

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ НОГИ ГАЛОПИРУЮЩЕГО РОБОТА ГЕПАРДА

На протяжении долгого времени во многих странах мира ведутся разработки четырехногих роботов, способных к быстрому бегу по пересеченной местности, но остается вопрос обеспечения большого запаса хода. Целью этой работы является совершенствование разработанной ранее конструкции ноги робота гепарда для повышения энергоэффективности и, следовательно, увеличения автономной работы робота. Добиться большей энергоэффективности возможно с помощью уменьшения массы узлов и количества пар трения, а также за счет добавления механизмов с гибкими элементами для рекуперации энергии [1-4].

Прежде всего, стоит рассмотреть предшествующую конструкцию ноги, которая имеет один основной привод, крутящий момент от которого передается на два выходных вала. Особенностью конструкции является то, что за счет изменения сдвига фаз между выходными валами, а также за счет передаточного механизма удаётся изменить траекторию выходного звена и тем самым изменить траекторию шага робота, что влечёт за собой изменения высоты прыжка, длины шага и скорости перемещения. Для организации сдвига фаз в предыдущей конструкции применялся планетарный редуктор, недостатками которого были: достаточно большая масса, наличие пяти пар трения между зубчатыми колёсами, а также относительно большие габариты. В новом исполнении значительным изменениям не подвергся только передаточный механизм.

В новом решении удалось уйти от планетарного редуктора, разработав новый механизм, реализующий сдвиг по фазе следующим образом: часть ведущего вала выполнена в виде винта, по которому в продольном направлении перемещается цилиндрическая прямозубая шестерня. Шестерня через радиальный подшипник соединяется свилкой, которая поступательно перемещает шестерню вдоль ведущего вала. Сама вилка приводится в движение при помощи сервопривода и передачи «винт-гайка». Шестерня вращается вместе с валом, но при этом перемещение шестерни по винтовой поверхности приводит к вращению шестерни относительно ведущего вала, таким образом и выполняется сдвиг фаз. Далее вращение от шестерни передается на зубчатое колесо, имеющее вытянутую форму. То есть при продольном перемещении шестерня всегда находится в зацеплении с зубчатым колесом. Далее от колеса через зубчато-ременную передачу вращение передается на один из выходных валов. Второй выходной вал приводится в движение от ведущего вала также через зубчато-ременную передачу. На энергоэффективности сказалось и применение совместно с сервоприводом передачи «винт-гайка», которая препятствует передаче движения от шестерни к валу сервопривода. Данная передача позволяет подавать питание на сервопривод только в моменты, когда необходимо изменить сдвиг фаз между выходными валами. Напротив, в планетарном редукторе, водило, вращение которого применялось для осуществления сдвига по фазе, приводилось в движение от сервопривода. Таким образом, даже если изменение сдвига фаз не требовалось, на сервопривод необходимо было постоянно подавать питание для удержания водила.

Применение нового механизма позволило существенно сократить габариты и массу всей ноги. Масса планетарного редуктора составляет 170 г, в то время как масса нового механизма 51 г. Кроме этого в новом механизме использована всего одна пара трения зубчатых колёс против пяти в планетарном редукторе.

Передаточный механизм был изменён лишь незначительно: для повышения энергоэффективности и уменьшения массы часть втулок скольжения в парах вращения была заменена на шариковые подшипники. Каких-либо новых элементов для рекуперации энергии добавлено не было, поскольку передаточный механизм уже изначально содержал в себе пружины для запасания энергии при приземлении ноги. Также было проведено исследование по динамическому анализу с помощью построения симуляционной модели.

По результатам работы была создана новая трёхмерная модель ноги робота гепарда; применена новая концепция, которая позволила сократить первоначальные габариты редуктора в корпусе с 89x200x138 мм до габаритов 76x140x80 мм, а также существенно сократить массу. Новый механизм также позволил повысить энергоэффективность за счет сокращения потерь на трение. В дальнейшем планируется сборка данной конструкции, и последующие её испытания.

Список использованной литературы:

1. G. Folkertsma, “Energy-based and biomimetic robotics,” Ph.D. dissertation, University of Twente, Netherlands, 4 2017.

2. M. Snippe, “Cheetah robot leg mechanism: analysis, design and cost of transport,” Netherlands, 6 2017.

3. H. Yu, M. Li, W. Guo, and H. Cai, “Stance control of the slip hopper with adjustable stiffness of leg spring,” in 2012 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, Aug 2012, pp. 2007–2012.

4. X. Wang, M. Li, W. Guo, P. Wang, and L. Sun, “Design and development of a cheetah robot under the neural mechanism controlling the leg’s muscles,” in 2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Oct 2012, pp. 2749–2755.

Кулагин И.А

Борисов И.И.