Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
Кафедра надійності, міцності, будівництва та технічного сервісу машин імені В.Я. Аніловича

КУРСОВА СІЙКІСТЬ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ ЗІ ЗДВОЄНИМИ ЗАДНІМИ КОЛЕСАМИ

Антипова А.С.
Науковий консультант: д.т.н., доцент Калінін Є.І.
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
м. Харків, Україна

Встановлення на ведучих мостах вантажних автомобілів здвоєних коліс забезпечує підвищення їх вантажопідйомності, але призводить до зниження курсової стійкості. Це викликане нерівномірністю навантаження шин здвоєних коліс.

Зчеплення пневматичної шини зі шляхом визначає тягово-швидкісні і гальмівні властивості, а також керованість і стійкість автомобілів. Дослідженню і моделювання фрикційного контакту шини з дорогою присвячено значну кількість наукових робіт Е.А. Чудакова, Я. М. Певзнера, І.А. Бережного, М. А. Петрова, В. І. Кнороза, М. А. Левіна, В. А. Абдулгазіса, М.А. Подригало, Л. В Гуревича, W. Kamm.

Коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою розглядається в роботах В.І. Кнороза, Е.А. Чудакова, І. Раймпель, А.С. Литвинова, Я. Є. Фаробіна, І.С. Туревского, А.П. Васильєва, І.І. Леоновича, С.В. Богдановича, І.В. Нестеровича, В.Ф. Бабкова, Е.В. Балакіна, В.В. Сильянова і ін.

Аналіз результатів відомих досліджень, наведених в науково-технічній і патентній літературі показав наступне:

- існуючі математичні моделі, що дозволяють оцінити величини повздовжнього і бічного коефіцієнтів зчеплення в залежності від відносного буксування коліс, з урахуванням конструктивних параметрів, технічного стану шин і впливу експлуатаційних факторів вимагають доопрацювання. Так малодослідженим залишається питання оцінки впливу нерівномірності навантаження шин здвоєних коліс нормальним навантаженням на максимальні величини повздовжнього і бічного коефіцієнтів зчеплення;

- викликає необхідність розгляду питання оцінки стійкості руху автомобілів в тяговому режимі, при різному розподілі нормального навантаження між шинами здвоєних задніх коліс.

Таким чином, в літературі недостатньо досліджено вплив нерівномірності навантаження шин здвоєних коліс нормальним навантаженням на курсову стійкість вантажних автомобілів.

Нерівномірність навантаження нормальними реакціями шин здвоєних коліс призводить до зниження їх бічного коефіцієнта зчеплення зі шляхом. Визначення бокового коефіцієнта зчеплення шин здвоєних коліс зі шляхом має важливе значення при розслідуванні причин дорожньо-транспортних пригод, а також при проведенні

заходів з забезпечення безпеки руху в процесі технічного обслуговування і ремонту вантажних автомобілів. Необхідна розробка методів визначення ковзання і бічного коефіцієнтів зчеплення безпосередньо на автомобілі, який вчинив дорожньо-транспортну пригода. Це дозволить піти від використання спрощених імовірнісних методик визначення коефіцієнтів зчеплення при розслідуванні дорожньо-транспортної події.

Таким чином, метою дослідження є підвищення безпеки дорожнього руху шляхом поліпшення стійкості вантажних автомобілів за рахунок реалізації максимального значення бокового коефіцієнта зчеплення шин задніх здвоєних коліс і підвищення якості експертизи ДТП.

Завдання дослідження передбачають:

1. Провести теоретичні дослідження контакту пневматичних шин з дорогою і визначити вплив нерівномірності навантаження шин здвоєних коліс нормальним навантаженням на величини і бічного коефіцієнтів зчеплення;

2. Провести експериментальне дослідження контакту коліс автомобіля з дорогою, з розробкою нових методів експериментального визначення максимальних значень повздовжнього і бічного коефіцієнтів зчеплення колеса з дорогою;

3. Провести теоретичне і експериментальне дослідження впливу нерівномірності навантаження шин здвоєних коліс на стійкість руху вантажного автомобіля в тяговому режимі.

Теоретичні дослідження контакту одиночного колеса з дорогою дозволили отримати наступні результати:

- зручну для моделювання та практичних розрахунків при експертизі ДТП залежність поздовжнього коефіцієнта зчеплення від відносного ковзання;

- встановлено, що максимальне значення φ_{xmax} поздовжнього коефіцієнта зчеплення залежить від коефіцієнта тертя μ матеріалу шини по поверхні шляху і від кута α, що характеризує радіальну деформацію шини;

- визначено, що при коефіцієнті тертя μ матеріалу шини по поверхні шляху більше 0,5, маємо $\varphi_{xmax} = \mu$, а при $\mu \leq 0{,}5$ зі збільшенням кута α відбувається різке зниження φ_{xmax};

- отримані залежності для визначення φ_{xmax}, φ_x і $S_{xкр}$, дозволяють будувати φ_x - S_x діаграми, які використовуються при експертизі ДТП автомобіля з протибуксовочною і антиблокувальною системами.

Доведено, що максимальне значення бічного коефіцієнта зчеплення φ_{ymax} з дорогою як нерухомих, так і ведучих здвоєних коліс реалізується тільки при рівному розподілі нормального навантаження між шинами. При виникненні відмінності реалізовані зчіпні властивості здвоєних коліс знижуються.

Запропоновано узагальнений критерій оцінки зчеплення колеса з дорогою – динамічний параметр *Д* контакту колеса з дорогою, який дозволяє в комплексі врахувати вплив максимального поздовжнього коефіцієнта зчеплення φ_{xmax}, коефіцієнта опору коченню *f*, радіальні деформації (динамічного радіуса колеса $r_д$) на граничну за зчепленням дотичну реакцію дороги.

Отримані аналітичні вирази дозволяють з використанням поправочного коефіцієнта уточнити відомий метод визначення максимального поздовжнього коефіцієнта зчеплення φ_{xmax} за величиною максимального крутного моменту, який відповідає початку пробуксовування колеса нерухомого автомобіля відносно дороги.

Розроблені методи і конструкції стендів для визначення максимальних значень поздовжнього φ_{xmax} і бічного φ_{ymax} коефіцієнтів зчеплення дозволили встановити наступне:

- використання в якості критерію оцінки зчеплення колеса з дорогою максимального динамічного параметра контакту $Д_{max}$, замість максимального поздовжнього коефіцієнта зчеплення φ_{xmax}, несуттєво впливає на точність розрахунків; максимальна відносна похибка між $Д_{max}$ і φ_{xmax} перевищує 6%, а максимальна похибка непрямого вимірювання φ_{xmax} становить 15,6% ;

- при зниженні внутрішнього тиску повітря в шинах відбувається збільшення максимального крутного моменту на колесі, що відповідає початку пробуксовування колеса, що обумовлено збільшенням коефіцієнта опору коченню за рахунок збільшення довжини зони контакту колеса з дорогою; останнім підтверджено результати теоретичних досліджень;

- визначені максимальні значення бокового коефіцієнта зчеплення φ_{ymax} одинарних і здвоєних коліс для розглянутих варіантів конструкцій шин здвоєних коліс. Найбільше значення максимального бокового коефіцієнта зчеплення φ_{ymax} реалізується при внутрішньому тиску повітря, що дорівнює 0,35 МПа і рівному розподілі нормального навантаження між шинами здвоєних коліс.

Список літератури

1. Іванов В.І., Калінін Є.І., Дейнека Є.П., Скитин А.С. Підвищення надійності системи методом селекції її елементів. *Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ*, Вип. 163, 2015, С.142-146.

2. Калінін Є.І., Романченко В.М. Оцінка міцності при дії локального навантаження на попередньо напружену безмоментну оболонку. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*, №5, 2016, С. 167-172.