

Фролов А. А., науковий співробітник Харківського НДІСЕ,
e-mail: andrey5120@mail.ru

Шабратко О. С., науковий співробітник Харківського НДІСЕ
Кошкарів А. Д., науковий співробітник Харківського НДІСЕ

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ЗЧЕПЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО КОЛЕСА З ДОРОЖНІМ ПОКРИТТЯМ

Особливості проблем дорожнього руху обумовлені перш за все наявністю системи: водій – автомобіль – дорога – середовище (ВАДС). Послідовність елементів має певну суть. Першим елементом є водій, оскільки дорожній рух розглядається з точки зору водія, відповідно автомобіль – транспортний засіб, яким водій керує, рухаючись по дорозі. Основним параметром для визначення взаємодії водія з дорогою через транспортний засіб, яким він керує, є коефіцієнт зчеплення коліс транспортного засобу з дорожнім покриттям. З точки зору судової автотехнічної експертизи, коефіцієнт зчеплення коліс транспортного засобу з дорожнім покриттям, залежно від типу та стану дорожнього покриття (сухе, мокре, ожеледиця тощо) являється одним з основних вихідних даних (параметрів), при визначенні якого можна встановити сповільнення транспортного засобу перед дорожньо-транспортною пригодою, відповідно до табличних значень параметрів гальмування транспортних засобів [3], що, в свою чергу, дає можливість розрахувати зупинний шлях транспортного засобу, розрахувати відстань, на якій знаходився транспортний засіб у момент виникнення небезпеки (віддалення), розрахувати швидкість руху транспортного засобу перед гальмуванням (визначення швидкості руху за слідами гальмування) тощо [1–3].

Одним з основних параметрів при визначенні сповільнення транспортного засобу на тій чи іншій поверхні проїзної частини, є коефіцієнт зчеплення автомобільного колеса з дорожнім покриттям. Сповільнення транспортного засобу на пряму залежить від коефіцієнта зчеплення, тобто чим більший коефіцієнт зчеплення коліс транспортного засобу з дорожнім покриттям, тим більше сповільнення транспортного засобу [3]. У цих тезах буде розглянута теоретична взаємодія автомобільного колеса з дорожнім покриттям та деякі методи вимірювання зчеплення автомобільного колеса з дорожнім покриттям. Безпечність руху автомобільного транспорту потребує всебічного підвищення надійності зчеплення шин з дорожнім покриттям. Шина здійснює зв'язок транспортного засобу з дорогою, сприймає його вагу, гальмові зусилля і динамічні удари, які виникають внаслідок нерівностей поверхні дороги. Знаходячись в русі, транспортний засіб піддається впливу ряду сил, переважно в трьох взаємно перпендикулярних напрямках: в нормальному, тангенціальному і боковому. Всі ці сили і моменти сприймаються шиною, яка, деформуючись, передає їх на дорогу [4]. Деформації шини, які виникають під впливом зовнішніх сил, діючих на транспортний засіб, в загальному вигляді можна розділити на радіальну (нормальну), окружну (тангенціальну) і бокову [5–6]. Треба зауважити, що вказані деформації в чистому вигляді майже не трапляються. Практично всі вони знаходяться в тісному зв'язку і при роботі навантаженої шини проявляються одночасно, в результаті чого в

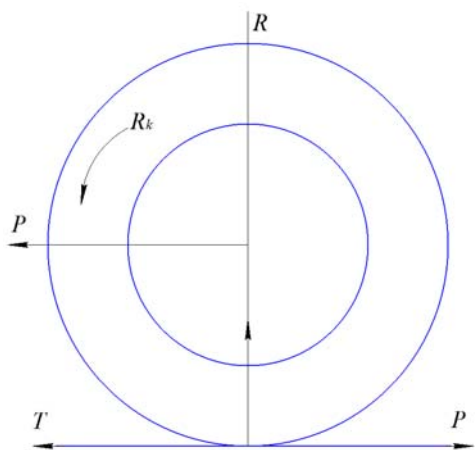


Рисунок 4. Реакції дороги на колесо

контакті шини з дорожнім покриттям виникають відповідні реакції, які діють в напрямках, протилежних силам, які впливають на транспортний засіб.

Залежно від напрямку дії зовнішнього навантаження на ведуче колесо реакції дороги можна уявити у вигляді трьох складових (див. рис. 1):

- нормальної R , діючої перпендикулярно до площини дороги;
- тангенціальної T , діючої в площині колеса і дороги, яка направлена в сторону руху автомобіля;
- бокова, в площині дороги і діюча в напрямку перпендикулярному площині колеса.

Тангенціальна реакція T направлена в сторону руху транспортного засобу та характеризує собою вплив дороги на ведучі колеса транспортного засобу, а виникаюча в

результаті цього реактивна сила забезпечує можливість кочення колеса по покриттю без буксування.

Колесо транспортного засобу може здійснювати одне з таких видів руху: кочення без ковзання, кочення з ковзанням, ковзання без кочення (блокування коліс) і обертання без ковзання (буксування). Під проковзуванням розуміється такий рух, при якому окружна швидкість обертання колеса менше поступального переміщення його центру, виникненню проковзування колеса сприяє гальмова сила і недостатнє зчеплення його з дорожнім покриттям. Ковзати або котитися з ковзанням (проковзувати) колесо може або в площині свого обертання (поздовжнє ковзання) або в поперечному напрямку (поперечне ковзання).

Під буксуванням розуміється таке явище, при якому окружна швидкість колеса більша за швидкість поступального переміщення його центру. Буксуванню сприяє наявність тягової сили, яка перевищує силу зчеплення колеса з опорною поверхнею. При так званому «чистому» буксуванні колесо обертається, не здійснюючи поступального руху.

Відповідно до використовуваних методів оцінки дорожніх покриттів із зчеплення розрізняють три види коефіцієнта зчеплення:

- коефіцієнт зчеплення при русі колеса в площині кочення за відсутності ковзання і буксування – коефіцієнт зчеплення спокою або «просто» коефіцієнт зчеплення;
- коефіцієнт зчеплення при русі колеса в площині його кочення за умови поздовжнього ковзання або буксування колеса – коефіцієнт поздовжнього зчеплення;
- коефіцієнт зчеплення при русі колеса (коченні з ковзанням або ковзанні) під деяким кутом до площини його обертання – коефіцієнт поперечного зчеплення.

Різниця в численних значеннях вказаних коефіцієнтів невелика, тому часто коефіцієнт поздовжнього зчеплення йменують просто коефіцієнтом зчеплення.

Дослідження зчепних властивостей дорожніх покриттів проводиться в багатьох державах вже багато десятиків років. Це пояснюється, в першу чергу, різноманітністю факторів і умов, які впливають на зчеплення колеса з дорожнім покриттям. Складність дослідження залежності коефіцієнта зчеплення від різноманітних факторів і умов за наявності технічних можливостей призвели до того, що для дослідження і вимірювання зчеплення приймаються різноманітні методи і прилади, які відрізняються між собою, як за принципом дії, так і конструктивно, при цьому даючи різні результати дослідження.

Дослідження показали, що навіть в тому випадку, коли застосовуються прилади одного й того ж типу, складно отримати порівняльні результати, не кажучи вже про різноманітні прилади для проведення таких вимірювань. Різниця в результатах вимірювань може полягати у типі застосовуваних шин, твердості і складової частини шини, величини внутрішнього тиску повітря в шині, навантаженні на колесо, а також погодними умовами, тобто станом дорожнього покриття.

Для того, щоб отримати за допомогою певного методу точні результати, необхідно щоб всі вимірювання проводились в однакових умовах при збереженні постійності всіх факторів, які можуть впливати на кінцевий результат. Методи дослідження і вимірювання зчепних властивостей дорожніх покриттів визначаються характером руху автомобільного колеса по дорожньому покриттю і режимом гальмування. Зчепні властивості дорожнього покриття або опір покриття ковзанню автомобільного колеса оцінюється величиною коефіцієнта зчеплення, який визначається, як відношення максимально допустимого, без буксування, окружного тягового (або гальмового) зусилля на ободі ведучого колеса, до навантаження яке передається колесом. Вимірювання коефіцієнта зчеплення можуть проводитися на спеціальних стендах, методом гальмування автомобіля з вимірюванням довжини гальмівного шляху або величини сповільнення при гальмуванні автомобіля та методом динамометрування.

Вимірювання коефіцієнта зчеплення на стендах і спеціальних установках застосовуються в більшості науково-дослідних установ для вивчення впливу на зчеплення різноманітних факторів, пов'язаних як з дорожнім покриттям, так і безпосередньо з шиною. Головним не достатком цього методу, є невідповідність лабораторних умов реальним дорожнім умовам. Даний метод дозволяє встановити зміни коефіцієнта зчеплення залежно від тих чи інших параметрів або умов, але не достатній для вивчення характеру взаємодії автомобільного колеса з дорожнім покриттям в експлуатаційних умовах.

Визначення коефіцієнта зчеплення методом гальмування автомобіля з вимірюванням шляху гальмування. Відомо, що шлях гальмування, це відстань з моменту впливу на педаль гальмування автомобіля до моменту повної зупинки автомобіля. При визначенні коефіцієнта

зчеплення цим методом передбачається, що кінетична енергія автомобіля, який рухається в процесі гальмування, повністю поглинається тертям шини о дорожнє покриття, в той час як в дійсності значна частина енергії поглинається всіма видами внутрішнього тертя, існуючого в автомобілі, та вчасності шиною і гальмами. На колеса автомобіля діють сили, рівні зчепній вазі, який приходить на кожне колесо, в результаті чого всі колеса можуть бути повністю заблоковані одночасно.

Метод визначення коефіцієнта зчеплення за величиною негативного прискорення (сповільнення) при гальмуванні автомобіля. Величина сповільнення встановлюється спеціальними приборами деселерометрами, які розташовуються на автомобілі, колеса якого блокуються у визначений момент. Дійсне значення коефіцієнта зчеплення за величиною сповільнення при гальмуванні автомобіля може бути визначено тільки за умови, що всі колеса автомобіля гальмують одночасно, силою відповідної оптимальному розподілу гальмових сил. Гальмові сили, в свою чергу, залежать від величини нормальних реакцій на колесах, мінливих при перерозподілі навантаження між осями автомобіля в процесі гальмування. На практиці, при гальмуванні автомобіля не вдається виконати ці умови, що призводить до недовикористання автомобілем гальмових можливостей. У зв'язку з чим, при визначенні коефіцієнта зчеплення за даними гальмовими дослідженнями, одержуваний результат є приблизним, ступінь наближення його до істинного значення залежить від конструктивних властивостей самого автомобіля та режиму його гальмування.

Визначення коефіцієнту зчеплення методом повного та короткочасного ковзання (блокування) колеса дає більш точні результати. При такому способі гальмування, коли шина ковзає по покриттю з постійною швидкістю при постійному навантаженні, корд сильно розтягнутий, шина по окружності не деформується і поглинає мінімальну кількість енергії. При цьому значно зменшується робота внутрішнього тертя і витрачається в основному тільки робота на стирання шини, котра, розігріваючись, швидко зношується в зоні контакту. У таких умовах при мінімальній нерівності і шорсткості поверхні покриття сила зчеплення розрахована за силою тяги, може розглядатися як рівнодіюча сил тертя, виникаючих в площині контакту автомобільної шини з дорожнім покриттям.

Враховуючи світову практику, треба зауважити, що всі типи існуючих дорожніх покриттів у сухому стані незалежно від терміну їх дії, забезпечують достатнє зчеплення з колесом автомобіля і перевищують безпечну норму коефіцієнта зчеплення (0,4) в 1,5–2 рази. У мокрому стані найбільш високим і стійким коефіцієнтом зчеплення (0,5) є асфальтобетонні покриття. Коефіцієнт зчеплення на асфальтобетонних покриттях в більшому ступені залежить від терміну їх дії і інтенсивності руху та коливається від 0,6 до 0,2. Високий коефіцієнт зчеплення спостерігається на асфальтобетонних покриттях з підвищеним вмісту щебеню і з поверхневою обробкою щебеню крупністю 10–15 та 28–35 мм, проте остання суттєво збільшує зношення шини.

Список використаних джерел:

1. Методические рекомендации по производству автотехнической экспертизы / Укл. Н. М. Кристи. М. : ЦНИИСЭ, 1971.
2. Судебная автотехническая экспертиза. Ч. 2 / Под ред. В. А. Иларионова. М. : ВНИИСЭ, 1980.
3. Использование в экспертной практике экспериментально-расчетных значений параметров торможения автотранспортных средств. М., 1986.
4. Иларионов В. А., Морин М. М., Шейнин А. М. Теория автомобиля. Москва : Научно-техническое издательство Министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР, 1960. 192 с.
5. Крагельский И. В., Виноградова И. Э. Коэффициенты трения. Справочное пособие. Изд. второе, перераб. и доп. Москва : Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1962. 220 с.
6. Кнороз В. И., Кленников Е. В. Работа автомобильной шины / Под ред. В. И. Кнороза. М. : Транспорт, 1976. 238 с.
7. Левин М. А., Фуфаев Н. А. Теория качения деформируемого колеса. М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. 272 с.