

УДК 629.4.027.4.001.57

И. Е. КРАКОВА

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель

КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО КАЧЕНИЯ УПРУГОГО КОЛЕСА ПО ПЛОСКОСТИ

Рассматривается качение деформируемого колеса по недеформируемой плоскости под действием приложенных к нему пар сил. Представлены результаты расчетов напряженно-деформированного состояния колеса, а также смещений его точек в функции от времени.

По мере развития рынка автомобильных шин непрерывно растет интерес к их эксплуатационным качествам. Причем особое внимание уделяют таким качествам шины, как: выдерживаемая нагрузка, приходящаяся на колеса автомобиля; обеспечение необходимого сцепления с поверхностью дороги; улучшение боковой и продольной устойчивости; предупреждение заноса автомобиля при движении. В представленной работе поставлена задача по установлению контактных напряжений и деформаций, возникающих при качении колеса по негладкой горизонтальной недеформируемой поверхности, с учетом возможного проскальзывания.

Выполнен анализ движения колес кольцеобразной формы, которые отличаются наличием и отсутствием жесткой вставки. Для конечноэлементного моделирования использовался 4-узловой конечный элемент PLANE182. На рисунке 1 представлена конечноэлементная модель рассматриваемой системы, включающая колесо и опорную поверхность.

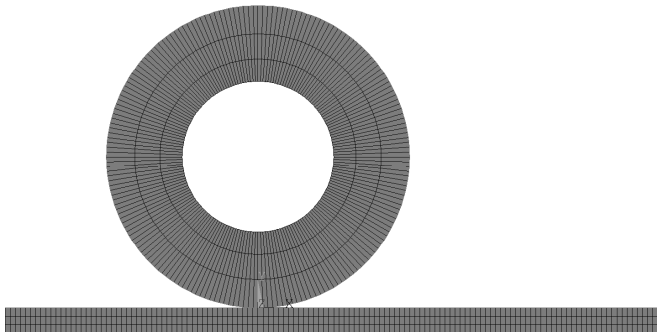


Рисунок 1 – Конечноэлементная модель кольцеобразного колеса

В качестве материала колеса была выбрана резина с линейно-упругими свойствами, модуль упругости которой 10^6 МПа, плотность 1000 кг/м^3 , коэффициент Пуассона 0,4. Предполагалось, что опорная плоскость и вставка изготовлены из стали, модуль упругости которой $2 \cdot 10^{11}$ МПа, поэтому их можно рассматривать как недеформируемые тела по сравнению с колесом. Коэффициент трения между опорными поверхностями принят равным 0,8, что соответствует качению автомобильной шины по сухому асфальту.

Определение смещений элементов катящегося тела и его напряженно-деформированного состояния выполнены путем решения динамической контактной задачи с помощью программного комплекса ANSYS. Нагружение колеса осуществлялось двумя парами сил, приложенными к диаметрально противоположным точкам внутренней поверхности кольца, лежащим на взаимно перпендикулярных диаметрах, и распределенными силами тяжести. Учет динамических сил выполнялся автоматически в ходе решения задачи о нестационарном качении колеса.

Принято, что в начальный момент времени колесо неподвижно и оно соприкасается с поверхностью, не углубляясь в нее. Расчеты напряжений в зоне контакта выполнялись в зависимости от времени движения кольца, которое варьировалось от 0 с до 0,6 с с шагом 0,01 с. На рисунке 2 приведена схема распределения контактных напряжений для полого кольца в момент времени 0,08 с. Зависимости контактного давления от времени для полого кольца и кольца со вставкой приведены на рисунках 3, 4.

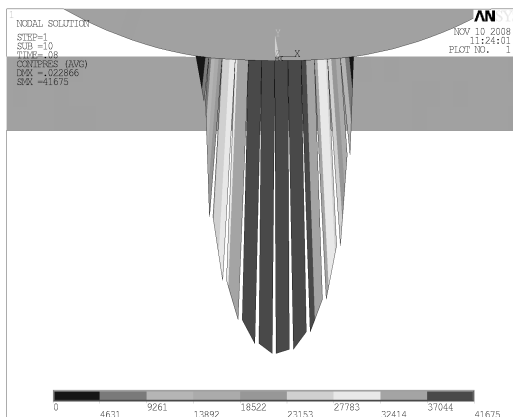


Рисунок 2 – Распределение контактных напряжений полого кольца

Из приведенных графиков видно, что изменение максимальных напряжений носит колебательный характер, что связано с деформированием колеса в вертикальной плоскости. Частота собственных колебаний колеса с жесткой

вставкой выше, чем соответствующая частота без вставки. Этот результат объясняется более высокой жесткостью колеса со вставкой. С течением времени происходит снижение амплитуд колебаний, обусловленное рассеиванием энергии в материале колеса.

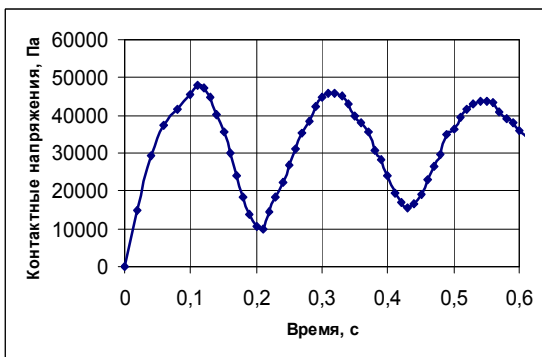


Рисунок 3 – Зависимость максимальных контактных напряжений по времени при качении полого кольца

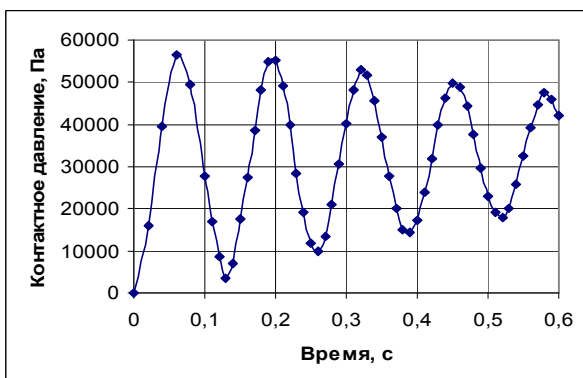


Рисунок 4 – График зависимости максимальных контактных напряжений при качении кольца с вставкой

На рисунках 5, 6 представлены графики зависимости максимальных перемещений точек кольца без вставки и при ее наличии. Из них видно, что при достаточно больших значениях времени зависимость между максимальным перемещением и временем близка к квадратичной, что предсказывается теорией качения без проскальзывания абсолютно твердых тел. Наличие локального максимума при малых значениях времени связано с тем, что на начальном этапе качения колеса вертикальные перемещения точек колеса, обуслов-

ленные его колебаниями, сопоставимы с горизонтальными смещениями. В дальнейшем максимальные смещения наблюдаются у точек верхних точек колеса и обусловлены главным образом их движением по горизонтали.

Таким образом, нами разработана методика решения задач о нестационарном качении колес с учетом больших деформаций. На ее основе выполнено определение контактных напряжений и деформаций, возникающих при качении колеса по негладкой горизонтальной недеформируемой поверхности.

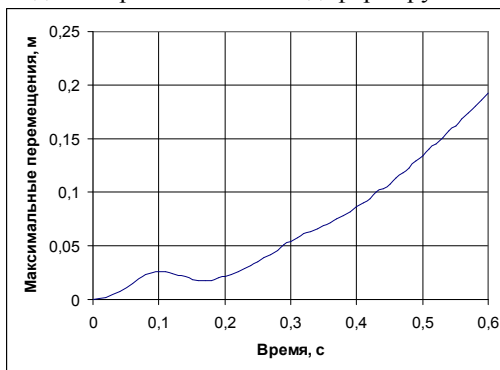


Рисунок 5 – График максимальных перемещений элементов полого кольца

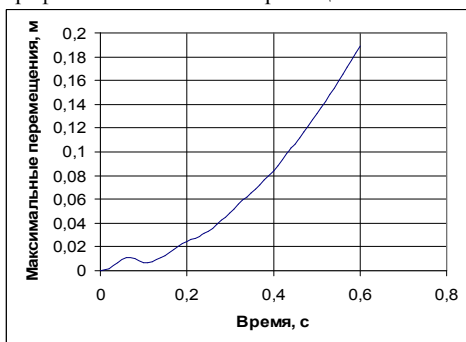


Рисунок 6 – Максимальные перемещения элементов кольца с жесткой вставкой

KRAKOVA I. E.

FINITE-ELEMENT MODELLING OF NON-STATIONARY ROLLING MOTION OF AN ELASTIC WHEEL ON A PLANE

Deformable wheel rolling along the rigid plane under couple of forces applied is examined. The results of wheel deflected mode computations and also the function-time movement of its points are presented.

Получено 15.11.2008