

УДК 629.017:629.083

*О. П. САКНО*, асистент ДААТ, Донецьк**ПРОБЛЕМА НОРМУВАННЯ РЕСУРСУ ШИН ВАНТАЖНИХ  
АВТОМОБІЛІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЇХ ТЕРМІНУ  
СЛУЖБИ**

Проаналізовані методи призначення нормативного ресурсу пневматичних шин вантажних автомобілів і проблеми, що виникають при їх використанні. Запропоновані удосконалені методики призначення нормативного ресурсу шин за статистичними базами даних підприємств і за аналізом фактичних умов експлуатації автомобілів. Розглянуті особливості прогнозування залишкового ресурсу шин і управління їх технічне обслуговування за даними контролю висоти рисунка протектора.

**Ключові слова:** шина, вантажний автомобіль, нормативний ресурс, прогнозування, статистичні дані, контроль, протектор

**Вступ.** Підвищення вимог до безпеки руху з впровадженням сучасних досягнень вітчизняної і світової науки для ефективного використання засобів транспорту – одна з головних стратегій розвитку автомобілебудування. Її реалізація під час експлуатації вантажних автомобілів зумовлена необхідністю проводити обслуговування за їх технічним станом, об'єктивно нормувати і прогнозувати їхній ресурс. Це дозволяє підвищити ефективність експлуатації і зменшити собівартість транспортних робіт. Отже, розвиток системи перевезень приводить до підвищення ролі шин при експлуатації автомобілів, особливо вантажних. Дослідження розподілу собівартості перевезень для середніх вантажних автомобілів за основними статтями витрат складає [1]: витрати на ТО і ПР – 22,2%; на платню водію – 21,7%; на паливо – 18,5%; на шини – 8,6%. Але розвиток автомобільних перевезень в Україні приводить до суттєвого збільшення використання автомобілів великої вантажопідйомності основних світових виробників. Це приводить до збільшення виробничих завдань та загального пробігу (більше використаних шинокомплектів); збільшення пробігу між ТО з підвищенням якості автомобілів, що використовується; зменшення питомих витрат на паливо та заробітну платню водіїв з підвищенням вантажомісткості; збільшення кількості шин в шинокомплектах. Ці тенденції ведуть до стабілізації, або зменшення перших трьох вказаних вище статей собівартості й до збільшення статті, пов'язаної з витратами на шини, яка за даними автотранспортних підприємств (АТП) сягає 15-18%. Отже, стабільне зростання галузей промисловості можливе лише при збільшенні кількості вантажних автомобілів з інтенсивною експлуатацією, що визиває зменшення ресурсу шин, який необхідно передбачати. Одночасно підвищуються вимоги до призначення нормативного ресурсу шин. Організація сучасного обліку фактичного ресурсу шин на АТП й урахування динаміки процесу зношування протектора з використанням комп'ютерної техніки в умовах конкретних підприємств, дозволить вирішити обидві задачі: уточнювати призначення нормативного і прогнозувати фактичного ресурсу шин. Це дуже важливо в умовах промислових регіонів, де вантажні автомобілі інтенсивно використовуються в умовах техногенного впливу, хімічного забруднення, підвищених виробничих завдань.

**Аналіз основних досягнень і літератури.** Ресурс шин безпосередньо залежить від інтенсивності їх зношування. Як показано в роботах Балабіна І.В., Волкова В.П., Говорущенко М.Я., Келдиша М.В., Кнорова В.І., Ларіна О.М., Пасейка Р., Цукерберга С.М., Юрченка О.М. [2-6] та багатьох інших вчених чималі складнощі

© О. П. Сакно, 2013

виникають при дослідженні процесу зношування шин, оскільки при їх контакті з дорогою формується потужна силова взаємодія автомобіля з опорною поверхнею, на яке впливають експлуатаційні чинники, врахувати які в повному об'ємі на практиці важко, а інтенсивність зношування й технічний стан шин на 80-90% залежить якраз від них.

Проблема контролю технічного стану шин вантажних автомобілів, залишкової висоти протектора є актуальною в практичній експлуатації [3, 5, 6]. Контроль залишкової висоти рисунка протектора, створення відповідних баз даних, порівняння їх з попередніми значеннями вимірів є найбільш доцільним методом відстежування динаміки зносу в умовах експлуатації вантажних автомобілів. Цього вимагають й останні накази Міністерства транспорту. Цей метод не вимагає складного устаткування, попередньої дії на шину, руйнівної дії на неї й демонтажу, а існуючі аналітичні й статистичні методи розрахунку інтенсивності зношування протектора дають похибку 10-90% [7].

Проблема призначення нормативного середнього ресурсу в умовах окремого підприємства та фактичного ресурсу шин в фактичних умовах залишається недостатньо дослідженою. Останнім нормативним документом, що регламентує експлуатаційні норми середнього ресурсу пневматичних шин, є наказ №488 Міністерства транспорту й зв'язку України від 20.05.2006 року [8].

**Мета дослідження, постановка задачі.** Метою дослідження є розробка комплексу методик призначення нормативного ресурсу і прогнозування залишкового ресурсу з визначенням фактичного терміну служби. Управління ресурсом шин засобів транспорту шляхом удосконалення постійного контролю залишкової висоти рисунка протектора, прогнозування терміну їх заміни та коригування їх нормативного ресурсу залежно від умов експлуатації, що дозволить підвищити ефективність використання ресурсу шин вантажних автомобілів.

#### **Матеріали досліджень.**

Задачі призначення нормативного ресурсу шин і прогнозування фактичного залишкового ресурсу є взаємопов'язаними, що можуть бути вирішені, як на єдиному підході, так і на взаємодоповнюючих підставах. Норматив можна розглядати як усереднений прогноз ресурсу, що затверджений відповідним наказом, в межах всієї держави, або конкретного підприємства. Тому для призначення нормативного ресурсу шин найбільш доцільно використовувати методики, що базуються на статистичних показниках АТП, які автоматично враховують фактичні умови експлуатації автомобілів, його виробничим завданням і економічним можливостям. Підставою призначення нормативного ресурсу шин може бути значення при їх списанні, або розроблені коригуючі коефіцієнти. Прогноз же необхідно отримувати з достатньою точністю для кожної шини, пари шин, шинокомплекту вантажного автомобіля. Підставою для прогнозу залишкового ресурсу шин є результати контролю залишкової висоти рисунка протектора. Крім того необхідно на підставі розрахованого залишкового ресурсу шин і добових виробничих завдань прогнозувати термін їх заміни, планувати роботу технічної служби, що також оптимізує роботу АТП.

Проведені автором статистичні дослідження фактичного ресурсу шин на АТП Донецького регіону виявив суттєву проблему – невідповідність фактичного ресурсу шин нормативному, що призначався за наказом №488. Статистичний матеріал базується на досвіді експлуатації шин на СП «Автобаза» ДП «Орджонікідзевугілля» (м. Єнакієво), ДП «Донецький облавтодор» філії «Мар'їнський автодор» ВАТ «Державна акціонерна компанія «Автомобільні дороги України» (Мар'їнський район),

КП ДРСУ, ВАТ «Автосоюз», ВАТ «Авторесурс Донбасу», АТП КПП ДГС «Донелектроавтотранс» (м. Донецьк). При цьому збиралися дані о фактичних ресурсах більш ніж 5 тисячах шин автобусів, легкових та вантажних автомобілів. Повністю результати цього дослідження наведені в [9].

Головні висновки після аналізу фактичного матеріалу і його статистичної обробки:

- мінімальний фактичний ресурс перевищує нормативний для легкових автомобілів у 8 випадках з 10, а для автобусів у 5 випадках з 9;

- найбільш непередбачуване співвідношення фактичного і нормативного ресурсів присутнє для вантажних автомобілів, що вимагає подальшої перевірки і більш поглибленого дослідження ресурсів шин вантажних автомобілів;

- для всіх типів шин математичне очікування їх ресурсу перевищує відкоригований нормативний ресурс. Для автобусів це перевищення складає 20-40%, для легкових шин – 3-10%, для вантажних автомобілів це перевищення не є стабільним показником;

- значне розсіювання ресурсу шин найбільш характерно для вантажних автомобілів (середнє квадратичне відхилення до 35-50% математичного очікування ресурсу), найбільш стабільні показники ресурсу для легкових шин (середнє квадратичне відхилення 3-10% математичного очікування ресурсу);

- для вантажних автомобілів значно більший відсоток досліджених шин (10-40%) не відпрацював до нормативного ресурсу;

- для вантажних автомобілів найбільш характерний нормальний закон розподілу з розмитою вершиною.

Найменш дослідженими є питання експлуатації шин спеціалізованого рухомого складу. Кількість цієї техніки значно менше, менше фактичного матеріалу для статистичного дослідження, шини випускаються меншими партіями, що впливає на технологію виробництва. Ця техніка часто експлуатується в дуже складних умовах (перевантаження, складні дорожні умови, довший період експлуатації, ускладнено технічне обслуговування). Тому ресурс цих шин має широкий спектр розсіювання, й важко передбачити реальний ресурс, він сильно відрізняється від нормативного. Можна зробити головний висновок – **саме шини вантажних автомобілів є найменш дослідженими, а призначення нормативного і прогнозування фактичного їх ресурсу складна задача.**

Отже, проблема призначення нормативного ресурсу шин вантажних автомобілів потребує обов'язкового вирішення. Основні причини виникнення проблеми:

- а) застарілий статистичний матеріал на підставі якого розраховані нормативи в наказі №488; б) насичення ринку шинами нової конструкції, нових виробників, що не входять в розрахункові та нормативні таблиці; в) постійні зміни в конструкції автомобіля, його підвіски, що впливає на ресурс шин; г) необхідність використання в якості бази для нормативу даних виробника, які базуються на випробуваннях, що проведені на різних полігонах, в різних фактичних умовах, суттєво відмінних від умов України; д) усереднена база коригуючих коефіцієнтів, що не враховує особливості експлуатації вантажних автомобілів.

При цьому похибки при призначенні нормативного ресурсу шин приводять до суттєвих економічних витрат:

- при перевищенні фактичним ресурсом шин нормативного відбувається збільшення витрат на їх зберігання (складські приміщення, персонал, вологість, температура), втрата частки ресурсу шин під час зберігання і зменшення оборотних коштів;

- при перевищенні нормативним ресурсом шин фактичного відбувається зменшення безпеки руху, збільшення ризику раптових відмов, простої автомобілів за відсутності запасних шин і шиноккомплектів.

**Результати досліджень.**

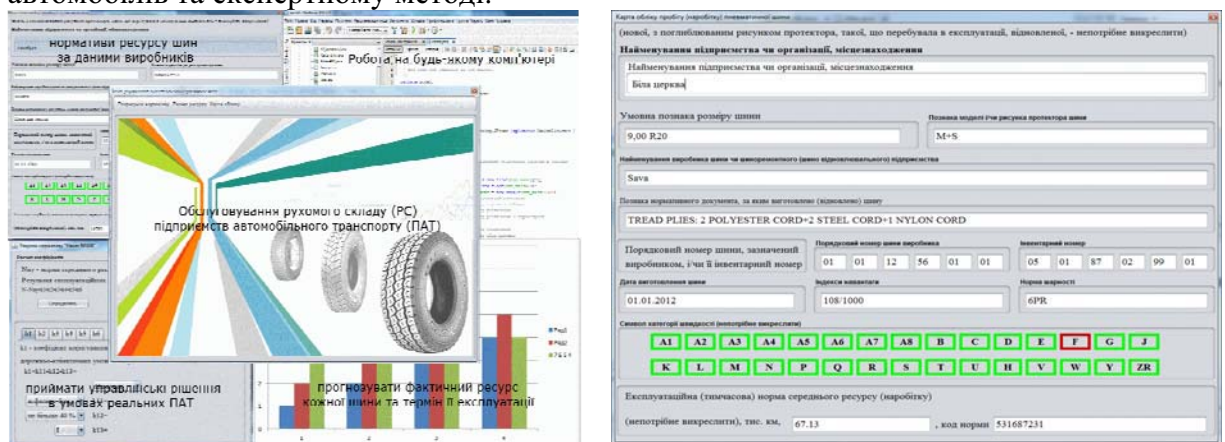
Запропонований комплекс методик призначення нормативного ресурсу і прогнозування фактичного залишкового ресурсу шин разом з терміном їх заміни. Цей комплекс реалізований в розробленому програмному забезпеченні (рис.), що дозволяє на підставі створення відповідних баз даних приймати необхідні управлінські рішення для технічної служби, відділу матеріально-технічного забезпечення й інших структур АТП.

Перша методика базується на удосконаленій системі коригуючих коефіцієнтів [10]. Ці коефіцієнти отримані експериментальним шляхом саме для вантажних автомобілів. Розрахунок нормативного ресурсу ( $N$ ) ґрунтується на методі поправочних коефіцієнтів, базовим пробігом ( $N_{ну}$ ) для якого є заявлений виробником у разі шин закордонних виробників і базовий середній відповідно до [8] для шин виробництва СНГ.

$$N = N_{ну} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7, \tag{1}$$

де  $N_{ну}$  – норма середнього ресурсу шин (згідно з даними виробника шин або автопідприємства), тис. км;  $k_1$  – коефіцієнт, що залежить від дорожньо-кліматичних умов і враховує тип дорожнього покриття, поздовжній похил дороги і ступінь хімічного забруднення;  $k_2$  – коефіцієнт, що враховує пробіг вантажного автомобіля в особливих умовах (будівельні майданчики, кар’єрні розробки);  $k_3$  – коефіцієнт, що залежить від режиму роботи колеса;  $k_4$  – коефіцієнт, що залежить від швидкісного перевантаження шин вантажних автомобілів;  $k_5$  – коефіцієнт, що залежить від відхилення внутрішнього тиску в шинах від нормативних значень;  $k_6$  – коефіцієнт, що залежить від співвідношення пробігу у межах міста до загального, що дозволяє врахувати інтенсивність зношування за рахунок прискорень і гальмувань;  $k_7$  – коефіцієнт, що залежить від коефіцієнта використання вантажності  $k_6$  відносно оптимальної вантажності автомобілів з урахуванням динамічної складової.

Коефіцієнти коригування вибираються за спеціально розробленими таблицями, які базуються на експериментальних дослідженнях зношування шин вантажних автомобілів та експертному методі.



а

б

Рисунок – Програмне забезпечення управління ресурсом шин: а – загальний вид інтерфейсу; б – карта обліку пробігу шин

Друга складова комплексу – це призначення нормативного ресурсу шин вантажних автомобілів на підставі визначення  $\gamma$ -відсоткового фактичного ресурсу, що включає: а) обґрунтування попередньої вибірки даних (повної або зрізаної); б) визначення закону розподілу ресурсу шин; в) розрахунок ресурсних характеристик шин; г) встановлення нормативного ресурсу шин на рівні заданого відсотка безвідмовної роботи, який залежить від його розсіювання, що характеризується коефіцієнтом варіації. Якщо прийняти, що розподіл фактичних ресурсів шин відповідає нормальному закону, то норматив може бути призначений за залежностями, що призначені з урахуванням функції Лапласа (для 95%, 90%, 80%, 70% і 60% безвідмовної роботи).

Третя складова комплексу – прогнозування залишкового ресурсу шин за даними постійного контролю залишкової висоти рисунка протектора і визначення інтенсивності зношування [11]. Прогнозування базується на проведених експериментальних дослідженнях [12], що дозволили визначити три зони процесу зношування шин: припрацювання, зону сталого зношування і зону критичного зношування. Дані з вимірювання вносяться в карти обліку шин, прогноз їх фактичного ресурсу уточнюється після кожного вимірювання, оскільки інтенсивність зношування постійно змінюється в процесі експлуатації. Головною особливістю прогнозування є визначення середньої залишкової висоти рисунка протектора, як для кожної шини, так і для керованих і ведучих та при здвоєних шинах окремо.

На підставі цього прогнозу необхідно приймати рішення про придбання нового комплекту шин. Крім того після заміни повного комплекту шин приймається рішення про їх подальше використання. Шини з комплекту, що мають найбільшу залишкову висоту протектора можуть використовуватись, як змінні комплекти при ремонті й заміні шин, що найбільш інтенсивно зношуються, чи при очікуванні отримання нового комплекту шин; шини з непошкодженим каркасом можуть бути відправлені на відновлення, що є економічно доцільним рішенням, або поступають на утилізацію. Все це знаходить відображення в карті обліку шин.

**Висновки.** Комплекс методик призначення нормативного і прогнозування фактичного ресурсу шин забезпечує: а) визначення нормативного ресурсу шин на базі експериментальних даних контролю залишкової висоти рисунка протектора; б) прогнозування  $\gamma$ -відсоткового ресурсу шин за статистичними даними обґрунтованої вибірки та даними постійного контролю процесу їх зношування з визначенням інтенсивності; в) збільшення ресурсу шин за рахунок удосконалення системи ТО елементів ходової частини за фактичним технічним станом; г) зменшення відсотка дострокових відмов шин за критерієм «пошкодження» за рахунок виключення їх з експлуатації при досягненні зони критичного зносу; д) ефективне використання ресурсу шин за рахунок постійного контролю залишкової висоти рисунка протектора..

**Список літератури:** 1. Аринин И. Н. Техническая эксплуатация автомобилей / И. Н. Аринин, С. И. Коновалов, Ю. В. Баженов. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 314 с. 2. Балабин И. В. Автомобильные и тракторные колеса и шины / И. В. Балабин, В. А. Путин, И. С. Чабунин. – М. : МГТУ «МАМИ», 2012. – 920 с. 3. Ларин А. Н. Колесные узлы современных автомобилей / А. Н. Ларин, Е. Е. Черток, А. Н. Юрченко – Х. : «С.А.М.». – 2004. – 260 с. 4. Pacejka H. B. The magic formula tyre model / H. B. Pacejka, E. Bakker // Prog. IstCollog. Models for Vehicle Dynamics Analysis. Delft. – Amsterdam, 1993: Swits and Zeitlinger, P. 1–18. 5. Говорущенко Н. Я. Техническая

експлуатація автомобилей / *Н. Я. Говорущенко* – Х. : Вища школа, 1984 – 120 с. **6.** *Юрченко А. Н.* Автомобильные шины (требования, эксплуатация, износ) / *А. Н. Юрченко*. – Х. : ДП ХМЗ «ФЭД», 2003. – 115 с. **7.** *Кравченко О. П.* Порівняльний аналіз норм та фактичного ресурсу шин автотранспорту в умовах Донбасу / *О. П. Кравченко, О. П. Сакно, О. В. Лукічов* // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2010 – №7 (149) – С. 11–114. **8.** Норми витрат палива для автомобілів, норми ресурсу шин та акумуляторів / Уклад. *В. Кузнєцов*. – Х. : Фактор, 2009. – 528 с. **9.** *Ткаченко В. П.* Порівняльне дослідження законів розподілу фактичного ресурсу пневматичних шин різних видів автотранспорту / *В. П. Ткаченко, О. П. Сакно* // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – Донецьк : ПП «Молнія», 2010. – №4. – С. 84–94. **10.** *Kravchenko A.* Tire Life Adjustment on the Coefficients of Operational and Road Conditions / *A. Kravchenko, O. Sakno* // ТЕКА Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. – Lublin, Poland : Polish academy of sciences, 2011. – Vol. XI A. – P. 121–128. **11.** *Кравченко О. П.* Призначення нормативу ресурсу шин вантажних автомобілів на основі системи управління їх технічною експлуатацією / *О. П. Кравченко, О. П. Сакно, О. В. Лукічов* // Наукові нотатки Міжвузівський збірник (за галузями знань «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»). – Луцьк : Луцький НТУ, 2012. – Вип. 37 (травень, 2012). – С. 177–182. **12.** *Kravchenko A.* Research of Dynamics of Tire Wear of Trucks and Prognostication of Their Service Life / *A. Kravchenko, O. Sakno, A. Lukichov* // Transport Problems. – Katowice : Silesian University of Technology, 2012. – Vol. 7, issue 4. – P. 85–94.

*Надійшла до редколегії 13.05.2013*

УДК 629.017:629.083

**Проблема нормування ресурсу шин вантажних автомобілів та особливості прогнозування їх терміну служби** / *О. П. Сакно* // Вісник НТУ «ХП». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2013. – № 30 (1003). – С. 121–126. – Бібліогр.: 12 назв.

Проанализированы методы назначения нормативного ресурса пневматических шин грузовых автомобилей и проблемы, которые возникают при их использовании. Предложены усовершенствованные методики назначения нормативного ресурса шин по статистическим базам данных предприятий и по анализу фактических условий эксплуатации. Рассмотрены особенности прогнозирования остаточного ресурса шин и управления их технического обслуживания по данным контроля высоты рисунка протектора.

**Ключевые слова:** шина, грузовой автомобиль, нормативный ресурс, прогнозирование, статистические данные, контроль, протектор.

Methods of resource allocation of normative of pneumatic tires of trucks and problems which arise up at their use are analysed. The advanced methods of resource allocation of normative of tires by statistical enterprise database and by analysis actual operating conditions are suggested. The specifics of prognostication of residual of tire life and controls their maintenance by audit data of height of tread pattern are considered.

**Keywords:** tire, truck, normative resources, prognostication, statistical data, control, tread.