

УДК 539.37

Дударенко О.В.¹, Сосик А.Ю.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, конструктор-технолог ТОВ «Kensus» (Голдап, Польща)

ДО ПИТАННЯ ПРО РАДІУС КОЧЕННЯ КОЛЕСА З ПРУЖНОЮ ШИНОЮ

Одним із найважливіших параметрів роботи ведучого колеса є його кінематичний радіус r_k . У літературі наводяться формули, що виражають значення r_k у вигляді залежності від його вихідних розмірів (вільного радіусу), осьового навантаження величини нормальної жорсткості шини і деяких інших факторів. Загальний недолік цих формул полягає в тому, що вони не враховують повною мірою навіть основні параметри колеса, що визначають величину його кінематичного радіусу. Експериментальні дослідження показують, що кінематичний радіус визначається як нормальним (осьовим) навантаженням колеса, так і величиною крутного моменту M_k , тому що останній викликає додаткову деформацію пружної шини. Також радіус кочення може бути представлений у вигляді складних функцій, одна з яких залежить від окружної деформації шини, викликаній нормальним навантаженням, а друга – від окружної деформації, викликаній прикладеним до колеса моментом.

Метою дослідження є вивчення впливу на кінематичний радіус кочення колеса з пружною шиною осьового навантаження та крутного моменту. Розглянемо вплив зазначених силових впливів і відповідних деформацій на радіус кочення. У колеса, яке рухається жорсткою недеформуємою горизонтальною дорогою у веденому режимі ($M_k = 0$), нормальне навантаження та відповідна нормальна реакція R опорної поверхні ϵ , мабуть, єдиним силовим фактором, який викликає деформацію шини, що істотно впливає на радіус кочення.

Під дією двох зазначених сил у зоні контакту довжиною, що відповідає сектору колеса з деяким кутом, наприклад, α , виникає радіальна деформація. Шина веденого колеса, що зазнає у процесі кочення лише радіальні деформації, при повороті на цей кут переміщується на відстань, що дорівнює довжині плями контакту.

Для встановлення абсолютної величини тангенціального стиснення шини потрібно знати вільний радіус шини і фактичну довжину пройденого шляху за один оберт колеса. Величину пройденого шляху можна обчислити, якщо зв'язати кут α та довжину плями контакту. Довжина плями контакту шини з дорогою пов'язана з динамічним і вільним радіусом колеса аналітичною залежністю. Величину динамічного радіусу можна виразити і через вільний радіус і величину радіальної деформації шини. Нормальний прогин шини залежить від осьового навантаження на колесо та радіальної жорсткості самої шини. Зі збільшенням нормального навантаження кінематичний радіус веденого колеса практично лінійно знижується, що добре узгоджується з результатами експериментальних досліджень. Якщо колесо ведуче і до нього підводиться крутний момент, то дія останнього викликає тангенціальну деформацію шини, тобто її закручування, внаслідок чого обід колеса здійснює поворот щодо периферії шини.

Щоб усі елементи протектора деформованої шини один раз вступили в контакт з опорною поверхнею, обід ведучого колеса повинен повернутись на кут істотно більший, ніж той, який властивий веденому колесу, що не має закручування.

З відомих формул випливає, що при підведенні до колеса крутного моменту повинно відбуватися зменшення радіуса його кочення, а при підведенні гальмівного, навпаки – його збільшення. Аналіз показує, що такий характер зміни радіусу кочення, пропонований теоретичними формулами, повністю узгоджується з результатами експериментальних досліджень радіусу кочення різних типів пневматичних шин. Причому, за відсутності буксування і проковзування шини щодо опорної поверхні взаємозв'язок радіуса кочення і крутного моменту носить практично лінійний характер. Тож не дивно, що свого часу Є. А. Чудаков, провівши експериментальні

дослідження, вибрав для апроксимації емпіричної залежності r_k від M_k саме лінійну модель.

Висновки. Під дією осьового навантаження і крутного моменту є значні зміни кінематичного радіусу колеса, які обумовлені радіальними і тангенціальними деформаціями пружної шини. При цьому ступінь чутливості шини до дії зазначених навантажень визначається показниками її основних пружних властивостей, тобто коефіцієнтами радіальної та крутильної жорсткості, які в сукупності з прикладеними навантаженнями та вільним радіусом формують величину кінематичного радіусу колеса. Отримані теоретичним шляхом формули повною мірою відповідають результатам експериментальних досліджень і підтверджують, що в діапазоні помірних значень осьового навантаження і крутного моменту має місце майже лінійний взаємозв'язок кінематичного радіусу колеса з цими параметрами його силового навантаження.