

## РАЗРАБОТКА МЕХАТРОННОГО МОДУЛЯ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ

*Н.И. Поберезкин, студент гр. 8ЕМ02*

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,*

*тел. (3822)-606-333*

E-mail: [nip6@tpu.ru](mailto:nip6@tpu.ru)

На сегодняшний день существует необходимость функционирования роботов в условиях внешней среды, потому роботам с высокой проходимостью уделяется большое внимание. Поскольку управление шагающими роботами значительно сложнее они распространены меньше, именно поэтому в рамках данной работы было принято решение о разработке мобильной робототехнической платформы шагающего типа для исследования и отработки алгоритмов управления.

Перед началом, необходимо определиться с формой корпуса и движителя, вместе они влияют на возможность реализации алгоритмов локомоции и выполнения различных движений. Есть большое количество видов шагающих конструкций, более подробно они расписаны в [1], однако в данной работе была выбрана гексапедальная конструкция, поскольку она обладает большей устойчивостью в момент передвижения по неровным поверхностям. Поскольку на данный момент среди движителей имеется большое разнообразие, то при выборе, для разрабатываемой робототехнической платформы, необходимо основываться на параметрах проходимости, скорости и устойчивости. Учитывая это, был выбран движитель в форме дуги со смещённой осью вращения, так как он имеет всего одну степень свободы, что позволяет увеличить скорость передвижения, упростить алгоритм передвижения и снизить нагрузку на систему управления. Схематичное изображение движителя с расстановкой сил, действующих на него, представлено на рисунке 1а.

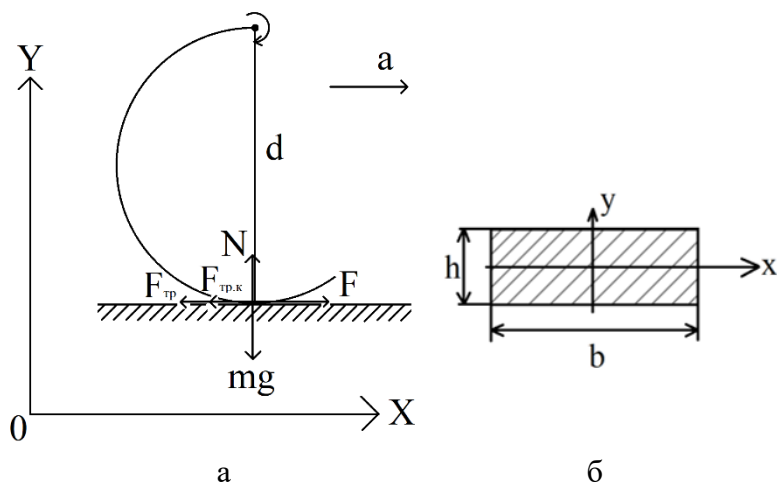


Рис. 1. Схематичные изображения: а) движитель; б) сечение движителя

Для выбора двигателя необходимо задаться конструктивными и скоростными характеристиками. В связи с тем, что платформа должна быть мобильной, была принята масса платформы в 6 кг, скорость передвижения 1,5 м/с, диаметр дуги движителя 10 см, исходя из этих данных можно рассчитать мощность двигателя, необходимый развиваемый момент на валу и частоту вращения. Используя второй закон Ньютона и учитывая силы, указанные на рисунке 1а, были получены необходимые значения, которые представлены в таблице 1, а также выбраны привод и редуктор от компании Махон, характеристики мотор-редуктора, получившегося в результате комбинации двигателя и редуктора, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Полученные значения и характеристики мотор-редуктора.

| Наименование | Полученные значения | ЕС 45 + GP 32 HP |
|--------------|---------------------|------------------|
| М, Н · м     | 4,2                 | 4                |
| Р, Вт        | 58,8                | 50               |
| n, об/мин    | 143                 | 187              |

Выбранный двигатель является бесколлекторным двигателем постоянного тока, который в своём составе имеет встроенные датчики Холла, с помощью которых возможно отслеживание скорости и направления вращения. Для управления выбранным двигателем было решено использовать готовое решение от той же компании, от которой был выбран двигатель. Был выбран силовой контроллер EPOS4, поскольку он включает в себя регулятор положения, тока и скорости, что позволит снизить время разработки данной робота.

Следующим шагом стал расчёт движителя на изгиб, выбор сечения и материала из которого он будет изготовлен. Для расчёта было использовано условие прочности:

$$\sigma_{\text{макс}} = \frac{M_{\text{макс}}}{W_x} \leq [\sigma] \quad (1)$$

где  $\sigma_{\text{макс}}$  – максимальное нормальное напряжение, МПа;

$M_{\text{макс}} = N \cdot r$  – максимальный изгибающий момент, Н·м;

$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}$  – осевой момент сопротивления сечения, м<sup>3</sup> (рисунок 1б).

Используя это условие, для сечения с толщиной 6 мм и длиной 20 мм, было получено значение максимального напряжения, которое составляет 12,5 МПа. Из источника [1] известны пределы прочности для распространённых материалов. Было решено использовать пластик ПЭТГ и технологию 3D печати. При сравнении рассчитанное значение должно быть меньше, чем табличное значение. В данном случае получается  $12,5 < 35$  МПа, это показывает, что выбранное сечение допустимо и материал удовлетворяет условиям прочности. Выполненные расчёты были проверены с помощью моделирования в программном пакете Autodesk Inventor 2018.

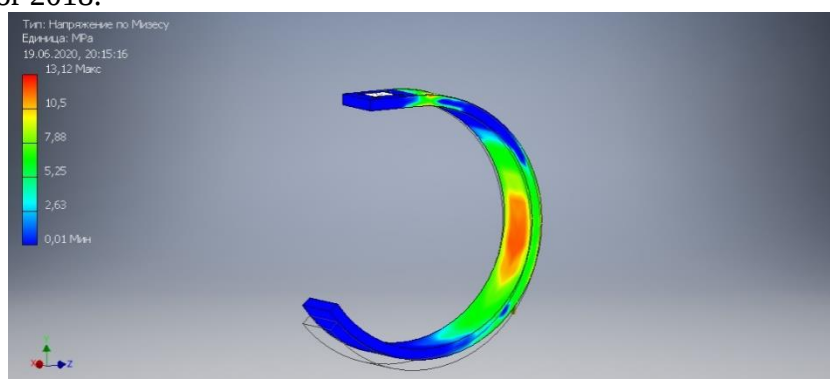


Рис. 2. Моделирование движителя на изгиб

На рисунке 2 показаны области максимально подверженные изгибу, слева показана шкала напряжений на которой видно, что максимальное напряжение составляет 13,12 МПа, что подтверждает правильность аналитических вычислений.

#### Список литературы:

1. Луцкий В.А. – ВКР «Исследование адаптивных алгоритмов передвижения шестиногого шагающего робота» // Москва, Издательство: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Факультет информационных технологий и вычислительной техники, 2013 год. Стр. 19-20.
2. Механические свойства. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://remont.townevolution.ru/books/item/f00/s00/z0000000/st004.shtml> свободный. Дата обращения: 19.05.2020.