

ЧИСЛЕННО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ АДАПТИВНОГО КОЛЕСА МЕХАТРОННОГО УЗЛА МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Иванюк А.К.

Волгоградский государственный технический университет, г.Волгоград

Ключевые слова: мобильные робототехнические комплексы, мехатронный узел, момент инерции, адаптивные движители.

Аннотация. Применение адаптивного движителя в мобильной робототехнике позволяет решить ряд проблем, сочетать скорость, адаптацию к преодолеваемому рельефу, изменение давления на грунт оказываемого движителем, за счет изменяемой геометрии колеса. Вместе с тем появляется ряд вопросов, нуждающихся в исследовании. В частности, в данной работе рассмотрен вопрос изменения момента инерции адаптивного колеса при изменении диаметра колеса, а также при различных вариациях количества элементов, образующих металлоэластичный каркас движителя.

Адаптивное колесо мехатронного узла представляет собой движитель с сенсорной электроникой, позволяющей реагировать на наличие препятствий и изменяющийся рельеф, в процессе движения мобильного робота (рисунок 1).

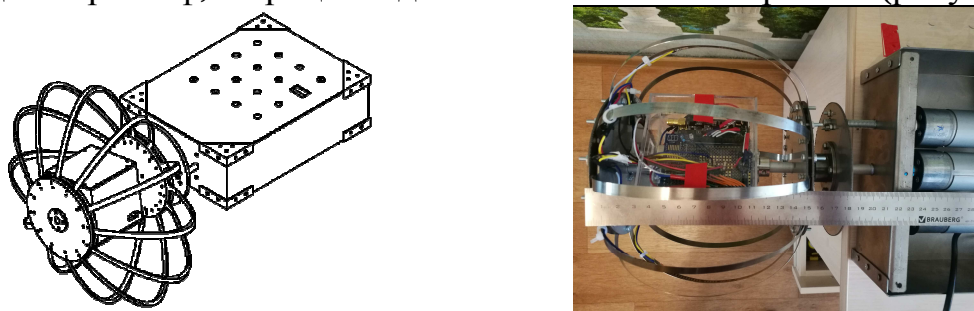


Рис. 1. Чертеж и рабочая модель мехатронного узла адаптивного колеса

При деформации (изменении диаметра колеса, а как следствии клиренса робота) движителя или применения различных вариаций количества металлоэластичных элементов, образующих каркас колеса, меняется момент инерции и как следствие параметры движения. Для определения оптимальных режимов использования адаптивного колеса рассчитаем момент инерции, используя экспериментальные данные, выведем функциональные зависимости [1].

Общий момент инерции адаптивного колеса состоит из суммы моментов инерции, составляющих колеса, а именно момента инерции дисков (по 2 штуки с каждой стороны колеса), обода и пластин, образующих каркас движителя.

$$I_{\text{кол}} = 2I_{\text{дис}} + I_{\text{об}} + 2I_{\text{дис}} + m \cdot I_{\text{пласт}}, \quad (1)$$

где $I_{\text{дис}}$ – момент инерции диска;

$I_{\text{об}}$ – момент инерции обода (корпус с внутренней электроникой внутри колеса);

$I_{\text{пласт}}$ – момент инерции пластины (образующей каркас адаптивного колеса).

Учитывая, что

$$I_{\text{дис}} = \frac{1}{2} m_1 R_1^2, \quad (2)$$

$$I_{\text{об}} = \frac{1}{2} m_2 (R_2^2 + R_3^2), \quad (3)$$

$$I_{\text{пласт}} = \frac{m_3 h^2}{12} + m_3 l^2 = \frac{m_3}{12} (h^2 + 12l^2), \quad (4)$$

где $\frac{m_3}{12}$ – момент инерции пластины относительно собственной центральной оси;

h – сторона пластины;

m_1 – масса диска в адаптивном колесе;

m_2 – масса обода в адаптивном колесе;

m_3 – масса пластины (металл образующей каркас адаптивного колеса);

n – количество пластин в колесе.

l – расстояние от оси пластины до центральной оси колеса, данное расстояние идентично радиусу колеса, который является величиной переменной, т.е. $l = r_{\text{кол}}$.

Таким образом, подставив выражения (2),(3),(4) в уравнение (1), получим

$$I_{\text{кол}} = 2m_1 R_1^2 + \frac{1}{2} m_2 (R_2^2 + R_3^2) + n \cdot \frac{m_3}{12} (h^2 + 12r_{\text{кол}}^2). \quad (5)$$

График зависимости момента инерции колеса от изменения радиуса колеса

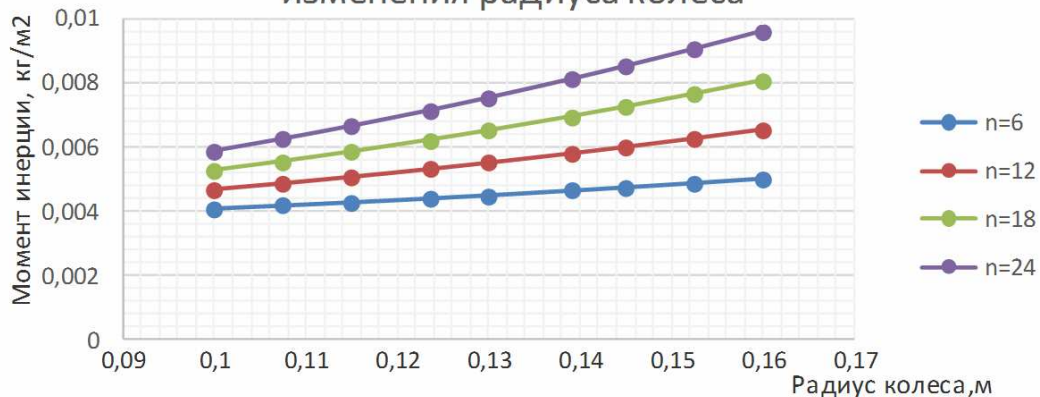


Рис. 2. График зависимости момента инерции колеса от изменения радиуса

На основании экспериментальных данных по формуле (5) были выявлены и построены зависимости момента инерции колеса от изменения радиуса, с учетом различных вариаций количества образующих каркас движителя (рисунок 2). Данные исследования в дальнейшем будут использоваться при составлении математической модели движения робототехнического комплекса, автоматически подбирающего рациональные режимы движения исходя из преодолеваемой поверхности [2].

Список литературы

1. Батанов А.Ф., Грицынин С.Н., Муркин С.В. // Робототехнические системы для применения в условиях чрезвычайных ситуациях // Публикации журнала «Специальная техника», №3, 2000 // [электронный ресурс]: <http://ess.ru/publications/articles/batanov/batanov.htm>

2. Иванюк А.К. Decision-making technology for changing the performance characteristic of the adaptive wheeled movers of complex robotic systems [Электронный ресурс] / А.К. Иванюк, В.И. Карлов, Ю.П. Сердобинцев // Proceedings of the IV International research conference «Information technologies in Science, Management, Social sphere and Medicine» (ITSMSSM 2017). – Publ. by Atlantis Press, 2017. – P. 156-159. – Ser. Advances in Computer Science Research (ACSR); Vol. 72. – URL: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/itsmssm-17>.

Сведения об авторах:

Иванюк Алексей Константинович – аспирант кафедры «АПП», ВолгГТУ, г.Волгоград.

NUMERICAL AND EXPERIMENTAL DEFINITION OF THE MOMENT OF INERTIA OF THE ADAPTIVE WHEEL OF MECHATRONIC KNOT OF THE MOBILE ROBOT *Ivanyuk A.K.*

Keywords: mobile robotic complexes, mekhatronny knot, inertia moment, adaptive propellers.

Abstract. Use of the adaptive propeller in mobile robotics allows to solve a number of problems, to combine the speed, adaptation to the overcome relief, change of pressure upon soil put by the propeller at the expense of changeable geometry of a wheel. At the same time the number of questions of persons in need appears in a research. In particular, in this work the question of change of the moment of inertia of an adaptive wheel at change of diameter of a wheel is considered and also at various variations of quantity of the elements forming a metalelastic framework of the propeller.

References

1. Batanov A.F, Gritsynin S.N., Murkin S.V. Robotic systems for application in conditions emergency situations // Publications of the Special Equipment log, No. 3, 2000 // [electronic resource]: <http://ess.ru/publications/articles/batanov/batanov.htm>
2. Ivanyuk A.K. Decision-making technology for changing the performance characteristic of the adaptive wheeled movers of complex robotic systems / A.K. Ivanyuk, V.I. Karlov, Yu.P. Serdobintsev // Proceedings of the IV International research conference «Information technologies in Science, Management, Social sphere and Medicine» (ITSMSSM 2017). – Publ. by Atlantis Press, 2017. – P. 156-159. – Ser. Advances in Computer Science Research (ACSR); Vol. 72. – URL: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/itsmssm-17>.