

ВОПРОС ТЕРМИНОЛОГИИ В МЕХАНИКЕ КОЛЕСА МОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Балабин И.В.¹, Балабин О.И.², Чабунин И.С.²

¹*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана;*

²*Московское высшее общевойсковое командное училище, г. Москва*

Ключевые слова: пневматическая шина, колесо, транспортное средство, нормальная жесткость, радиальная жесткость, боковая жесткость, осевая жесткость.

Аннотация. В статье рассматривается вопрос терминологии в механике колеса мобильной машины, а именно терминов при определении жесткостных характеристик пневматических шин как радиальной, так и диагональной конструкции, используемых на транспортных средствах при установке колес с различными углами в вертикальной и горизонтальной плоскостях и подвергающихся комплексному силовому нагружению.

THE QUESTION OF TERMINOLOGY IN THE MECHANICS OF THE WHEEL OF A MOBILE CAR

Balabin I.V.¹, Balabin O.I.², Chabunin I.S.²

Bauman Moscow State Technical University;

Moscow higher military command school, Moscow

Keywords: pneumatic tire, wheel, vehicle, normal stiffness, radial stiffness, lateral stiffness, axial stiffness.

Abstract. The article deals with the issue of terminology in the mechanics of the wheel of a mobile machine, namely, terms for determining the stiffness characteristics of pneumatic tires of both radial and diagonal designs used on vehicles when installing wheels with different angles in vertical and horizontal planes and subjected to complex force loading.

Важнейшими функциональными характеристиками пневматических шин, от которых напрямую или опосредованно зависят практически все основные эксплуатационные показатели транспортного средства, и считающимися одним из фундаментальных понятий механики колеса мобильной машины, являются их жесткостные свойства, а также такие параметры как радиусы колеса, включая номинальный, свободный, статический и динамический радиусы, действующие на колесо силы и моменты и их реакции и др. Поскольку коэффициенты жесткости входят во многие зависимости для определения как характеристик шин, так и эксплуатационных свойств машины, при проведении аналитических либо численных расчетов, то вопросу их терминологии должно уделяться повышенное внимание [1-7].

В настоящее время имеется обширный экспериментальный и теоретический материал, указывающий на зависимость жесткостных свойств шин от многих факторов, включая такие, как давление воздуха в шине, величины и частоты действующих на колесо силовых факторов, скорость качения колеса и пр. Воздействие на шину совокупности факторов, относящихся к внешней и внутренней механике колеса, каждый из которых подвержен изменению, вносит

серьезные коррективы в параметры колебательной системы по сравнению с тем, если характеристику жесткости пневматических шин принимать линейной.

В соответствии с ГОСТ 17697-72 «Автомобили. Качение колеса. Термины и определения» [8] упругие свойства пневматической шины оцениваются коэффициентами нормальной, боковой, крутильной и угловой жесткости, а также коэффициентами тангенциальной эластичности и сопротивления боковому уводу. При этом под коэффициентом нормальной жесткости шины понимается первая производная нормальной нагрузки колеса по нормальному прогибу шины. В соответствии с указанным ГОСТ 17697-72 нормальная нагрузка представляет собой составляющую равнодействующих всех сил, приложенных к колесу со стороны транспортной машины. Будучи перпендикулярной к опорной поверхности, нормальная нагрузка в общем случае не совпадает с центральной плоскостью вращения колеса.

Нормальным прогибом шины считается линейное смещение центра колеса относительно опорной поверхности под действием нормальной нагрузки, измеренное по нормали к опорной поверхности, которая в общем случае также не совпадает с плоскостью колеса. Поскольку векторы нормальной нагрузки и прогиба в общем случае не совпадают с плоскостью вращения колеса, имеющего какие-то углы наклона в вертикальной и горизонтальной плоскостях, то и характеристика нормальной жесткости шины носит столь же неопределённый характер. Поэтому для конкретизации и однозначности этого параметра шины имеется целесообразность ввести понятие радиальной жесткости пневматической шины, понимая под этим первую производную радиальной силы по радиальному прогибу, имея в виду в качестве прогиба линейное смещение центра колеса вдоль его радиуса. Радиальная сила в этом случае является составляющей равнодействующей всех сил, приложенных к колесу со стороны транспортной машины и совпадающей по направлению с радиусом колеса. В этом случае значение радиальной жесткости приобретает однозначность и может быть использовано как паспортная характеристика пневматической шины.

Такую же конкретизацию следует ввести в понятие и других жесткостных характеристик, ориентируя направления действия сил и вызываемых ими перемещений шины в направлениях главных осей инерции колеса. Тогда вместо неопределенного понятия боковой жесткости целесообразно ввести термин осевой жесткости, представляющей первую производную осевой силы по осевому упругому смещению колеса. Под осевой силой следует понимать составляющую равнодействующей всех сил, приложенных к колесу со стороны машины, совпадающую с направлением оси колеса, а под осевым упругим смещением – линейное смещение центра колеса под действием осевой силы за счет упругих свойств шины, измеренное в направлении оси колеса.

Для получения однозначности коэффициента угловой жесткости, определяемого в соответствии с ГОСТ 17697-72 как первая производная поворачивающего момента колеса по угловому упругому его смещению, следует оговорить, что угол наклона плоскости колеса к плоскости опорного основания является прямым углом.

Это же самое требуется и для конкретизации коэффициента сопротивления уводу шины.

Что касается коэффициента крутильной жесткости шины, определяемого как первая производная крутящего момента колеса по углу закрутки шины и тангенциальной эластичности шины, который представляет собой первую производную радиуса качения колеса без скольжения по крутящему моменту, то его определение вполне конкретно и однозначно.

Таким образом, содержащейся в [8] терминологией удобно пользоваться при исследовании параметров мобильной машины, для колеса же с пневматической шиной целесообразно ввести предлагаемую выше терминологию.

Список литературы

1. Балабин И.В. и др. Упругие и сцепные характеристики автомобильных шин. – М.: НИИНавтопром, 1979. – 62с.
2. Балабин И.В., Чабунин И.С. Колеса и шины для мобильных машин: Монография. – М.: Изд-во «Спутник +», 2019. – 948 с.
3. Балакина Е.В., Барасов А.Ш., Гавоилов А.М., Морозько А.Д., Сарбаев Д.С., Тодорев А.Н., Тюкин Н.С. Экспериментальные исследования радиальной жесткости наклоненного колеса // Вестник Иркутского государственного технического университета, 2018. – Т. 22, №8(139). – С. 173-180.
4. Балакина Е.В., Зотов Н.М., Сарбаев Д.С., Тюкин Н.Ф. Методика моделирования радиальных упругих характеристик эластичного колеса при его наклоне в поперечной вертикальной плоскости // Проблемы механики современных машин. Материалы VII Международной научной конференции. – Улан-Удэ, 2018. – С. 114-118.
5. Балакина Е.В., Сарбаев Д.С., Сергиенко И.В., Кочетков М.С., Барасов А.Ш., Гаврилов А.М. Экспериментальное исследование радиальной жесткости шины 4.10/3.50-5 // Journal of Advanced Research in Technical Science. – 2019. – № 15. – С. 77-81.
6. Ефименко А.Н. К вопросу анализа моментов, которые действуют в силовом пятне контакта шины опорной поверхностью // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – 2013. – № 3. – С. 85-89.
7. Максимов Е.А., Устиновский Е.Л. Исследование радиальной жесткости и демпфирующих свойств шины трактора при ударных нагрузках // Вестник НГИЭИ. – 2020. – №4(107). – С.16-23.
8. ГОСТ 17697-72. Автомобили. Качение колеса. Термины и определения.

Сведения об авторах:

Балабин Игорь Венедиктович – д.т.н., профессор, профессор кафедры «Колесные машины», МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва;

Балабин Олег Игоревич – к.т.н., доцент, старший преподаватель кафедры общепрофессиональных дисциплин, МВОКУ, г. Москва;

Чабунин Игорь Сергеевич – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой общепрофессиональных дисциплин, МВОКУ, г. Москва.