

От МГТУ им. Н. Э. Баумана делали доклады студенты, директор вузовского музея, который опекает дом-музей в усадьбе Жуковского. От кафедры теоретической механики МГТУ им. Н. Э. Баумана был сделан доклад Дубининым В. В., Дубровиной Г. И. «Н. Е. Жуковский – великий ученый механик».

Кафедра теоретической механики МГТУ им. Н. Э. Баумана достойно продолжает дело Н. Е. Жуковского в развитии механики и воспитании новых механиков.

Получено 23.07.2007

УДК 625.032.3

И. Е. КРАКОВА

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель

О ПОДХОДАХ К ИЗУЧЕНИЮ НЕСТАЦИОНАРНОГО КАЧЕНИЯ КОЛЕСА

Теория качения колеса представляет собой область механики, в которой определяются силы, действующие на катящееся деформируемое или абсолютно твердое колесо в области контакта с опорной плоскостью (деформируемой или недеформируемой), выявляются зависимости этих сил от координат, определяющих положение диска колеса, их производных по времени, а также определяются кинематические уравнения связей при качении.

Объектом теории качения является деформируемое колесо и деформируемая поверхность. Деформируемое колесо можно представить как совокупность абсолютно жесткого диска (обод колеса), который соединен с валом, и заполняемой воздухом деформируемой шины, установленной на ободе.

В теории качения колеса рассматриваются стационарное и нестационарное качение. В теории нестационарного качения колеса существует два подхода к изучению данного явления: феноменологический и модельный.

Феноменологический подход основывается на совокупности опытных фактов и гипотез, устанавливающих связь между константами и переменными. Внутренняя структура деформируемого колеса и детальный характер взаимодействия элементов деформируемой периферии колеса с опорной поверхностью не рассматриваются.

Классическим примером феноменологического подхода является теория, разработанная М. В. Келдышем, которая учитывает три из шести составляющих реакции в области контакта и столько же степеней свободы жесткого

диска колеса. Предполагается, что центр колеса движется прямолинейно и равномерно, а все три составляющие реакции являются линейными функциями параметров упругой деформации в центре области контакта. Из допущений об отсутствии скольжения в области контакта следует, что касательная к экваториальной линии деформируемой периферии совпадает с касательной к линии качения и точно также в этой точке совпадают кривизны обеих линий. Причем используется гипотеза о линейной зависимости кривизны от трех параметров деформаций. Влияние ширины области контакта проявляется только в значениях коэффициентов теории, а проскальзывание в области контакта не рассматривается.

Дальнейшее развитие феноменологического описания катящегося колеса осуществлено в статье В. С. Гоздека [1]. В этой работе наряду с теорией Келдыша вводятся уравнения, учитывающие деформации в срединной плоскости колеса и вертикальные перемещения колеса, принимаются во внимание четыре составляющие реакции – три главного вектора и одна главного момента. Это потребовало введения новой гипотезы о том, что продольные деформации в области контакта распределены по линейному закону, а коэффициенты пропорциональности линейно зависят от продольной и вертикальной деформации в центре области контакта.

В работе Н. А. Фуфаева [2] изложена феноменологическая теория качения с учетом диссипации энергии в материале деформируемой периферии колеса.

В отличие от феноменологического подхода при модельном подходе колесо рассматривается с учетом деформируемой (эластичной) шины. В частности, колесо с шиной моделируется непрерывной совокупностью элементов в форме пружин или деформируемых стержней, связанных нитями, балками, кривыми брусками и т.д. Движение описанной конструкции деформируемой периферии допускает математическое описание в форме совокупности дифференциальных операторов, которые можно рассматривать как математическую модель деформируемого колеса.

При разработке математической модели пневматической шины, а также при составлении уравнений в теории качения должны учитываться такие особенности шины, как: переменная толщина, неоднородность, конструктивная анизотропность из-за различного расположения нитей корда и слоев каркаса, давление в шине, внутреннее трение, температурные факторы и большие деформации. Задача о нахождении реакций в области контакта с учетом всех указанных особенностей в нестационарном режиме качения представляется чрезвычайно сложной.

Для модельного подхода характерно скрупулезное прослеживание механизма взаимодействия точек периферии колеса в протяженной области контакта с опорной поверхностью и более глубокое проникновение в процесс качения. Это избавляет от необходимости вводить различные гипотезы, или

их оказывается гораздо меньше, поскольку модель подчиняется известным законам механики.

Современный уровень развития вычислительной техники позволяет на практике реализовать модельный подход к изучению качения колес с пневматическими шинами предложить подходы по совершенствованию их конструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гоздек, В. С.** Устойчивость качения заблокированных ориентирующихся колес шасси самолета / В. С. Гоздек // Труды ЦАГИ. – 1970. – № 1196. – С.3–17.
2. **Фуфаев, Н. А.** К теории качения колеса с упругой деформируемой шиной / Н. А. Фуфаев // Изв. АН СССР. МТТ. – 1981. – № 3. – С. 134–142.

Получено 18.12.2007