

ЛИТЕРАТУРА

1. Снесарев, Г.А. Расчет редукторов на надежность/ Г.А. Снесарев. – М.: Вестник машиностроения, 1982, № 4–8.
2. Прогнозирование надежности механического привода с учетом связей его элементов/ В.Н. Ксендзов [и др.]. – Минск: ИНДМаш АН БССР, 1987. – 69 с.
3. Ксендзов, В.Н. Учет связи по состоянию при вероятностной оценке ресурса деталей приводов машин/ В.Н. Ксендзов, Г.А. Дыко. – Минск: Весці АН Беларусі, серія фіз.-техн. наук, 1993, № 1, с. 11–15.
4. Болотин, В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.

Представлено 17.05.2019

УДК 62-50

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ  
ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ  
MATHEMATICAL MODELING MOVEMENT OF THE TRUCK

Ж.Г. Шодиев, асс., Б.А. Алибоев, канд. техн. наук, ст. преп.,  
Ташкентский государственный технический университет,  
г. Ташкент, Узбекистан  
J. Shodiev, Assistant,  
B. Aliboev, Ph.D. in Engineering, Senior Lecturer,  
Tashkent State technical university, Tashkent, Uzbekistan

*Аннотация.* В статье разработаны математические модели движения малогабаритного грузового автомобиля *Labo* на основе полученных уравнений движения. Определены значения вертикальных и горизонтальных колебаний автомобиля в процессе движения по неровностям. По заданным массам определены параметры рессоры и решена модель движения автомобиля с применением численного метода Рунге-Кутты.

*Abstract.* The article developed a mathematical model of the movement of a small Labo truck based on the obtained equations of motion. The values of the vertical and horizontal oscillations of the truck in the process of movement over bumps are determined. The parameters of the spring are determined for the given masses and on the basis of certain values solved model vehicle using numerical method of Runge-Kutt.

Ключевые слова: малогабаритный грузовой автомобиль Labo, модель, алгоритм.

Key words: small truck Labo, model, algorithm.

## ВВЕДЕНИЕ

При изучении процессов движения и управления машины, мы часто сталкиваемся с проблемными вопросами моделирования сложных процессов, которые описывают реальные процессы состояния машины. Один из этих проблемных вопросов считается критерий минимизации отклонений от реальных условий движения при моделировании, который обеспечивается улучшением плавности хода машины.

Ниже мы рассмотрим решение проблемы на примере движения малогабаритного грузового автомобиля LABO. На рисунке 1 показано, процесс движения автомобиля на неровностях.

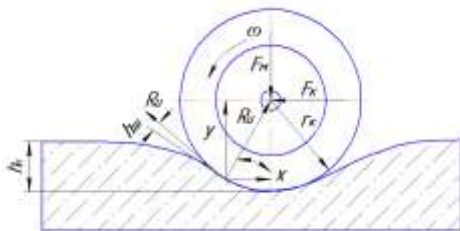


Рисунок 1 – Схема сил, действующих на управляемое колесо автомобиля LABO

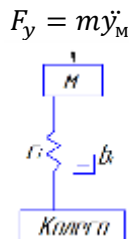


Рисунок 2 – Схема динамической модели малогабаритного автомобиля LABO

На основе расчетной схемы, составим математическую модель движения машины, используя уравнения Лагранжа второго рода [1, 2].

– для движения в горизонтальном направлении

$$\begin{cases} m_m \ddot{x}_m = F_M - b_{ш1}(\dot{x}_2 - \dot{x}_4) + c_{ш1}(x_1 - x_3) + b_{ш2}(\dot{x}_2 - \dot{x}_6) + c_{ш1}(x_1 - x_5), \\ m_1 \ddot{x}_1 = b_{ш1}(\dot{x}_2 - \dot{x}_4) + c_{ш1}(x_1 - x_3) - 2m_1 \frac{\pi^2 V^2}{l^2} r_k \sin \frac{\pi Vt}{l} \cos \frac{2\pi Vt}{l}, \\ m_2 \ddot{x}_2 = b_{ш2}(\dot{x}_2 - \dot{x}_4) + c_{ш2}(x_1 - x_3) - 2m_2 \frac{\pi^2 V^2}{l^2} r_k \sin \frac{\pi Vt}{l} \cos \frac{2\pi Vt}{l}, \end{cases} \quad (1)$$

– для движения в вертикальном направлении

$$\begin{cases} m_m \ddot{y}_m = F_M - b_n(\dot{y}_2 - \dot{y}_4) + c_n(y_1 - y_3) + b_p(\dot{y}_2 - \dot{y}_6) + c_p(x_1 - x_5), \\ m_1 \ddot{y}_1 = b_n(\dot{y}_2 - \dot{y}_4) + c_n(y_1 - y_3) - 2m_1 \frac{\pi^2 V^2}{l^2} r_k \sin \frac{\pi Vt}{l} \cos \frac{2\pi Vt}{l}, \\ m_2 \ddot{y}_2 = b_p(\dot{y}_2 - \dot{y}_4) + c_p(y_1 - y_5) - 2m_2 \frac{\pi^2 V^2}{l^2} r_k \sin \frac{\pi Vt}{l} \cos \frac{2\pi Vt}{l}, \end{cases} \quad (2)$$

Полученные результаты моделирования и оптимизации параметров управления движения автомобиля LABO следующие: мощность двигателя автомобиля  $N_d=27,74$  кВт; скорость движения автомобиля на неровностях  $V_c=1,38$  м/с; масса груженного автомобиля  $m_m=1400$  кг; масса приходящаяся на передние колеса груженного автомобиля  $m_l=560$  кг.

На рисунках 3 и 4 показаны графики изменения параметров колебательного движения автомобиля LABO в горизонтальном и вертикальном направлении.

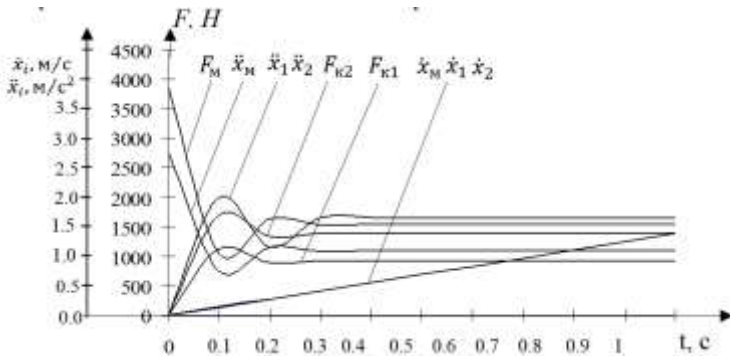


Рисунок 3 – Изменение параметров колебательного движения автомобиля LABO в горизонтальном направлении

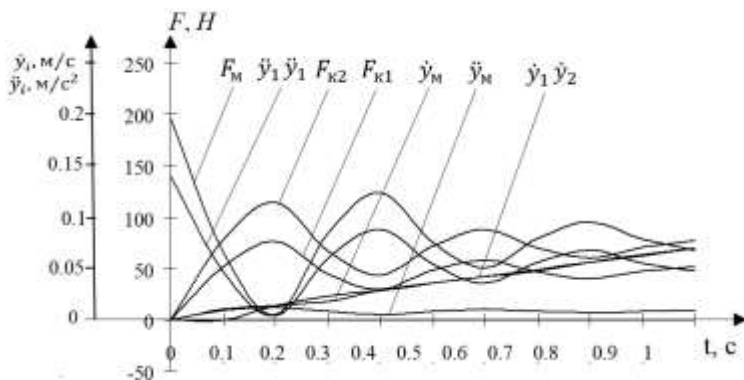


Рисунок 4 – Изменение параметров колебательного движения автомобиля LАВО в вертикальном направлении

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты моделирования движения на различных направлениях автомобиля LАВО дают возможность сделать следующие выводы: при движении в горизонтальном направлении получены значения ускорений 1,1-1,65 м/с<sup>2</sup>, а в вертикальном направлении значения ускорений составляют 0,048-0,098м/с<sup>2</sup>.

При моделировании и оптимизации параметров управления движения ведомых колес получены результаты: при воздействии максимальной силы на колеса коэффициент жесткости составляет  $C=560000$  Н/м, а коэффициент вязкости  $b=9087,6$  Н·с/м.

## ЛИТЕРАТУРА.

1. Azimov В.М., Yakubjanova D.K. Imitation modeling and calculation of the parameters of Lateral forces components of guide wheels of Cotton-picker МН-1.8//International jurnal of advanced research in science, engineering and technology. Vol. 5, 2018. Is. 1. P. 5024-5032.
2. Azimov В.М., Yakubjanova D.K., KubaevS.T. Modeling and optimal control of motion of cotton harvester МН-2.4 under horizontal oscillations //International jurnal of advanced research in science, engineering and technology. Vol. 5, 2018. Is. 9. P. 6906-6914.
3. Дячук М.В., Петренко Д.И. Моделирование управляемости легкового автомобиля // Вісник Придніпровської державної академії

Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО  
АВТОМОБИЛЕЙ»

будівництва та архітектури. Днепропетровск: ПГАСА, 2010. №12. С. 29–37.

4. Макенов А.А., Давидов А.А. Автоматизированный расчет параметров упругих элементов подвески автомобилей. М.:Машиностроение, 2012. – 126с.

5. Поддубный В.И., Поддубная М.Л. Математическое моделирование управляемого движения колесной машины по задаваемой траектории // Ползуновский вестник. 2014. №4. Т.1.

Представлено 17.05.2019

УДК 629.1

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ  
ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ  
СРЕДСТВ В ЕВРАЗИЙСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ СОЮЗЕ:  
ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ  
CROSS-COUNTRY TECHNICAL REGULATION OF ASSESSMENT  
OF CONFORMITY WHEEL VEHICLES IN EURASIAN ECONOMIC  
UNION: PROBLEMS AND SOLUTION

С.А. Сидоров, канд. техн. наук, доц., О.А. Сонич,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

S. Sidorov, Ph.D. in Engineering, Associate professor, O.Sonich,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Рассмотрены острые проблемы и возможные пути решения в процессе межгосударственного технического регулирования оценки соответствия колесных транспортных средств в Евразийском экономическом союзе.*

*Abstract. Severe problems and possible solution are discussed during cross-country technical regulation of assessment of conformity wheel vehicles in Eurasian Economic Union.*

*Ключевые слова: транспортное средство, безопасность, стандарт.*

*Key words: vehicle, safety, standard.*