

УДК 629.3

О.А. Наконечний<sup>1</sup>, С.В. Герасимов<sup>2</sup>, А.О. Подорожняк<sup>2</sup><sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## МЕТОДИКА ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТЯГАЧА

*В статті показані переваги застосування автомобільного тягача для підвищення мобільності ракетних та зенітних ракетних комплексів. Наведено, що ефективність використання автомобільної техніки суттєво залежить від своєчасності виявленні та усунення несправностей. Запропоновані три способи підвищення контролепридатності автомобільного тягача. Розроблена методика вибору параметрів контролю автомобільного тягача, яка враховує особливості запропонованих способів підвищення контролепридатності. Сформульовані задачі оптимізації витрат при контролі та діагностуванні технічного стану автомобільного тягача, які є основою запропонованої методики.*

**Ключові слова:** автомобільний тягач, параметри контролю, технічний стан, діагностування, контроль.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Ведення бойових дій із застосуванням сучасної зброї вимагає швидкого маневрування військ, їх швидкого зосередження, перегрупування для успішного проведення операцій, тому удосконалення системи технічного забезпечення рухомої пускової установки для ракетних, зенітних ракетних комплексів є актуальною задачею [1]. Основною особливістю рухомого (мобільного) ракетного комплексу є те, що місце пуску ракети може бути у визначених межах змінено. Мобільність зенітних ракетних комплексів дозволяє своєчасно створювати зенітне ракетне прикриття найбільш небезпечних районів – районів можливих авіаційних ударів (удари з повітря бойовими літаками, крилатими, балістичними ракетами), чи навпаки, розосередити сили зенітного ракетного прикриття від можливих нападів противника.

У зв'язку з цим виникає можливість створення для супротивника невизначеності в знанні місця розташування пускових установок з ракетами на момент нанесення ним удару по району базування рухомих пускових установок і забезпечення тим самим умов для підвищення скритості комплексів. Тобто застосування автомобільного тягача (АТ) дозволяє суттєво підвищити мобільність озброєння та військової техніки ракетних і зенітних ракетних військ, а, значить, підвищити ефективність її застосування.

Ефективність використання АТ залежить від досконалості організації транспортного процесу і властивостей автомобілів зберігати в певних межах значення параметрів, що характеризують їх здатність виконувати необхідні функції.

В процесі експлуатації автомобіля його функціональні властивості поступово погіршуються унаслідок зношування, корозії, пошкодження деталей, втоми матеріалу, з якого вони виготовлені тощо.

У автомобілі з'являються різні несправності, які знижують ефективність його використання. Для попередження появи дефектів і своєчасного їх усунення автомобіль піддають діагностуванню та, при необхідності, і ремонту.

Діагностування та ремонт АТ – це комплекс операцій по відновленню працездатності та відновленню ресурсу автомобіля або його складових частин. Ремонт проводиться при необхідності, яку виявляють в процесі технічного обслуговування (ТО) автомобіля.

Виконання робіт по технічному обслуговуванню та ремонту передуює оцінка його технічного стану (діагностування). Діагностування при технічному обслуговуванні проводять для визначення необхідності проведення тих чи інших операцій обслуговування та прогнозування моменту виникнення несправного стану шляхом зіставлення фактичних значень параметрів, які виміряні при контролі, з граничними (заданими).

Діагностування при ремонті полягає в знаходженні несправності та встановленні методу ремонту й об'єму робіт при ремонті, а також перевірки якості виконання ремонту. Своєчасне проведення технічного обслуговування та поточного ремонту АТ дозволяє тримати її в технічно справному стані.

Невчасне проведення технічного обслуговування (діагностування) і не обхідного ремонту створює сприятливі умови для дорожньо-транспортних пригод і граничного зносу й поломок вузлів, деталей автомобілів.

Тому в даній статті пропонується методика вибору параметрів контролю технічного стану автомобільного тягача та дозволяє тримати його в справному стані.

**Аналіз літератури.** Аналіз літератури показав, що технічне обслуговування та діагностування автомобільного тягача та його окремих агрегатів

спрямовано в цілому на рішення однієї чи декількох задач: на визначення технічного стану (справний чи несправний), пошук і локалізацію місця відмовлення чи несправності; на прогнозування залишкового ресурсу імовірності безвідмовної роботи на інтервалах наробітку, що задаються, або пробігу [2, 3].

Підвищити коефіцієнт готовності автомобільного парку можна за рахунок збільшення обсягу контрольно-діагностичних робіт у процесах технічного обслуговування і ремонту. Для багатьох автомобілів він перевищує (25 – 30) % загального обсягу робіт з ТО і ремонту.

Як правило, час, який витрачається на проведення вимірювання параметрів, що дозволяють визначити технічний стан, у середньому дорівнює (5 – 10) % загального часу діагностування, інші (90 – 95) % приходиться на установку і зняття датчиків, на вибір потрібного режиму роботи автомобіля й обробку результатів діагностування [3 – 5]. Це вказує на великий резерв у частині зниження трудомісткості ТО і ремонту автомобілів, що у першу чергу може бути реалізований підвищенням контролепридатності (приспосованості автомобільного тягача до діагностування).

**Мета статті** полягає в розробці методики вибору параметрів контролю автомобільного тягача, що дозволить своєчасно виявляти несправність та підвищить ефективність експлуатації.

### Основна частина

Контролепридатність автомобільного тягача та його агрегатів забезпечується на стадіях розробки і виготовлення дотриманням вимог до технічного діагностування в частині конструктивного виконання виробів, параметрів і методів діагностування, показників оцінки контролепридатності об'єкта [6].

Контролепридатність автомобілів може бути підвищена одним з наступних способів:

а) за рахунок зручного і простого підключення датчиків до автомобіля, вибором найбільш ефективних методів діагностування і контролю, забезпеченням автомобіля універсальними, спеціально передбаченими приєднувальними розніманнями, штуцерами, заглушками і т.д.;

б) введенням у конструкцію автомобіля убудованих датчиків, до виводів яких на період контролю чи діагностування можна підключати зовнішні засоби вимірювання (контролю) параметрів та діагностування технічного стану;

в) комплектуванням автомобілів бортовими системами контролю, що видають водію в будь-який момент часу інформацію про технічний стан відповідного вузла, системи агрегату.

На практиці найбільше доцільно комплексне використання всіх трьох перерахованих способів підвищення контролепридатності автомобілів.

Розробимо методики вибору контрольованих параметрів автомобільного тягача для кожного способу підвищення контролепридатності.

Номенклатуру структурних і діагностичних параметрів і їх нормативні значення встановлюють з обліком конструктивних, технологічних і експлуатаційних факторів. Вимоги до технічного діагностування АТ включають на розробку й освоєння нових тягачів, у тактико-технічне завдання на їх розробку, у стандарти на технічні умови, у загальні технічні умови та конструкторську документацію на тягач.

Вибір параметрів контролю АТ є одним з найбільш важливих науково-методичних питань організації та розвитку технічного забезпечення автомобільної техніки, від рішення якого в значній мірі залежить ефективність функціонування систем озброєння, до складу яких входить АТ.

Традиційно вибір параметрів контролю для оцінки технічного стану автомобільної техніки здійснюють з номенклатури, що рекомендується державними стандартами й іншою нормативно-технічною документацією.

В даний час АТ можуть оснащуватись бортовими й убудованими системами контролю, при цьому не втрачають актуальність і традиційні системи зовнішнього контролю та діагностування. У зв'язку з цим при виборі параметрів контролю необхідно визначити, які з них доцільно контролювати бортовими системами, а які – за допомогою зовнішніх засобів технічного контролю та діагностування.

Розглянута задача може бути вирішена за допомогою методики, яка заснована на критерії економичності контролю параметрів АТ. Запропонована методика передбачає три можливих методи контролю: за допомогою зовнішніх традиційних засобів, систем убудованих датчиків (СУД) і бортових систем контролю. Для методів контролю та діагностування за допомогою зовнішніх традиційних засобів і СУД складаються цільові функції, що характеризують залежність витрат від періодичності діагностування розглянутого елемента тягача. Мінімум цих функцій і дає оптимальну періодичність контролю та діагностування, що визначає мінімальні витрати на експлуатацію і ремонт елемента, включаючи і витрати на контроль і діагностування. Для третього методу діагностування також запропонована формула визначення витрат.

Припустимо, що при виборі параметрів контролю застосовується метод, сутність якого полягає в наступному. Вибирають основні структурні параметри  $D_i$ , які можуть використовуватись як контрольовані, і параметри, які можна використовувати в якості діагностичних. За даними статистики відмовлень визначають "вплив" структурних параметрів на можливість виконання (невиконання) об'єктом своїх

функцій, а також встановлюють імовірність не визначення несправного стану тягача за результатами контролю параметрів (при різних комбінаціях параметрів) та імовірність помилкового визначення справного тягача несправним.

Методика вибору параметрів контролю автомобільного тягача складається у виконанні наступної послідовності операцій.

1. На основі експериментальних досліджень, вивчення науково-технічної літератури, технічної й експлуатаційної документації на АТ задати наступні вихідні дані:  $B_1$  – витрати на проведення одного контролю (під витратами будемо розуміти вартість проведення операцій);  $B_d$  – допустимі витрати на проведення одного контролю;  $C$  і  $A$  – відповідно витрати на профілактичний і аварійний ремонті елемента;  $C_d$  і  $A_d$  – відповідно допустимі витрати на профілактичний і аварійний ремонті елемента;  $D$  – питомий чистий прибуток, принесений тягачем за 1 годину експлуатації (величина зворотно пропорційна збиткам, які будуть отримані при використанні несправного тягача);  $P_C(\tau)$  – імовірність того, що тягач пройде профілактичний ремонт після пробігу  $\tau$ ;  $P_A(\tau)$  – ймовірність того, що тягач не пройде аварійний ремонт після пробігу  $\tau$ ;  $t_1$  – час проведення вимірювання одного параметра;  $t_{1d}$  – допустимий час на проведення вимірювання одного параметра;  $t_C$  і  $t_A$  – відповідно час, відведений на профілактичний і аварійний ремонті елемента;  $t_{Cd}$  і  $t_{Ad}$  – відповідно допустимий час, відведений на профілактичний і аварійний ремонті елемента;  $B_{y1}$  – витрати на одне діагностування при використанні СУД;  $B_{yd}$  – допустимі витрати на одне діагностування при використанні СУД;  $t_y$  – час на діагностування елемента при СУД;  $t_{yd}$  – припустимий час на діагностування елемента при СУД;  $C_{свд}$  і  $T_{свд}$  – відповідно витрати на СВД і термін служби СВД розглянутого елемента;  $C_{свдд}$  і  $T_{свдд}$  – відповідно припустимі значення витрат на СУД і терміну служби СУД розглянутого елемента;  $T_{БК}$  – термін служби системи бортового контролю (СБК);  $T_{БКд}$  – допустимий термін служби СБК;  $C_{БК}$  – витрати (вартість) СБК;  $C_{ПР}$  – витрати на ремонт і ТО СБК (стосовно до розглянутого елемента) за термін її служби;  $C_{ПРд}$  – допустимі витрати на ремонт і ТО СБК (стосовно до розглянутого елемента) за термін її служби;  $P_B$  – контрольовані частини автомобіля, для яких буде зроблений профілактичний ремонт на кожну тис. км пробігу.

2. Вирішити задачі оптимізації витрат на діагностування і контроль елемента для розглянутих методів, його ремонті і простої в ремонтах.

а). Цільова функція витрат на контроль елемента першим методом, його ремонті і простої в ремонтах у залежності від періодичності контролю на тис. км пробігу має вид:

$$C_1(\tau) = \tau^{-1} \{B_1 + CP_C(\tau) + AP_A(\tau) + D[t_{B1} + t_C P_C(\tau) + t_A P_C(\tau)]\}. \quad (1)$$

Для вирішення задачі оптимізації витрат на діагностування і контроль елемента за допомогою першого методу, необхідно визначити мінімум цільової функції  $C_1(\tau)$  з урахуванням заданих обмежень, тобто

$$C_1 = \min C_1(\tau),$$

при наступних обмеженнях:

$$B_1 < B_d;$$

$$C < C_d;$$

$$A < A_d;$$

$$t_1 < t_{1d};$$

$$t_C < t_{Cd}$$

$$t_A < t_{Ad}.$$

б). Цільова функція при другому методі контролю має вид:

$$C_2(\tau) = \tau^{-1} \{B_{y1} + CP_C(\tau) + AP_A(\tau) + D[t_y + t_C P_C(\tau) + t_A P_C(\tau)]\} + \tau C_{свд} / T_{свд}. \quad (2)$$

Для вирішення задачі оптимізації витрат на діагностування і контроль елемента за допомогою другого методу визначити, необхідно мінімум цільової функції  $C_2(\tau)$  з урахуванням заданих обмежень, тобто

$$C_2 = \min C_2(\tau),$$

при наступних обмеженнях:

$$B_{y1} < B_{yd};$$

$$t_y < t_{yd};$$

$$C_{свд} < C_{свдд};$$

$$T_{свд} < T_{свдд}.$$

в). Витрати, що відповідають третьому методу контролю, визначають по формулі:

$$C_3(\tau) = T_{БК}^{-1} (C_{БК} + C_{ПР}) + CP_B + Dt_C P_B. \quad (3)$$

Для рішення задачі оптимізації витрат на діагностування і контроль елемента за допомогою третього методу, необхідно знайти мінімум цільової функції  $C_3(\tau)$  з урахуванням заданих обмежень, тобто

$$C_3^* = \min C_3.$$

при наступних обмеженнях:

$$T_{\text{БК}} < T_{\text{БКД}};$$

$$C_{\text{ПР}} < C_{\text{ПРД}}.$$

Мінімум із трьох приведених чисел  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3^*$ , розрахованих по формулах (1) – (3), указує на найбільш доцільний метод контролю.

Для визначення складових  $P_A(\tau)$ ,  $P_C(\tau)$ ,  $P_B(\tau)$  необхідно знати залежність імовірності безвідмовної роботи елемента  $Q(\tau)$  за пробіг  $\tau$  тягача. Найчастіше це функція

$$Q(\tau) = 1 - i^{-\lambda\tau},$$

де  $\lambda$  – параметр функції.

Таким чином, запропонована методика дозволяє визначити оптимальний метод контролю та діагностування АТ при заданому методі вибору його параметрів контролю.

### Висновок

При організації технологічного процесу контролю та діагностування ставиться задача раціональної мінімізації числа контрольних-вимірних операцій, підвищення точності вимірювань діагностичних параметрів і відповідно вірогідності прийняття рішення щодо проведення ТО чи ремонту АТ. При цьому повинна дотримуватися загальна умова мінімізації витрат на експлуатацію, обслуговування та ремонт АТ, який діагностується, зі збереженням на належному рівні його коефіцієнта готовності. Алгоритм діагностування будується таким чином, щоб по обраному переліку параметрів і послідовності їх вимірювань визначити працездатність АТ і локалізувати виявлені при цьому несправності. Глибина локалізації несправності визначається в кожному

конкретному випадку своїм рівнем: заміною деталей, чи заміною ремонтом чи вузла агрегату, проведенням якихось регулювальних робіт. Цей рівень визначається експлуатаційними й економічними факторами, нормованими показниками надійності, вимогами забезпечення безпеки дорожнього руху, збереження екологічних характеристик і т.д. Розроблена методика дозволяє визначити оптимальний перелік параметрів автомобільного тягача для контролю та діагностування його технічного стану, що дозволить підвищити ефективність його експлуатації при незначних витратах.

### Список літератури

1. *Техническая эксплуатация автомобилей / под ред. Е.С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.*
2. *Харазов А.М. Диагностическое обеспечение технического обслуживания и ремонта автомобилей / А.М. Харазов. – М.: Высшая школа, 1990. – 208 с.*
3. *Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники / Г.П. Богданов, В.А. Кузнецов, М.А. Лотонов и др.; под ред. В.А. Кузнецова. – М.: Радио и связь, 1990. – 240 с.*
4. *Современные математические методы анализа и синтеза сложных систем / под ред. В.В. Блаженкова. – М.: МО СССР, 1984. – 382 с.*
5. *Беляев Ю.К. Надежность технических систем: Справочник / Ю.К. Беляев, В.А. Богатырев, В.В. Бокотин: под ред. И.А. Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985. – 606 с.*
6. *Чуев О.В., Спехов Г.П. Технические задачи исследования операций / О.В. Чуев, Г.П. Спехов. – М.: Сов. радио, 1971. – 344 с.*

Надійшла до редколегії 8.06.2010

**Рецензент:** канд. техн. наук, доц. В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил, Харків.

### МЕТОДИКА ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТЯГАЧА

А.А. Наконечный, С.В. Герасимов, А.А. Подорожняк

*В статье показаны преимущества применения автомобильного тягача для улучшения мобильности ракетных и зенитных ракетных комплексов. Наведено, что эффективность использования автомобильной техники существенно зависит от своевременного обнаружения и устранения неисправностей. Предложены три способа увеличения контролепригодности автомобильного тягача. Разработана методика выбора параметров контроля автомобильного тягача, которая учитывает особенности предложенных способов увеличения контролепригодности. Сформулированы задачи оптимизации расходов при контроле и диагностировании технического состояния автомобильного тягача, которые являются основой предложенной методики.*

**Ключевые слова:** автомобильный тягач, параметры контроля, техническое состояние, диагностирование, контроль.

### THE METHODS OF THE CHOICE PARAMETER CHECKING THE TECHNICAL CONDITION OF THE CAR TRACTOR

A.A. Nakonechniy, S.V. Gerasimov, A.A. Podorozhnyak

*In article are shown advantage of the using the car tractor for improvement of transportability missile and zenithal missile complex It Is Said that efficiency of the use the car technology greatly depends on well-timed finding and fault-handling. Three ways of the increase the possibility of the checking the car tractor are Offered. The Designed methods of the choice parameter checking the car tractor, which takes into account the particularities of the offered ways of the increase the possibility of the checking. The Worded problems to optimization of the expenses when checking and diagnostic's technical condition of the car tractor, which are a base of the offered methods.*

**Keywords:** car tractor, parameters of the checking, technical condition, diagnostics, checking.