

УДК 629.113.075.001

О.Л. Добровольський, асист.
Вінницький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ШИНИ НА ВИБІГ АВТОМОБІЛЯ

(Представлено д.т.н., проф. Ребедайлом В.М.)

Проведено експериментальні дослідження для визначення вибігу легкового автомобіля з різними шинами з метою визначення впливу експлуатаційних та конструктивних параметрів на його вибіг.

Вступ. У даний час рівень технології виробництва автомобільних шин дуже високий і постійно розвивається. Швидкий розвиток автомобільної та шинної промисловості ставить перед автомобілістом складну проблему вибору. Він має здійснити аналіз великої кількості фірм, що пропонують автомобільні шини. Всі вони обіцяють покращені експлуатаційні властивості. Однак найчастіше ці обіцянки безпідставні.

У сучасних транспортних засобах весь процес руху контролюють електронні системи, але вплив якості шин на безпеку, економічність автомобіля вони в основному не враховують.

Тому в даній роботі розглянемо вплив конструктивних та експлуатаційних властивостей шин на вибіг автомобіля. Цей критерій, так, як і витрата палива, є одним з головних при визначенні технічного стану автомобіля.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що вибіг в основному залежить від опору повітря та опору кочення автомобільного колеса, останній з яких залежить від режиму, в якому воно працює (ведене або ведуче), і є наслідком таких чинників: деформації шини, деформації поверхні, по якій котиться колесо, тертя в підшипниках та кутів установки керованих коліс [1].

Опір коченню, який характеризується коефіцієнтом опору кочення, залежить від багатьох конструктивних та експлуатаційних факторів: конструкції шини, тиску повітря в ній, температури, навантаження, кутів установки керованих коліс, швидкості руху автомобіля, стану дорожньої поверхні та ін.

Найбільшою мірою опір коченню залежить від таких конструктивних параметрів шин, як кількість шарів і розташування ниток корду, товщина і стан протектора. Зменшення кількості шарів корду, товщини протектора, застосування синтетичних матеріалів (і скловолокна) з малими втратами гістерезисних сприяють зниженню опору коченню. Зі збільшенням розміру шини (діаметра) за інших рівних умов опір коченню також знижується [2].

Великий вплив на величину опору коченню мають експлуатаційні фактори. Так з підвищенням тиску повітря в шині та її температури опір коченню зменшується. Найменший опір коченню має місце при навантаженні, близькому до номінального. Зі збільшенням ступеня зношеності шини він зменшується.

Неабиякий вплив на величину опору руху мають кути встановлення керованих коліс. Оскільки кути установки керованих коліс є узагальнюючим параметром технічного стану підвіски автомобіля, то їх порушення призводить до погіршення стійкості руху, збільшення опору кочення, що, в свою чергу, спричиняє зменшення вибігу автомобіля та підвищення витрати палива.

На дорогах з твердим покриттям опір коченню багато в чому залежить від розмірів і характеру нерівностей дороги, що обумовлюють підвищене деформування шин і підвіски, і отже, додаткові витрати енергії. Під час руху по м'яких або брудних опорних поверхнях витрачається додаткова робота на деформування ґрунту або видавлювання бруду й вологи, що знаходяться в зоні контакту колеса з дорогою.

Дослідження показують, що під час руху автомобіля зі швидкістю до 50 км/год. опір коченню можна вважати постійним [3]. Інтенсивне збільшення опору коченню спостерігається при швидкості понад 100 км/год. Пояснюється це збільшенням витрат енергії при ударах і коливальних процесах, що відбуваються в шині при високих швидкостях руху.

Постановка завдання. Завданням дослідження є визначення впливу експлуатаційних та конструктивних параметрів шин на вибіг автомобіля. Провести порівняльний аналіз експериментальних досліджень, виконаних у дорожніх умовах.

Основна частина. Матеріали та результати досліджень. Під час руху колеса частина енергії шини витрачається на тертя та деформацію внаслідок переміщення площини контакту. Ця енергія віднімається

від наданої тілу кінетичної енергії, і тому колесо гальмує. На подолання опору коченню витрачається до 5–20 % енергії палива [4]. Втім цей відсоток сильно залежить від швидкості автомобіля.

Враховуючи те, що опір руху в основному залежить від енергії, яка витрачається на тертя в контактні шини з опорною поверхнею та гістерезисні втрати в шині, то доцільно як узагальнюючий параметр прийняти роботу цих сил.

Виходячи з цього, як параметр, що поєднує діючу силу й викликане цією силою переміщення, була обрана робота, що затрачена на гістерезис у шині та тертя в контактні.

Перевіримо вплив конструктивних та експлуатаційних параметрів шини на вибіг автомобіля та проконтролюємо отримані результати шляхом визначення втрат на опір коченню.

Для дослідження впливу опору руху на енергетичні втрати в шині залежно від експлуатаційних та конструктивних властивостей шин скористаємося стендом, описаним у [5].

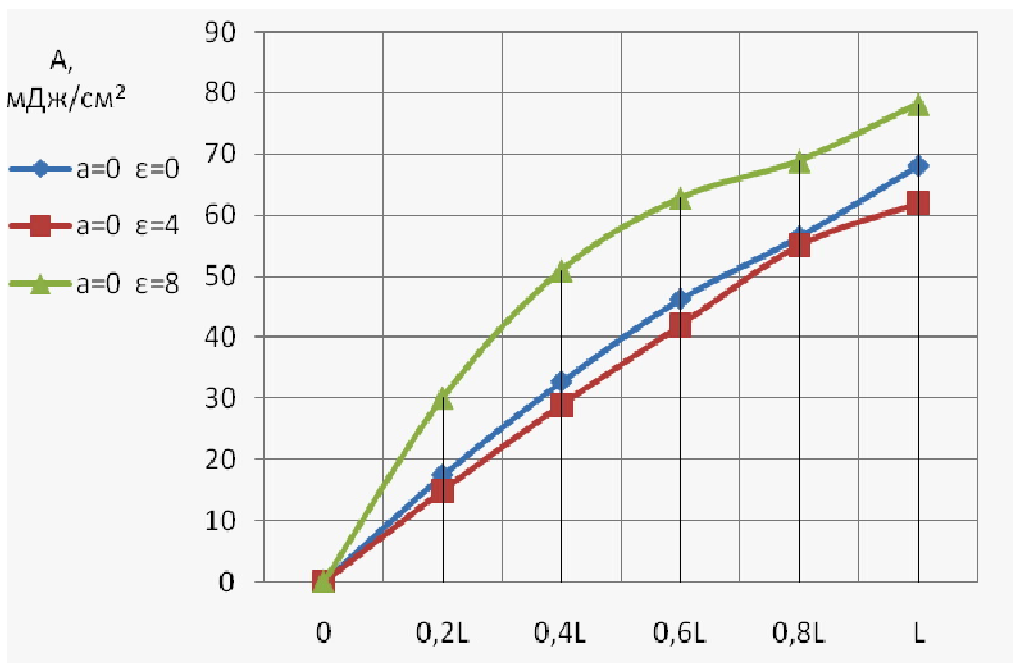
Стенд являє собою активну площадку, по якій проїжджає автомобіль на невеликій швидкості. Контрольовані параметри знімаються за допомогою датчиків, встановлених на площадці, та обробляються за допомогою ЕОМ.

Для адекватності отриманих даних поставимо шини в однакові умови роботи, тобто той же автомобіль з незмінними настройками підвіски та навантаженням, змінними було обрано кути встановлення керованих коліс, тиск у шинах та самі шини.

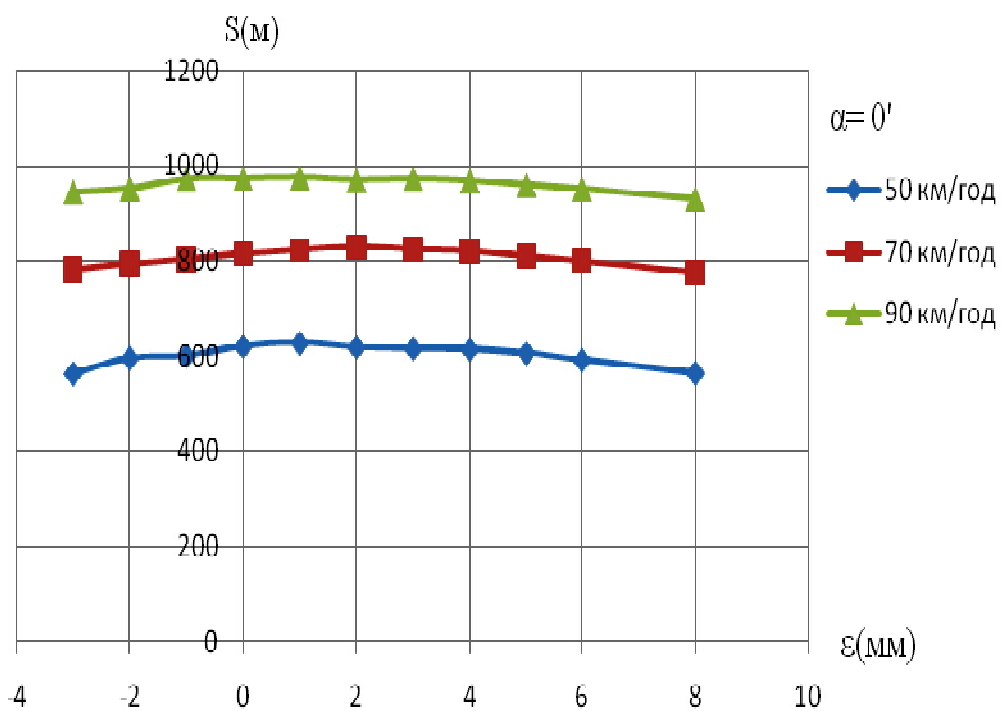
У результаті випробування шин ВС-11 та БЦ-16, які найбільш широко розповсюджені на легкових автомобілях малого та середнього класу, в режимі сталого руху з нормативними кутами встановлення керованих коліс, тиску в шинах та навантаження, отримані графіки розподілу роботи по довжині контакту (рис. 1, 2). Як дослідний було використано автомобіль ВА3-2105 з класичною двоважільною передньою підвіскою.

З отриманих графіків видно, що найменші втрати на тертя та найбільший вибіг спостерігається з установкою коліс (розвал $\alpha = 0^\circ$ сходження $\varepsilon = 4$ мм). Це відповідає заводським рекомендаціям для даного автомобіля. Зі збільшенням величини сходження до 8 мм відбувається помітне збільшення втрат на роботу тертя – до $78,5$ мДж/см² (рис. 1, а), що, в свою чергу, призвело до зменшення вибігу до 890 м зі швидкості 90 км/год. (рис. 1, б), порівняно з 960 при сходженні 4 мм. Зменшення сходження до 0° не викликало такого різкого збільшення роботи тертя та зменшення вибігу.

Для шин моделі ВС-11 вигляд графіків дещо інший. Вони відрізняються від попередніх «крутістю» сходження на початку контакту, що пояснюється більшою жорсткістю брекера шини. Зміна сходження в тих же межах не викликає великої зміни роботи сил тертя в контактні, як у шини БЦ-16, це свідчить про кращі експлуатаційні властивості даного типу шин, оскільки зберегти значення кутів встановлення керованих коліс під час експлуатації в наших дорожніх умовах досить складно. Збільшення втрат на тертя та зменшення вибігу для шини БЦ-16 можна пояснити ще й тим, що в неї ширший брекер, що підтверджують дослідження, описані в [6]. Так для шини ВС-11 вибіг зі швидкості 90 км/год. становить 1090 м при сходженні 4 мм та 1008 при 8 мм. Зі зменшенням початкової швидкості цей розрив зменшується. Розвал коліс у даному дослідженні залишався незмінним, оскільки в [7] доведено, що він дуже несуттєво впливає на опір руху, а лише має вплив на стійкість та керованість автомобіля.

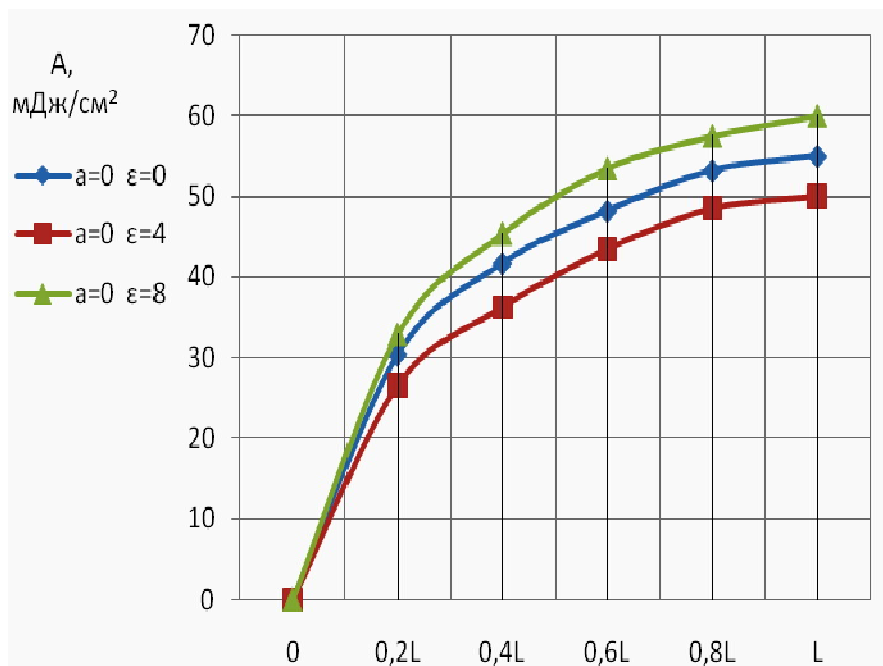


a)

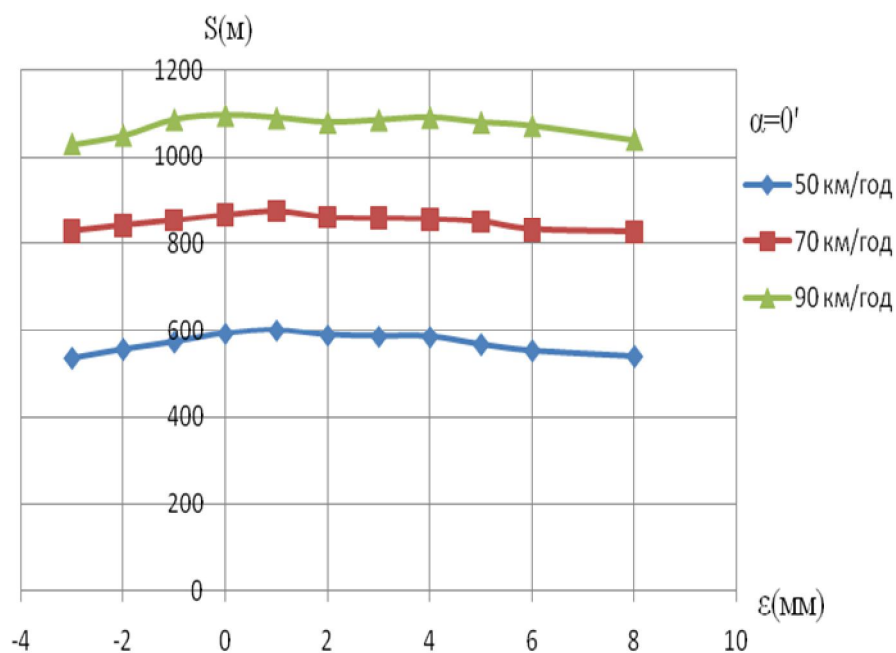


б)

Рис. 1. Сумарна робота тертя в контактї шини моделї БЦ-16 (а) та вибїг автомобїля (б)



a)



б)

Рис. 2. Сумарна робота тертя в контакті шини моделі ВС-11 (а) та вибіг автомобіля (б)

Кривизна графіків вибігу зі швидкості 90 км/год. та 50 км/год. відрізняється за рахунок того, що на більшій швидкості має більший вплив сила опору повітря.

Внутрішній тиск у шині також має вплив на вибіг автомобіля. Зі збільшенням тиску від 0,2 до 0,25 МПа відбувається зменшення роботи в контакті 20 % і збільшення вибігу 81 м з початкової швидкості 90 км/год. для шини ВС-11 та на 102 м для шин БЦ-16. Це можна пояснити тим, що при збільшенні тиску в шині зменшується пляма контакту і відповідно зменшується опір коченню, що, в свою чергу, викликає

збільшення вибігу автомобіля. Зменшення тиску в шині викликає зменшення вибігу автомобіля через збільшений опір руху.

Зниження тиску повітря в шині на 20 % від рекомендованого заводом-виробником тиску повітря в шині (0,18 МПа) призводить до збільшення роботи сил тертя на крайніх доріжках рисунка протектора в 2 рази. При цьому на середніх доріжках протектора робота в бічному напрямку фактично не змінюється, а в поздовжньому збільшується на 20–30 %. За абсолютною величиною зміна роботи тертя залежно від зниження тиску повітря в шині досягає значення 12 мДж/см² на крайніх доріжках для шини ВС-11 та 16 мДж/см² для БЦ-16. Внаслідок цього вибіг зменшується на 80 м для шини ВС-11 та 130 м для БЦ-16 при початковій швидкості 90 км/год.

Висновки. Аналіз отриманих результатів дозволив зробити такі висновки.

Кути установки керованих коліс мають неабиякий вплив на вибіг автомобіля. Так збільшення сходження на 4 мм викликає зменшення вибігу на 10 %. А для шин з широким брекером ця величина сягає 10–15 % залежно від початкової швидкості.

Щодо внутрішнього тиску в шині, то БЦ-16 виявилася більш «чутливою» до зміни тиску в ній. При збільшенні тиску відбувається перерозподіл роботи тертя з крайніх доріжок на центральну та збільшення вибігу на 11 %, але зміна тиску в шині призводить до нерівномірності її зношення, а відповідно, і зменшення ресурсу. Шина моделі ВС-11 менш чутлива до підвищення тиску, але при підвищенні тиску до 0,25 МПа крайні доріжки розвантажуються й робота тертя на них зменшується, збільшуючись на центральних, що дало нам збільшення вибігу на 9 % зі швидкості 90 км/год. Зниження тиску має більш суттєвий вплив на вибіг автомобіля внаслідок суттєвого збільшення опору коченню. Більш чутливою до зниження внутрішнього тиску виявилася шина БЦ-16 – вибіг автомобіля зменшився майже на 15 %.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Туревский И.С.* Теория автомобиля / *И.С. Туревский.* – М. : Высш. шк., 2005. – 240 с.
2. *Ларин А.Н.* Определение потери на качение автомобильной шины / *А.Н. Ларин, О.А. Артеменко* // Сб. тр. 4-й междунар. науч.-практ. конф. «Современные проблемы геометрического моделирования». – Ч. 3. – Мелитополь : ТГАТА, 1997.
3. *Левин М.А.* Исследование динамики катящегося самоустанавливающегося колеса / *М.А. Левин, А.Г. Выгонный* // Теоретическая и прикладная механика. – Вып. 7. – Минск : Высшая школа, 1980.
4. *Кнороз В.И.* Работа автомобильной шины / *В.И. Кнороз.* – М. : Транспорт, 1976. – 238 с.
5. *Добровольський О.Л.* Аналіз конструкцій стелів та методів для випробування шин / *О.Л. Добровольський* // Наукові нотатки : міжвуз. зб. – Вип. № 11. – Луцьк : ЛНТУ, 2010. – С. 188–194.
6. Определение профиля автомобильной шины при качении по опорной поверхности / *А.С. Литвинов, Ю.П. Макеев, А.Н. Ларин, О.А. Артеменко* // Пути совершенствования автомобиля и его агрегатов : сб. науч. тр. МАДИ. – М., 1988.
7. *Ларін О.М.* Вплив кутів установки керованих коліс автомобіля на величину пробігу шини / *О.М. Ларін, О.М. Яковлев, В.Б. Коханенко* // Проблемы пожарной безопасности : сб. науч. тр. – Вып. 4. – Харьков : ХИПБ, 1998.

ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ Олександр Леонідович – асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету.

Наукові інтереси:

– розробка стратегій та реалізація проектів розвитку автотранспортних підприємств.

Подано 11.05.2010

Добровольський О.Л. Дослідження впливу експлуатаційних та конструктивних параметрів шини на вибіг автомобіля.

Добровольский А.Л. Исследование влияния эксплуатационных и конструктивных параметров шины на выбег автомобиля.

Dobrovolsky O.L. Research influential role of operational and structural parameters of tires to car run-out.

УДК 629.113.075.001

Исследование влияния эксплуатационных и конструктивных параметров шины на выбег автомобиля / А. Л. Добровольский

Проведены экспериментальные исследования для определения выбега легкового автомобиля с разными шинами. Определено влияние эксплуатационных и конструктивных параметров на его выбег.

УДК 629.113.075.001

Research influential role of operational and structural parameters of tires to car run-out / O.L. Dobrovolsky

To determine the running-out of the car with different tires the experiments was done. The influence of operational and design parameters on his run-out was explained.