

УДК 629.113

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ШИН СВЕРХНИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ
НА СТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УПРАВЛЯЕМОСТИ
ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Артёмов А.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Воронежский государственный
лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»

Email artemow_94@mail.ru

Аннотация: В статье из рассмотрения явлений, происходящих в контакте высокоэластичной шины с опорным основанием, освещены вопросы кинематики и механики качения высокоэластичных шин при криволинейном движении. В статье рассмотрены особенности влияния высокоэластичных шин транспортного средства на статические характеристики управляемости. Проведен анализ критериев оценки управляемости и устойчивости при движении транспортного средства в повороте и определены наиболее значимые.

Ключевые слова: колесо, шина сверхнизкого давления, управляемость, устойчивость, характеристика шины

FEATURES OF INFLUENCE OF PARAMETERS OF TIRES OF
ULTRA-LOW PRESSURE ON STATIC CHARACTERISTICS OF
CONTROLLABILITY OF THE VEHICLE

Artemov A.V.

Federal state Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Voronezh state forestry University. G. F. Morozov»

Email artemow_94@mail.ru

Summary: In the article from a consideration of the phenomena occurring in contact elastomeric tire with its support base; the issues of kinematics and mechanics of the rolling elastomeric tire with curvilinear motion. The article deals with the features of the influence of highly elastic tires of the vehicle on the static characteristics of controllability. The analysis of criteria of an assessment of controllability and stability at movement of the vehicle in turn is carried out and the most significant are defined.

Keywords: wheel, ultra-low pressure tire, handling, stability, tire characteristics.

Известно, что при эксплуатации транспортных средств вне дорог общего пользования для ряда районов страны остро стоит вопрос сохранения воспроизводящих возможностей дернового покрытия. Одним из путей решения данной проблемы является использования в качестве движителя транспортного средства шин низкого и сверхнизкого давления [1].

Характерной особенностью эксплуатации подобных ТС является ухудшение их управляемости и курсовой устойчивости.

Согласно ГОСТ 37.001.051-86 управляемость и устойчивость – это свойство транспортного средства подчиняться траекторному и курсовому управлению, а также сохранять в заданных во времени или пути пределах направление движения и ориентацию продольной и вертикальной осей независимо от действия внешних и инерционных сил [1].

Ухудшение управляемости при эксплуатации обусловлены высокой эластичностью шин сверхнизкого давления.

В связи с этим неизбежно встает вопрос о расширении и углублении фундаментальных знаний о механике взаимодействия высокоэластичных шин с опорным основанием и дальнейшем использовании выявленных закономерностей при проектировании и разработке современных колесных машин на шинах сверхнизкого давления [2].

При исследовании параметров и характеристик криволинейного движения транспортных средств на шинах сверхнизкого давления необходимо учитывать множество факторов, при этом для упрощения моделирования возможно использование наиболее значимых факторов, а именно [1]: перераспределение вертикальных реакций на колесе при повороте ТС; перераспределение касательных реакций на колеса; увеличение сопротивления качению колеса при криволинейном движении; возникновение разворачивающего момента, действующего на ТС при повороте; появление боковых нагрузок на колесах.

Следует отметить, что все представленные факторы вызывают возникновение явления бокового увода колеса. Возможность шины противостоять боковому уводу принято описывать коэффициентами сопротивления уводу [3].

При рассмотрении явления увода шины необходимо представить увод колеса в виде суммы трех уводов:

– кинематический увод оси – увод колеса, вызванный, как правило деформацией упругих элементов подвески и изменением положения направляющего устройства подвески. Наиболее подвержены кинематическому уводу оси

транспортные средства с зависимой рессорной подвеской. У независимых подвесок это явление выражено в меньшей степени.

– кинематический увод колес – увод, вызванный наклоном плоскости вращения колеса по отношению к опорной поверхности при деформации упругих элементов подвески. Наклон плоскости вращения колеса определяется кинематикой подвески и представляет собой в первом приближении линейную функцию угла крена кузова ТС [4].

– силовой увод – увод колеса под действием боковой силы. Сопротивление шины силовому уводу во многом зависит от конструкции шины и внутреннем давлении в ней.

Каждый из рассмотренных углов увода имеет разную природу происхождения, но при этом в конечном итоге явление увода принято описывать в системе «колесо-опорное основание». Наиболее существенным при изучении параметром управляемости является именно силовой увод шины.

Трудностью оценки силового увода шины сверхнизкого давления является то, что они имеют ярко выраженную нелинейную характеристику зависимости коэффициента сопротивления боковому уводу от воздействия вертикальных и боковых нагрузок [5].

При изучении характеристик управляемости с учетом поведения шин сверхнизкого давления при повороте были выбраны следующие критерии оценки управляемости [1]: критическая скорость транспортного средства по управляемости; коэффициент запаса управляемости; чувствительность ТС к воздействию управляющего воздействия.

Критическая скорость транспортного средства по управляемости – это скорость, при которой для сохранения заданной траектории движения необходимо повернуть управляемые колеса на угол, равный удвоенному углу поворота колес при условии нейтральной поворачиваемости.

Критическая скорость транспортного средства по управляемости определяется из выражения, м/с:

$$V_{Кр.уп} = \sqrt{\frac{\sqrt{\varphi^2 - f^2}}{(tg \Theta - f)gL \cos \Theta}},$$

Для изучения параметров управляемости транспортных средств на шинах сверхнизкого давления также необходимо учитывать коэффициент недостаточной поворачиваемости, рад:

$$K_{НП} = \frac{G_1}{k_{экв1}} - \frac{G_2}{k_{экв2}},$$

где G_1, G_2 – вес, приходящийся на переднюю и заднюю оси соответственно, Н; $k_{экв1}$ и $k_{экв2}$ – эквивалентные коэффициенты сопротивления уводу осей.

Чувствительность ТС к воздействию управляющего воздействия представляет собой отношение угловой скорости поворота продольной оси корпуса ТС к углу поворота колес, c^{-1} :

$$\omega = \frac{\Theta_0}{\Theta_{рк}},$$

где $\Theta_{рк}$ – угол поворота управляемых колес; Θ_0 – угол поворота продольной оси корпуса ТС.

Запас по управляемости является безразмерной величиной, равной отношению расстояния от центра масс до центра боковых реакций к базе автомобиля, c^{-1} :

$$\omega = \frac{l_0}{L},$$

где l_0 – расстояние от центра масс до центра масс боковых реакций на колесах; L – колесная база.

Для оценки устойчивости целесообразно применять следующие факторы: критическая скорость движения по заносу; коэффициент запаса против заноса оси; коэффициент сопротивления боковой нагрузке на колесе.

ВЫВОДЫ

1 Освещены особенности влияния шин сверхнизкого давления на управляемость и устойчивость транспортных средств при их эксплуатации.

2 Исследованы и проанализированы факторы, влияющие на характеристики управляемости транспортных средств.

3 При исследовании параметров и характеристик криволинейного движения транспортных средств на шинах сверхнизкого давления необходимо учитывать множество факторов.

4 Выявлена причина ухудшения управляемости при установке на транспортное средство шин сверхнизкого давления, связанная с низкой боковой жесткостью данных шин.

5 Для проведения моделирования, направленного на оценку характеристик управляемости транспортного средства, оборудованного шинами сверх-

низкого давления необходимо проведение лабораторных исследований конкретного образца шины с целью определения боковой жесткости и коэффициента сопротивления силовому уводу шины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Гришкевич, А. И. Автомобиль. Теория. [Текст] / А. И. Гришкевич. – Мн. : Высшэйшая школа, – 1986. – 208 с.

2 Кнороз, В. И. Работа автомобильной шины [Текст] / М., Автотрансиздат, – 1960. – 229 с.

3 Зайцев, С. Д. Тягово-сцепные качества высокоэластичных шин сверхнизкого давления [Текст] / С. Д. Зайцев, С. В. Гончаренко, Л. С. Стреблеченко, В. И. Прядкин, А. Б. Костин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – № . – С. 29-31.

4 Прядкин В. И., Гурылев Г. С., Русанов А. В., Клысак Г. А. Эффективность применения широкопрофильных шин на мобильных транспортно-технологических средствах // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – 2014. – Вып. 1. – С. 298-303.

5 Goncharenko, S. V. Elastic characteristics of ultralow-pressure tyres under different loading regimes. Part 1 : vertical and lateral loads [Text] / S. V. Goncharenko, V. I Pryadkin // International Polymer Science and Technology. 2011. T. 38. № 12. – С. 24-26.