

ОПТИМІЗАЦІЯ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АГРЕГАТІВ

Степанов Олексій Вікторович, професор кафедри тракторів,
автомобілів та біоенергоресурсів,

Національний університет біоресурсів та природокористування України,
e-mail: o.stepanov@nubip.edu.ua, ORCID: 0000-0003-4954-2532

Волобуєва Тетяна В'ячеславівна, доцент кафедри машинобудування,
Одеська державна академія будівництва та архітектури,
e-mail: volobueva@ogasa.org.ua, ORCID: 0000-0003-0340-3326

Лемішко Дар'я Сергіївна, асистент кафедри тракторів,
автомобілів та біоенергоресурсів,

Національний університет біоресурсів та природокористування України,
e-mail: lemishko.dasha@nubip.edu.ua, ORCID: 0009-0008-9539-8627

З наукових джерел відомо, що в основі стратегії експлуатації вантажного автотранспорту (надалі – автотранспорт) лежить підбір оптимальних режимів роботи, термінів та обсягів технічних впливів залежно від фактичного технічного стану автотранспорту. Зокрема, розробленої стратегії технічного обслуговування і ремонту автотранспорту, що припускає три види робіт: обов'язкові, контрольні-діагностичні, усунення виявлених несправностей. Було відзначено, що в міру вдосконалення методів і засобів технічного діагностування обсяг обов'язкових робіт можна скорочувати. У цій системі обов'язкові роботи й діагностика є плановими, а усунення поступових відмов має попереджувальний характер.

При роботі автотранспорту експлуатаційні фактори знижують його працездатність і тим самим впливають на зміну показників надійності. Унаслідок цього спостерігається зниження продуктивності та потужності автотранспорту, зменшення ймовірності його безвідмовної роботи. Крім того, збільшуються витрати на технічне обслуговування і ремонт автотранспорту, на зниження коефіцієнтів технічного використання й готовності.

Для формування комплексів робіт із технічного обслуговування і ремонту автотранспорту пропонується розглядати автотранспорт як об'єкт, що складається з декількох систем, різних за функціональним призначенням. Ступінь впливу кожної з виділених систем на надійність автотранспорту в цілому різно-рідна. Ряд агрегатів, вузлів, складальних одиниць, відмови яких призводять до відмови автотранспорту, можна віднести до категорії основних систем, а їх відмови називати відмовами основних систем.

Агрегати, вузли, складальні одиниці, відмови яких викликають перерви в роботі автотранспорту, що знижують ймовірність безвідмовної роботи й величину коефіцієнта готовності, віднесемо до категорії послідовно-допоміжних систем. Відмови послідовних і допоміжних систем не знижують середнього ресурсу автотранспорту. До цієї категорії відмов відносять будь-які відмови автотранспорту, крім відмов граничного стану основних систем. Наприклад, утворення протікання робочих рідин і мастил, порушення регульовальних параметрів або пошкодження сальників тощо.

Допоміжні системи, відмови або порушення нормальної роботи яких призводять до збільшення швидкості зношування елементів основних систем, можна віднести до категорії паралельно-допоміжних систем. Відмови паралельних і допоміжних систем знижують середні ресурси основних систем і автотранспорту в цілому. Наприклад, напрацювання мастила, при якому відбувається втрата основних фізико-хімічних властивостей або видавлювання із зони сполучення деталей мастильного матеріалу або накопичення в ньому абразивних речовин.

Отже, автотранспорт являє собою складну технічну систему, що складається з ряду функціонально об'єднаних систем. Надійність і довговічність складної технічної системи визначається якістю функціонування.

Слід зазначити, що ймовірність відмови послідовно-допоміжних систем на напрацюванні між обслуговуваннями може бути дуже мала. Відповідно до цього їх відновлення в цей період взагалі не планується, і вони будуть тільки обслуговуватися зі встановленою періодичністю.

Однак, може бути й ситуація, що пов'язана з неодноразовими відмовами послідовно-допоміжних систем. Тоді вони будуть вимагати неодноразових ($n > 1$) відновлень на напрацюванні між обслуговуваннями.

Паралельно-допоміжні системи взаємодіють кожна з однією або декількома основними системами, або декілька паралельно-допоміжних систем забезпечують нормальну роботу однієї з основних. Такого роду функціональна взаємодія дозволяє вважати паралельно-допоміжні системи системами, що обслуговуються.

Для оцінки значущості обслуговування паралельно-допоміжних систем пропонується система технічного обслуговування і ремонту, що використовує методику визначення та підтримки надійності автотранспорту, але стосовно до конкретних умов експлуатації (рис. 1).

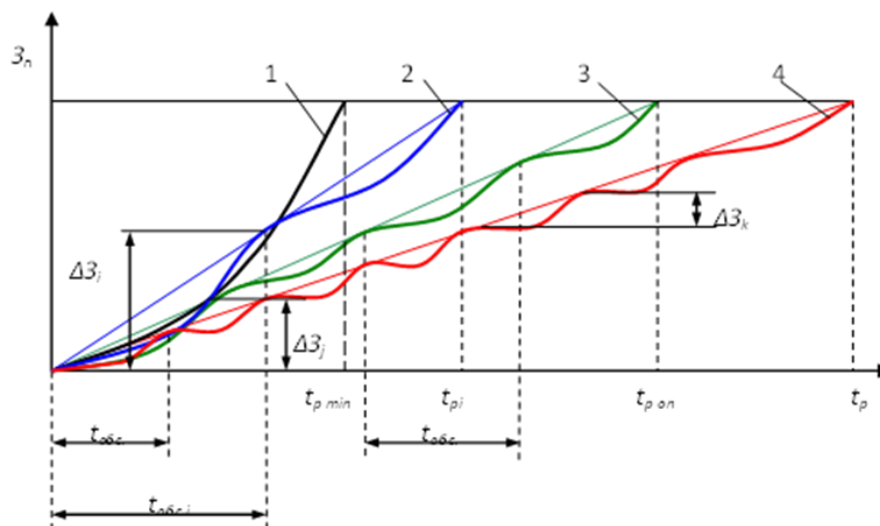


Рисунок 1 – Забезпечення ресурсів деталей і сполучень проведенням технічних обслуговувань паралельно-допоміжних систем у системі технічного обслуговування і ремонту

Багаторазове відновлення якості функціонування цих систем за час закінчення ресурсу вузлів автотранспорту та його основних систем виконується з періодичністю обслуговування, значення якої істотно менше ресурсу автотранспорту ($t_{\text{обсл.}} < T_p$).

Однак необхідно враховувати, що відновлення якості функціонування паралельно-допоміжних систем, своєю чергою, має обслуговчий характер як у цілому до автотранспорту, так і до його основних систем.

Зміна технічного стану автотранспорту, отже і працездатності, визначається швидкістю зношування деталей у вузлах тертя й зокрема залежить від заміни мастильного матеріалу. Для випадків, коли заміна мастильного матеріалу не проводиться взагалі, перетин кривої 1 з лінією Z_n визначає мінімальний ресурс сполучених деталей $t_{p\text{min}}$, який аналітично може мати наступний вигляд

$$t_{p\text{min}} = \left(\frac{Z_n}{a} \right)^{1/a}, \quad (1)$$

де Z_n – гранично допустиме зношування елемента; a – коефіцієнт, що характеризує швидкість зношування; $1/a$ – показник ступеня, що відображає характер зношування.

Якщо заміну мастильного матеріалу проводити з періодичністю $t_{\text{обс.}i}$ (крива 2), то зміна зношування ΔZ_i , визначиться зі співвідношення

$$\Delta Z_i = a \cdot t_{\text{обс.}i}^n. \quad (2)$$

При цьому буде зберігатися велика швидкість зношування, що підтверджується великим приростом зношування ΔZ_i , а ресурс змащуваних деталей буде обмежений ресурсом t_{pi} , який більше $t_{p\text{min}}$. Дана стратегія призводить до того, що витрати на заміну мастильного матеріалу будуть мінімальними, а витрати на ремонт збільшаться.

Отже, для збільшення ресурсу та забезпечення працездатності автотранспорту необхідно збільшити число обслуговувань паралельно-допоміжних систем, тобто зменшити величину періодичності заміни мастильного матеріалу $t_{\text{обс.}}$. Однак, при досить малій величині періодичності обслуговування $t_{\text{обс.}}$ мастильний матеріал не буде виробляти свій ресурс, при цьому будуть мати місце зайві витрати на обслуговування.

Своєю чергою, ця стратегія (крива 4) характеризується малою швидкістю зношування сполучених деталей, меншими витратами на ремонт і підвищеним ресурсом t_{pk} .

У запропонованій системі технічного обслуговування і ремонту можна вибрати будь-яку з розглянутих стратегій обслуговування виходячи з їх фінансового стану й особливостей експлуатації автотранспорту. Найбільш прийнятною буде стратегія, при якій періодичність обслуговування забезпечуватиме сполученню або деталям установлений заводом-виробником ресурс.

Графічний приклад такої стратегії можна представити кривою 3. У цій стратегії періодичність заміни мастильного матеріалу $t_{обс.он}$ є оптимальною, тобто при цій періодичності витрати на проведення обслуговувань мінімальні при встановленому ресурсі.

Напрацювання $t_{p\ on}$, є ресурсом елемента при технічному обслуговуванні з періодичністю $t_{обс.он}$. Кількість обслуговувань можна визначити діленням граничного зношування Z_n на величину зношування ΔZ_i .

$$t_{pi} = \frac{Z_n}{\Delta Z_i} \cdot t_{обсл.i}, \quad (3)$$

або з використанням співвідношення (3)

$$t_p = \frac{Z_n}{a \cdot t_{обсл.i}^n} \cdot t_i = \frac{Z_n}{a \cdot t_{обсл.i}^{n-1}}. \quad (4)$$

По відношенню до основних систем автотранспорту технічне обслуговування зводиться тільки до операцій діагностування, за результатами якого можуть бути призначені відновлювальні технічні впливи.

Подібний підхід можливий і стосовно деяких із послідовно-допоміжних систем. У більшості випадків відмова зазначених систем має випадковий характер. Відповідно, для оцінки значущості обслуговування послідовно-допоміжних і основних систем пропонується використовувати такий показник надійності, як інтенсивність відмов.

Література

1. ДСТУ 2823-94. Зносостійкість виробів тертя, зношування та мащення. Терміни та визначення.
2. Баглюк Г. А. Зносостійкі матеріали. Енциклопедія сучасної України / ред. кол.: І. М. Дзюба [та ін.]; НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2001-2022.
3. Закалов О. В. Основи тертя і зношування в машинах. Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. 322 с.
4. Степанов О. В. Безпека автосамоскидів на породних відвалах. Харків : ТОВ «Водний Спектр Джі – Ем – Пі», 2016. 284 с.