

РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ ПІДТРИМАННЯ АВТОМОБІЛЯ У ПРАЦЕЗДАТНОМУ СТАНІ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ

**О.М. Плахотник, аспірант, Вінницький національний технічний
університет**

***Анотація.** Описано методику підтримання автомобіля у працездатному стані під час експлуатації. Запропоновано спосіб реалізації цієї методики, який полягає в інформуванні водія про можливі несправності систем автомобіля протягом періоду умовного завдання та призначення необхідних профілактичних робіт з підвищення їх надійності.*

***Ключові слова:** система технічного обслуговування і ремонту автомобіля, прогнозування залишкового ресурсу, працездатність автомобіля, надійність, безвідмовність, параметр потоку відмов.*

Вступ

Важливою умовою ефективного використання автомобіля за призначенням є підтримання його систем у технічно справному стані. Для цього призначена система технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р), що є профілактичним заходом і проводиться у плановому порядку. Однак велике розсіяння параметрів технічного стану автомобілів у процесі експлуатації під дією багатьох чинників приводить до того, що така система не може забезпечити заданої тривалості роботи автомобіля до чергового планового технічного обслуговування або ж навпаки – не забезпечує повного використання ресурсу безвідмовної роботи автомобіля.

Такого недоліку позбавлена система ТО і Р за технічним станом, в основу якої покладено контроль стану автомобіля із використанням діагностичних засобів і проведення технічного обслуговування та ремонту залежно від цього стану.

Одним із перспективних напрямів розвитку системи ТО і Р за технічним станом є впровадження засобів вбудованої діагностики. Сучасні системи діагностування технічного стану автомобілів завдяки бортовим комп'ютерам та системі вбудованих датчиків попереджують водія про несправності із зазначенням місця їх виникнення – це еко-

номить кошти і час на діагностику під час ТО. Проте вартість таких систем є досить високою, і тому їх використання на сьогоднішній день не знайшло широкого застосування. Така ситуація зумовлює пошук альтернативних шляхів підтримання автомобілів у працездатному стані.

Забезпечення працездатності автомобілів під час експлуатації особливо актуальне для автомобільного транспорту, що використовується сьогодні в Україні для вантажних та пасажирських перевезень. Такі автомобілі в основному обладнані елементарними контрольно-вимірювальними приладами, в той час як вимоги з безпеки руху та вчасності доставки пасажирів і вантажів автомобілями відповідного призначення роблять недопустимими вимушені зупинки через відмови в період між плановими ТО.

Враховуючи складнощі переходу до системи обслуговування автомобілів за технічним станом, підтримувати працездатність автомобілів вбачається у вдосконаленні діючої планово-попереджувальної системи ТО і Р.

Уникнути вищевказаних недоліків планово-попереджувальної системи ТО і Р можливо шляхом прогнозування ресурсу їх безвідмовної роботи. Водночас це дозволить набли-

зтитись до системи ТО і Р за технічним станом.

Аналіз публікацій

У процесі експлуатації, під дією різноманітних зовнішніх і внутрішніх чинників технічний стан автомобіля погіршується зі збільшенням напрацювання і терміну перебування автомобіля в експлуатації. Врахування одночасного впливу цих двох чинників стає цікавим для майбутньої розробки методики прогнозування технічного стану автомобіля. Адже відомо, що під час тривалих простоїв процеси зношування і старіння проходять інколи навіть інтенсивніше, ніж під час використання автомобіля за призначенням. Тому при однаковому напрацюванні, але різній тривалості експлуатації автомобілів, їх технічний стан буде значно відрізнятися за заданих умов експлуатації.

Аналіз методик прогнозування технічного стану [1–3] показав, що вони не враховують одночасного впливу разом із напрацюванням – терміну перебування автомобіля в експлуатації. Ці методики обмежуються лише прогнозуванням тривалості працездатної роботи автомобіля, з метою корегування існуючих нормативів періодичності, трудомісткості ТО і Р та витрати ресурсу, і не ставлять перед собою за мету встановити причини (зокрема місце) виникнення та шляхи запобігання відмовам систем автомобіля.

У практиці наукових досліджень відомі методики підтримання військових засобів рухомості [4] та автомобілів [5] в працездатному стані, які разом із напрацюванням враховують термін перебування автомобіля в експлуатації. Методика, описана в роботі [5], враховує, окрім вищевказаних чинників, ще і дорожні, природнокліматичні умови експлуатації автомобіля, його тип та характер використання.

Згідно з представленими методиками безвідмовна робота об'єкта (військового засобу рухомості [4] та автомобіля [5]) протягом визначеного напрацювання забезпечується шляхом прогнозування передвідмовного стану його систем, вузлів і агрегатів, та визначенням періодичності проведення і обсягу додаткових робіт з підвищення працездатності об'єкта. Критерієм прогнозування праце-

здатності автомобіля є допустиме значення імовірності безвідмовної роботи, яка визначається через параметр потоку відмов за відомою експоненціальною залежністю.

Проте більш детальний аналіз теоретичного підґрунтя, який використовується в наведених методиках, показав, що застосування експоненціального закону розподілу відмов автомобіля впливає з умови незмінності параметра потоку відмов. Таке припущення є правомірним лише стосовно періоду нормальної експлуатації автомобілів, в періоди ж припрацювання та інтенсивного зносу – параметр потоку відмов не є постійним і буде інтенсивно зростати.

Тому, з метою запобігання дискредитації математичного апарату, розрахунок імовірності безвідмовної роботи в періоди припрацювання та інтенсивного спрацювання необхідно здійснювати за іншою методикою; або ж оцінювати безвідмовність систем автомобіля шляхом нормування самого параметра потоку відмов.

Мета та постановка задачі

Для розробки методики підтримання автомобіля у працездатному стані необхідно усунути виявлений недолік існуючих методик, а також розробити методику визначення впливу кожного елементу автомобіля на його працездатність в цілому. Це дозволить в майбутньому проводити розрахунок рівня безвідмовності автомобіля після проведення додаткових робіт з підвищення працездатності.

Реалізація такої методики дозволить запобігти вимушеним зупинкам автомобіля через відмови під час експлуатації, зокрема протягом виконання умовного завдання (перевезення пасажирів, вантажів), за рахунок запобігання відмовам шляхом вчасного інформування водія про можливі несправності та способи їх усунення.

Методика підтримання автомобіля у працездатному стані під час експлуатації

Суть методики підтримання працездатності автомобіля в періоди між плановими ТО полягає у прогнозуванні часу його безвідмовної роботи залежно від напрацювання і терміну експлуатації та встановлення переліку додат-

кових профілактичних робіт для тих елементів, які найчастіше приводять до втрати автомобілем працездатності.

Питання про закономірності зміни показників працездатності технічних об'єктів у часі вивчає наука про надійність техніки, яка базується на фундаментальних математичних та природничих науках і широко використовує теорію ймовірностей та математичну статистику. У зв'язку із випадковим характером виникнення відмов проблема підтримання працездатності автомобіля не може бути розв'язана у відриві від надійності окремих його вузлів і агрегатів.

Надійність є комплексною властивістю автомобіля і складається з безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності і збереженості.

Безвідмовність автомобіля характеризує його здатність неперервно зберігати працездатний стан протягом певного часу або напрацювання. Оскільки властивість безвідмовності автомобілів відповідає задачі, поставленій у цій роботі, оцінювати працездатність автомобіля пропонується за показниками безвідмовності.

Показниками безвідмовності відновлюваних об'єктів (до яких відноситься автомобіль), що найбільш часто нормуються, є: параметр потоку відмов та середнє напрацювання на відмову (середнє напрацювання між відмовами).

Експлуатацію автомобіля можна описати у такий спосіб: у початковий момент часу автомобіль починає роботу і працює до відмови; після відмови відбувається його відновлення і автомобіль знову працює до відмови і т. д. Моменти відмов, без урахування часу відновлення, на осі часу утворюють потік відмов. Такий потік відмов оцінюється параметром потоку відмов. Таким чином, оцінювати безвідмовність автомобілів пропонується за параметром потоку відмов, що є відношенням середньої кількості відмов автомобіля за досить мале його напрацювання до значення цього напрацювання.

На основі статистичних даних про відмови автомобілів за формулою (1) розраховується параметр потоку відмов

$$\omega(l) = \frac{r(\Delta l)}{N \cdot \Delta l}, \quad (1)$$

де $r(\Delta l)$ – кількість відмов за одиницю часу (напрацювання) Δl ; N – кількість досліджуваних автомобілів.

Параметр потоку відмов визначається для автомобілів, які розподілені на групи залежно від їх напрацювання та терміну перебування в експлуатації. За розрахованими значеннями параметрів потоку відмов будуються емпіричні залежності параметрів потоку відмов від напрацювання для автомобілів з різним терміном експлуатації, апроксимуються до відомих математичних функцій.

Допустиме значення параметра потоку відмов автомобіля візьмемо за критерій оцінки часу його безвідмовної роботи.

Переліки робіт з підвищення надійності автомобіля встановлюються для тих елементів автомобіля, які, за результатами статистичного дослідження, найчастіше призводять до втрати останнім працездатності.

Інформація про те, наскільки зростає рівень надійності після проведення кожного виду робіт, тобто в якій мірі безвідмовність окремих елементів впливає на загальну безвідмовність автомобіля, дозволить проводити додаткові технічні обслуговування (ДТО) в обсягах, достатніх для підвищення працездатності автомобіля до необхідного рівня.

Реалізація методики підтримання автомобіля у працездатному стані під час експлуатації

Вирішення проблеми експлуатаційної надійності – це резерв підвищення ефективності роботи автомобілів. Кожна вимушена зупинка автомобіля внаслідок відмов окремих елементів спричиняє матеріальні збитки. Особливо це стосується автомобілів, зайнятих пасажирськими і вантажними перевезеннями.

Тому спосіб реалізації вказаної методики полягає у забезпеченні безвідмовності роботи автомобілів під час виконання умовного завдання, протягом якого відновлення їх технічного стану не допускається.

Реалізація методики підтримання автомобілів у працездатному стані під час експлуатації зручно описати у вигляді алгоритму.

Функціонування будь-якого алгоритму передбачає введення початкових даних. Для вирішення поставленої в цій роботі задачі використовуються наступні початкові дані:

M – марка автомобіля;

T – рік випуску автомобіля або дата попереднього капітального ремонту;

L_{ϕ} – фактичне напрацювання автомобіля з початку експлуатації або від попереднього КР, км.;

$L_{нТО}$ – напрацювання автомобіля після проведення регламентного технічного обслуговування, км.;

$L_{ТОi}$ – напрацювання автомобіля, при якому необхідно виконати наступне регламентне технічне обслуговування, км;

$ТО_i$ – вид попередньо проведеного регламентного технічного обслуговування (ТО-1, ТО-2);

$L_{завд}$ – ресурс, необхідний для виконання умовного завдання, при якому відновлення не допускається, км.

Перед тим як автомобіль приступить до умовного завдання, перш за все необхідно визначити потребу у проведенні чергового регламентного ТО.

Запас ресурсу до наступного регламентного технічного обслуговування ($\Delta L_{ТОi}$), що визначається як різниця напрацювання до наступного регламентного ТО ($L_{ТОi}$) і фактичного напрацювання автомобіля (L_{ϕ})

$$\Delta L_{ТОi} = L_{ТОi} - L_{\phi}, \quad (2)$$

порівнюється із ресурсом, необхідним для виконання умовного завдання, при якому відновлення не допускається $L_{завд}$.

Якщо $L_{завд} \geq \Delta L_{ТОi}$ – приймається рішення про проведення чергового регламентного ТО, вид якого визначається залежно від виду попередньо проведеного ТО. У тому випадку, коли запас ресурсу до наступного ТО достатній для виконання умовного завдання в обсязі $L_{завд}$, тобто коли $L_{завд} < \Delta L_{ТОi}$ проводиться розрахунок параметра потоку відмов автомобіля.

Автомобіль є складною системою, що у свою чергу складається з багатьох складних систем. Кожна така система призначена для ви-

конання певних функцій в автомобілі і має свої особливості роботи, а головне – втрати працездатності. Тому розрахунок надійності та прийняття рішення про необхідність подальших впливів пропонується проводити окремо для кожної системи автомобіля.

За відомою математичною залежністю параметра потоку відмов системи автомобіля від напрацювання L_{ϕ} і терміну експлуатації $T_{екс}$ знаходиться значення параметра потоку системи за відомих L_{ϕ} і $T_{екс}$.

Якщо параметр потоку відмов менший за допустиме значення або його значення вийде за межі допуску під час виконання автомобілем умовного завдання, тобто коли $\omega_i(l) < \omega_{доп}(l)$ або $\omega_i(L_{завд}, T_{екс}) < \omega_{доп}(l)$, то рекомендується проведення додаткових робіт з підвищення працездатності системи, за рахунок обслуговування тих елементів, які за результатами попередньо проведеного дослідження є найменш надійними.

Враховуючи, на скільки підвищується надійність (параметр потоку відмов) системи від проведення додаткового технічного обслуговування (ДТО), здійснюється повторний розрахунок параметра потоку відмов. Аналогічно, нове значення параметра потоку відмов порівнюється із допустимим. Якщо після виконання ДТО параметр потоку відмов залишатиметься меншим за допустиме значення або напрацювання системи при досягненні параметра потоку відмов допустимого значення ($L_{одоп}$) буде недостатнім для виконання автомобілем умовного завдання, тобто коли $\Delta L_{одоп} < L_{завд}$, де $\Delta L_{одоп} = L_{одоп} - L_{нТО}$, виконуються ДТО другої (при черговому повторі ситуації – третьої) групи.

Групи ДТО (ДТО-1, ДТО-2, ДТО-3) формуються на основі переліку профілактичних робіт для елементів, які дуже часто, часто і відносно часто приводять до втрати системи працездатності.

Інформація про необхідні технічні впливи одержана для кожної системи об'єднується в єдиний перелік робіт, необхідних для підтримання працездатності всього автомобіля під час виконання останнім умовного завдання, і виводиться на екран спеціального приладу.

При виконанні умови $\omega_i(l) \geq \omega_{\text{доп}}(l)$ та $\Delta L_{\text{доп}} > L_{\text{завд}}$ на екран виводиться інформація про можливість виконання автомобілем умовного завдання в обсязі $L_{\text{завд}}$.

Висновки

Реалізація методики підтримання працездатності автомобілів під час експлуатації забезпечить підтримку заданого рівня надійності за рахунок попередження відмов шляхом визначення залишкового ресурсу безвідмовної роботи систем автомобіля та призначення оптимальних переліків додаткових робіт з підвищення працездатності елементів систем.

Реалізація методики підтримання працездатності автомобіля дозволить: зменшити час простою автомобіля для усунення відмов за рахунок їх попередження, зменшити кількість поточних ремонтів і, відповідно, – зменшити експлуатаційні витрати.

Література

1. Говорущенко Н.Я., Кривошапов С.И. Новая методика нормирования расхода топлива транспортных машин (метод четырех КПД) // Автомобильный транспорт: Сб. научн. тр. – Харьков: ХНАДУ.–2004. – Вып.15. – С. 31 – 34.
 2. Бажинов А.В. Ресурсно-энергетический метод оценки жизненного цикла транспортных машин // Вестник ХНАДУ. – 2003. – Вып. 22. – С. 102 – 104.
 3. Говорущенко Н.Я., Зыбцев Ю.В. Прогнозирование изменения структурных параметров управляемых колес для заданных условий эксплуатации // Автомобильный транспорт: Сб. научн. тр. – Харьков: ХНАДУ. – 2003. – Вып. 13. – С. 27 – 29.
 4. Патент на винахід № 5047 Україна. Спосіб підтримання військових засобів рухомоті в працездатному стані [Текст] / Поляков А.П., Мосов С.П., Шапталенко Н. І., Чепак О. Г. – № 7В60S5/00; від 15.02.05.
 5. Патент України № 40107. Спосіб підтримання автомобілів в працездатному стані [Текст] / Поляков А.П., Гречанюк М.С., Ногачевський В.Й.; від 25.03.09, Бюлетень №6.
- Рецензент: М.А. Подригало, професор, д.т.н., ХНАДУ.
- Стаття надійшла до редакції 17 травня 2009 р.