

УДК 629.017:629.083

О.П.Кравченко¹, О.П.Сакно¹, О.В.Лукічов²¹Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля²Донецька академія автомобільного транспорту

ПРИЗНАЧЕННЯ НОРМАТИВУ РЕСУРСУ ШИН ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЇХ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

В статті розглянуто варіативний підхід до призначення нормативу ресурсу шин вантажних автомобілів для різних типів підприємств автомобільного транспорту з використанням системного підходу до управління технічної експлуатації шин на підставі власних статистичних та експериментальних баз даних кожного підприємства. Розкриті питання прогнозування терміну служби шин та призначення технічних впливів на шини та вузли автомобіля

Ключові слова: *автомобіль, шина, ресурс, норматив, прогнозування, термін служби, технічні впливи*

Постановка проблеми. З розгалуженням транспортної мережі у сучасних умовах відбувається постійне нарощування обсягів автомобільних перевезень. Забезпечення стабільного зростання галузей промисловості здійснюється збільшенням кількості вантажних автомобілів з інтенсивною експлуатацією, що визиває зменшення терміну роботи шин. З цієї причини підвищуються вимоги до точності прогнозування ресурсу шин, виявлення впливу на їх знос стану вузлів автомобіля, розвитку технології повторного використання відновлених шин та їх утилізації. Наявність одночасного вирішення декількох задач потребує удосконалення системи управління технічним станом (ТС) шин, що враховує всі ці фактори. Вирішення даної задачі дозволить підвищити ефективність роботи технічної служби підприємств автомобільного транспорту (ПАТ).

Аналіз останніх досліджень та публікацій свідчить, що проблема підвищення якості автомобільних шин та їх технічної експлуатації, підвищення точності визначення нормативного ресурсу шин з урахуванням реальних умов експлуатації є актуальною. Особливий вклад в рішення цієї задачі внесли роботи Арініна І.М., Баженова Ю.В., Богомолова В.О., Варченка В.Г., Волкова В.П., Клименко В.І., Ларіна О.М., Літвінова А.С., Макарова В.А., Петрова А.І., Подригала М.А., Сахно В.П., Юрченка А.М. та ін. Ці роботи присвячені процесам зносу шин, їх надійності, взаємодії шини з дорогою. В них розглянуті розрахункові й статистичні методи визначення ресурсу шин, аналізуються процеси, що виникають в зоні контакту шини та дороги, вдосконалюються методи оцінки і розрахунків рівня їх експлуатаційних показників, розробки технологічних та організаційних заходів обслуговування шин. Але проблема залишається недостатньо дослідженою при розрахунку деяких показників надійності шин, а саме їх ресурсу та здібності зберігати в заданих межах необхідні функції протягом всього терміну експлуатації. Статистичні дослідження показують суттєву різницю між фактичним терміном служби шин та їх нормативним ресурсом [1]. Нормативний документ, що регламентує експлуатаційні норми середнього ресурсу пневматичних шин, є наказ № 488 [2].

Мета статті. Метою дослідження є удосконалення визначення нормативу ресурсу шин вантажних автомобілів в реальних умовах ПАТ на основі розробки системи управління їх технічної експлуатації.

Матеріали і результати дослідження.

Продуктивність перевезень є основою ефективності роботи ПАТ. При цьому вона є узагальненим показником, що враховує техніко-економічні показники управління, є питомою, придатною до використання на ПАТ. Можна сформулювати основну задачу, як мінімум сумарних витрат на одиницю перевезень при оптимальній технічній готовності автомобілів; тобто загальна ефективність розділена на економічну і технічну складові.

Таким чином впливають дві основні взаємопов'язані задачі на підприємстві: зменшення експлуатаційних витрат та підвищення технічної готовності. Для їх вирішення й розроблена система управління технічною експлуатацією шин, що дозволяє визначати нормативний ресурс шин вантажних автомобілів за власними статистичними даними на ПАТ, прогнозувати фактичний термін експлуатації шин на підставі постійного контролю залишкової висоти рисунка протектора, визначати необхідність й перелік технічних впливів на шини та вузли автомобіля.

Найбільш важливими поточними показниками ТС шин, що необхідно контролювати та вносити в картки їх обліку, є:

- пробіг кожної шини, що поставлена на баланс;
- технічний стан шини та її протектора;
- залишкова висота рисунка протектора.

В залежності від виду ПАТ та його розміру система управління ТС шин може бути різного рівня складності та ієрархічної побудови. Найбільш важливим показником, що безпосередньо впливає на економічні показники роботи підприємства, є ресурс шин та правильне визначення його нормативного значення.

Основою системи управління технічної експлуатації шин вантажних автомобілів є прогнозування ресурсу шин та визначення нормативного ресурсу, що враховує реальні експлуатаційні умови кожного підприємства. Це може бути здійснено за декількома методиками, що розроблені авторами та зведені в загальну систему (рис. 1):

- на підставі затверджених норм середнього ресурсу пневматичних шин колісних транспортних засобів з коригуванням згідно методики Міністерства транспорту та зв'язку [2];
- на підставі нормативів ресурсу, що визначаються виробником шин або наказом Міністерства [2], з використанням розробленої авторами системи коефіцієнтів, що коригують норматив ресурсу у відповідності до реальних експлуатаційних умов [3];
- на підставі власних статистичних досліджень пробігу шин в реальних експлуатаційних умовах ПАТ для кожного типорозміру шин, що використовуються [1, 4];
- на підставі постійного контролю залишкової висоти рисунка протектора шин при проведенні технічних впливів та визначення інтенсивності зносу [3, 5, 6].

Кожна з цих методик має свої переваги та недоліки й може бути використана для різних типів ПАТ. Вибір методики, або декількох методик одночасно, з наступним порівнянням, аналізом та вибором залежить від організаційних факторів: розміру ПАТ та кількості рухомого складу, стану технічної служби підприємства, наявності та якості статистичного матеріалу, стабільності виробничих завдань, прогнозованості маршрутів, виробничої дисципліни, системи контролю та обліку шин, служби матеріально-технічного забезпечення.

Для реалізації системи управління технічною експлуатацією шин розроблена комп'ютерна програма, яка дозволяє розрахувати нормативний та прогнозований ресурс шин за перерахованими методиками та порівнювати їх результати. На основі цього може бути прийняте рішення по коригуванню нормативу ресурсу шин, що затверджуються, як тимчасові на підприємстві.

Перші дві методики працюють за принципом узагальнених поправочних коефіцієнтів, що диференційовано враховують умови експлуатації шин, які відрізняються від тих, що прийнято вважати «нормальними».

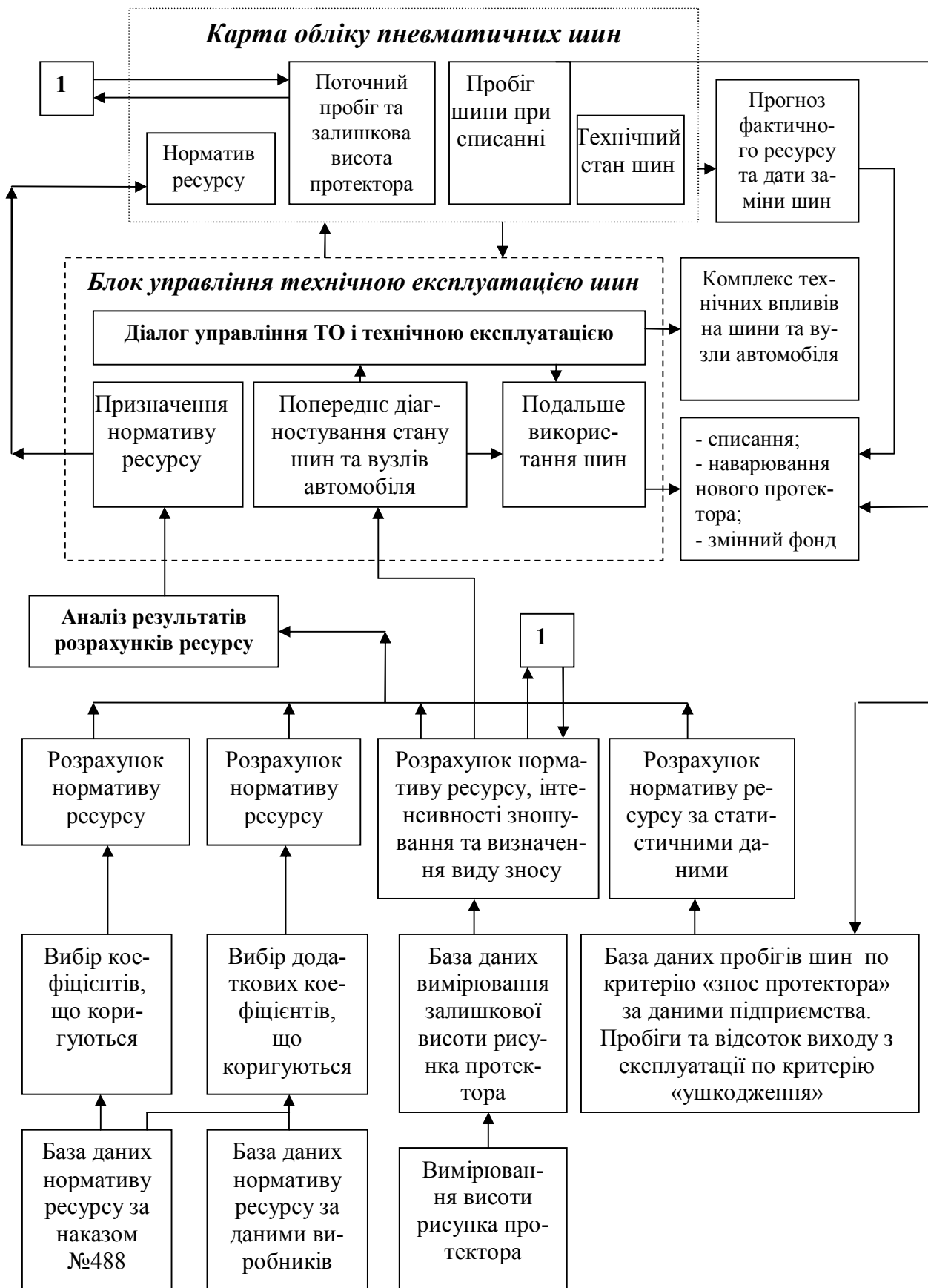


Рис. 1. Система управління технічною експлуатацією шин

Друга запропонована розрахункова методика ресурсу (N) ґрунтується на методі поправочних коефіцієнтів, базовим пробігом (N_{ny}) для якого є або заявлений виробником у разі шин закордонних виробників, або базовий середній відповідно до [2] для шин виробництва СНГ. Тоді [7, 8]:

$$N = N_{ny} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7. \quad (1)$$

Коефіцієнт k_1 враховує пробіг АТЗ в особливих умовах, під якими для вантажних автомобілів розуміються будівельні майданчики та кар'єрні розробки; коефіцієнт коригування k_2 відображає сукупність дорожньо-кліматичних умов; коефіцієнт коригування k_3 залежить від позиції шини на автотранспортному засобі (АТЗ); коефіцієнт коригування k_4 залежить від швидкісного перевантаження шин; коефіцієнт коригування k_5 враховує відхилення внутрішнього тиску від нормативних значень; коефіцієнт коригування k_6 відображає відношення пробігу в містах і населених пунктах до загального пробігу дорожньою мережею загального користування; коефіцієнт коригування k_7 залежить від коефіцієнта використання вантажності відносно оптимальної вантажності АТЗ.

Наведений перелік коефіцієнтів не є остаточним й може бути уточненим для вантажних автомобілів, що працюють в умовах з специфічними експлуатаційними факторами.

Розглядається більш детально призначення нормативу та прогнозування фактичного ресурсу за двома останніми методиками (на підставі власних статистичних даних та на підставі постійного контролю залишкової висоти рисунка протектора шин).

Для великих ПАТ, де кількість списань шин за рік досить велика (більше 100-150 шин одного типорозміру), визначаються статистичні показники ресурсу: математичне очікування ресурсу \bar{l} , середньоквадратичне відхилення σ та інші. Джерелом інформації при цьому являється картка обліку шин, де необхідно вказувати термін експлуатації шин до списання. Також необхідно розбивати всі шини одного типорозміру на декілька груп за умовами експлуатації (автомобіль, маршрути, завдання й т.і.). Це суттєво підвищує якість статистичних вибірок. На цій підставі розраховується математичне очікування ресурсу \bar{l} для кожного типорозміру шин за методикою [1].

Це математичне очікування може призначатися в якості прогнозного ресурсу. При цьому забезпечується безвідмовна робота до досягнення ресурсу 50% шин. Такий показник можна вважати достатнім для підприємств з розвинутою системою постачання та технічного обслуговування, обладнаними складами для шин, достатній кількості обігових коштів.

Далі встановлюється відсоток безвідмовної роботи протягом заданого ресурсу (для стабільних умов експлуатації рекомендується 90...95%, для складних, перемінних умов експлуатації – 70...90%); після чого визначається рекомендований тимчасовий норматив ресурсу, що затверджується наказом по АТП [9]. Цей норматив необхідно переглядати з заданою періодичністю (2 - 4 рази на рік), що дозволяє більш раціонально планувати витрати на шини.

Норматив залежить від встановленого рівня безвідмовної роботи. Якщо прийняти, що розподіл фактичних ресурсів – нормальний закон, то норматив може бути призначений за залежностями, що призначені з урахуванням розподілу Лапласа (для 95%; 90%, 80%, 70% , 60% безвідмовної роботи шин):

$$\begin{aligned} l_{норм_{95}} &= \bar{l} - 1,645 \cdot \sigma; \\ l_{норм_{90}} &= \bar{l} - 1,28 \cdot \sigma; \\ l_{норм_{80}} &= \bar{l} - 0,84 \cdot \sigma; \\ l_{норм_{70}} &= \bar{l} - 0,53 \cdot \sigma; \\ l_{норм_{60}} &= \bar{l} - 0,25 \cdot \sigma, \end{aligned} \quad (2)$$

де $l_{норм_i}$ – норматив ресурсу шин з заданою вірогідністю безвідмовної роботи, тис. км;

\bar{l} – математичне очікування за статистичним аналізом фактичного ресурсу, тис. км;

σ – середньоквадратичне відхилення середнього, тис. км.

Ця методика дозволяє призначити нормативи при достатній кількості статистичного матеріалу, але він не спрацьовує, коли рухомий склад працює в нестабільних умовах експлуатації ($\sigma \geq 0,15\bar{l}$). В цілому слід враховувати, що норматив визначений за цим методом – занижений, що може привести до надлишкових запасів шин на складі підприємства. Тому завдання технічної служби – це постійно проводити коригування ресурсу шин. Крім того, в програмі врахована мож-

ливність постійно обновлювати базу даних по фактичному ресурсу шин, при цьому нові дані не доповнюють, а замінюють попередні, при цьому загальний розмір статистичного масиву залишається постійним (нема потреби перевищувати значення 150 шин). Це пов'язано з тим, що реальні умови експлуатації постійно, але найчастіше еволюційним шляхом, змінюються, як і умови виробництва шин та технології на підприємствах виробників. Тому нема потреби збільшувати масив, що досліджується, найбільш доцільною є остання інформація, що наближена до реальних умов в проміжок часу, що прогнозується.

Для підприємств з розвинутою технічною службою найбільш доцільне використовувати призначення нормативу та прогнозування фактичного ресурсу за наявною інтенсивністю зносу, що визначається за вимірюваннями залишкової висоти рисунка протектора шини. Методика цих вимірювань наведена в [6]. Порівняння різних розрахункових методик [3] доводить, що саме оперативний контроль залишкової висоти рисунка протектора найбільш точно дозволить прогнозувати термін експлуатації шин. Мінімальне необхідне число вимірювань на кожній шині дорівнює дев'яти. Середня залишкова висота рисунка протектора розраховується по кожній шині (по парам шин – при використанні здвоєних шин), для керованих та ведучих шин – окремо.

Дані по вимірюванню вносяться в картки обліку шин. Так як інтенсивність зносу може змінюватися в процесі експлуатації автомобіля в залежності від зміни умов експлуатації, найбільш вагомими з яких є маршрут та об'єм перевезень, температура експлуатації, стан дорожнього покриття, прогноз фактичного ресурсу шин автомобіля уточнюється після кожного вимірювання. Ця методика найбільш ефективна для АТП з великими добовими пробігами, коли термін експлуатації шин не перевищує 4 - 6 місяців. Прогноз ресурсу кожного типу шин можна проводити за залежністю:

$$L_{ик(в)} = 1000 \cdot ((0,85...0,9) \cdot H_0 - H_{zp}) / \left(\frac{\bar{h}_1 - \bar{h}_i}{L_{факт,i} - L_1} \right), \quad (3)$$

де - H_0 – початкова висота протектора нової шини, мм;

- $(0,85...0,9)$ – коефіцієнт, що враховує підвищену інтенсивність зносу в процесі приробки;

- H_{zp} – граничне значення залишкової висоти протектора, що визначене правилами дорожнього руху, мм;

- \bar{h}_1, L_1 – висота протектора та пробіг при 1-му вимірюванні, що проводиться через 8 - 10 тис. км після завершення процесу приробки, відповідно мм, тис. км;

- $L_{факт,i}$ – фактичний пробіг шини на момент вимірювання, тис. км.

При експлуатації в різні сезони року зміна інтенсивності зношування враховується підвищенням ваги останніх вимірювань з відхиленням від лінійного закону зносу [6]. При цьому ресурс комплекту шин вантажних автомобілів (окремо керованих та ведучих) визначається ресурсом шини, що найбільш інтенсивно зношується. Якщо інтенсивність зношування однієї з шин суттєво перевищує середню по автомобілю, більш ніж на 15 - 20%, то необхідно розглянути організаційне питання про заміну шини, пари шин на шини з обмінного фонду.

Дані по вимірюванню вносяться в картки обліку шин, а прогноз ресурсу шин автомобіля уточнюється після кожного вимірювання, так як інтенсивність зносу змінюється в процесі експлуатації АТЗ в залежності від експлуатаційних та дорожньо-кліматичних факторів [10].

На підставі цього прогнозу приймається рішення на придбання нового комплекту шин. Крім того після заміни комплекту шин можливі різні варіанти їх подальшого використання. Шини з комплекту, що мають найбільшу залишкову висоту протектора можуть використовуватись, як змінні комплекти при ремонті основних шин, чи при очікуванні отримання нового комплекту шин; шини з непошкодженим каркасом можуть бути відправлені на відновлення рисунка протектора (не більше 2 разів), що є економічно доцільним рішенням; шини незадовільним станом каркасу та після повторного відновлення поступають на утилізацію.

Висновки. Удосконалено призначення нормативу ресурсу та прогнозування терміну експлуатації шин вантажних автомобілів на основі розробленої системи управління за статистичними та експериментальними даними ПАТ. Система передбачає варіативність призначення нормативу, застосування діалогового режиму при прийнятті управляючих рішень, затвердження прийнятих рішень відповідною базою наказів та інструкцій. Використання розробленої системи суттєво поліпшує економічні показники діяльності ПАТ.

1. 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.
2. Про затвердження Експлуатаційних норм середнього ресурсу пневматичних шин колісних транспортних засобів і спеціальних машин, виконаних на колісних шасі. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 20 травня 2006 року № 488.
3. Кравченко О.П. Аналіз моделей розрахунку показників довговічності, зносу і ресурсу пневматичних шин вантажних автомобілів / О.П. Кравченко, О.П. Сакно, О.В. Лукічов, В.Д. Винокуров // Збірник наукових праць. – Донецьк: ДІЗТ, 2011. – Випуск 25. – С. 92 – 95.
4. Захаров С.В. До аналізу надійності автомобільних шин в умовах експлуатації / С.В. Захаров, О.П. Кравченко, О.П. Сакно // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – Житомир: ЖДТУ, 2010. – № 2 (53). – С. 52 – 57.
5. Кравченко О.П. Аналіз чинників, що визначають інтенсивність і характер зносу протектора шин та його зв'язок з технічним станом елементів автомобіля / О.П. Кравченко, О.П. Сакно, О.В. Лукічов, М.І. Гнатюк // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. Вип. 31. – Луцьк: ЛНТУ, 2011. – С. 170 – 176.
6. Кравченко О. До аналізу надійності автомобільних шин в умовах експлуатації / О. Кравченко, О. Сакно, О. Лукічов // Десятий міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові: Праці. – Львів: КІНПАТРИ ЛТД, – 2011. – С. 317 – 319.
7. Kravchenko A. Tire life adjustment on the coefficients of operational and road conditions / Alexander Kravchenko, Olga Sakno // ТЕКА Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. Volume XIA. – Lublin, Poland: Polish academy of sciences, 2011. – P. 121 – 128.
8. Кравченко О.П. Поліпшення технічного сервісу автомобілів на підставі контролю інтенсивності зносу шин / О.П. Кравченко, О.П. Сакно, О.В. Лукічов // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. Випуск 122. – Харків: ХНТУСГ, 2012. – С. 41 – 48.
9. Кравченко О.П. Прогнозування фактичного терміну експлуатації та призначення нормативного ресурсу шин вантажних автомобілів / О. Кравченко, О. Сакно, О. Лукічов // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – Донецьк: ПП «Молнія», 2011, №4. – С. 89 – 95.
10. Кравченко О.П. Аналіз чинників, що визначають інтенсивність і характер зносу протектора шин та його зв'язок з технічним станом елементів автомобіля / О.П. Кравченко, О.П. Сакно, О.В. Лукічов, М.І. Гнатюк // Наукові нотатки. Випуск 31. – Луцьк: ЛНТУ, 2011. – С. 170 – 176.