

МАШИНОБУДУВАННЯ І ТРАНСПОРТ

УДК 629.3.083.+629.33

А. П. Поляков, д. т. н., проф.;

О. М. Плахотник, асп.

ВИБІР КРИТЕРІЮ ОЦІНКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ АВТОМОБІЛІВ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЙОГО ВИЗНАЧЕННЯ

Проведено аналіз відомих критеріїв оцінки працездатності автомобілів. Детально розглянуто параметр потоку відмов. Запропоновано методику визначення параметра потоку відмов автомобілів від напрацювання та терміну їх експлуатації.

Вступ

Підтримання автомобілів у працездатному стані під час експлуатації та зниження експлуатаційних затрат і досі залишається актуальною проблемою, яка потребує подальших теоретичних і експериментальних досліджень.

Працездатний стан автомобіля — це такий стан, при якому значення усіх параметрів, які характеризують здатність його виконувати транспортну роботу, відповідають вимогам нормативно-технічної документації.

У зв'язку із випадковим характером виникнення відмов автомобілів, питання підтримки працездатності автомобілів під час експлуатації не може бути вирішено у відриві від надійності окремих їх систем, вузлів та агрегатів.

Аналіз відомих критеріїв

Існує багато критеріїв для оцінки працездатності автомобілів. Серед яких: технічні, техніко-економічні, імовірнісні, економіко-імовірнісні та ін. Найповніше надійність автомобілів в заданих умовах експлуатації характеризують показники безвідмовності.

Безвідмовність автомобіля — це його властивість безперервно зберігати працездатний стан протягом певного часу або певного напрацювання. Таким чином, працездатність автомобілів пропонується оцінювати за показниками безвідмовності.

Розрізняють показники безвідмовності відновлюваних і невідновлюваних об'єктів. Автомобіль та його системи відносяться до об'єктів, що підлягають відновленню в процесі експлуатації. До показників безвідмовності відновлюваних об'єктів належать: параметр потоку відмов та середнє напрацювання на відмову.

Метод оцінки працездатності автомобілів за середнім напрацюванням на відмову є досить простим, проте застосування його обмежене, оскільки даний метод дає гарні результати тільки тоді, коли автомобіль має добре відпрацьовану конструкцію.

Метод оцінки працездатності автомобілів за параметром потоку відмов є простим і зручним у користуванні, оскільки параметр потоку відмов досить просто визначити із статистичної вибірки [1].

Таким чином, оцінювати працездатність автомобілів пропонується за параметром потоку відмов.

Параметр потоку відмов

Параметром потоку відмов називається відношення математичного сподівання кількості відмов відновлюваного об'єкта за досить мале його напрацювання до значення цього напрацювання.

Параметр потоку відмов є границею

$$\lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{Q'(l, l + \Delta l) + Q''(l, l + \Delta l)}{\Delta l}, \quad (1)$$

де $Q'(l, l + \Delta l)$ — імовірність появи однієї відмови за проміжок напрацювання від l до $l + \Delta l$; $Q''(l, l + \Delta l)$ — імовірність появи двох чи більше відмов за той самий проміжок напрацювання, а точніше, за один і той самий проміжок напрацювання.

Як характеристику потоку відмов використовують ведучу функцію $\Omega(l)$ цього потоку, що дорівнює математичному сподіванню числа відмов за напрацюванням l

$$\Omega(l) = M[r(l)], \quad (2)$$

де $r(l)$ — кількість відмов за напрацювання l .

Математичне сподівання кількості відмов за інтервал напрацювання $(l, l + \Delta l)$ визначають з формули

$$M[r(l, l + \Delta l)] = \Omega(l + \Delta l) - \Omega(l) \quad (3)$$

але

$$\lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{\Omega(l + \Delta l) - \Omega(l)}{\Delta l} = \Omega'(l). \quad (4)$$

Позначимо $\Omega'(l) = \omega(l)$. Функція $\omega(l)$ похідна від ведучої функції $\Omega(l)$, називається параметром потоку відмов.

Параметр потоку відмов характеризує середню кількість відмов, що чекають у малому інтервалі напрацювання, і пов'язаний ведучою функцією $\Omega(l)$ співвідношенням

$$\Omega'(l) = \int_0^l \omega(l) dl. \quad (5)$$

Статистично параметр потоку відмов розраховується з формули

$$\omega(l) = \frac{\sum_{i=1}^n r_i(l + \Delta l) - \sum_{i=1}^n r_i(l)}{n\Delta l}, \quad (6)$$

де n — кількість елементів виробу, що досліджується; $r_i(l + \Delta l)$ — кількість відмов i -го елемента, що відбулися в інтервалі напрацювання $l + \Delta l$; $r_i(l)$ — кількість відмов i -го елемента при напрацюванні l ; Δl — величина напрацювання.

В залежності від періоду експлуатації автомобілів закономірність зміни параметра потоку відмов має різний характер.

Як показали дослідження [2], в період припрацювання залежність параметра потоку відмов $\omega(l)$ від напрацювання може мати вигляд однієї із трьох кривих, зображених на рис. 1.

Для механічних систем в період припрацювання I нові машини характеризуються кривою 3, а машини після капітального ремонту та частина нових машин характеризуються кривою 1 з характерним «сплеском». Тобто, чим досконалішими є конструкція машин та технології виготовлення і ремонту, тим меншим буде «сплеск» або він зникне зовсім.

Залежність параметра потоку відмов для невідновлюваних об'єктів відповідає кривій 2.

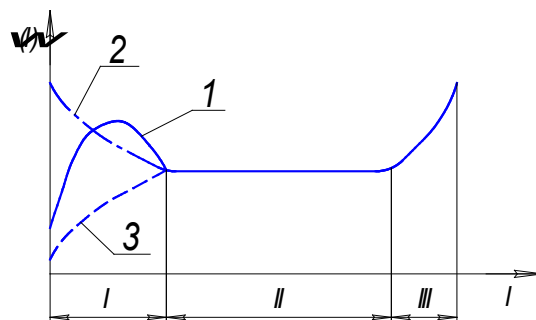


Рис. 1. Графічна інтерпретація закономірності зміни параметра потоку $\omega(l)$ відмов

Період нормальної експлуатації характеризується переважно появою раптових відмов, які підпорядковуються експоненціальному закону розподілу. Тут інтенсивність потоку відмов є сталою величиною: $\omega(l) = \lambda = \text{const}$ (де λ — параметр експоненціального закону розподілу).

Період III інтенсивного спрацювання характеризується різким зростанням $\omega(l)$ через накопичення умов, що спричиняють появу поступових відмов [2].

Методика визначення параметра потоку відмов автомобілів

Статистичний аналіз різноманітних відмов в агрегатах і системах автомобілів показує, що майже завжди вони підлягають певним законам розподілу.

Визначення залежності параметра потоку відмов від напрацювання і терміну експлуатації автомобілів буде покладено в основу удосконаленої математичної моделі процесу підтримування працездатності автомобілів, шляхом розрахунку періодичності проведення додаткових технічних обслуговувань (ДТО) та встановлення переліків операцій для їх виконання.

З теорії надійності та практичних досліджень в цій області відомо, що залежність параметра потоку відмов від напрацювання і терміну експлуатації автомобілів має певні особливості. По-перше, має складний характер (наявність трьох характерних зон експлуатації), по-друге — залежність параметра потоку відмов досліджується одночасно від двох факторів: від напрацювання і терміну перебування автомобілів в експлуатації. Так, визначення параметра потоку відмов здійснюватиметься шляхом апроксимування його графічних залежностей від напрацювання і терміну експлуатації автомобілів.

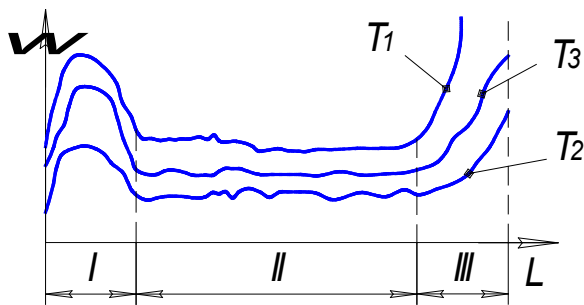


Рис. 2. Експериментальна залежність параметра потоку відмов ω від напрацювання L та терміну експлуатації автомобілів T :
 I, II, III — відповідно, період припрацювання, нормальної експлуатації та інтенсивного спрацювання;
 T_1, T_2, T_3 — періоди термінів експлуатації автомобілів

Як показало проведене авторами статистичне дослідження відмов автомобілів (рис. 2), залежність має складний характер. Для її апроксимації необхідно розподілити досліджуваний проміжок напрацювання автомобілів на три етапи. Величини етапів визначаються із отриманих експериментальних графічних залежностей параметра потоку відмов $\omega(L, T)$ від напрацювання L та терміну експлуатації автомобілів T .

Складання двофакторного рівняння $\omega = f(L, T)$ пропонується здійснювати шляхом послідовної апроксимації. На першому етапі апроксимуються графічні залежності параметра потоку від напрацювання $\omega = f(L)$ (для кожного періоду експлуатації автомобілів) [3].

Складання двофакторного рівняння $\omega = f(L, T)$ пропонується здійснювати шляхом послідовної апроксимації.

На другому етапі за чисельними значеннями коефіцієнтів рівнянь апроксимації α_k будуються їх графічні залежності від терміну перебування автомобілів в експлуатації T , типовий вигляд яких наведено на рис. 3.

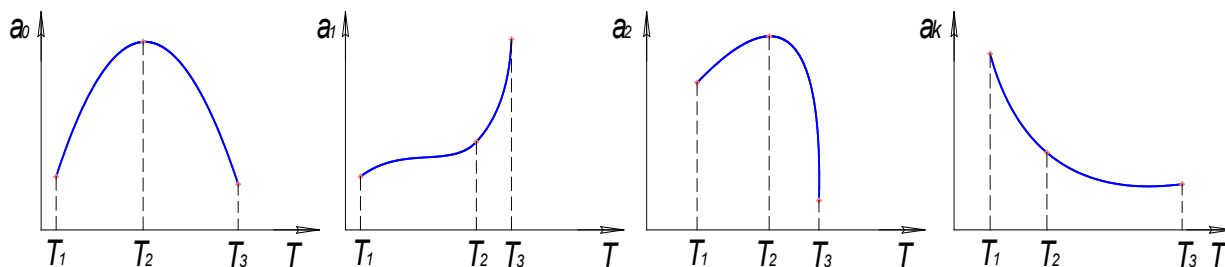


Рис. 3. Залежність коефіцієнтів рівнянь апроксимації α_k від терміну перебування автомобілів в експлуатації T

Методом найменших квадратів, графічні залежності апроксимуються рівнянням j -го порядку

$$a_k = b_0 + b_1 T + \dots + b_j T^j, \quad (7)$$

На третьому етапі складається загальна аналітична залежність параметра потоку відмов ω автомобіля від напрацювання L і терміну перебування його в експлуатації T

$$\omega = \alpha_0 (f(T)) + \alpha_1 (f(T))L + \dots + \alpha_k (f(T))L^k, \quad (8)$$

де $\alpha_k = f(T)$ — аналітичні залежності коефіцієнтів рівнянь апроксимації від терміну перебування автомобіля в експлуатації; k — ступінь рівняння апроксимації.

Кількісні значення коефіцієнтів апроксимуючих рівнянь залежності постійних коефіцієнтів загального рівняння потоку відмов автомобілів від терміну перебування їх в експлуатації розраховуються для кожного етапу використання автомобілів за призначенням.

Величини постійних коефіцієнтів рівнянь апроксимації для кожної марки автомобілів розраховуються окремо.

Для визначення параметра потоку відмов, за описаною методикою, необхідно провести статистичне дослідження відмов автомобілів конкретної марки та побудувати за його результатами графічні залежності $\omega = f(L, T)$.

Висновки

Найінформативнішим критерієм оцінки рівня працездатності автомобілів під час експлуатації, як показав проведений аналіз, є параметр потоку відмов.

Для визначення чисельного значення параметра потоку відмов автомобілів запропоновано методику подвійної апроксимації його графічних залежностей від напрацювання та терміну експлуатації автомобілів.

Отримані аналітичні залежності параметра потоку відмов автомобілів від напрацювання та терміну перебування в експлуатації можуть бути використані для удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів, шляхом розрахунку періодичності проведення ДТО та встановлення переліків операцій для їх виконання.

Удосконалення діючої системи ТО впровадженням додаткових технічних обслуговувань автомобілів дозволить запобігти втраті їх працездатності в проміжках між плановими ТО і, відповідно, зменшить експлуатаційні витрати на підтримання їх працездатності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн. 1. Теоретичні основи. Технологія : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. — К. : Вища шк., 1994. — 342 с. : іл. — ISBN 5-11-003633-0 (кн. 1), ISBN 5-11-003742-6.
2. Канарчук В. Є. Надійність машин : підручник. / С. К. Полянський, М. М. Дмитрієв. — К. : Либідь, 2003. — 424 с., ISBN 966-06-0215-4.
3. Поляков А. П. Методика визначення аналітичної залежності параметра потоку відмов на зразках БТОТ від напрацювання і терміну перебування їх в експлуатації / А. П. Поляков, О. Г. Чепак, Я. Р. Карабін // Труды НАОУ. — 2004. — № 49. — С. 288—292.

Рекомендована кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту

Надійшла до редакції 10.09.09
Рекомендована до друку 20.10.09

Поляков Андрій Павлович — декан факультету автомобілів та їх ремонту і відновлення. **Плахотник Олена Михайлівна** — аспірантка кафедри автомобілів і транспортного менеджменту.

Вінницький національний технічний університет