

## АНАЛІЗ ЧИННИКІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ОРГАНІВ ОХОРОНИ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ

*В статті проведений аналіз та узагальнення сукупності чинників, що впливають на рівень надійності об'єктів технічного обслуговування в реальних умовах їх експлуатації, а також визначений показник кількісної оцінки ефективності системи технічного обслуговування автомобілів переконливо свідчать про наявність тісного об'єктивного взаємозв'язку між розглянутими класами чинників, що відображають найбільш важливі сторони та особливості об'єктів і умови їх застосування. Результат аналізу свідчить про необхідність реалізації комплексного підходу до побудови раціональних систем технічного обслуговування і до оцінки показників надійності, що полягає в урахуванні сумісного впливу перерахованих вище класів чинників на надійність досліджуваних об'єктів.*

*Ключові слова: технічне обслуговування, автомобільний транспортний засіб, ефективність системи.*

ALEKSANDR VASYILEVYCH HERASYMYUK  
National academy of Government frontier service of Ukraine

### ANALYSIS OF FACTORS THAT DETERMINE THE EFFECTIVENESS SYSTEM MAINTENANCE ROAD VEHICLES PROTECTION AGENCIES STATE BORDER

*Abstract – In the article the analysis and generalization of aggregate of factors that affect the level of reliability facilities of maintenance under real operating conditions and specified quantitative estimation of efficiency index system of vehicle maintenance convincing evidence of the close relationship between the objective considered class factors that reflect the most important aspects and features of the objects and conditions of use. Result analysis demonstrates the need for an integrated approach to building a of rational systems maintenance and evaluation of reliability indices, which is the joint account of the impact listed above factors on the reliability of the classes of the objects.*

*Keywords: maintenance service, motor vehicle, the effectiveness of the system.*

Система технічного обслуговування автомобільних транспортних засобів (АТЗ) органів охорони державного кордону (ООДК) є однією із складових їх експлуатації [1], основною метою якої є підтримання необхідного рівня надійності [2] в реальних умовах експлуатації за рахунок прогнозування та запобігання деякій частині потенційних відмов. В подальшому під автомобільними транспортними засобами (АТЗ) слід розуміти АТЗ, що використовуються за призначенням в підрозділах ООДК. Це досягається виконанням цілого ряду операцій, що направлені на попередження передчасною зносу механічних елементів і відхилення значень електричних параметрів електронного та електричного обладнання (ЕЕО) АТЗ за межі встановлених норм, на доведення параметрів і характеристик до норм, на профілактичну заміну елементів відповідального призначення, що не підлягають ремонту, та інші. Сутність технічного обслуговування (ТО) полягає в проведенні на АТЗ попереджувально-відновних робіт в періоди перебування окремих автомобілів у працездатному стані.

Відповідно [3] будь-яка система ТО ґрунтується на принципах організації і проведення профілактично-відновлювальних заходів, що є стратегією системи ТО. Для організації проведення заходів ТО на АТЗ створена система, що являє собою сукупність взаємозв'язаних засобів, виконавців і документації ТО, що призначена для підтримки справного або працездатного стану АТЗ. В процесі експлуатації АТЗ встановлені періодичні (календарні, по напрацюванню або комбіновані) та неперіодичні види ТО. Відповідно [4] існують наступні види ТО для АТЗ: контрольний огляд (КО); щоденне технічне обслуговування (ЩТО); технічне обслуговування № 1 (ТО№1); технічне обслуговування № 2 (ТО№2); сезонне обслуговування (СО).

Систему ТО АТЗ слід вважати комбінованою тому, що встановлені як періодичні (по пробігу та календарні), так і неперіодичні види ТО. Слід зазначити, що календарне обслуговування ефективне для об'єктів, несправності і відмови яких можуть з'явитися в результаті старіння, а також для ЕЕО АТЗ. Обслуговування по напрацюванню проводиться після досягнення заданого напрацювання, встановленого з урахуванням умов експлуатації конкретної марки та типу АТЗ. Цей вид ТО розповсюджується на об'єкти, несправності та відмови яких можуть з'явитися в результаті зношування. Виходячи саме із цих міркувань для АТЗ встановлено комбіноване ТО.

Результати аналізу ефективності системи ТО АТЗ підрозділів ООДК дозволяють зробити наступні висновки:

періодичність і об'єм ТО, що визначені в інструкціях по обслуговуванню підприємствами, які є виготовлювачами АТЗ, у багатьох випадках є необґрунтованими;

призначені об'єми ТО не завжди можуть бути виконані повною мірою особовим складом, що обслуговує АТЗ, в задані терміни, що призводить до зниження ефективності ТО;

засоби вимірювань технічних параметрів і характеристик АТЗ, що рекомендуються відповідно

інструкцій з ТО, у багатьох випадках відсутні як на самих автомобілях, так і в ремонтних підрозділах ООДК.

Таким чином, проведений аналіз показав, що основними недоліками організації ТО на АТЗ на даний час є великий об'єм, трудомісткість і вартість ТО, низька ефективність профілактичних робіт, а також відсутність можливості урахування структури АТЗ і, як наслідок, неоптимальність і неузгодженість режимів обслуговування різних функціонально пов'язаних систем і механізмів, що входять в один зразок АТЗ, велика чисельність видів ТО.

Одним із перспективних і сучасних видів ТО є обслуговування, що виконується за технічним станом об'єктів [4]. Такою стратегією обслуговування передбачено розподіл усього об'єму робіт на дві частини, - обов'язкову і ту, що виконується залежно від технічного стану об'єктів. Обов'язкова частина робіт завжди проводиться в заздалегідь заплановані моменти часу і включає в основному операції контролю технічного стану об'єкта, що обслуговується. Друга частина робіт виконується тільки у разі потреби. Рішення про її проведення ухвалюється за наслідками виконання першої частини, тобто залежно від фактичного технічного стану об'єкту у момент проведення контролю і прогнозування його подальшої зміни. Проведення обов'язкової частини робіт під час реалізації даного виду обслуговування може плануватися через календарні інтервали часу або через певне напрацювання, тому таке обслуговування може використовуватись для об'єктів з різною природою відмов, що виникають в них.

З урахуванням важливості ТО як основного способу забезпечення необхідного рівня надійності АТЗ, аналізу накопиченого досвіду експлуатації АТЗ, показує, що існуюча в даний час система ТО ще далека від досконалості. Аналіз показує, що існуючі види ТО є єдиними для будь-яких складових АТЗ, незалежно від їх конструктивних відмінностей і особливостей функціонування. Наочно, що єдині види ТО, передбачені для всіх складових АТЗ, які мають різні механізми погіршення запасу працездатності, не можуть бути адекватними по періодичності їх проведення і об'ємам виконуваних робіт одночасно всім системам і механізмам АТЗ, особливо сучасним в яких важко визначити домінування електронної або механічної частини.

Виходячи із викладеного виходить, що існуюча система ТО АТЗ не повністю відображає в своїх характеристиках (стратегія обслуговування, об'єм і зміст операцій, характер функцій керування) реальні процеси зміни технічного стану і умови експлуатації автомобілів. Конкретний зміст ТО для кожного зразка АТЗ визначається інструкцією ТО, яка розробляється організацією-розробником певної марки автомобіля і є обов'язковою складовою частиною його експлуатаційної документації. Аналіз інструкцій з ТО різних АТЗ показав, що в переліку операцій обслуговування, як правило, відсутні операції, що виконуються за технічним станом автомобілів, і є тільки ті, які необхідно чітко виконувати або не виконувати залежно від їх включення в той або інший вид ТО. Відповідно, відсутні і умови (технічні засоби контролю та прогнозування технічного стану) виконання операцій ТО за технічним станом. Тому сформульоване положення у ряді керівних документів щодо організації ТО про те, що види ТО визначаються з урахуванням умов експлуатації, а також фактичного стану об'єкту, є лише декларованим твердженням, не підтвердженим як на практиці, так і в експлуатаційній документації конкретних зразків автомобілів.

Разом з тим, автори багатьох робіт з експлуатації [4] висловлюють думку, що перспективним видом ТО є обслуговування за технічним станом. Така система ТО повинна бути планово-попереджувальною та забезпечувати заданий рівень безвідмовності техніки за рахунок попередження відмов. При цьому плановість і попередження повинні ґрунтуватись лише на обліку фактичного технічного стану АТЗ, що обслуговуються, тому за змістом така система ТО є системою управління технічним станом. В даній системі ТО основне завдання попередження відмов повинне вирішуватись за рахунок профілактичних заходів, що плануються на основі прогнозування технічного стану АТЗ і проведенні обслуговування систем і механізмів, що потребують регулювання або заміни елементів (агрегатів), здатних викликати відмову. Вирішення цих завдань може бути досягнуте лише в результаті комплексного (системного) підходу, що враховує всі сторони, потреби, особливості і реальні чинники експлуатації конкретних об'єктів, зокрема АТЗ.

Одним із суттєвих недоліків, що ускладнює реалізацію системи ТО за станом АТЗ є відсутність на багатьох зразках АТЗ вбудованої автоматизованої системи контролю і прогнозування, що дозволяє документувати зміни основних параметрів систем і механізмів у часі.

Ефективність системи ТО, як об'єктів різноманітного цільового призначення, в цілому, так і АТЗ, зокрема, в реальних умовах експлуатації залежить від множини випадкових і невідповідних, зовнішніх і внутрішніх по відношенню до об'єкта обслуговування факторів. Тому, з метою визначення напрямків підвищення ефективності системи ТО автомобільних транспортних засобів ООДК, проведено узагальнення сукупності чинників, що впливають на рівень надійності об'єктів ТО в реальних умовах їх експлуатації.

Як відомо рівень надійності будь якого технічного об'єкта визначається технічним завданням на його створення, закладається під час конструювання та реалізується під час технологічного виготовлення. Одним із конструкторських методів забезпечення потрібного рівня надійності є використання надмірностей, то б то наявних у конструкції об'єкта та системи його експлуатації резервів. За ознакою наявності надмірностей найбільшу зацікавленість представляють системи, в яких передбачено почасове резервування та системи, в яких спільно використовується почасове і структурне резервування. За цією ознакою класифікація об'єктів може бути розширена, якщо врахувати, що інші види надмірностей (функціональна, навантажувальна і інформаційна) можуть служити засобом, що забезпечує наявність в системі почасової надмірності. Кожен вид надмірності володіє певними перевагами і недоліками, які необхідно враховувати

під час вибору того або іншого виду резервування. При цьому кожен вид резерву окремо накладає певні умови на організацію і проведення заходів технічної експлуатації, зокрема: ТО та ремонту. Наприклад, наявність в об'єктах структурного резерву приводить до одночасного підвищення як надійності самого об'єкту за рахунок резервування, так і до збільшення простоїв на проведення ТО за рахунок збільшення об'єму систем і механізмів об'єктів експлуатації, тоді як резерв часу дозволяє зменшити ці простої. Це можливо за рахунок проведення операцій ТО за допустимий час  $t_{дл}$ , що є в загальному випадку випадковою величиною (ВВ) з функцією розподілу (ФР)  $D_1(t) = P\{t_{дл} \leq t\}$  або за рахунок екстреного приведення об'єкту в готовність до використання за призначенням з режиму ТО за час, що не перевищує встановленого в нормативно-технічній документації.

До наступного класу чинників слід віднести параметри потоків відмов і відновлення об'єкту. Дані показники надійності в процесі експлуатації є основними з внутрішніх чинників, оскільки вони визначають частоту і тривалість вимушених простоїв в роботі об'єктів. Саме ці чинники залежать, в першу чергу, від рівня безвідмовності складових одиниць, деталей, механізмів і систем, а також досконалості конструкторсько-технологічного виконання виробів. Проте, як вже указувалося вище, з однієї сторони інтенсивність відмов залежить від інтенсивності зовнішнього навантаження і режиму роботи об'єкту, а також від ефективності профілактичних заходів. З іншого боку, інтенсивність відновлення працездатності (тривалість поточних ремонтів) залежить від таких характеристик режиму експлуатації як наявність і тривалість інтервалів між використанням об'єктів за призначенням, наявність і повнота запасних інструментів і приладів, кількість і кваліфікація обслуговуючого персоналу, якість експлуатаційної документації [5,6].

При визначенні напрямків підвищення ефективності системи ТО потрібно за ознакою виду закону розподілу  $F(t)$  напрацювання між відмовами розрізняти два підкласи об'єктів, а саме: об'єкти (елементи, системи) з постійною інтенсивністю відмов ( $I = const$ ) і об'єкти з інтенсивністю відмов, що змінюється у часі  $I(t)$ . За ступенем відновлення працездатності об'єкту слід розглядати випадки повного і часткового відновлення, а час відновлення працездатності  $t_e$  у загальному випадку слід вважати ВВ з функцією розподілу  $F_B(t) = P\{t_B \leq t\}$  і кінцевим математичним очікуванням  $t_B$ .

В окремий клас чинників віднесені передбачені в об'єкті способи, технічні засоби контролю технічного стану та прогнозування потенційних відмов систем (механізмів). Дані способи та засоби забезпечують повноту і достовірність контролю, а також ступінь виявлення в процесі проведення прогнозування передумов і ознак потенційних відмов. Повнота характеризує ступінь обхвату контролем апаратури систем (механізмів) об'єкту, а достовірність враховує наявність помилок 1-го або 2-го роду при контролі. Періодичність  $T_k$  і тривалість  $t_k$  проведення контролю технічного стану об'єкту в загальному випадку – випадкові величини з довільними функціями розподілу  $G_k(t)$  і  $F_k(t)$  відповідно і кінцевими МС  $\bar{T}_k$  і  $\bar{t}_k$ .

З урахуванням специфіки даного дисертаційного дослідження наочна необхідність зведення в окремий клас чинників, що характеризують види і параметри системи ТО. Безумовно дані характеристики визначаються характеристиками, що зведені к попередні класи чинників оскільки система ТО повинна відповідати умовам застосування об'єкту (режиму роботи, характеру зовнішнього навантаження), а також рівню надійності який потрібно забезпечувати в процесі експлуатації. Це свідчить про те, що система ТО за своїм призначенням повинна активно впливати на рівень експлуатаційної надійності (безвідмовності) шляхом своєчасного виявлення і усунення потенційних відмов, а також профілактичною (попереджувальною) заміною потенційно ненадійних елементів об'єкту.

З урахуванням викладеного в подальшому, у якості параметрів системи ТО, будуть використані періодичність  $T$  і тривалість  $q$  проведення заходів обслуговування. Дані параметри, в загальному випадку, представляють собою випадкові величини з довільними функціями розподілу  $G(t) = P\{T \leq t\}$  і  $\Phi(t) = P\{q \leq t\}$  відповідно і кінцевими МС  $\bar{T}$  і  $\bar{q}$  відповідно.

Для вибору показника кількісної оцінки ефективності системи ТО автомобільних транспортних засобів ООДК проведено аналіз комплексних показників надійності [2], в результаті якого встановлена адекватність режимам експлуатації АТЗ саме коефіцієнта технічного використання. Згідно [2], коефіцієнт технічного використання ( $K_{тв}$ ), є відношення математичного очікування часу ( $t_p$ ) перебування об'єкта в працездатному стані за певний період експлуатації до суми математичного очікування часу перебування об'єкту в працездатному стані, часу ( $t_{мо}$ ) простоїв обумовлених ТО, і часу ( $t$ ) ремонтів за той же період експлуатації. У відповідності до даного визначення аналітичний вираз коефіцієнта технічного використання має наступний вигляд:

$$K_{тв} = \frac{M\{t_p\}}{M\{t_p\} + M\{t_{мо}\} + M\{t\}} \quad (1.1)$$

Статична оцінка коефіцієнта технічного використання визначається за наступною формулою:

$$K_{mv} = \frac{\bar{t}_p}{\bar{t}_p + \bar{t}_{mo} + \bar{t}}, \quad (1.2)$$

де  $\bar{t}_p$  – середнє значення часу перебування АТЗ в працездатному стані за певний період експлуатації;  
 $\bar{t}_{mo}$  – середнє значення часу простоїв обумовлених проведенням ТО АТЗ протягом певного періоду експлуатації;  
 $\bar{t}$  – середнє значення часу простоїв обумовлених проведенням ремонтів АТЗ протягом певного періоду експлуатації.

З виразів (1.1) та (1.2) видно, що коефіцієнт технічного використання характеризує відрізок часу знаходження об'єкта в працездатному стані відносно певної тривалості експлуатації. Окрім того, з виразів (1.1) та (1.2) слідує, що в загальному вигляді, завдання оптимізації системи ТО може бути зведеним до зменшення середнього часу простоїв обумовлених проведенням ТО АТЗ на протязі певного періоду експлуатації і, тим самим, збільшення середнього часу перебування АТЗ в працездатному стані за певний період експлуатації та, унаслідок цього, підвищення рівня надійності за значенням коефіцієнта технічного використання досліджуваних АТЗ.

Проведений аналіз та узагальнення сукупності чинників, що впливають на рівень надійності об'єктів ТО в реальних умовах їх експлуатації, а також визначений показник кількісної оцінки ефективності системи ТО автомобільних транспортних засобів ООДК, переконливо свідчать про наявність тісного об'єктивного взаємозв'язку між розглянутими класами чинників, що відображають найбільш важливі сторони та особливості об'єктів і умови їх застосування. Це свідчить про об'єктивну необхідність реалізації комплексного підходу до побудови раціональних систем ТО і до оцінки показників надійності, що полягає в урахуванні сумісного впливу перерахованих вище класів чинників на надійність досліджуваних об'єктів.

### Література

1. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей: Оптимизация изменения технического состояния агрегата в процессе эксплуатации автомобиля : [учеб. пособие] / Авдонкин Ф.Н. – Саратов, Саратов. политехн. ин-т. – 1990. – 72 с.
2. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. Введено вперше; Введ. 28.12.94. – К. : Держстандарт України, 1994. – 40 с.
3. Бандрівський М.І. Технічна експлуатація вантажних автомобілів / Бандрівський М.І., Нікіпчук С.В., Яворський Я.П. – Л. : Українські технології, 2006. – 136 с.
4. Модели технического обслуживания систем с избыточностью / Б.П. Креденцер, С.В. Ленков, М.И. Резников, В.В. Зубарев / под ред. Б.П. Креденцера. – К. : Фенікс, 2002. – 192 с.
5. Левковец П.Р. Качество ремонта и технического обслуживания автомобилей в АТП / Левковец П.Р., Городиский В.Н., Калита П.Я. – К. : Техніка, 1990. – 93 с.
6. Гедз Ю.М. Моделі та методи поліпшення ефективності використання виробничо-технологічного потенціалу авторемонтного підприємства. – К. : УТУ, 1998. – 34 с.

### References

1. Avdonkin F.N. Teoreticheskie osnovy tekhnicheskoi ekspluatatsii avtomobilei: Optimizatsiia izmeneniia tekhnicheskogo sostoiianiia agregata v protsesse ekspluatatsii avtomobilja: Ucheb. posobie. – Saratov, Sarat. politekhnich. in-t. – 1990. – 72 s.
2. DSTU 2860-94. Nadiinist tekhniky. Terminy ta vyznachenia. Vvedeno vpershe; Vved. 28.12.94. – K. : Derzhstandart Ukrainy, 1994. – 40 s.
3. Bandrikiivskiyi M.I., Nikipchuk S.V., Yavorskii Ya. P. Tekhnicheskaiia ekspluatatsiia vantazhnykh avtomobilei. – L. : Ukrainski tekhnologii, 2006. – 136 s.
4. Modeli tekhnicheskogo obslugoivuvaniia system z izbytochnosti / B.P. Kredentser, S.V. Lenkov, M.I. Reznikov, V.V. Zubarev / pod. red. B.P. Kredentsera. – K. : Feniks, 2002. – 192 s.
5. Levkovets P. R., Gorodiskii V.N., Kalita P. Ya. Kachestvo remonta i tekhnicheskogo obslugoivuvaniia avtomobilei v ATP. – K. : Tekhnika, 1990. – 93 s.
6. Gedz Yu. M. Modeli ta metodi polipshennia efektyvnosti vikoristannia vyrobnycho- tekhnologichnogo potentsialu avtoremontnogo pidpryemstva. – K. : UTU, 1998. – 34 s.

Рецензія/Peer review : 12.5.2013 р.

Надрукована/Printed : 16.6.2013 р.  
 Рецензент: д.т.н., проф. Лисий М.І.