

Арефін<sup>1</sup> Ю.В., Ларін<sup>2</sup> О.М., д.т.н., Ларін<sup>3</sup> О.О., к.т.н., Субочев<sup>4</sup> О.І., к.т.н.

1 – Донецький індустріальний технікум, м. Донецьк

2 – Національний університет цивільного захисту України, м. Харків

3 – Національний технічний університет «ХПІ», м. Харків

4 – Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «ДонНТУ», м. Горлівка

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ДОРОЖНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВНУТРІШНЬОГО ТИСКУ В ПНЕВМАТИЧНИХ ШИНАХ НА ВИБІГ АВТОМОБІЛЯ

*Представлено результати дорожніх випробувань пневматичних шин з дослідження впливу їх експлуатаційних характеристик на вибіг автомобіля. Наведено порівняльний аналіз впливу внутрішнього тиску в пневматичних шинах на вибіг автомобіля. Проаналізовано механізм формування отриманих залежностей. Визначено вплив деформації шини на формування опору кочення в пневматичних шинах, а також на утворення динамічного радіуса колеса легкового автомобіля. Запропоновано схему проведення діагностування технічного стану пневматичних шин за результатами вибігу автомобіля.*

### **Вступ**

Пневматичні шини істотно впливають на основні експлуатаційні характеристики автомобіля. До яких прийнято відносити тягові й гальмівні властивості, керованість і стійкість, плавність ходу, шум і паливну економічність. При дослідженні впливу властивостей і параметрів пневматичних шин на характеристики автомобіля використовують експериментальні та теоретичні методи аналізу динамічної системи «дорога-шина-автомобіль». Повноцінне моделювання такої системи вкрай затруднене в результаті дуже великого числа чинників, що визначають роботу автомобіля й різноманітність режимів його руху [1–4].

У зв'язку з цим достовірні результати в експериментальних дослідженнях (дорожніх випробуваннях) отримують під час порівняльних випробувань, тобто при проведенні ряду дорожніх випробувань на одному й тому ж автомобілі, по одній і тій же дорозі та в однакових умовах довкілля, але з різними пневматичними шинами або з їх різними експлуатаційними параметрами [2].

На більшість відмічених раніше характеристик впливають параметри нестационарного кочення шин й особливості їх деформації при повороті. Разом із тим закономірності деформації шини при прямолінійному стаціонарному русі є також важливим чинником, бо дозволяють виявити особливості впливу параметрів шин на паливну економічність автомобіля. Оскільки дозволяють визначити закономірності формування опору коченню пневматичних шин.

Паливна економічність – це сукупність властивостей автомобіля, що визначають витрату палива в різних режимах руху. Основним оцінним показником паливної економічності автомобіля є витрата палива на одиницю дороги [1]. У загальному випадку витрата палива значно залежить від властивостей дороги, особливостей експлуатації автомобіля та його технічних характеристик. Загальний внесок шин в паливний баланс сучасного легкового автомобіля складає близько 20 %. Аналіз впливу шин і їх параметрів на витрату палива автомобіля проводять при порівняльному аналізі їх опорів коченню.

Найбільш достовірні результати можуть бути отримані при найбільш простих режимах руху автомобіля, при яких найбільша частина потужності витрачається на кочення шин. Найбільш відповідним таким режимом руху є вибіг автомобіля. Це режим прямолінійного руху по горизонтальній дорозі з вимкненим двигуном із заданої початкової швидкості до повної зупинки.

### **Експериментальні дослідження вибігу автомобіля**

Як експериментальні дослідження виконувалися дорожні випробування пневматичних шин. Дорожні випробування були виконані з врахуванням вимог ГОСТ 4754 «Шини пневматичні для легкових автомобілів, причепів до них, легких вантажних автомобілів і автобусів особливо малої місткості. Технічні умови»; ГОСТи 20306, 22576, 22895 і 27436, ОСТи 37.001.067 і 37.001.471, Правила № № 13, 51 і 84 ЕЕК ООН; ГОСТ 22576-90 «Автотранспортні засоби. Швидкісні властивості. Методи випробувань».

Випробувальна ділянка дороги відповідає вимогам СНіП 2.05.02 «Автомобільні дороги», ГОСТи 20306, 22576 і 27436, ОСТи 37.001.067 і 37.001.471. Покриття дороги тверде рівне і чисте. Дорога пряма. Видимість не менше 1000 м (рисунок 1).

Всі випробування шин проводилися на автомобілі АВТОЗА3 «SENS», який має пробіг більше 5000 км. Агрегати автотранспортного засобу, які визначають його залікові показники, відповідали рекомендаціям заводу-виробника. Перед випробуваннями тепловий режим вузлів і агрегатів автомобіля приводився до нормального постійного режиму (пробігом не менше 50 км при швидкості руху не нижче 2/3 від максимальної) і контролювався тиск повітря в шинах.



Рисунок 1 – Дорожні випробування

а) загальний вид дороги; б) автомобіль на якому проводились дослідження

Вибіг визначався відповідно до ГОСТ 22578 через вимір відстані, яку проїхав автомобіль на нейтральній передачі з вимкненою подачею палива до повної зупинки із початкової швидкості 50 км/год.

Випробування проводилися на нових шинах, відповідно до ТУУ 25.1-25521987-080, які пройшли заздалегідь обкатку 2000 км при швидкості руху не більше 90 % від максимальної швидкості. Вимірювальні заїзди проводилися в протилежних напрямках і не менше 5 разів в кожную сторону. По всім замірам було проведено статистичну обробку даних: визначено математичне сподівання та довірчий інтервал значень, що з ймовірністю 99,7 % покриває можливий розкид реалізацій від середнього значення.

Була проведена серія заїздів на одних і тих же шинах, але з різним значенням внутрішнього тиску в них (1 атм., 1,5 атм., 2 атм. і 2,5 атм.). Результати цих випробувань і їх статистична обробка представлені графічно на рисунку 2. Із наведених даних можна бачити, що залежність шляху вибігу має експоненціальний характер в залежності від часу, в той час як швидкість вибігу із часом зменшується майже лінійно. Статистична обробка також вказує на наявність істотної похибки у визначенні швидкості руху на останній стадії руху (в зоні з малими швидкостями).

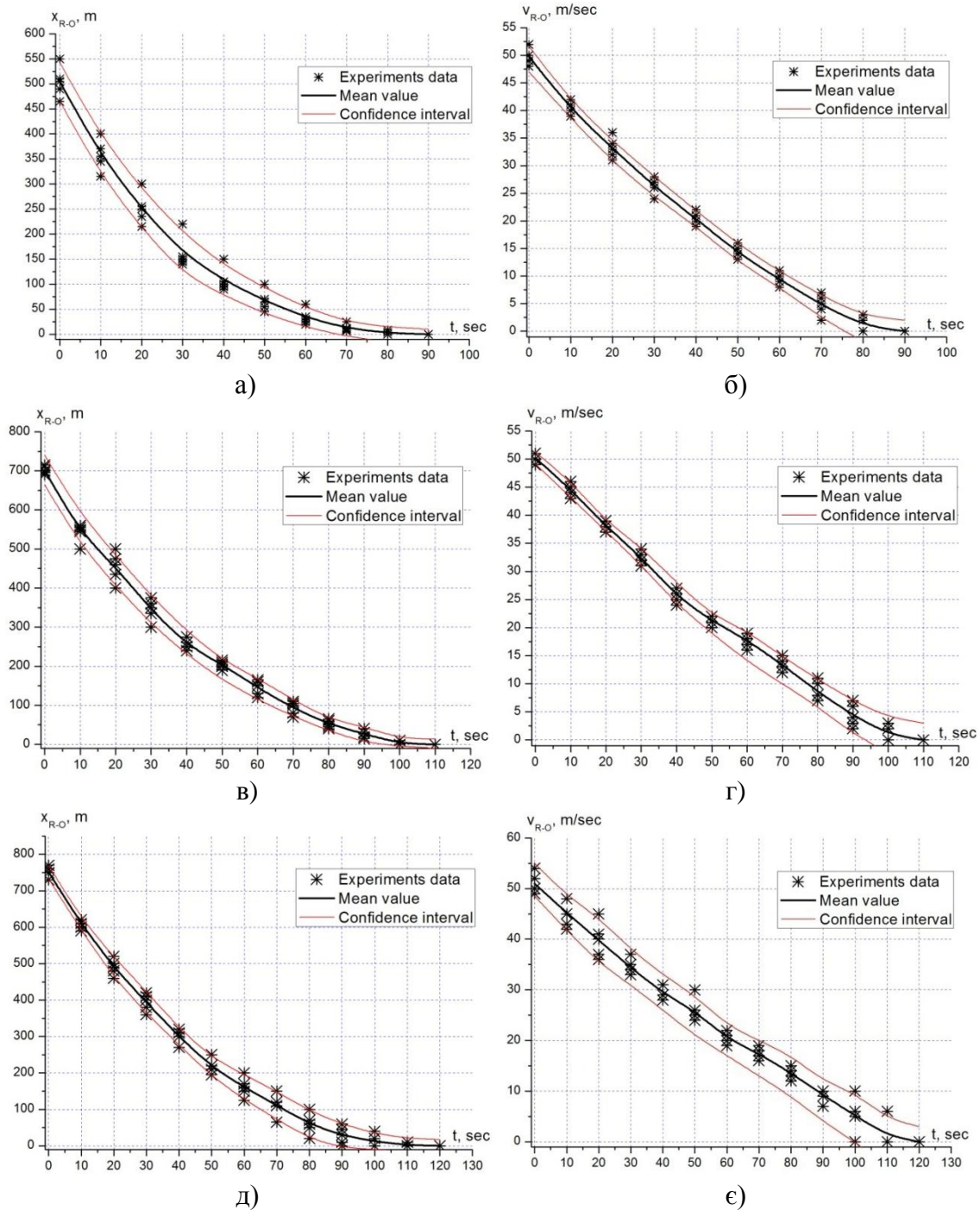


Рисунок 2 – Результати дорожніх випробувань пневматичних шин БЦ-43 175/70R13 на вибіг автомобіля (а, в, д – вибіг, б, г, е – швидкість руху автомобіля з внутрішнім тиском в шинах відповідно 1, 1,5 та 2 атм.)

На рисунку 3 зведено всі результати по дорожніх випробуваннях на вибіг автомобіля. Аналіз результатів показує строгую прямо пропорційну залежність між вибіганням автомобіля й тиском у шинах: тобто чим вище в шинах тиск, тим менше момент опору коченню. Очевидно, вплив робить не тиск сам по собі, а збільшення жорсткості шини із зростанням тиску та зменшення радіальних переміщень, які виконують функцію створення додаткових інерційних сил і, як наслідок, формують момент опору коченню.

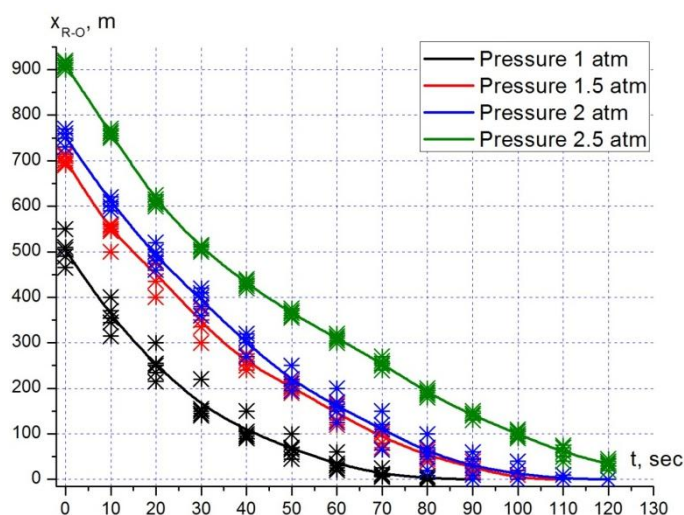


Рисунок 3 – Результати дорожніх випробувань пневматических шин БЦ-43 175/70R13 на вибіг автомобіля із різним значенням внутрішнього тиску у шинах

Таким чином, зміна жорсткості шини (що було фізично змодельована в даній роботі шляхом варіації внутрішнього тиску) здатна істотно впливати на вибіг автомобіля та його паливну економічність. Зміна тиску у шинах у  $0,5 \text{ атм}$  призводить до 30 % зміни у вибігу автомобіля. Слід зазначити, що еквівалентна зміна жорсткості в пневматических шинах може бути реалізована і без зміни тиску. Так, деградація властивостей гумоподібних матеріалів шини за три роки нормальної експлуатації призводить до збільшення жорсткості матеріалу понад 2-х разів, разом із тим до зменшення його характеристик міцності втричі. Тобто, застаріла (деградована) шина, що є не надійною в експлуатації з одного боку, має призводити до меншого опору кочення й збільшення вибігу з іншого боку. Слід зазначити також існування фізичних механізмів щодо зменшення жорсткості шини: наприклад, накопичення мікро та макро дефектів втоми. Отже, аналіз вибігу автомобіля, що є в технічно справному стані, може виступати інформативним інструментарієм до технічної діагностики стану пневматических шин в експлуатації.

### Висновки

У роботі розглянуто результати серії дорожніх випробувань пневматических шин з оцінки впливу їх експлуатаційних характеристик на вибіг автомобіля. Проведено порівняльний аналіз вибігу автомобіля із шинами, що мають різний внутрішній тиск. Визначено, що із збільшенням величини тиску збільшується вибіг автомобіля внаслідок збільшення жорсткості шин, а отже зменшення їх опору коченню. Встановлено, що зміна тиску у шинах у  $0,5 \text{ атм}$  призводить до 30 % зміни у вибігу автомобіля.

### Список літератури:

1. Бухин Б.Л. Введение в механику пневматических шин / Б.Л. Бухин. – М.: Химия, 1988. – 224 с.
2. Ларин А.Н. Колесные узлы современных автомобилей / А.Н. Ларин, Е.Е. Черток, А.Н. Юрченко. – Х.: С.А.М., 2004. – 260 с.
3. Кнороз В.И. Работа автомобильной шины / В.И. Кнороз. – М.: Транспорт, 1978. – 238 с.
4. Волков В.П. Сопротивление движению легкового автомобиля при выбеге / Э.Х. Рабинович, В.П. Волков, Е.А. Белогуров и др. // Автомобильный транспорт. – 2010. – № 26. – С. 53–58

Рецензент: к.т.н., доц. Н.А. Мастепан, АДІ ДВНЗ «ДонНТУ».

Стаття надійшла до редакції 12.12.11

© Арефін Ю.В., Ларін О.М., Ларін О.О., Субочев О.І., 2011