

ДО ПИТАННЯ ПРО КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ВІДВЕДЕННЯ КОЛЕСА

У статті розглянута можливість використання засобів комп'ютерного моделювання при дослідженні кута відведення під час руху колеса за колом. Наведені основні значення контрольованих факторів.

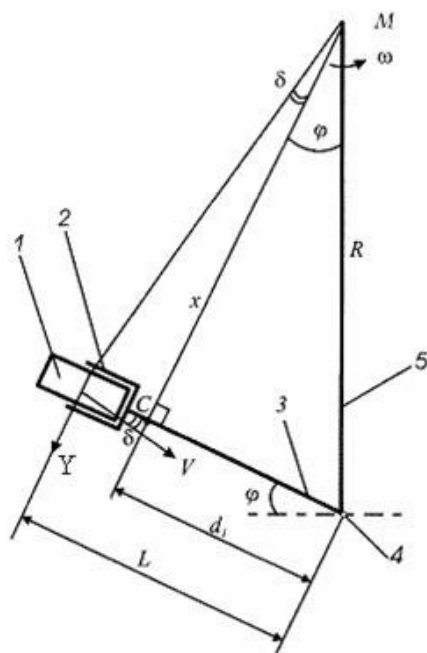
В статье рассмотрена возможность использования методов компьютерного моделирования при исследованиях угла увода во время движения колеса по кругу. Приведены основные значения контролируемых факторов

In this article the possibility of computer modeling tools using is considered under wheel slip angle study during wheel circular motion. The main determining control factors are described.

Постановка проблеми. Установа карусельного типу, що застосовується для дослідження відведення еластичних шин [1], дозволяє визначити кут відведення еластичного колеса за значеннями двох параметрів. Однак виготовлення, комплектування й експлуатація згаданої установки вимагає великих витрат. Крім того, бігова опорна поверхня для колеса, з різними елементами, і значна площа для дослідницького устаткування теж ускладнюють розвиток лабораторії.

Мета роботи. У статті розглянута комп'ютерна модель станда карусельного типу для визначення кута відведення при русі колеса за колом. Сам станд більш детально описаний у джерелі [1]. При побудові даної моделі враховувалася модель кочення колеса Рокара [2].

Для більше докладного обґрунтування комп'ютерної моделі розглянута принципова кінематична схема станда карусельного типу (рис.1).



1 – колесо, що випробується; 2 - маточина; 3 - ведена ланка; 4 - шарнір; 5 - водило; P - відцентрова сила; V - вектор швидкості; δ - кут відведення; φ - кут складання; ω - частота обертання водила; R - довжина водила; L - довжина веденої ланки; x - відстань від миттєвого центру обертання M до центру мас веденої ланки; d_1 - відстань між центром мас C та шарніром 4; Y - бічна сила; C - центр мас

Рис. 1. Принципова кінематична схема станда карусельного типу для вимірювання кута відведення колеса:

При побудові комп'ютерної моделі використовувалися представлені нижче математичні залежності. Виходячи з рівняння, що описує обертальне переміщення веденої ланки відносно водила отримана залежність

$$m_1 \cdot \omega^2 \cdot x \cdot d_1 = Y \cdot L. \quad (1)$$

Кут відведення й бічна сила дорівнюються:

$$\delta = \arctg \frac{L - R \cdot \sin \varphi}{R \cdot \cos \varphi}; \quad (2)$$

$$Y = \frac{m_1 \cdot \omega^2 \cdot x \cdot d_1}{L}, \quad (3)$$

де Y - бічна сила;

m_1 - маса веденої ланки;

x - відстань від миттєвого центру обертання M до центру мас веденої ланки;

d_1 - відстань між центром мас C и шарніром 4;

L - довжина веденої ланки.

Так як загальна маса колеса з маточиною в кілька разів перевищує масу веденої ланки, прийнято що центр мас колеса C перебуває на осі обертання колеса. Це дозволяє перетворити вищеописану залежність у наступний вид

$$Y = m_1 \cdot \omega^2 \cdot R \cdot \cos \varphi. \quad (4)$$

На рис.2 представлений зовнішній вигляд моделі стенда, виконаної в програмі «Autodesk 3ds Max».

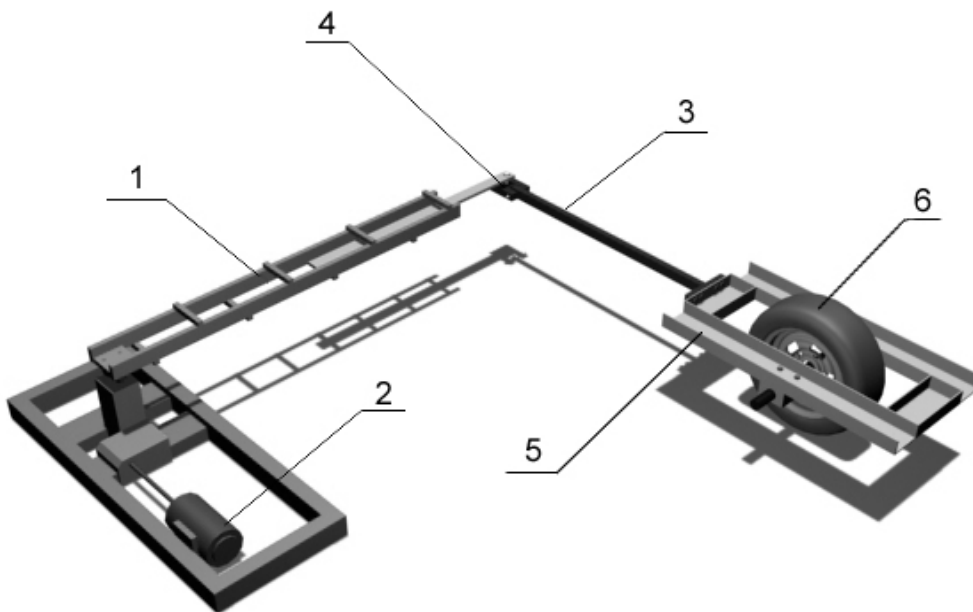


Рис. 2. Модель стенда карусельного типу:

1 - водило; 2 - двигун; 3 - ведена ланка; 4 - шарнір; 5 - маточина; 6 - колесо

Дана модель розроблена з урахуванням маси й розмірів окремих вузлів і деталей стенда. Один з головних його елементів - водило, виконаний з можливістю зміни його довжини, тим самим, можна задавати різний радіус повороту колеса.

Відмінною рисою даної моделі в порівнянні з подібними комп'ютерними моделями, раніше розглянутими в [1] і інших публікаціях, присвячених темі визначення кута відведення при русі колеса за колом, з'явилася можливість анімації роботи стенда з урахуванням визначальних фізичних і механічних параметрів.

Забезпечити реальність схеми взаємодії колеса з опорною поверхнею допоміг спеціальний вбудований у програмну систему модуль «Reactor 3.0.0.20», призначений для дослідження фізичних взаємодій. Виходячи з поставленого завдання, вивчення взаємодії еластичного колеса з опорною поверхнею при його русі за колом, використовувався движок прорахунку динамічних взаємодій Havok 1 утиліти «Reactor» [3] (рис. 3).

Можливість змінювати навантаження на колесо представлена у віконці Properties (властивості). Крім маси, у цьому ж віконці можна задавати еластичність колеса (Elasticity), і коефіцієнт зчеплення колеса з опорною поверхнею (Friction) (рис.5а)

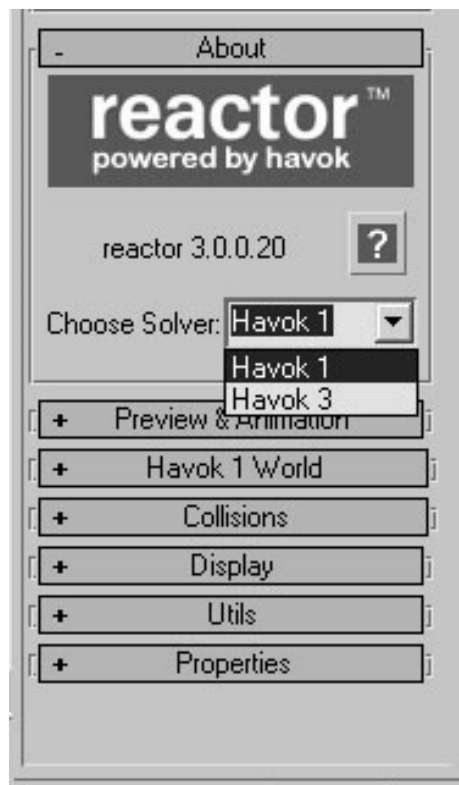


Рис. 3 Движок прорахунку динамічних взаємодій

Основні кінематичні параметри стенда, що змінюються, представлені на рис. 4.

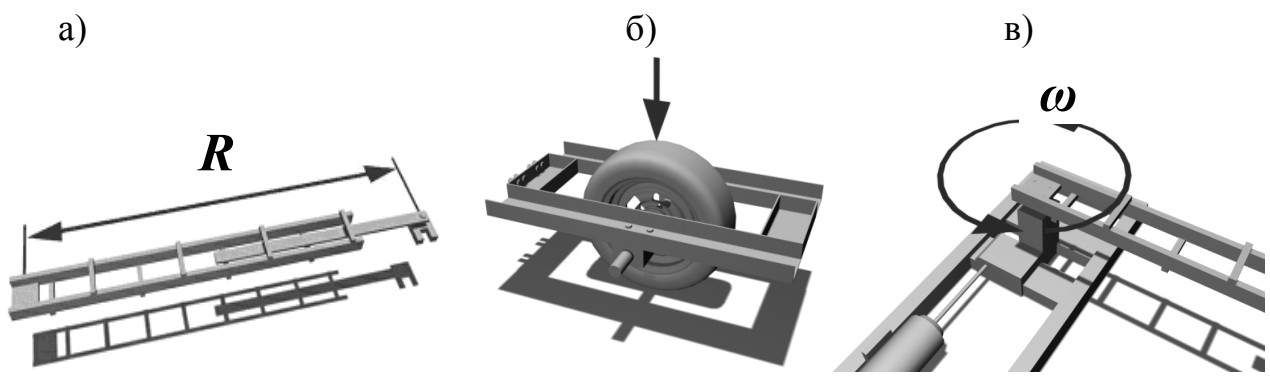


Рис. 4. Елементи й контрольовані кінематичні параметри стенда

- a) водило зі змінюваною довжиною R ;*
- б) маточина зі змінюваною масою веденої ланки m_1 ;*
- в) шарнір, розміщений у місці розташування миттєвого центру обертання з кутовою швидкістю ω .*

Можна спостерігати зміну кута складання між веденою ланкою й водилом (рис.5в) у вікні Modify (модифікатори) головної панелі завдань (рис.5б). Значення кута, у свою чергу, дозволяє визначити за формулою (4) бічну силу при заздалегідь визначених параметрах руху колеса за колом.

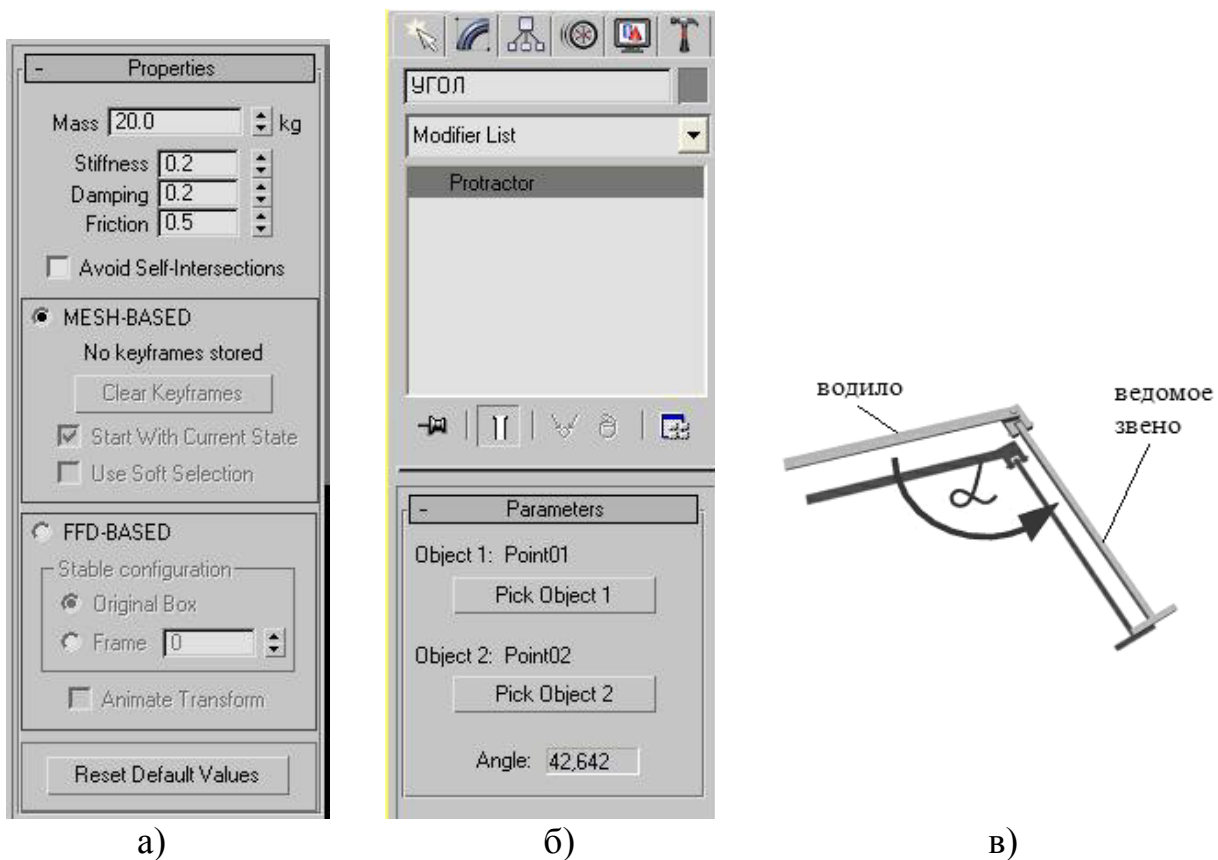


Рис. 5. Схема та панелі для вимірювання кута складання:
a - визначальні фізичні параметри панелі Properties; б - відображення кута складання в панелі Modify; в - схема кута складання.

Висновки. Використовуючи імітаційну модель стенда карусельного типу, можна досліджувати еластичний рушій при різних значеннях основних параметрів конструкції, варіації величини коефіцієнта зчеплення колеса з опорною поверхнею й еластичності колеса.

Для оцінки можливостей віртуальної моделі буде виконане її дослідження з наступним проведенням дисперсійного аналізу. Мета дослідження - оцінка значущості впливу змінюваних параметрів моделі на величину кута відведення.

Література

1. *Макаров В.А., Костенко А.В., Петров А.В., Кулиев Р.А.* Лаборатория для исследования свойств пневматических автомобильных шин / Вестник ДонНАСА. – 2005. – Вып. 7(55). – С. 101-105.
2. *Лобас Л.Г., Вербицкий В.Г.* Качественные и аналитические методы в динамике колесных машин. – Киев: Наукова думка. – 1990. –232с.
3. *Бондаренко С.В., Бондаренко М.Ю.* Основы 3ds Max 2009
<http://www.intuit.ru/department/graphics/base3dmax2009/9/1.html>