

5. Трояновская И.П. Повышение эффективности малогабаритного погрузчика путем улучшения его поворотливости: автореф. дисс. канд. техн. наук 05.20.01 и 05.05.03 / И.П. Трояновская Челябинский государственный агроинженерный университет, Челябинск, 2002, – 23 с.

Представлено 16.05.2019

УДК 629.03

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КАЧЕНИЯ КОЛЕСА БОЛЬШЕГРУЗНОГО  
САМОСВАЛА С ДВОЙНОЙ ОШИНОВКОЙ В ПАКЕТЕ ADAMS  
ANALYSIS OF THE ROLLING DYNAMICS  
OF THE DOUBLE-TIRE WHEEL OF A HEAVY  
DUMP TRUCK IN THE ADAMS SOFTWARE

А.Г. Выгонный, канд. техн. наук, Д.Г. Лопух,  
Ал-др.Л. Кравченко, Ал-ей.Л. Кравченко,  
Объединенный институт машиностроения НАН РБ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A.Vigonny, Ph.D. in Engineering, D.Lopukh,  
Al-dr. Krauchonak, Al-ei. Krauchonak,  
The Joint Institute of Mechanical Engineering of the National  
academy of Sciences of Republic of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Работа посвящена особенностям компьютерного моделирования шин большегрузного самосвала с двойной ошиновкой при исследовании динамики качения. Показаны результаты моделирования движения колес с одинарной и двойной ошиновкой, при прямолинейном движении и при повороте на испытательном стенде в программном комплексе ADAMS.*

*Abstract. This research is focused to the features of computer simulation of heavy dump truck tires with a double-tire wheel for the rolling dynamics analysis. Shows the results of movement modeling of single-tire and a double-tire wheels in straight-line and rotational movement on the ADAMS software package.*

Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО  
АВТОМОБИЛЕЙ»

Ключевые слова: компьютерное моделирование, шина, динамика качения, нагруженность.

Key words: computer simulation, tire, rolling dynamics, stress loading.

## ВВЕДЕНИЕ

При создании большегрузных самосвалов из-за отсутствия шин необходимой грузоподъемности используются колеса с двойной ошиновкой. Колесо с двойной ошиновкой в отличие от колеса с одинарной ошиновкой при круговом движении вызывает дополнительное сопротивление движению при одинаковой нагрузке на колесо. Известна работа [1], в которой для уменьшения этого сопротивления связь между шинами в колесе в зависимости от условий движения отключается.

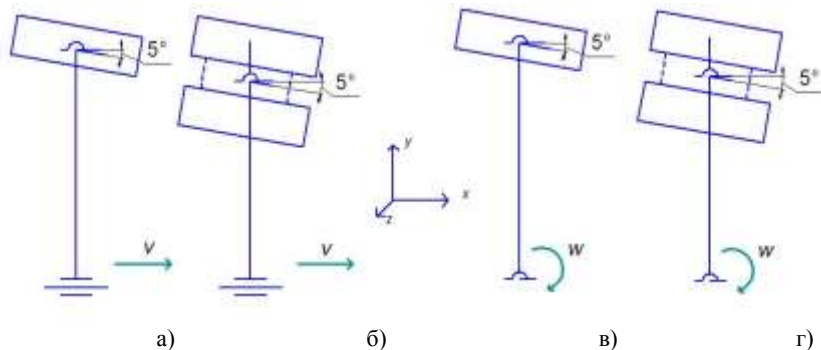
Исследования качения колеса проведены в программном комплексе ADAMS.

## АНАЛИЗ РАБОТЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ШИНЫ В ПАКЕТЕ ADAMS

Анализ качения колеса включает в себя множество задач, однако в настоящей работе рассматривается влияние одинарной и двойной ошиновки на нагруженность колеса, описываемой комплексом показателей, таких как угол увода, продольная и боковая силы, крутящий и стабилизирующий моменты и другие.

Для исследования динамики качения колеса выбраны два режима движения: прямолинейное движение колеса с одинарной и двойной ошиновкой в ведущем режиме по прямой (режим 1) и по заданному радиусу (режим 2). В обоих случаях плоскость вращения колеса, относительно направления движения была повернута на 5 градусов.

Шина Bridgestone 59/80R63 смоделирована в программном комплексе ADAMS на основе модели Н.В. Расејка [2].



а) – одинарная ошиновка прямолинейное движение; б) – двойная ошиновка прямолинейное движение; в) – одинарная ошиновка движение по кругу; г) – двойная ошиновка движение по кругу

Рисунок 1 – Расчетные схемы

Схемы проведения моделирования качения колеса для двух режимов показаны на рисунках 1а – 1г. Результаты моделирования представлены в таблице.

Режим 1. Прямолинейное движение колеса с одинарной и двойной ошиновкой.

Испытания проводились на скорости движения  $\sim 10$  км/ч (угловая скорость колеса 1,4 рад/с).

Как видно из таблицы, нагруженность шин колеса с одинарной и двойной ошиновкой при прямолинейном движении близки.

Режим 2. Движение колеса с одинарной и двойной ошиновкой по заданному радиусу  $\sim 40$  метров.

Внутренняя и наружная шины фиксируются на ступице колеса неподвижно. Сама ступица имеет одну степень свободы, а именно вращение в плоскости оси колеса относительно штанги, противоположный конец которой фиксируется по всем степеням свободы за исключением вращения относительно вертикальной оси Z.

Таким образом, точка крепления штанги к ступице колес всегда описывает окружность радиусом, равным длине штанги ( $\sim 40$  метров). Центры колес также будут двигаться по окружностям постоянного радиуса. Для данного режима выбрана скорость вращения колеса  $\sim 10$  км/ч.

*Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Таблица 1 – Исходные данные и результаты моделирования

Параметры	Одинарная ошиновка	Двойная ошиновка	
		Наружная шина	Внутренняя шина
Исходные данные			
Вертикальная нагрузка, Н	1054000	1054000	1054000
Скорость вращения колеса, рад/с	1,4	1,4	1,4
Результаты моделирования прямолинейного движения (режим 1)			
Продольное скольжение, %	0,49	0,47	0,47
Угол увода, град	5	5	5
Продольная сила, Н	41165	39263	41500
Боковая сила, Н	-470520	-472340	-450780
Стабилизирующий момент, Нм	55267	55814	66291
Крутящий момент, Нм	112500	116000	116000
Мощность, кВт	158	162	162
Результаты моделирования движения по радиусу (режим 2)			
Продольное скольжение, %	0,501	-6,5	12,72
Угол увода, град	5	4,58	5,51
Продольная сила, Н	42725	-598120	787780
Боковая сила, Н	-470280	-426520	-260270
Стабилизирующий момент, Нм	55124	59315	-45702
Крутящий момент, Нм	118000	1022000	-1445000
Мощность, кВт	165	1431	2023

Как видно из таблицы, при движении по заданному радиусу на колесе с двойной ошиновкой возникает паразитная мощность. Суммарная подводимая мощность к колесу с двойной ошиновкой составляет 592 кВт, что соответствует 296 кВт при приведении к одной шине, тогда как мощность, подводимая к колесу с одинарной ошиновкой, составляет 165 кВт.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В колесе с двойной ошиновкой (шина 59/80R63) при прямолинейном движении нагруженность шин колеса с одинарной и двойной

Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО  
АВТОМОБИЛЕЙ»

ошиновкой близки по величине, однако, при круговом движении возникает паразитная мощность, вследствие этого увеличивается необходимая мощность для вращения колеса на 79%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Совершенствование привода сдвоенных колес карьерного автотранспорта. Бобровник А.И., Поздняков Н.А., Варфоломеева Т.А., Гедроить Г.И. Современные проблемы проектирования автомобилей. Материалы международной научно-практической конференции. Минск, БНТУ, 2015 г.
2. Н.В. Рачејка, Tyre and Vehicle Dynamics, 2002, Butterworth-Heinemann, ISBN 0 7506 5141 5.

Представлено 16.05.2019

УДК 629.114.4

ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОЙ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ  
УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ  
КОНСТРУКЦИЙ МАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
FUNDAMENTALS OF COMPLEX METHODS FOR EVALUATION  
THE FATIGUE LIFE OF WELDED JOINTS FOR MACHINES  
STRUCTURES USING COMPUTER SIMULATION

С.А. Шляжко, Э.В. Лисовский, П.С. Литвинюк,  
Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,  
г.Минск, Республика Беларусь  
S. Shlyazhko, E. Lisovski, P. Litvinuk,  
The Joint Institute of Mechanical Engineering of the National Academy  
of Sciences of Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация.* Приведены методические рекомендации к оценке усталостной долговечности сварных соединений элементов несущих конструкции машин на основе комплексного применения технологий компьютерного моделирования процессов. Рассматривается