

УДК 629.33:06

Є. В. МАНДРИК, кандидат педагогічних наук, доцент, викладач кафедри транспортних засобів та спеціальної техніки Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький

К. В. ГРИБ, студент інженерно-технічного факультету Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ І КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН

У роботі представлені конструкції автомобільних шин різних модифікацій виконання, а також проведений аналіз етапів розвитку конструкцій автомобільних шин та визначення перспективних напрямків їх удосконалення.

Ключові слова: *шина, шум, інтенсивність звуку, звуковий тиск, амплітудна швидкість коливань.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Автомобільна шина (покришка, балон або гума) - один з найбільш важливих елементів колеса, що являє собою пружну резино-метало-тканинну оболонку, установлену на обід колеса. Шина забезпечує контакт транспортного засобу з дорожнім полотном, призначена для поглинання незначних коливань, викликаних недосконалістю дорожнього покриття, компенсації похибки слідів коліс, реалізації і сприйняття сил, що виникають у плямі контакту [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми та на які опираються автори. Теоретичним та експериментальним дослідженням автомобільних шин присвячені праці А. М.

Туренка, М. Я. Говоруценка, В. О. Богомолова, Ю. П. Макеева, А. М. Юрченка, О. М. Ларіна, В. О. Карпенка, О. П. Сакна, О. А. Загороднюка, В. Б. Коханенка.

Метою статті є аналіз етапів розвитку конструкцій автомобільних шин, визначення перспективних напрямків їх удосконалення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розвиток конструкції шин безпосередньо пов'язаний з удосконаленням конструкції автомобілів і здійснюється в напрямку досягнення найбільш повної відповідності характеристик шин характеристикам та умовам роботи автомобілів. Так, з розширенням мережі вдосконалених автомобільних доріг, підвищенням швидкостей руху автомобілів, збільшенням насиченості доріг рухомим складом при розробці нових моделей шин найгостріше постають питання поліпшення їх екологічних показників і забезпечення безпеки руху.

Основними матеріалами для виробництва шин є гума, яка виготовляється з натуральних і синтетичних каучуків і корд. Кордова тканина може бути виготовлена з металевих ниток (металокорд), полімерних і текстильних ниток. Шина складається з каркаса, шарів брекера, протектора, борта і бічної частини [2–4].

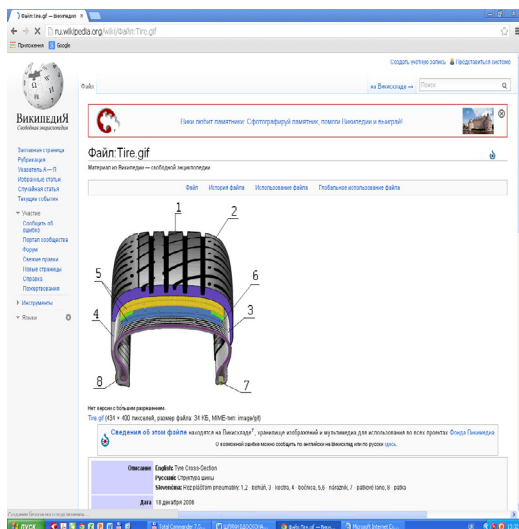


Рис. 1. Структура шини:

- 1 – протектор; 2 – плечова частина; 3 – каркас; 4 – бічна частина; 5 – брекер і подушковий шар; 6 – додаткова вставка у плечовій зоні; 7 – бортове кільце; 8 – бортова частина

Текстильний і полімерний корд застосовуються в легкових та легковантажних шинах, металокорд – у вантажних. Залежно від орієнтації ниток корду в каркасі розрізняють шини: радіальні та діагональні.

У радіальних шинах нитки корду розташовані вздовж радіуса колеса (як на рис. 1, позиція № 3). У діагональних шинах нитки корду розташовані під кутом до радіуса колеса, нитки сусідніх шарів перехрещуються.

Радіальні шини конструктивно більш жорсткі, унаслідок чого володіють великим ресурсом, мають стабільну форму плям контакту, створюють менший опір коченню, забезпечують меншу витрату палива. Через можливість варіювати кількість шарів каркаса (на відміну від обов'язково парної кількості в діагональних) і можливості зниження слоїності, знижується загальна вага шини, товщина каркаса. Це знижує розігрів шини при коченні – збільшується термін служби. Брекер і протектор так само легше вивільняють тепло – можливе збільшення товщини протектора і глибини його малюнка для поліпшення прохідності по бездоріжжю. У зв'язку з цим в даний час радіальні шини для легкових автомобілів практично повністю витіснили діагональні.

При русі колеса частину енергії шина витрачає на деформацію внаслідок переміщення плями контакту. Ця енергія віднімається від повідомленої тілу кінетичної енергії, і тому колесо гальмує. На опір коченню може йти до 25–30 % енергії палива. Утім, цей відсоток сильно залежить від швидкості автомобіля. На великих швидкостях він мізерно малий.

Опір коченню залежить від багатьох конструктивних і експлуатаційних факторів: 1) конструкції шини; 2) тиску повітря в шині; 3) температури; 4) навантаження; 5) швидкості руху автомобіля; 6) стану підвіски автомобіля; 7) стану дорожньої поверхні.

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 скловолкна) з малими втратами гістерезисних сприяють зниженню опору коченню. Зі збільшенням розміру шини (діаметра) за інших рівних умов опір коченню також знижується.

Великий вплив експлуатаційних факторів на величину моменту опору коченню. Так, з підвищенням тиску повітря в шині і її температури опір коченню зменшується. Найменший опір коченню має місце при навантаженні, близької до номінальної. Зі збільшенням ступеня зношеності шини воно зменшується.

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

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

Над процесом створення шини працюють шинні хіміки і конструктори, від яких залежать секрети шинної рецептури. Їх мистецтво полягає в правильному виборі, дозуванні та розподілі шинних компонентів, особливо для суміші протектора. На допомогу їм приходять професійний досвід і комп'ютери. Хоча склад гумової суміші у будь-якого солідного виробника шин – таємниця за сімома печатками, досить добре відомі близько 20 основних складових. Весь секрет полягає в їх грамотній комбінації з урахуванням призначення самої шини.

Прогрес у галузі хімії синтетичних матеріалів приводить до того, що замість традиційного металу в каркасі шин використовують штучні волокна. Це дозволяє значною мірою перемагати один з головних недоліків радіальних шин – підвищену передачу поштовхів від дороги через радіально розташовані нитки каркаса.

Останнім часом намітилися все більші тенденції, спрямовані на зменшення висоти профілю шини при збереженні ширини і одночасному збільшенні посадкового розміру, і, відповідно, використанні дисків більшого діаметра для збереження радіуса кочення. Це робить можливою установку гальмівних механізмів більшого діаметра, що необхідно у світлі зростання потужностей моторів і швидкостей автомобілів. Також зменшується деформація бічних стінок шини – це покращує реакції шини на дії кермом, і знижує нагрів шини, але, з іншого боку, погіршує комфортабельність руху (особливо по дорогах невисокої якості), довговічність (у тих же умовах) і прохідність, а форма плями контакту стає коротше і ширше.

Зниження опору коченню шини також є одним з пріоритетних напрямків у розвитку шинної промисловості. Зниження опору дозволяє підвищувати економічність руху автомобіля за рахунок більш досконалих

матеріалів, що застосовуються в протекторі, які поглинають менше енергії при розтягуванні і стисненні. Великих успіхів досягла компанія Michelin, розроблені нею дослідні зразки покришок Proxima дозволяють знизити вагу на 20 %, а опір коченню на 25 % – до 6,5 кг/т в порівнянні з покришками серії Energy, що володіють опором в 9 кг/т. Для довідки – шини випущені в 1897 р. мали опір коченню в 25 кг/т.

Можливість нести вагу автомобіля в разі втрати повітря певну кількість кілометрів, без шкоди для колісних дисків – важливе досягнення шинників за останній час. Такі шини зазвичай носять назву “run flat”. До реалізації ідеї створення шини, що не боїться проколу, компанії підійшли по-різному. Наприклад, Goodyear використовують у своїх шинах EMT (Extended Mobility Tire) спеціальні вставки в плечовій зоні, які не дозволяють шинам повністю складатися. Michelin в шинах PAX використовують нестандартний обід, з жорстким кільцем, на яке в разі втрати тиску і спирається автомобіль.

Вирішення цих завдань досягається шляхом застосування більш досконалих матеріалів, зменшенням вмісту гуми в каркасі, підвищенням міцності корду, зниженням кількості шарів каркаса, поліпшенням зв'язку корду з гумою, створенням шин з малою висотою і великою шириною профілю; поліпшенням малюнків протектора, зменшенням внутрішніх втрат у шині [2].

Серед перерахованих шляхів найбільш перспективними є напрями розвитку конструкції шин, пов'язані зі зменшенням витрат енергії на кочення шини, підвищенням їх тягово-зчіпних якостей і стійкості руху автомобілів.

Підвищення вимог екологічної безпеки автомобіля, у першу чергу, пов'язано зі зменшенням шкідливих викидів в атмосферу. Вагомим внеском у розв'язання цієї проблеми є зниження витрати палива за рахунок зменшення енергетичних втрат у шинах. Експериментально показано, що зменшення опору коченню шин на 10 % дає економію палива в середньому 3 %. На думку фахівців фірми Michelin, вже при швидкості 100 км/год сила опору коченню шин становить 20 % всіх сил опору [3]. Тому зниження опору коченню шини є одним з пріоритетних напрямків удосконалення конструкції автомобільної шини.

Як видно з графіка, що представлений на рис. 2, одна лише заміна шин діагональної конструкції на радіальну дозволила знизити опір коченню майже на 30 %. Зниження стало можливим за рахунок зменшення кількості шарів каркаса шини, зміни розташування ниток корду і зниження товщини протектора (рис 3).

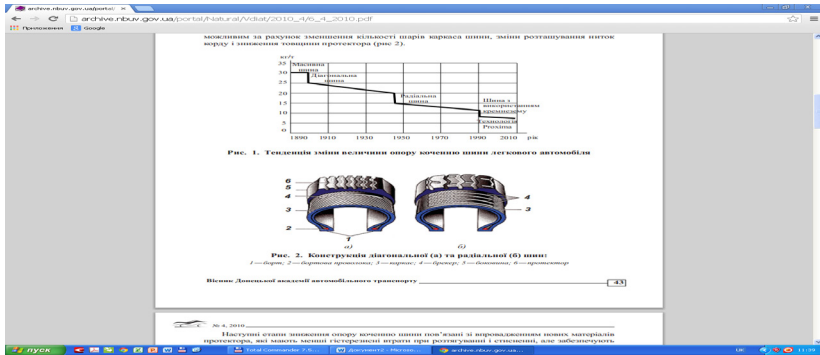


Рис. 2. Тенденція зміни величини опору коченню шини легкового автомобіля

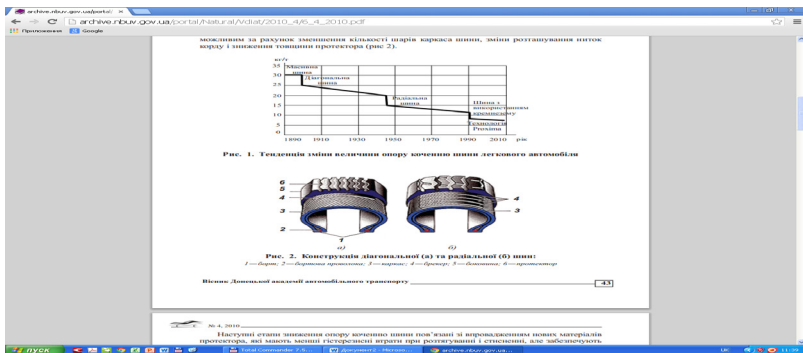


Рис. 3. Конструкція діагональної (а) та радіальної (б) шин:

- 1 – борт; 2 – бортовий дріт; 3 – каркас; 4 – брекер; 5 – боковина; 6 – протектор

Подальші етапи зниження опору коченню шини пов'язані з удосконаленням нових матеріалів протектора, які мають менші гістерезисні втрати при розтягуванні і стисненні, але забезпечують хороше зчеплення з дорогою. Усе частіше замість традиційного каучуку використовуються силіконові компаунди, що забезпечують краще зчеплення з дорожнім покриттям, особливо на мокрій дорозі.

Високий коефіцієнт зчеплення шин з дорогою – гарантія у багатьох випадках безпечного руху автомобіля. Дослідження [4–7] показали, що коефіцієнт зчеплення на мокрому дорожньому покритті залежить значною мірою від складу гуми протектора, його малюнка і тиску в шині.

Крім того, для забезпечення оптимального коефіцієнта зчеплення склад гум протектора літніх і зимових шин підбирається під відповідні температури експлуатації. Склад гум літньої шини підібрано таким чином, щоб вона не ставала дуже м'якою при підвищенні температури, це зменшує її ресурс, а склад гум зимової шини навпаки розрахований на низькі температури, щоб зберігав потрібну м'якість навіть у холод. Рисунок і конструкція протектора визначається вимогами до відведення води і бруду з канавок протектора, прагненням знизити шум при котінні і забезпеченням кращої стійкості руху.

Прагнення конструкторів шин задовольнити всі вищеперелічені та суперечливі між собою вимоги привело до виникнення спеціалізації шин. Результатом чого є розробка зимових, спрямованих і асиметричних шин (рис. 4), які як за рисунком протектора, так і за складом гуми призначені для певних умов експлуатації.



Рис. 4. Види рисунків протектора:

а – зимовий; б – спрямований, в – асиметричний

Досвід експлуатації низькопрофільних шин на автомобілях, які проектувалися для експлуатації з шинами більш високого профілю, має низку негативних результатів, які наводяться нижче:

1. Через менший об'єм шини, що припадає на одиницю площі поверхні шини й підвищений тиск, падіння тиску внаслідок дифузії повітря або азоту через матеріал шини буде більш інтенсивним, ніж у звичайних шин. Тому для забезпечення безпеки руху низькопрофільні шини вимагають більш частого контролю тиску.

2. Значне зниження комфортабельності руху (особливо по дорогах невисокої якості) за рахунок зниження згладжуючої здатності шини, яка залежить від довжини відбитка шини. Також при їзді по дорогах невисокої якості знижується їх довговічність.

3. Низькопрофільні шини за наявності на дорозі шару води більш схильні до аквапланування – порушення зчеплення з поверхнею дороги.

4. Зниження величини стабілізуючого моменту, що призводить до погіршення “почуття керма” і може призвести до раптової втрати зчеплення з дорогою в бічному напрямку при русі по криволінійній траєкторії на великій швидкості (рис. 5).

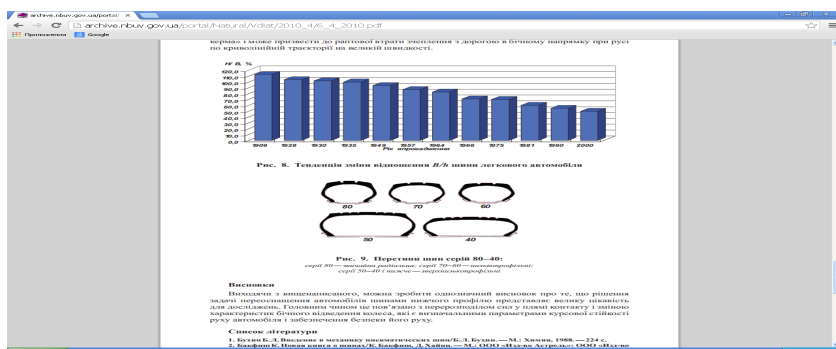


Рис. 5. Тенденція зміни відношення V/h шини легкового автомобіля

Висновок. Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок про те, що дослідження в цій галузі являє собою великий інтерес не тільки зі сторони, яка випускає дану продукцію, але й персоналу, що користується транспортними засобами в процесі експлуатації.

Подальше дослідження буде спрямовано на перерозподіл сил у плямі контакту шини зі зміною характеристик бічного відведення колеса.

Список використаної літератури

1. Коханенко В. Влияние температуры на работу шин автомобиля / В. В. Коханенко, А. Н. Ларин // Проблемы пожарной безопасности : сб. науч. тр. – Вып. 5. – Харьков : ХИПБ, 1999. – С. 128–130.
2. Методы исследования шумоизлучения автомобильных шин / В. А. Карпенко, Е. В. Музалов, В. Г. Клецков, А. А. Загородний, Е. Е. Черток // Вестник Харьковского гос. автомобильно-дорожного технического университета : сб. научн. трудов. – Вып. – 14. – Харьков : Изд-во ХГАДТУ. – 2001. – С. 70–73.

3. Карпенко В. А. Оценка методик шумоизлучения автомобильных шин / В. А. Карпенко, А. А. Загородний // Механіка та машинобудування. – № 1. – Харьков : Изд-во НТУ ХПИ. – 2002. – С. 31–35.

4. Карпенко В. А. Влияние дорожного покрытия на уровень шумоизлучения автомобильных шин / В. А. Карпенко, Е. В. Музалов, А. А. Загородний // Механіка та машинобудування. – № 1. – Том 1. – Харьков : Изд-во НТУ ХПИ. – 2003. – С. 184–190.

5. Карпенко В. А. Моделирование процесса шумоизлучения автомобильной шины, вызванного выдавливанием воздуха из элементов рисунка протектора / В. А. Карпенко, А. А. Загородний, А. Н. Левченко // Автомобильный транспорт : сб. научн. трудов. – Вып. – 14. – Харьков : Изд-во ХНАДУ. – 2004. – С. 56–59.

6. Влияние конструктивных изменений в шине на ее температурное состояние / В. Б. Коханенко, А. Н. Юрченко, В. А. Богомолов, А. Н. Ларин, А. М. Яковлев // Вестник Нац. технического университета ХПИ : сб. научн. тр. Тематический выпуск: Новые решения в современных технологиях. – Харьков : Изд-во НТУ (ХПИ). – 2002. – № 3. – С. 156–160.

7. Коханенко В. Б. Порівняльні дослідження температурних полів шин автомобілів / В. Б. Коханенко, А. М. Юрченко, О. М. Ларін // Автошляховик України. – 2002. – № 3. – С. 20–22.

Рецензент – доктор технічних наук, доцент Лисий М. І.

Стаття надійшла до редакції 10.09.2013.

Мандрик Е. В., Гриб К. В. Пути совершенствования эксплуатационных и конструктивных параметров автомобильных шин

В работе представлены конструкции автомобильных шин разных модификаций исполнения, а также проведен анализ этапов развития конструкций автомобильных шин и определены перспективные направления их совершенствования.

Ключевые слова: *шина, шум, интенсивность звука, звуковое давление, амплитудная скорость колебания.*

Mandryk Ye. V., Hryb K. V. Ways of improvement of exploitation and constructive parameters of automobile tires

The article represents the construction of automobile tires of different modifications, the analysis of stages of development of construction of automobile tires and the determination of prospective directions of their improvement.

Keywords: *tire, noise, noise intensity, noise pressure, amplitude speed fluctuations.*