УДК 629.027:539.3

Н. Н. Лукашков
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ДВИЖИТЕЛЯ

В статье представлен способ моделирования пневмошины колесного движителя и стенд для определения адекватностей полученной модели.

Современные колесные СДМ проектируются с помощью систем автоматизированного проектирования. Важнейшим элементом этого процесса является разработка программных средств анализа нагружения элементов конструкции колесных машин (КМ), связанных с динамикой их работы. В основе реализации всех этапов компьютерного проектирования лежит разработка динамических моделей, задача которых – отражать реальные процессы, протекающие в этих элементах конструкции. Анализ большого числа исследований показывает, что в области проектирования, изучения процессов движения и взаимодействия механической системы – «колесная машина – дорожно-грунтовые условия» существует много моделей и подробно разработаны аналитические методы оценки их эффективности и применимости для частных случаев движения: движения по неровным, твердым поверхностям. Если эту задачу расширить и рассматривать движение по грунтам, необходимо дополнительно провести моделирование реологических свойств грунтов с учетом нелинейности его характеристик.

Роль расчетных методов, связанных с моделированием реальных процессов взаимодействия, в данном случае, с учетом взаимовлияния двух систем «колесная машина – деформируемый грунт», является одной из определяющих при конструировании новых видов строительно-дорожной техники. Разработка таких методов может оказать большое влияние на выбор основных параметров конструкции и обеспечить высокую эффективность применения СДМ в целом.

В то же время практика показывает, что за счет динамического нагружения от неровности дороги и изменяющихся во времени реологических свойств грунта, дополнительные нагрузки могут превышать статические более чем на 100 %. Методик, алгоритмов и программного обеспечения, позволяющих проводить анализ в условиях динамического нагружения системы «колесная машина – деформируемый неровный грунт» не существует. Поэтому авторами ставится задача разработать модель динамиче-

ского взаимодействия системы «колесная машина – деформируемый грунт» с использованием методов имитационного моделирования и теории резания грунтов.

Представим пневмошину как сложную механическую систему рис. 1, состоящую из множества элементов, взаимодействие между которыми реализуется в виде упругих связей.

$[j,i]$

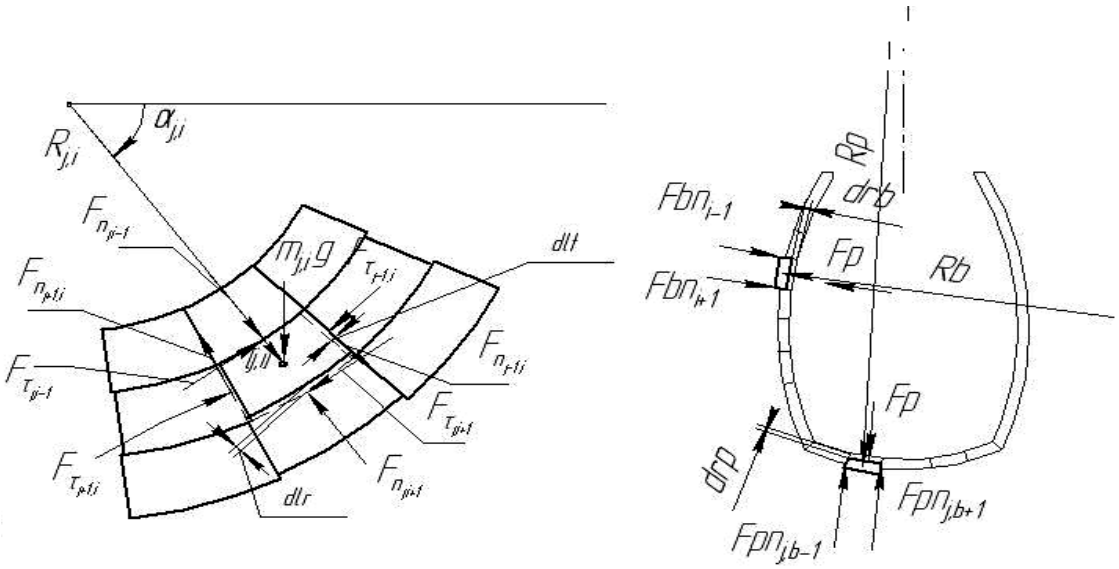

Рис. 1. Динамическая модель: $[j,i]$ – номер рассматриваемого элемента; F – силы, воздействующие на элемент со стороны других элементов, индекс n обозначает силы, воздействующие на элемент, которые направлены вдоль оси R, индекс τ обозначает силы, воздействующие на элемент, которые направлены перпендикулярно оси R

Математическая модель для каждого элемента представляет собой систему из трех уравнений. Каждое уравнение составлено в своей системе координат. Первое уравнение системы представляет собой сумму моментов сил действующих на элемент относительно оси вращения колеса. Второе уравнение отражает уравнение равновесия элемента в радиальном направлении (направление вектора $R_{[j,i]}$ на рис. 1). А третье – уравнение равновесия в плоскости сечения шины, записанное в проекциях на вектора $\vec{R}_p$ и $\vec{R}_b$ для элементов протектора и боковины соответственно.

Уравнения взаимодействия между элементами шин как боковых поверхностей, так и элементов опорной поверхности записываются в символьном виде. Реализация 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. Для определения адекватности имитационной модели создан стенд (рис. 2).

Стенд (рис. 2) представляет собой расположенную на роликах 2 раму 1, к которой шарнирно крепиться подвижная рама 6. На подвижную раму устанавливается колесо 4 и привод 3, посредством которого момент передается на колесо. Передача момента осуществляется через зубчато-ременную передачу 7. Регулирование крутящего момента и скорости вращения колеса осуществляется электродвигателем привода 3.

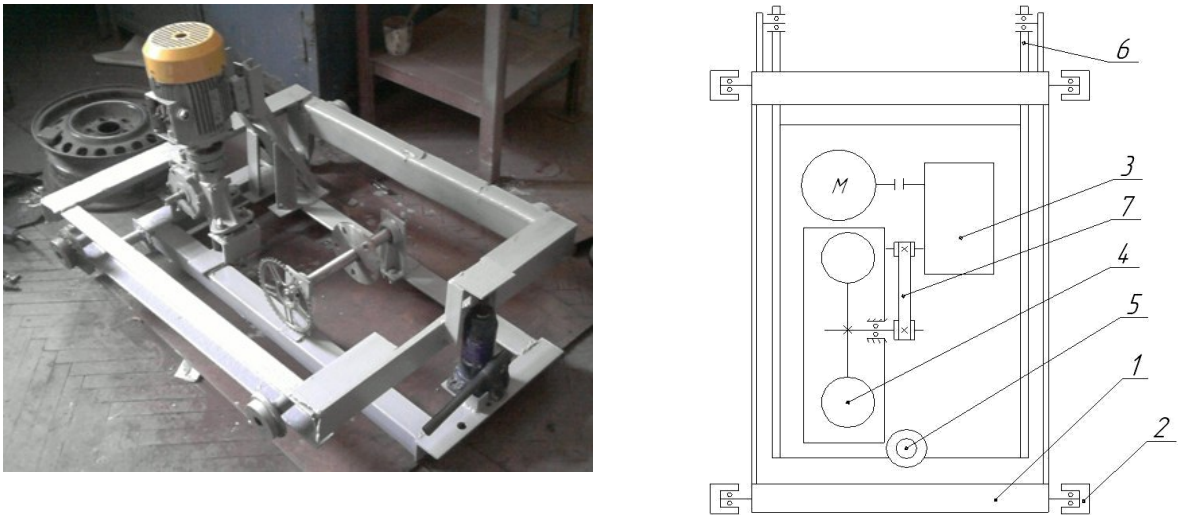

Рис. 2. Экспериментальный стенд: 1 – рама; 2 – ролик; 3 – привод; 4 – колесо; 5 – домкрат; 6 – подвижная рама; 7 – зубчато-ременная передача

Имитация радиальной нагрузки производится гидравлическим домкратом 5, а тангенциальной - электродвигателем. Сам стенд располагается в грунтовом канале таким образом, что ролики 2 перекатываются по направляющим в горизонтальной плоскости, когда само колесо 3 под действием приложенного крутящего момента перекатывается по грунту. При проведении эксперимента будут использоваться грунты различных категорий.

Для исследования тяговых способностей шины планируется имитировать колесо с грунтозацепами строительно-дорожной шины, посредством модифицированной шины легкового автомобиля. Для измерения динамического радиуса шины, скорости ее движения и пройденного шиной пути планируется использовать оптико-электронные растровые преобразователи, что позволяет с достаточной степенью точности определять необходимые результаты.

Проведение эксперимента необходимо для определения параметров системы «колесный движитель - деформируемый грунт», влияющих на тяговые свойства техники, такие как высота и шаг грунтозацепов шины, нагрузка на движитель, геометрические особенности шины, свойства грунта и пр. для сравнения с результатами полученными с использованием разработанной модели взаимодействия движителя с грунтом.