

Васильєв Євген Анатолійович, к.т.н., доцент, доцент кафедри будівельних машин і обладнання Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка

ВИВЧЕННЯ ЗЧІПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШИН ІЗ ЛЬДОМ

Однією з головних проблем експлуатації автомобілів є забезпечення безпеки дорожнього руху, особливо в зимову пору року. В [9] відзначено, що зчіпні якості дорожнього покриття в значній мірі визначають довжину гальмівного шляху автомобіля, значно впливають на його стійкість і керованість, тому є найважливішим параметром, що впливає на безпеку руху. Як показують численні дослідження [4, 5, 6 і ін.], через зниження зчеплення ступінь ризику потрапити в ДТП на покритому снігом або льодом дорожньому покритті відповідно в 1,5 і 4,5 разів вище, чим на чистому сухому покритті [9].

Відповідно до « Посібника з боротьби із зимовою слизькістю на автомобільних дорогах» [8] усі види сніжно-крижаних відкладень, що утворюються на дорожньому покритті, за зовнішніми ознаками підрозділяють на пухкий сніг, сніжний накат, склоподібний лід.

Можна виділити наступні шляхи збільшення зчеплення шин автомобілів зі зледенілим покриттям дороги:

- з боку дороги – боротьба із зимовою слизькістю;
- з боку автомобіля – підвищення зчіпних властивостей шин і використання систем активної безпеки.

При зимовому утриманні автомобільних доріг крім збирання снігу застосовують хімічний, комбінований, фрикційний і фізико-хімічний способи боротьби із зимовою слизькістю [8]. Мета зимового утримання доріг полягає в тому, щоб знизити кількість ДТП за рахунок видалення снігу й льоду з дорожнього покриття й тим самим поліпшення умов зчеплення шин коліс автомобіля з дорожнім покриттям.

Використання шипованих шин дозволяє суттєво (до 1,5-2 рази) підвищити коефіцієнт зчеплення при русі автомобіля по суцільному льоду або

сніжному накаті. На чистих сухих асфальто- і цементобетонних покриттях шиповані шини рівні або уступають нешипованим [3, 11] через зменшення площі контакту, викликаного виступом шипу. При русі по дорозі з ділянками сухого й зледенілого покриття можливі різкі зміни коефіцієнта зчеплення шипованої шини з поверхнею дороги, що призводить до збільшення гальмівного шляху, погіршенню керованості автомобіля й виникненню аварійних ситуацій. Також відома проблема негативного впливу шипованих шин на поверхню дороги внаслідок інтенсивного викрашування шипами часток дорожнього покриття, що приводить до його швидкого зношування й росту запиленості навколоторожнього простору. Тому застосування шипів в більшості країн було або обмежене або повністю заборонене [2].

Застосування систем активної безпеки дозволяє в різних критичних ситуаціях скоротити гальмівний шлях, зберегти курсову стійкість і керованість автомобіля [6, 10].

При розробці опису використовуються експериментальні характеристики зчеплення шин з льодом, отримані в діапазонах зміни факторів варіювання. Порядок розробки включає викладені нижче пункти:

1) Побудова типової характеристики.

Виконаний аналіз представлених у літературі й отриманих у результаті пошукового експерименту характеристик шин показав, що в досліджуваній області зміни факторів, що впливають, утворюються характеристики однієї форми.

Характеристики стають подібними один одному, якщо використовувати нормовані характеристики виду: $\xi_y(\delta) = f(\delta) / \varphi_{y \max}$ та $\xi_x(S_x) = f(S_x) / \varphi_{x \max}$.

Нормовані характеристики представимо залежностями нормованого коефіцієнта ξ бічної або поздовжньої сили від кута відведення або поздовжнього прослизання, де коефіцієнт ξ змінюється в діапазоні від 0 до 1. При зміні факторів, що впливають, $\xi_y(\delta)$ і $\xi_x(S_x)$ кількісно змінюються. Назвемо типовими характеристиками залежності $\bar{\xi}_y(\delta)$ й $\bar{\xi}_x(S_x)$, що

відображають із найменшою похибкою всі експериментальні нормовані характеристики $\xi_y(\delta)$ і $\xi_x(S_x)$, отримані в досліджуваному просторі факторів, де δ , S_x – кут відведення або поздовжнє прослизання для зчіпної характеристики.

2) Розрахунки коефіцієнтів функції типової характеристики.

Звичайно формула типової характеристики шин є нелінійною. При такій формулі звичайно не існує аналітичних формул для розрахунків наявних у ній коефіцієнтів, і застосовуються чисельні методи. Для розрахунків коефіцієнтів будемо використовувати метод покоординатного спуска.

Значення коефіцієнтів обчислюємо за результатами обробки експериментальних даних, далі вважаємо їх постійними. Назвемо умовно коефіцієнти функції типової характеристики «постійними» коефіцієнтами.

Для побудови типової характеристики $\xi\psi(\delta_T)$ використовуємо нормовані характеристики шести шин різних моделей, отримані при пошуковому експерименті. Випробовувалися зимові шини розмірами 185/70 R14, 195/65 R15 і всесезонні шини розміром 185/70 R16. Ураховувався вплив факторів: нормального навантаження P_z , тиску повітря у шині p_b , поступальної швидкості колеса V_k , температури льоду t_l , товщини льоду h_l і швидкості повороту колеса $\dot{\delta}$.

На рис. 1 представлено тридцять експериментальних нормованих характеристик бічного відведення:

Стовщена крива відповідає середнім арифметичним значенням усіх характеристик. Функція, що апроксимує цю криву, і є типовою характеристикою бічного відведення. Особливістю характеристики є істотне зниження зчеплення після досягнення критичного кута відведення.

Типова характеристика з найменшою погрішністю виражається формулою:

$$\bar{\xi}_y(\delta_T) = D \sin \left[C \arctan \left\{ (1 - E) \delta_T + (E / B) \arctan (B \delta_T) \right\} \right], \quad (1)$$

де B, C, D, E – «постійні» коефіцієнти.

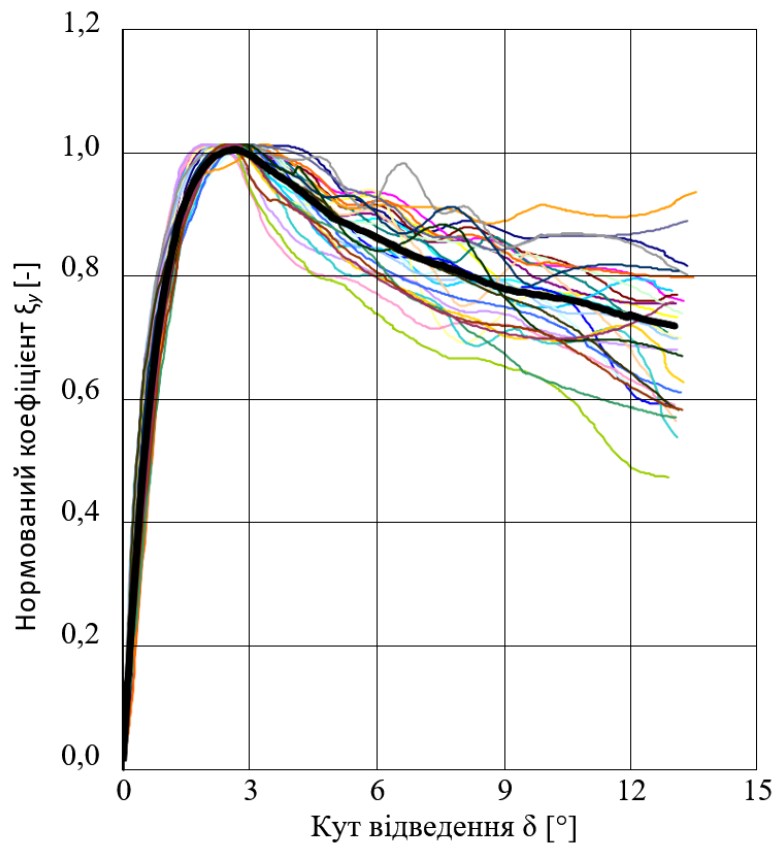


Рисунок 1 – Усереднення нормованих характеристик бічного відведення

Запропонований математичний опис процесу взаємодії автомобільних шин з опорною поверхнею, покритої льодом дозволяє розраховувати характеристики бічного відведення шин з урахуванням зміни їх зчіпних властивостей.

Список використаних джерел

1. Bakker E. Tire Modelling for Use in Vehicle Dynamics Studies / E. Bakker, L. Nyborg, H. B. Pacejka ; SAE Paper 870421, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA, February 1987.
2. Creswell, Jay S. Studded tires and highway safety: feasibility of determining indirect benefits / J. S. Creswell, D. F. Dunlap, and J. A. Green. Transportation Research Board, National Research Council. – Washington, 1977.

3. Scheibe, Robert R. An overview of studded and studless tire traction and safety / Robert R. Scheibe. Washington State Transportation Center. – Seattle, 2002.
4. Балабин И. В. Комплексная оценка влияния основных силовых параметров на характеристику увода шин легковых автомобилей / И. В. Балабин, В. Н. Задворнов, А. В. Кнороз // Автомобильная промышленность. – 1984. - № 4. – С. 18-19.
5. Балакин В.Д. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: Учебное пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2005. – 136 с.
6. Иванов, В.Н. Все об активной и пассивной безопасности автомобиля / В.Н. Иванов.– М.: Астрель, 2005. – 176 с.
7. Малюгин П. Н. Исследование предельных возможностей антиблокировочной системы по улучшению процесса экстренного торможения автомобиля на повороте / П. Н. Малюгин // Исследование торможения автомобиля и работы пневматических шин : межвуз. сб. – Омск : ОмПИ, 1983. – С. 22-37.
8. ОДМ. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах. Утв. 16.06.2003 г. распор. Минтранса РФ № ОС-548-р. – М.: Информав-тодор, 2003. – 72 с.
9. Рунэ Эльвик Справочник по безопасности дорожного движения / Рунэ Эльвик, Аннэ Боргер Мюсен, Трулс Ваа; под ред. В. В. Сильянова: пер. с норв. – М.: МАДИ (ГТУ), 2001. – 754 с.
10. Рябчинский, А.И. Регламентация активной и пассивной безопасности автотранспортных средств / А.И. Рябчинский, Б.В. Кусиленко, Т.Э. Морозова. - М.: Академия, 2006. – 432 с.
11. Шины с шипами. За и против. Производство и эксплуатация / Коллектив авторов: Михайлов Ю.Б. и др. – СПб.: БСК, 1998. – 202 с.