

УДК 621.867.8  
ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ШИНЫ И СТЕНД  
ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЕЕ АДЕКВАТНОСТИ

Н.Н. ЛУКАШКОВ

Научный руководитель И.В. ЛЕСКОВЕЦ, канд. техн. наук, доц.  
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
г. Могилев

Определение тягово-сцепных свойств шин на этапе проектирования производится на основании методов, рассматривающих взаимодействие шины с опорной поверхностью при статическом нагружении. В реальных условиях эксплуатации техники происходит динамичное изменение нагрузок действующих на шину, вследствие чего изменяются и тягово-сцепные свойства техники. Для описания динамических нагрузок в проектных расчетах шины используются коэффициенты динамичности, которые позволяют лишь определить максимально возможные действующие силы. Методика выбора параметров шин таких как высота и шаг грунтозацепов, норма слойности, геометрические размеры и т.д. не в полной мере учитывает особенности работы шины, в том числе в режиме динамического нагружения.

Важным аспектом при конструировании новых или модернизации уже существующих шин является то, что стоимость и трудоемкость проведения лабораторно-дорожных испытаний серийных и опытных образцов шин для оценки их тягово-сцепных свойств были и остаются достаточно высокими. Причем данные затраты будут намного выше в случае проведения испытаний опытных образцов шин на этапе предварительных испытаний в связи с тем, что себестоимость их изготовления в несколько раз выше чем серийной продукции. Результаты испытаний одной конкретной модели шины, выполненные в рамках контрольных испытаний, в некоторых случаях можно считать не совсем корректными. Это связано с воздействием ряда случайных, неконтролируемых экспериментатором фактором: отклонение в технологическом процессе изготовления образца, отклонение начальных параметров установки колеса, дорожных и климатических условий и т.д.

Эти обстоятельства заставляют специалистов прибегать к помощи методов математического моделирования процесса взаимодействия колесного движителя с опорной поверхностью при различных нагрузках. Причем эти методы благодаря их оперативности и возможности выполнения расчетов являются альтернативой физическим экспериментам.

Предлагается математическая модель пневмоколесного движителя, учитывающая физико-механические свойства каждого элемента шины.

Представим пневмошину как сложную механическую систему, состоящую из множества элементов, связь между которыми реализуется в виде упругих связей. Уравнения взаимодействия между элементами шин, как боковых поверхностей, так и элементов опорной поверхности записываются в символическом виде. Начальным условием для решения полученной системы является статическое положение шины, т.е. отсутствуют все силы, кроме гравитационной и сил давления воздуха.

Таким образом, решая полученную систему дифференциально-алгебраических уравнений, численными методами определяем значения неизвестных ускорений, скоростей и перемещений, текущее положение каждого элемента шины, что позволяет выяснить поведение упругой шины при движении по опорной поверхности.

Для подтверждения адекватности модели планируется создание экспериментального стенда, при помощи которого будет проводиться сопоставление практических и теоретических результатов.

Стенд представляет собой расположенную на роликах конструкцию, к которой шарнирно крепится подвижная рама. На подвижную раму устанавливается колесо и привод, посредством которого момент передается на колесо. Передача момента осуществляется через зубчато-ременную передачу. Стенд располагается в грунтовом канале таким образом, что ролики перекаатываются по направляющим в горизонтальной плоскости, когда само колесо, под действием приложенного крутящего момента, перекаатывается по грунту или плоскости. Перекаатывание колеса по грунту с предварительно созданными неровностями, позволит создать условия проведения эксперимента близкими к реальным условиям работы машины.

Имитация нагрузки от веса машины, создающей деформацию в радиальном направлении, осуществляется домкратом. А имитация тангенциальной нагрузки осуществляется электродвигателем.

Данный стенд позволит определить не только радиальную и касательную деформации колеса, но и коэффициент сопротивления качению и площадь пятна контакта колеса с опорной поверхностью. Экспериментальное определение данных величин позволит оценить адекватность разработанной имитационной модели.

Реализация данной математической модели при большом количестве конечных элементов позволяет с большой степенью точности выявить, как и в каком направлении деформируется шина при взаимодействии её с опорной поверхностью. Появляется возможность определения на стадии проектирования сил тяги, коэффициентов буксования. Таким образом, можно более точно выбрать двигатель, характеристики трансмиссии в зависимости от условий нагружения машины в конкретных рабочих условиях.