

С.В. Захаров, заст. дир.
СП «Автобаза» ДП «Орджонікідзевугілля», м. Єнакієве
О.П. Кравченко, д.т.н., проф.
О.П. Сакно, аспір.

Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля, м. Луганськ

ДО АНАЛІЗУ НАДІЙНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Розглядаються основні причини зносу протектора автомобільних шин у специфічних умовах експлуатації. Проаналізовано закони розподілу фактичного ресурсу автомобільних шин в умовах експлуатації Донецького регіону. Пропонується пристосування для контролю залишкової висоти рисунка протектора.

Вступ. Постановка проблеми. Для підвищення ресурсу експлуатації автотранспортних засобів (АТЗ) необхідно своєчасно проводити його діагностику. На особливу увагу заслуговує технічний стан пневматичних шин. На даний час в Україні експлуатація АТЗ перебуває в складних умовах:

- ускладнюється дорожня обстановка за рахунок збільшення інтенсивності руху і збільшення кількості автомобілів;
- погіршується якість дорожнього покриття;
- посилюються екологічні вимоги.

Одночасно в умовах економічної кризи зростає вірогідність використання пневматичних шин, що були в експлуатації, ставиться завдання виробітку повного ресурсу шин, не порушуючи правил безпеки й вимог згідно з ГОСТ 25478-91 [1].

Результатом інтенсивного зносу шин є повний знос рисунка протектора. Розрізняють три види зносу шин: втомний, через скачування й абразивний [2]. В реальних умовах експлуатації спостерігається змішаний механізм зносу (рис. 1).

Знос шин залежить від тиску повітря, навантаження, дотичних сил, розхилу і сходження коліс, конструкції шини, радіуса бігової доріжки, ширини профілю, рисунка протектора, кута нитки корду, типу автомобіля, характеру водіння, типу і стану дороги, навколишнього середовища та ін. Усі ці фактори впливають на величину переміщень елементів профілю шини [2, 3].

Знос шин більшою мірою залежить від кута відведення, кута нахилу коліс, жорсткості рульового приводу, коливання коліс, дорожніх та температурних умов. Нахил та відведення коліс виникає під час руху АТЗ на повороті й по похилій площині [4, 5].



Рис. 1. Знос автомобільних шин

Практика показує, що експлуатаційні дефекти шин (нерівномірне зношування, руйнування, ушкодження), які передчасно виводять їх з експлуатації, найчастіше виникають внаслідок недотримання встановлених норм контролю за тиском повітря в шинах. Перевищений тиск повітря в шині викликає нерівномірне й підвищене зношування протектора покришки (середніх бігових доріжок), перенапруги ниток корду, внаслідок чого наступає розрив каркаса. У здвоєних колесах шина, у якій внутрішній тиск повітря підвищений, підлягає впливу більших вагових навантажень, оскільки її зовнішній діаметр більший. Це викликає нерівномірне зношування протектора сусідньої розвантаженої шини. Знижується комфортабельність кочення автомобіля на шинах з підвищеним тиском. Такі шини гірше амортизують

удари, знижуючи тим самим довговічність деталей підвісок і мостів автомобілів. Шина більше підлягає різним порізам, розривам ниток корду при наїзді на перешкоди. За даними багаторічних спостережень установлено, що підвищення тиску повітря в шинах на 10–20 % знижує їхній пробіг на 5–10 %.

На довговічності шин позначаються й механічні ушкодження, що супроводжують найчастіше неакуратні дії водія під час руху автомобіля. До механічних ушкоджень належать потертості, порізи, пробої покришок через бордюрний камінь, якщо виступають гострі крайки гірських порід, битих каменів, пошкодження виступаючими деталями ходової частини та кабіни.

Таблиця 1

Статистична характеристика наробітки на відмову автомобільних шин

| Марка автомобільної шини | $\bar{l} = \sum_{i=1}^n l_{ci} \cdot p_i$, тис. км | $\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (l_{ci} - \bar{l})^2 \cdot p_i}$, тис. км | Щільність розподілу | Вірогідність відповідності за критерієм Колмогорова |
|------------------------------------|--|--|---|---|
| Біла церква 9,00R20 | 67,13 | 10,97 | $f(t) = 0,036e^{-\frac{(t-67,13)^2}{240,68}}$ | 1,0 |
| ЯШЗ 8,25R20 | 77,93 | 9,94 | $f(t) = 0,04e^{-\frac{(t-77,93)^2}{197,6}}$ | 1,0 |
| ДШЗ 8,25R20 | 93,03 | 4,57 | $f(t) = 0,087e^{-\frac{(t-93,03)^2}{41,8}}$ | 1,0 |
| Sava (hankook) 215/75R17,5 | 76,82 | 4,58 | $f(t) = 0,087e^{-\frac{(t-76,82)^2}{41,95}}$ | 0,997 |
| ЯШЗ 11/70 R22,5 | 65,81 | 11,77 | $f(t) = 0,034e^{-\frac{(t-65,81)^2}{277,07}}$ | 1,0 |
| CORMORAN 275/70R22,5 (МАЗ-104021) | 119,18 | 26,39 | $f(t) = 0,015e^{-\frac{(t-119,18)^2}{1392,86}}$ | 0,9706 |
| Белшина 11/70R22,5 | 66,37 | 11,12 | $f(t) = 0,036e^{-\frac{(t-66,37)^2}{247,3}}$ | 0,997 |
| CORMORAN 275/70R22,5 (МАЗ-1050660) | 101,07 | 14,28 | $f(t) = 0,028e^{-\frac{(t-101,07)^2}{407,8}}$ | 1,0 |

Перевантаження автомобілів і шин на практиці часто призводять до зниження довговічності шин унаслідок ушкодження каркаса: практично в такий же спосіб, як і при експлуатації шин зі зниженим тиском повітря. Крім того, на бокових частинах покришки згодом з'являються характерні прямі або звивисті, досить великі розриви. У зоні ж бічної доріжки перевантажена шина гірше протистоїть пробоям від наїзду на дорожні перешкоди та іншим механічним ушкодженням [6].

Викладення основного матеріалу. Для детального аналізу причин передчасного зносу розглянуто ресурс автомобільних шин: Біла церква 9,00R20 (автобуси КАВ3-685 СП «Автобаза» ДП «Орджонікідзевугілля», м. Єнакієве); ЯШЗ 8,25R20 і ДШЗ 8,25R20 (ПАЗ-32054 ТОВ «Авторесурс Донбасу», м. Донецьк), Sava (hankook) 215/75R17,5 (БАЗ АО-7920 ТОВ «Авторесурс Донбасу»); ЯШЗ 11/70 R22,5, CORMORAN 275/70R22,5, Белшина 11/70R22,5 (МАЗ-104021 АТП КПП ДГС «Донелектроавтотранс», м. Донецьк), CORMORAN 275/70R22,5 (МАЗ-1050660 АТП КПП ДГС «Донелектроавтотранс»). Для статистичної обробки взяті значення наробітки до відмови шин АТЗ підприємств Донецького регіону.

Для побудови розподілу наробітки на відмову шин визначені кількість інтервалів (за формулою Хайнхольда і Гаєде) [7, 8], дослідна вірогідність, середні значення, середні квадратичні відхилення.

В результаті обчислень визначено, що відмова шин підкоряється нормальному закону розподілу. Статистичні характеристики наробітки на відмову наведено в таблиці 1, гістограми та теоретичні криві представлені на рисунку 2. Ступінь близькості емпіричного розподілу до теоретичного оцінена за допомогою критерію Колмогорова [7].

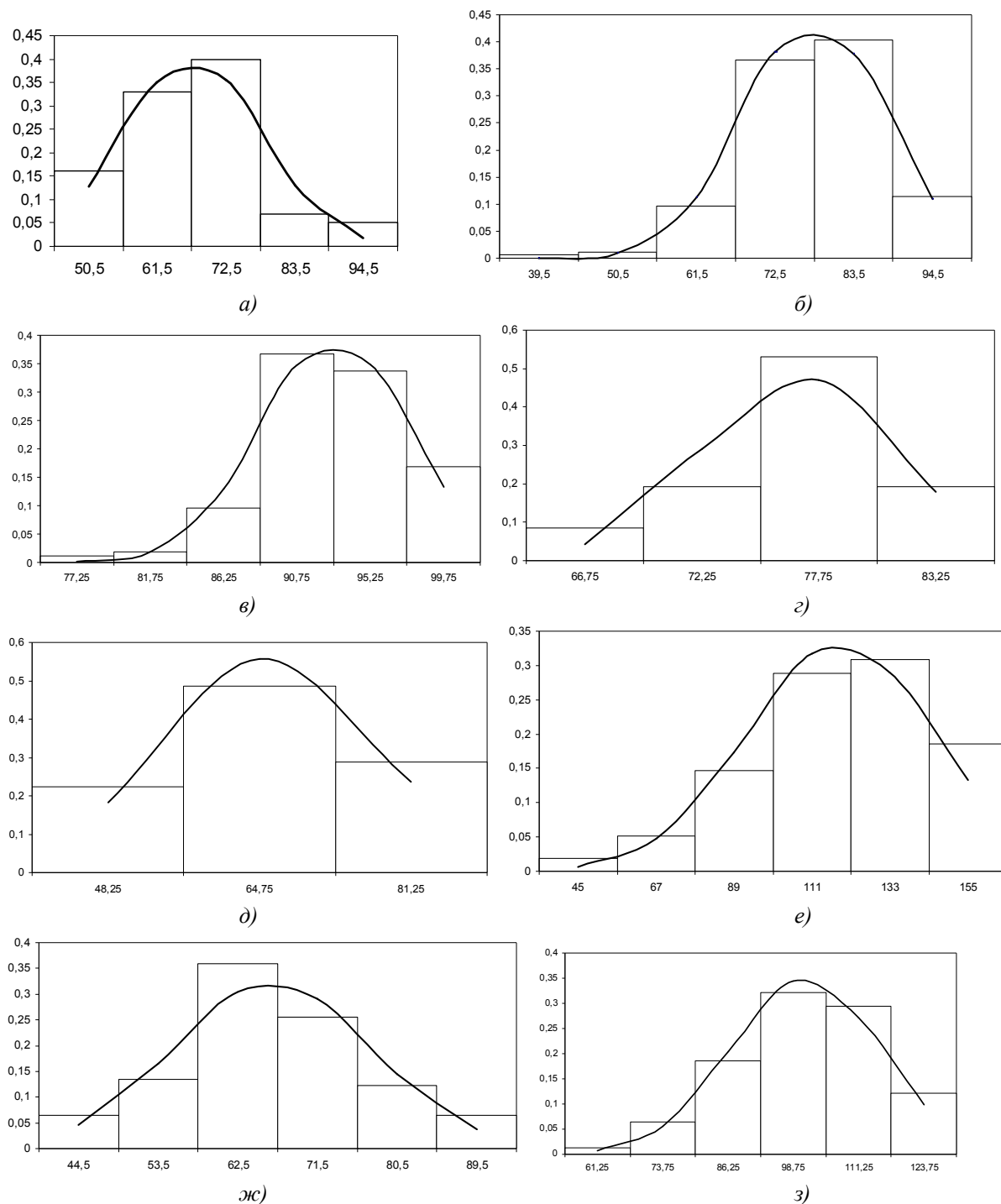


Рис. 2. Гістограми і теоретичні криві розподілу наробітки на відмову від пробігу автомобільних шин до списання: а – Біла церква 9,00R20 (КАв3-685); б – ЯШЗ 8,25R20 (ПАЗ-32054); в – ДШЗ 8.25R20 (ПАЗ-32054); г – Sava (hankook) 215/75R17,5 (БАЗ АО-7920); д – ЯШЗ 11/70 R22,5 (МАЗ-104021); е – CORMORAN 275/70R22,5 (МАЗ-104021); ж – Белизна 11/70R22,5 (МАЗ-104021); з – CORMORAN 275/70R22,5 (МАЗ-1050660)

Безпека руху АТЗ гарантується доти, поки зношування протектора шини не досягне індикатора зношування до закладеного в біговій поверхні шини (рис. 3) – мінімально припустимого зношування, що встановлює ГОСТ 27478-91 [1].

Профільний рисунок значною мірою впливає на строк експлуатації шин. Профільний рисунок шини – це рисунок, нанесений на бігову поверхню, виготовлену з високоміцної гуми, у формі складних геометричних фігур, ребер, канавок з метою надійного зчеплення колеса з поверхнею дороги. Залежно від призначення шини мають такі типи рисунків: дорожній, універсальний, підвищеної прохідності, зимовий.

Глибина канавок рисунка протектора значною мірою впливає на строк експлуатації шини, передачу тягового зусилля, відвід води й бруду із зони зіткнення протектора з дорогою, а також на стійкість транспортного засобу внаслідок надійного контакту шини з дорогою в напрямку руху, що задається водієм [9].

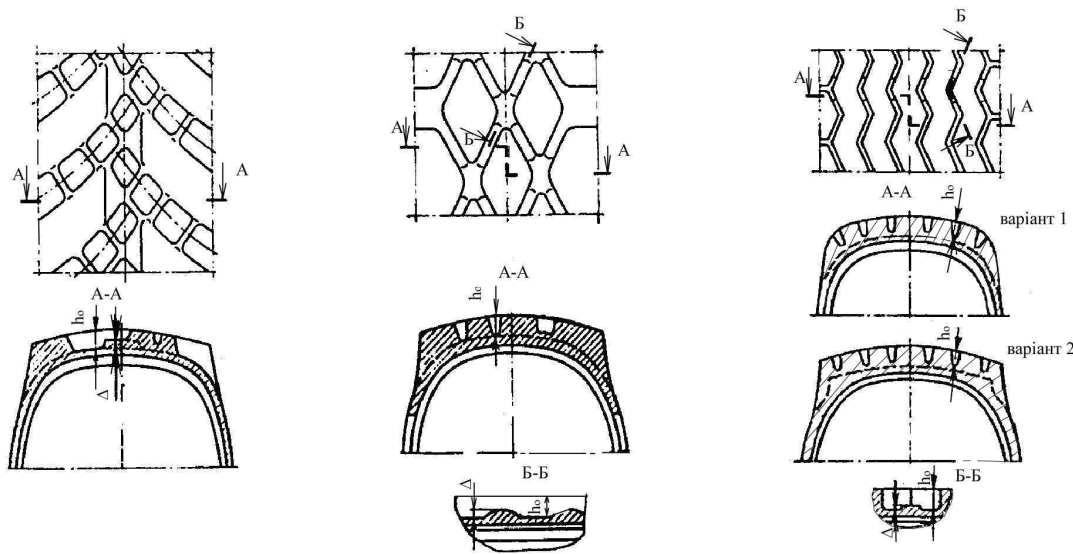


Рис. 3. Індикатори зношування шин

Вплив усіх факторів, що призводять до зменшення строку експлуатації шин, можна оцінити спостереженням за процесом контролю інтенсивності зносу рисунка протектора в реальних умовах експлуатації АТЗ.

Згідно з ГОСТ 25478-91 [1] встановлюються вимоги для визначення висоти рисунка протектора шин:

1. Висота рисунка протектора шин визначається на ділянці бігової доріжки, обмеженій прямокутником зі сторонами, розміри яких повинні бути не менше половини ширини бігової доріжки і 1/6 довжини її окружності (1/6 довжини окружності дорівнює довжині дуги, хорда якої дорівнює радіусу).

2. Вимір висоти рисунка протектора не повинен виконуватися в місцях розташування уступів у підставі елементів рисунка протектора й напівмістків у зоні перетинання канавок.

Знаючи висоту нового протектора (передексплуатаційний розмір) і вимірявши залишкову величину рисунка протектора шини, визначено відсоток зношування шини за формулою:

$$S = 100 - (h/H) \cdot 100, \% \tag{1}$$

де h – залишкова висота протектора в момент виконання виміру, мм; H – передексплуатаційна висота протектора, мм.

Граничним зносом протектора, після якого шина повинна бути знята з АТЗ та спрямована в ремонт, повинен бути знос більше 80 %.

Контроль за технічним станом автомобільної шини має таку послідовність:

- очищення шини;
- візуальний огляд шини;
- визначення зони максимального зношування;
- виділення границь зони зношування та визначення точок для виміру;
- проведення процесу виміру;
- аналіз результатів виміру;
- висновки про стан шини і рекомендації про подальшу експлуатацію.

Для контролю залишкової висоти рисунка протектора пневматичних шин пропонується використовувати спеціальний пристрій (рис. 4, 5).

Пристрій складається з індикатора годинного типу 1, спеціального наконечника 2, фіксуючого гвинта 3 і корпусу (опорна площадка) 4 (рис. 4, а). Загальний вигляд пристрою в зборі показано на рисунку 4, б.

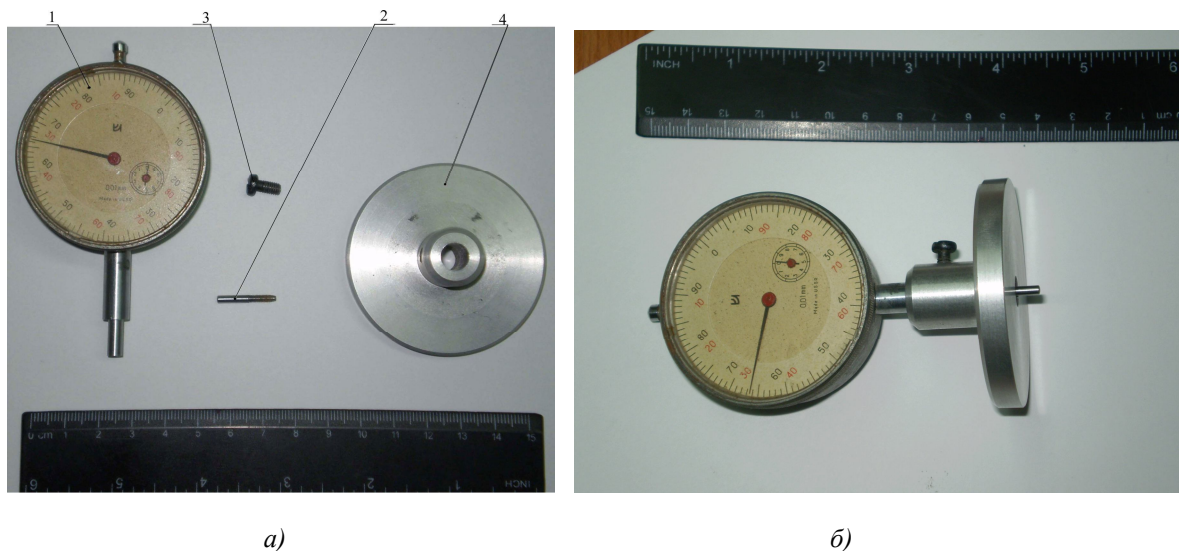


Рис. 4. Пристрій для контролю залишкової висоти рисунка протектора:
 а) 1 – індикатор годинного типу; 2 – спеціальний змінний наконечник;
 3 – фіксуючий гвинт; 4 – корпус; б) загальний вигляд

Процес виміру залишкової висоти рисунка протектора складається з таких етапів:

1. Налаштувати пристрій перед виміром.
2. Виділити площадку, на якій буде виконуватися вимір (згідно зі стандартом [1] вибирається три площадки на біговій доріжці).
3. Встановити і збалансувати пристосування на протекторі шини (рис. 5).
4. Визначити залишкову висоту рисунка протектора.
5. Повторити виміри у відмічених місцях на біговій доріжці.



Рис. 5. Вимір залишкової висоти рисунка протектора

Висновки. Актуальною та дуже важливою проблемою є дослідження реальних строків ресурсу шин АТЗ для кожного конкретного підприємства в конкретних реальних умовах їх експлуатації. Враховуючи вагу й вартість цих шин, систематизацію їх використання за рахунок ефективного прогнозування та статистично обґрунтованих нормативів їх списання, економічна ефективність цих заходів очевидна.

Технічний стан шин впливає на витрати палива, на динамічність, стійкість, керованість, плавність ходу АТЗ. Знос шин впливає на характеристики й експлуатаційні властивості АТЗ.

Виміри залишкової висоти рисунка протектора та аналіз умов експлуатації АТЗ можуть надати інформацію про частку кожного з розглянутих факторів на знос шин, виявити основні причини інтенсивності зносу та несправностей шин, розробити рекомендації для зниження зносу шин АТЗ для підприємства в реальних умовах.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ГОСТ 25478-91. Автотранспортні засоби. Вимоги до технічного стану за умовами безпеки руху. Методи перевірки.
2. Работа автомобильной шины / под ред. В.И. Кнорова. – М. : Транспорт, 1976. – 238 с.
3. Бакфиш К. Новая книга о шинах / К.Бакфиш, Д.Хайнц. – М. : ООО «Издательство Астрель» : ООО «Издательство АСТ», 2003. – 303 с.
4. Рокар И. Неустойчивость в механике / И.Рокар. – М. : Изд-во иностр. лит., 1959. – 288 с.
5. Лобас Л.Г. Качественные и аналитические методы в динамике колесных машин / Л.Г. Лобас, В.Г. Вербицкий. – К. : Наук. думка, 1990. – 232 с.
6. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля / А.С. Литвинов. – М. : Машиностроение, 1971. – 416 с.
7. Шпаков П.С. Статистическая обработка экспериментальных данных : учеб. пособие / П.С. Шпаков, В.Н. Попов. – М. : Изд.-во Московского государственного горного университета, 2003. – 268 с.
8. Шторм Р. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества / Р.Шторм. – М. : Мир, 1970. – 368 с.
9. Кравченко А.П. К анализу методов оценки надежности автомобильных шин при устойчивом движении легкового автомобиля / А.П. Кравченко, О.П. Сакно // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвідомчий наук.-техн. зб. – Вип. 40. – Ч. I. – Кіровоград : КНТУ, 2010. – С. 240–243.

ЗАХАРОВ Сергій Валерійович – інженер-механік, заступник директора з перевезень СП «Автобаза» ДП «Орджонікідзевугілля».

Наукові інтереси:

– забезпечення безпеки руху транспортних засобів в умовах експлуатації.

Тел. (роб.): (06252) 9-60-29, 9-63-43.

КРАВЧЕНКО Олександр Петрович – доктор технічних наук, професор, декан факультету систем автомобільних комунікацій, завідувач кафедри «Організація перевезень і управління на автомобільному транспорті» Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля.

Наукові інтереси:

– підвищення ефективності експлуатації автомобільного транспорту.

Тел. (роб.): (0642)-41-95-83.

E-mail: avtoap@ukr.net

САКНО Ольга Петрівна – аспірант кафедри «Організація перевезень і управління на автомобільному транспорті» Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля.

Наукові інтереси:

– забезпечення безпеки руху транспортних засобів в умовах експлуатації;

– аналіз надійності автомобільних шин.

Тел.: 050-295-51-16.

E-mail: sakno-o@yandex.ru

Подано 06.05.2010

Захаров С.В., Кравченко О.П., Сакно О.П. До аналізу надійності автомобільних шин в умовах експлуатації

Захаров С.В., Кравченко А.П., Сакно О.П. К анализу надежности автомобильных шин в условиях эксплуатации

Zakharov S., Kravchenko A., Sakno O. Before the analysis of reliability of motor-car tires in the conditions of the operation.

УДК 629.113

К анализу надежности автомобильных шин в условиях эксплуатации / С.В. Захаров, А.П. Кравченко, О.П. Сакно

Рассматриваются основные причины износа протектора автомобильных шин в специфических условиях эксплуатации. Проанализированы законы распределения фактического ресурса автомобильных шин в условиях эксплуатации Донецкого региона. Предлагается приспособление для контроля остаточной высоты рисунка протектора.

УДК 629.113

Before the analysis of reliability of motor-car tires in the conditions of the operation / S.Zakharov, A.Kravchenko, O.Sakno

Principal causes of the deterioration of protector of motor-car tires are considered. The distribution laws of observed life of motor-car tires are analysed in the conditions of the operation of Donets region. The device for the control of protector pattern remaining height is offered.