

Кулачковая опора для шагающего космического зонда

Научный руководитель – Лебедев Владимир Валентинович

Васильева Анастасия Андреевна

Абитуриент

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
Москва, Россия

E-mail: nastena.wasilyewa@gmail.com

Интерес к шагающим машинам возрастает. Это связано с освоением новых северных областей, в которых нет традиционной сети дорог, даже просёлочных. Особенно часто эта тема упоминается при проектировании космических зондов, предназначенных для передвижения по планетам и астероидам. Тем не менее, в настоящее время почти нет шагающего транспорта, даже отдельные опытные образцы не разработаны. Это связано с тем, что предложенный способ шагающего перемещения и разработанная в конце 19-го века машина русского инженера и учёного Пафнутия Львовича Чебышева остаются единственным техническим предложением в этой области [1]. Недостатком шагающей машины П.Л.Чебышева является верхнее расположение рабочих опорных точек в четырёх механизмах. Русский учёный сместил рабочую траекторию вниз с помощью вертикальных рычагов-опор. При изучении шагающего движения и шагающих машин сразу же появился вопрос упрощения механической схемы. Нельзя ли обойтись без вертикальных рычагов-опор? Для ответа на этот вопрос были изучены два технических решения. Первая схема предложена А.А.Скворцовой (НИУ «Московский авиационный институт») и защищена патентом на изобретение «Механизм шагающей машины» [2]. В этой схеме предлагается сместить рабочую траекторию вниз с помощью двойного параллелограмма П.Л.Чебышева. Вторая схема была изучена по работам В.С.Жуковой (НИУ «Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана»), связанным с созданием механизма «Шагающее колесо» [3]. Идея автора заключается в перевороте механизма П.Л.Чебышева и замене рабочего прямолинейного участка частью дуги с малой кривизной. Это допустимо только для кратковременного движения транспортного средства, например, во время преодоления труднопроходимых участков. **Цель работы** заключается в смещении рабочей шагающей траектории с опорой на подстилающую поверхность ниже корпуса транспортного средства. Суть нового технического решения поясняется схемой и процессом преобразования известного лямбдаобразного механизма П.Л.Чебышева в кулачково-опорный механизм. Анализ этого механизма показывает, что удлинённый шатун нужен только с единственной целью - обеспечить шагающую траекторию движения транспортного средства с опорой на рабочую концевую точку E в самой верхней части механизма. Рабочий прямолинейный участок шагающей траектории также находится в верхней части механизма, то есть над корпусом транспортного средства, тогда как опора должна быть всегда под машиной. На защиту выносится следующий способ и устройство смещения рабочей шагающей траектории ниже корпуса машины. Наиболее актуальным является прямолинейный участок рабочей шагающей траектории, поэтому пояснения будут проведены со ссылкой именно на него, хотя всё сказанное справедливо также для верхнего дугообразного участка переноса опоры, то есть для пассивного движения. Предлагается на шатуне жёстко закрепить круг-опору, центр которого расположен в рабочей точке E шатуна. Радиус круга-шатуна должен быть таким, чтобы все рычаги располагались в его внутренней области, то есть окружность должна обязательно проходить ниже шарниров. Принцип работы круга-опоры следующий. Когда рабочая точка E шатуна движется по

нижнему прямолинейному участку шагающей траектории, нижняя точка круга как мгновенный центр вращения тоже движется прямолинейно относительно корпуса машины, хотя круг совершает не только поступательное движение, но и вращательное. Опорная поверхность предполагается горизонтальной, поэтому радиус круга всё время будет перпендикулярен ей, при этом рабочая точка E шатуна всё время будет находиться на высоте, равной радиусу круга-опоры, над опорной поверхностью. Вращательное движение круга-опоры не нарушит горизонтального перемещения корпуса механизма и машины, но внесёт некоторые возмущения в постоянную скорость поступательного движения транспортного средства. Отдельной задачей будет определение этих возмущений за счёт вращательного движения круга-шатуна. Дальнейшая доработка механизма поясняется схемой, приведённой на рис.1.

Выводы.

1. Укороченный в два раза шатун уменьшает изгибающий момент и повышает прочность конструкции механизма.
2. Предложен новый способ преобразования известного шагающего механизма П.Л.Чебышева в кулачково-опорный механизм.
3. Впервые предложено обрезать шатун, отказавшись от ранее принципиально важной верхней его половины, формирующей рабочую опорную точку.
4. Предложена методика определения формы нового шатуна, одновременно являющегося кулачком-опорой шагающей машины.
5. Создана демонстрационная дидактическая модель нового механизма.
6. Недостатком предложенного механизма является наличие касательных напряжений во время движения, величина которых требует отдельного изучения.
7. Наличие вращательного движения шатуна-кулачка вызовет нарушение равномерности движения, но не нарушит поступательность. Все возмущающие воздействия - это предмет изучения в отдельной работе, как научно-исследовательской, так и опытно-конструкторской.

Работа выполнена при поддержке благотворительного фонда "Образование+".

Источники и литература

- 1) Артоболовский И.И., Левитский Н.И. Механизмы П.Л.Чебышева / Научное наследие П.Л.Чебышева. – Вып. II. – Теория механизмов. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1945. – С.52-56. – Электронный ресурс: <http://www.tcheb.ru/1>
- 2) Автор: Скворцова Анастасия Андреевна (RU). Патентообладатель: Скворцова Анастасия Андреевна (RU). Механизм Шагающей машины. Патент на изобретение № 2712370. Заявка № 2017138076. Приоритет изобретения 01 ноября 2017 г. Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений 28 января 2020 г. Срок действия исключительного права на изобретение истекает 01 ноября 2037 г. Электронный ресурс: https://yandex.ru/patents/doc/RU2017138076A_20190506
- 3) Жукова В.С. Шагающее колесо - заявка на патент / Международная инновационная конференция молодых учёных и студентов по современным проблемам машиноведения МИКМУС-2019. – М: Институт Машиноведения Российской академии наук им. А.А.Благонравова (ИМаш РАН), 4-6 декабря 2019. – С.620-623. – ISBN 978-5-904282-09-7. – Диплом победителя конкурса студенческих научных работ. – Эл. ресурс РИНЦ: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42445736>

Иллюстрации

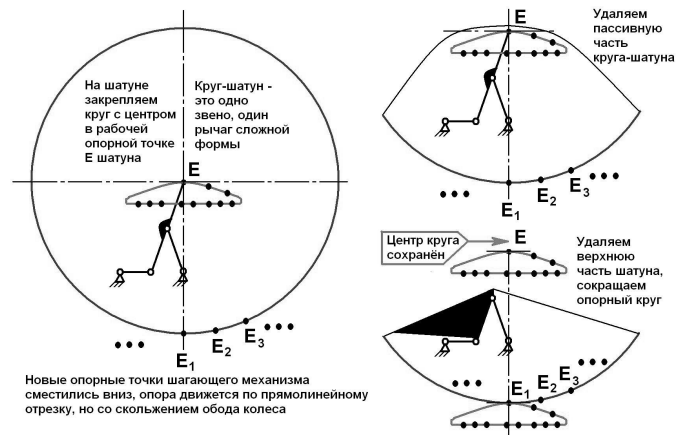


Рис. 1. Процесс доработки шагающего механизма П.Л.Чебышева