

УДК 623.4

**Микола ГАЩУК,**  
кандидат технічних наук,  
Національна академія Державної прикордонної служби України  
імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

*Стаття стосується аналізу стану автотехнічного забезпечення органів охорони державного кордону та встановлення чинників, що впливають на ефективність системи технічного обслуговування автомобільних транспортних засобів органів охорони державного кордону.*

**Ключові слова:** ефективність, система технічного обслуговування, транспортні засоби, автотехнічне забезпечення.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Систему технічного обслуговування автотранспортних засобів (АТЗ) органів охорони державного кордону (ООДК) слід вважати комбінованою тому, що встановлені як періодичні (за пробігом та календарні), так і неперіодичні види технічного обслуговування (ТО). Слід зазначити, що календарне обслуговування ефективне для об'єктів, несправності і відмови яких можуть з'явитися в результаті старіння. Обслуговування за напрацюванням 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. Зважаю-

© Гащук М.

чи саме на ці міркування, для АТЗ ООДК встановлено комбіноване ТО. Достатньо велика кількість досліджень у цьому напрямі [1; 2] не призводить до істотного покращення стану справ: зусилля дослідників спрямовані в основному на намагання поліпшення вже наявного науково-методичного апарату без того, щоб розібратися в причинах зазначених вище фактів та обрати більш дієві підходи.

**Метою статті** є визначення чинників, що впливають на ефективність системи технічного обслуговування автомобільних транспортних засобів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Одним із перспективних і сучасних видів ТО є обслуговування, що виконується за технічним станом об'єктів. Такою стратегією обслуговування передбачено розділення всього обсягу 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'єкта у момент проведення контролю і прогнозування його подальшої зміни. Проведення обов'язкової частини робіт при реалізації цього виду обслуговування може плануватися через календарні інтервали часу або через певне напрацювання, тому таке обслуговування може використовуватися для об'єктів з різною природою відмов, що виникають у них.

З урахуванням важливості ТО як основного способу забезпечення необхідного рівня надійності АТЗ аналіз накопиченого досвіду експлуатації АТЗ ООДК показує, що в даний час система ТО ще далека від досконалості. Аналіз підтверджує, що наявні види ТО є єдиними для будь-яких складових АТ, незалежно від їх конструктивних відмінностей і особливостей функціонування. Єдині види ТО, передбачені для всіх складових АТ, які мають різні механізми погіршення запасу працездатності, не можуть бути адекватними за періодичністю їх проведення і обсягами виконуваних робіт одночасно до всіх систем і меха-

нізмів АТЗ, особливо сучасних, у яких важко визначити домінування електронної або механічної частини. Як правило, обсяги робіт з ТО є завищеними і не задовольняють принцип їх мінімальної необхідності щодо підтримки надійності АТЗ на необхідному рівні в реальних умовах експлуатації; призначені обсяги ТО не завжди можуть бути виконані повною мірою особовим складом, який обслуговує АТЗ, у задані терміни, що призводить до зниження ефективності ТО; засоби вимірювань технічних параметрів і характеристик АТЗ, що рекомендуються інструкціями з ТО, у багатьох випадках відсутні як на самих автомобілях, так і в ремонтних підрозділах ООДК.

З урахуванням викладеного виходить, що наявна система ТО АТЗ не повністю відображає в своїх характеристиках (стратегія обслуговування, обсяг і зміст операцій, характер функцій керування) реальні процеси зміни технічного стану і умови експлуатації автомобілів. Конкретний зміст ТО для кожного АТЗ визначається інструкцією з технічного обслуговування, 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 жорстко виконувати або не виконувати залежно від їх включення в той або інший вид ТО. Відповідно, відсутні й умови (технічні засоби контролю та прогнозування технічного стану) виконання операцій ТО за технічним станом. Тому сформульоване положення у низці керівних документів щодо організації ТО про те, що види ТО визначаються з урахуванням умов експлуатації, а також фактичного стану об'єкта, є лише декларованим твердженням, не підтвердженим як на практиці, так і в експлуатаційній документації конкретних зразків автомобільної техніки.

Разом з тим автори багатьох робіт з експлуатації [1; 2] 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 попереджен-

ня повинні ґрунтуватись лише на обліку фактичного технічного стану обслуговуваних АТЗ, тому за змістом така система ТО є системою управління технічним станом. У даній системі ТО основне завдання попередження відмов повинне вирішуватися за рахунок профілактичних заходів, що плануються на основі прогнозування технічного стану АТЗ і проведення обслуговування систем і механізмів, що потребують регулювання або замін 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 ООДК.

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

Ефективність системи технічного обслуговування як об'єктів різноманітного цільового призначення в цілому, так і АТЗ зокрема, у реальних умовах експлуатації залежить від множини випадкових і невідповідних, зовнішніх і внутрішніх стосовно до об'єкта обслуговування факторів. Тому з метою визначення напрямів підвищення ефективності системи технічного обслуговування автомобільних транспортних засобів органів охорони державного кордону 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, тобто наявних у конструкції об'єкта та системи його експлуатації резервів. За ознакою наявності надмірностей найбільшу зацікавленість становлять 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 й інформаційна) можуть служити засобом, який забезпечує наявність у системі часової 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 висуває певні умови до організації та проведення заходів технічної експлуатації, зокрема технічного обслуговування та ремонту. Наприклад, наявність в об'єктах структурного резерву приводить до одночасного підвищення як надійності самого об'єкта за рахунок резервування, так і до збільшення простоювання на проведення ТО за рахунок збільшення обсягу систем і механізмів об'єктів експлуатації, тоді як резерв часу дозволяє зменшити ці простої. Це можливо за рахунок проведення операцій ТО за допустимий час  $\tau_{др}$ , що є в загальному випадку випадковою величиною (ВВ) з функцією розподілу (ФР)  $D_1(t) = P\{\tau_1 < t\}$  або за рахунок екстреного приведення об'єкта в готовність до використання за призначенням з режиму ТО за час, що не перевищує встановленого в нормативно-технічній документації (НТД).

До іншого класу чинників слід віднести параметри потоків відмов і відновлення об'єкта. Дані показники надійності в процесі експлуатації є основними з внутрішніх чинників, оскільки вони визначають частоту і тривалість вимушених простоїв у роботі об'єктів. Саме ці чинники залежать, у першу чергу, від рівня безвідмовності складових одиниць, деталей, механізмів і систем, а також досконалості конструкторсько-технологічного виконання виробів. Проте, як вже зазначалось вище, з одного боку, інтенсивність відмов залежить від інтенсивності зовнішнього навантаження і режиму роботи об'єкта, а також від ефективності профілактичних заходів. З другого 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 (ЗІП), кількість і кваліфікація обслуги, якість експлуатаційної документації.

При визначенні напрямів 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 ( $\lambda = const$ ) і об'єкти з інтенсивністю відмов, що змінюється у часі  $\lambda(t)$ . За ступенем відновлення працездатності об'єкта слід розглядати випадки повного і часткового відновлення, а час відновлення працездатності  $t_{\theta}$  у загальному випадку слід вважати ВВ з функцією розподілу  $F_B(t) = P\{t_B \leq t\}$  і кінцевим математичним очікуванням (МОЧ)  $\bar{t}_B$ .

В окремих класах чинників виділені 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 охоплення контролем апаратури систем (механізмів) об'єкта, 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'єкта 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 дослідження є необхідність зведення в окремих класах чинників, що характеризують види і параметри системи ТО. Безумовно, дані характеристики визначаються характеристиками, що зведені в попередні класи чинників, оскільки система ТО повинна відповідати умовам застосування об'єкта (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 та усунення потенційних відмов, а також профілактичною (попереджувальною) заміною потенційно ненадійних елементів об'єкта.

З урахуванням викладеного в подальшому як параметри системи ТО будуть використані періодичність  $T$  і тривалість  $\theta$  проведення за-

ходів обслуговування. Дані параметри в загальному випадку становлять випадкові величини з довільними функціями розподілу  $G(t) = P\{\theta\langle t\rangle\}$  і  $\Phi(t) = P\{\theta\langle t\rangle\}$  відповідно і кінцевими МС  $\bar{T}$  і  $\bar{\theta}$  відповідно.

Для вибору показника кількісної оцінки ефективності системи ТО автомобільних транспортних засобів ООДК проведено аналіз комплексних показників надійності, у результаті якого встановлена адекватність режимам експлуатації АТЗ саме коефіцієнта технічного використання. Відповідно коефіцієнт технічного використання ( $K_{TB}$ ) є відношення математичного очікування часу ( $t_p$ ) перебування об'єкта в працездатному стані за певний період експлуатації до суми математичного очікування часу перебування об'єкта в працездатному стані, часу ( $t_{mo}$ ) простоїв, обумовлених технічним обслуговуванням, і часу ( $\tau$ ) ремонтів за той же період експлуатації. Згідно з даним визначенням аналітичний вираз коефіцієнта технічного використання має такий вигляд:

$$KB2 = \frac{\{t_p\}}{M\{t_p\} + M\{t_{B>}\} + M\{\tau\}}. \quad (1.1)$$

Статична оцінка коефіцієнта технічного використання визначається за такою формулою:

$$K_{B2} = \frac{\bar{t}_p}{\bar{t}_p + \bar{t}_{B>} + \tau}, \quad (1.2)$$

де  $\bar{t}_p$  – середнє значення часу перебування АТЗ у працездатному стані за певний період експлуатації;  $\bar{t}_{mo}$  – середнє значення часу простоїв, обумовлених проведенням технічного обслуговування АТЗ протягом певного періоду експлуатації;  $\tau$  – 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 проміжок часу знаходження об'єкта в працездатному стані відносно певної тривалості експлуатації. Окрім того, з виразів (1.1) та (1.2) випливає, що в загальному вигляді завдання оптимізації системи ТО може бути зведеним до зменшення середнього часу простоїв, обумовлених проведенням технічного обслуговування АТЗ

протягом певного періоду експлуатації і тим самим збільшення середнього часу перебування АТЗ в працездатному стані за певний період експлуатації та завдяки цьому підвищення рівня надійності за значенням коефіцієнта технічного використання досліджуваних АТЗ.

**Висновок.** 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.

#### Список використаної літератури

1. Визначення показників та параметрів системи керування технічною експлуатацією автомобілів : методичні вказівки / уклад. Є. Ю. Форнальчик, Р. А. Пельо. – Львів : Львівська політехніка, 2000. – 97 с.
2. Пустоветов В. М. Оптимізація періодичності технічного обслуговування автомобільних транспортних засобів прикордонних підрозділів / Пустоветов В. М. // Збірник наукових праць Хмельницького національного університету “Вісник університету”. Випуск № 3 / гол. ред. М. Є. Скиба. – Хмельницький : Видавництво ХНУ, 2009. – С. 137–142.

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

*Стаття надійшла до редакції 14.09.2016*

#### **Гащук Н. Повышение эффективности системы технического обслуживания автотранспортных средств**

В статье проведен анализ состояния автотехнического обеспечения органов охраны государственной границы и установлены факторы, которые влияют на эффективность системы технического обслу-



живания автотранспортных средств органов охраны государственной границы.

**Ключевые слова:** *эффективность, система технического обслуживания, транспортные средства, автотехническое обеспечение.*

*Hashchuk M. Improving the efficiency of the maintenance system of motor vehicles*

The effectiveness of the maintenance system, as objects for various purposes, in General, and auto technical support, in particular, in real conditions depends on many accidental and not so accidental, external and internal to the object service. Therefore, with the purpose of definition of directions of increase of efficiency of the maintenance system of motor vehicles of bodies of the state border guard, the generalization of the factors influencing the level of reliability of objects in real conditions.

The purpose of this article is to determine factors influencing the effectiveness of the maintenance system of motor vehicles.

The analysis and synthesis of factors affecting the level of reliability in real operating conditions, as well as the index of quantitative assessment of the effectiveness of the system of THE motor vehicle, OODC convincing evidence of a close and objective relationship between the considered classes of factors reflecting the most important aspects and features of the objects and conditions of their application. It testifies to objective necessity of realization of complex approach to the construction of rational systems and to the assessment of reliability, is accounting for the joint effect of the above classes of factors on the reliability of the investigated objects.

**Keywords:** *efficiency, system maintenance, vehicle, vehicles technical support.*