытом состоянии, пальцы разворачиваются почти на 70° . Геометрия «кисти руки» должна легко изменяться и настраиваться по 14—17 параметрам запястья и суставов пальцев.

С целью обеспечения удобства и износостойкости устройства предлагаем использовать материал поливинилхлорид (ПВХ пластик) для создания охватывающего браслета, к которому крепятся приводы. Данный материал обеспечит достаточную свободу за счёт своих гибких свойств. Внутренняя обшивка и крепёжные ремешки используют полиэфир. Более точное измерение выполняется при помощи тензометрического датчика, вшитого в каждый ремешок для пальца, степень растяжения ремешка будет измеряться и конвертироваться при помощи датчика в сигнал, устанавливающий силу вспомогательных актуаторов. Браслет предплечья несёт в себе аккумулятор и датчики для обработки информации и управления приводами. Непосредственно сам браслет использует те же материалы что и браслет для кисти.

EMG датчики в целях сокращения массы устройства встроены прямо в ткань браслета путём нанесения серебряного покрытия на волокна. Датчики располагаются на внутренней стороне браслета вокруг предплечья. Данная технология позволяет избавиться от стандартных клейких датчиков, которые могут привести к ряду неудобств. В качестве движущей силы для механизма пальцев выступает структура пневматических приводов. Компрессор вместе с ЭВМ, установлены в миниатюрном рюкзаке на спине пользователя, компрессор подаёт сжатый воздух к браслету кисти, где располагается система из соленоидных пневматических клапанов, регулирующих работу приводов. Поворотный пневмопривод двигает зубчатую рейку, соединённую с гибкой металлической пластиной вдоль пальцев приводя их в движение. Функциональная схема пневматических приводов представлена на рисунке 3.

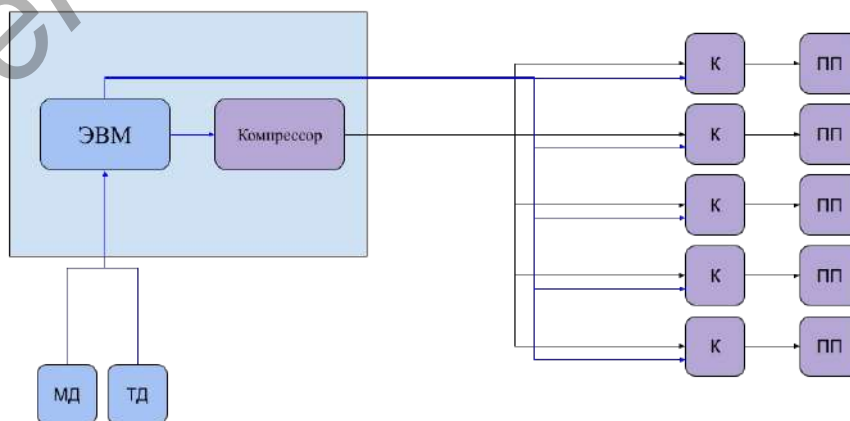


Рисунок 3 — Функциональная схема функционирования структуры пневматических приводов, где МД — миоэлектрический датчик, ТД — тензометрический датчик, К — клапан, ПП — поворотный привод

Заключение. В исследовательской работе мы сформулировали требования к биомеханическому тренажёру руки человека — движения должны формироваться по сигналам нервной системы человека о желаемом им движении руки.

Изучение и анализ материалов по теме нашего исследования позволяет сделать следующие выводы: CRAB (capturing rehabilitation anthropomorphic block) — это автоматизированный манипулятор для кисти руки, основной функцией которого является оказывать дополнительное усилие при выполнении каких-либо движений пользователя, он будет дешевле зарубежных аналогов, поскольку ориентировочная себестоимость будет менее 1 500 белорусских рублей.

Список цитируемых источников

1. Сочетание использования миоэлектрического ортеза верхних конечностей с терапией на основе двигательного обучения при хроническом инсульте и ЧМТ [Электронный ресурс] // Официальный сайт научно-консультативного центра Myomo. — Режим доступа : <https://myomo.com/wp-content/uploads/2022/02/Fatone-2021-Academy-2021.pdf> — Дата доступа : 24.09.2022.

2. Стандарт интеграции человека и системы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://msis.jsc.nasa.gov/Volume1.htm> — Дата доступа : 24.09.2022.

3. Исследования MioПро [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://myomo.com/myopro-research> — Дата доступа : 24.09.2022.

УДК 539.383

П. В. Макарьчик, Л. Л. Сотник

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОДДЕРЖЕК ПРИ 3D ПЕЧАТИ

Введение. 3D печать может осуществляться различными методами, но на данный момент в основе каждого из них лежит послойное формирование, т. е. каждый объект выращивается определенным образом и состоит из множества горизонтальных слоев, склеенных собственным или связующим материалом. Если модель имеет выступ или свесы, которые не поддерживаются в процессе печати, появляется необходимость добавлять дополнительные структуры, чтобы обеспечить успешную печать, в противном случае каждый следующий слой «висящий в воздухе» будет провисать и качество отпечатка будет неприемлемо.

Несущие конструкции считаются «неизбежным злом» в 3D-печати. С одной стороны, они абсолютно необходимы для моделей с критичными свесами, выступами или мостами. С другой стороны, они увеличивают расход материала, увеличивают время последующей обработки и могут сильно повредить поверхность модели. Поэтому правильное создание поддерживающих структур 3D-печати является очень важным аспектом 3D-печати сложных моделей.

В частности, для экономии материала предлагается использовать в качестве поддержек балки с переменным сечением.

Основная часть. Для начала необходимо разобраться, что собой представляют поддержки и в каких случаях они применяются.

Поддержки применяются в тех случаях, когда деталь имеет в своей геометрии какие-либо выступы или мосты (рисунок 1) [1].

Но применение поддержек не всегда оправдано. При угле выступов 45 и менее градусов создание поддержек не требуется. Значение угла может варьироваться и сильно зависит от возможностей конкретного принтера (рисунок 2).

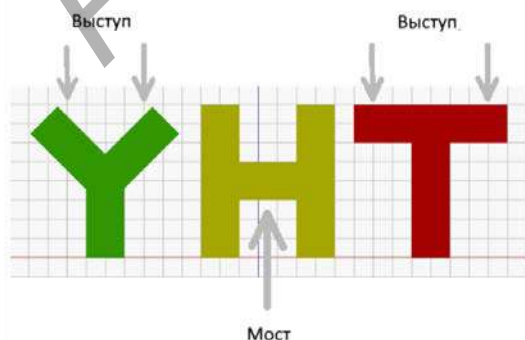


Рисунок 1 — Примеры выступов и моста

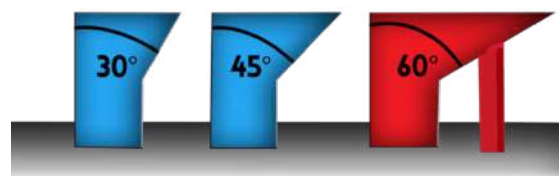


Рисунок 2 — Допустимые углы при 3D печати