

УДК 629.017
UDC 629.017

ДО АНАЛІЗУ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ
ВИКОНАННЯ ТЕХНІЧНИХ ВПЛИВІВ

Іванушко О.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Сахно В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ANALYSIS FOR THE DETERMINATION OF THE PERIODICITY PERFORMANCE
OF TECHNICAL INFLUENCE

Ivanushko A.N., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Sahno V.P., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine

К АНАЛИЗУ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ
ИСПОЛНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ВЛИЯНИЙ

Іванушко А.Н., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Сахно В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Основою системи технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) є структура і нормативи. Структура системи визначається видами (ступенями) відповідних впливів і їх числом. Нормативи включають конкретні значення періодичності впливів, трудомісткості, переліку операцій та ін.

Перелік виконуваних операцій, їх періодичність і трудомісткість складають режими технічного обслуговування.

На структуру системи ТО і ремонту впливають рівні надійності і якості автомобілів; цілі, що поставлені перед автомобільним транспортом і ТЕА (Технічною експлуатацією автомобілів); умовами експлуатації; існуючі ресурси; організаційно-технічні обмеження.

Окремі елементи структури системи ТО і Р експлуатованого автомобільного транспорту впливають на витрати по забезпеченню роботоздатності наступним чином: обґрунтованість переліку профілактичних операцій і їх періодичність – 80-87%; число ступенів (видів) ТО і кратність їх періодичності – 13-20%. Таким чином, головним фактором, що визначає ефективність системи ТО і ремонту, є правильно визначені переліки (що робити) і періодичності (коли робити) профілактичних операцій, потім кількість видів ТО і їх кратність (як організувати виконання сукупності профілактичних операцій) [1].

Нормативи ТО і ремонту, встановлені вітчизняними та закордонними нормативними документами, а також викладені в сервісних книжках автомобілів, відносяться до певних умов експлуатації, що називаються еталонними.

При роботі в інших умовах експлуатації змінюється безвідмовність і довговічність автомобілів, а також витрата трудових і матеріальних ресурсів на ТО і ПР (поточний ремонт). Тому нормативи коригуються [2].

Будь-яке державне, муніципальне або приватне підприємство може ефективно працювати, маючи відповідні плани і програми виробництва і його розвитку. Для складання і реалізації цих планів і програм підприємство повинно мати обґрунтовані нормативи [1].

В зв'язку з тим, що перелік (а в деяких випадках і технологія виконання) ремонтно-обслуговуючих операцій вже визначений заводом-виробником автотранспортного засобу (АТЗ), з яким потрібно узгоджувати будь-які зміни даного переліку робіт або брати на себе відповідальність за наслідки від самовільної їх зміни – то, для забезпечення можливості корегування нормативів, доцільно корегувати періодичність виконання технічних впливів, тим паче, що це допускається згідно «Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту», що діє в Україні, а також деякими автовиробниками згідно їхньої сервісної інформації наведеної, наприклад, в [3, 4 і 5].

В такій ситуації виникає потреба у визначенні та обґрунтуванні оптимальних періодів проведення технічних впливів, що забезпечить підтримання в працездатному технічному стані (ТС) АТЗ за відведений час експлуатації у певних умовах роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найважливіша умова підтримки заданого рівня надійності автомобілів в процесі експлуатації призначення оптимальних режимів ТО і їх періодичності, переліку й трудомісткості операцій або виду обслуговування.

Під оптимальним треба розуміти такий режим, який забезпечує надійну роботу автомобіля та його елементів при мінімальних витратах коштів на ТО і ремонт.

Проблема оптимізації ТО дуже складна, і її можна розглядати в різних аспектах. Проте як би її не розв’язували, треба враховувати надійність і готовність автомобілів, вплив на них профілактичних робіт [6].

При технічному обслуговуванні застосовується дві тактики доведення виробу до потрібного технічного стану: за напрацюванням і за станом. При першій тактиці визначається періодичність контролю, яка переходить у виконавчу частину, з коефіцієнтом повторюваності $K_1 = 1$. При другій тактиці визначається періодичність контролю, а виконавча частина операції виконується по потребі в залежності від результатів контролю, тобто $1 \geq K_2 \geq 0$ [1].

Періодичність контрольно-діагностичних робіт нерозривно пов’язана з надійністю окремих вузлів і агрегатів автомобіля в конкретних умовах експлуатації внаслідок випадкового характеру виникнення його відмов [6]. При цьому майже кожна операція має свою, відмінну від іншої, оптимальну періодичність: $l_{01} \neq l_{02} \neq l_{03} \neq \dots \neq l_{0s}$ [1].

Питанню визначення періодів ТО і Р присвячені роботи Авдонькіна Ф.М., Арініна І.М., Волошиної Н.А., Говоруценка М.Я., Кузнецова Є.С., Лисого О.В., Лудченка О.А., Полянського О.С., Сметани С.О., Формальчика Є.Ю. та багатьох інших вчених. Кожен з них розглядав способи визначення раціональної періодичності виконання ТО і Р АТЗ за різними показниками, зокрема за коефіцієнтом готовності (K_T) парку автомобілів, імовірністю безвідмовної роботи ($P(t)$), критерієм ефективності (K_E), ступенем спрацювання моторного мастила, гарантійним періодом експлуатації, діагностичною інформацією про ТС, кліматичним умовам експлуатації та ін. Але при цьому, вони використовували прості, аналітичні та імітаційні методи, що були доцільними за певних умов.

В такому випадку, виникає потреба в структуруванні та аналізі існуючих методів визначення періодичності виконання технічних впливів для визначення оптимального і найбільш придатного до використання на теперішній час.

Метою даної статті є дослідження методів визначення періодичності виконання технічних впливів.

Виклад основного матеріалу дослідження. На теперішній час існує тенденція переходу від планово-попереджувальної системи до системи обслуговування за станом (Рис. 1.).



Рисунок 1 – Технічні напрями організації технічних обслуговувань і ремонтів машин [7].

Суть системи за напрацюванням полягає в тому, що через певний пробіг, незалежно від технічного стану агрегатів, виконується технічний вплив (певний вид технічного обслуговування, ремонт, заміна). Ця проста модель із-за значної вартості може застосовуватися тільки для спеціальних машин, а на автомобільному транспорті – для окремих вузлів і деталей, від яких залежить безпека руху. При такій системі значна частина ресурсу не використовується, тому вона дуже дорога (неекономічна) [7].

Суть системи за станом інша – технічні впливи виконуються при досягненні контрольованого параметра свого критичного рівня (гранично допустимого стану). Ця система дозволяє не виконувати «зайвих» ремонтів, якщо ризик відмови невеликий. Вона більш дешева (економічна), але вимагає вміння вимірювати безперервно або періодично контрольовані (діагностичні) параметри. Для її втілення необхідне спеціальне контрольо-діагностичне обладнання [7]. А ще можлива ситуація, коли із-за складної конструкції АТЗ або використання в ній складних електричних та електронних систем, необхідні досить дороге діагностичне обладнання і висококваліфікований персонал, що в сумі може призвести до здорожчування використання даної системи.

Система обслуговування і ремонту за станом передбачає три види робіт: обов’язкові (ОР), контрольо-діагностичні (Д), усунення виявлених несправностей (УН).

Для транспортних, сільськогосподарських, будівельних та інших машин застосовується третя система (змішана), яка об’єднує в собі елементи першої і другої. В свою чергу змішана система в залежності від методу встановлення періодичності і об’єму технічних впливів поділяється на середньостатистичну і діагностичну. Для середньостатистичної системи в якості основного математичного апарату широко застосовується теорія ймовірності і математична статистика. Для діагностичної систем в основу повинна бути покладена теорія надійності, що об’єднує в розумних межах детерміновані і ймовірнісні розрахунки. [7].

Якою б не була система, для організації її роботи необхідно мати чіткі нормативи, як для періодів ТО і Р так і для контрольо-діагностичних робіт. Розглянемо існуючі методи визначення періодичності ТВ.

Метод групування по стержневим операціям ТО базується на тому, що виконання операцій ТО приурочені до оптимальної періодичності l_{CT} так званих стержневих операцій, що мають наступні ознаки:

- а) впливають на екологічну і дорожню безпечність автомобіля;
- б) впливають на роботоздатність, безвідмовність, економічність автомобіля;
- в) характеризуються більшою трудомісткістю, вимагають спеціального обладнання і конструкції постів;
- г) регулярно повторюються.

Прикладом подібних стержневих операцій або груп операцій є: перевірка і регулювання гальмівних систем (всі ознаки); перевірка токсичності відпрацьованих газів і відповідне регулювання двигуна (всі ознаки); зміна мастила в картері двигуна (ознака в, г). Таким чином, по цьому методу періодичність ТО стержневих операцій l_{CT} приймається за періодичністю виду ТО або групи операцій (рис. 2) [1].

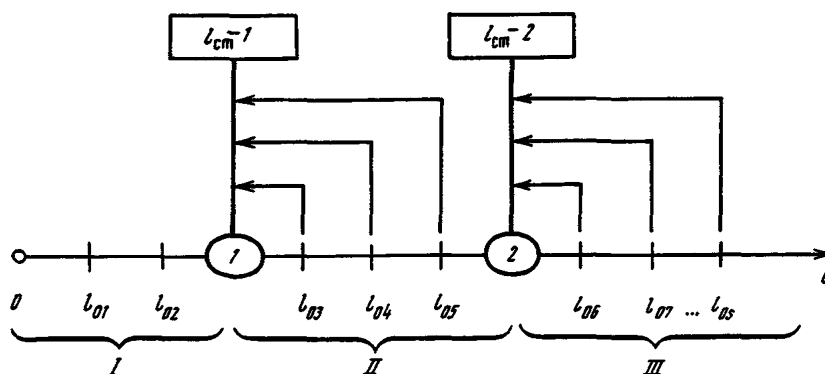


Рисунок 2 – Групування по стержневим операціям [1].

За даним методом профілактичні операції можуть бути зведені в три групи:

I-група: $l_{oi} < (l_{CT} - I)$ виконується щоденно (ЩО) або за потребою (при ПР), так як виключаються із складу профілактичних;

II-група: $(l_{CT} - 1) \leq l_{oi} < (l_{CT} - 2)$ операція 3, 4, 5 виконуються одночасно з першою стержневою з періодичністю операції $l_{CT} - 1$;

III-група: $l_{oi} \geq (l_{CT} - 2)$ виконується одночасно з другою стержневою операцією або із складу профілактичних (переводяться в поточний або попереджувальний ремонт).

Операція, оптимальна періодичність якої l_{oi} більше періодичності стержневої операції, виконується з коефіцієнтом повторюваності [1]:

$$K_i = l_{CT} / l_{oi} = (l_{TO})_1 / l_{oi}, \text{ де } 0 < K_i \leq 1 \quad (1)$$

Переваги методу:

- дозволяє спростити режими ТО і Р;
- дозволяє оптимізувати технологічний процес виконання операцій ТО і Р;
- збільшує значення ймовірності безвідмовної роботи.

Недоліки методу:

- неповне використання ресурсу виробу;
- може передбачати різні, за проміжком часу, періоди виконання операцій ТО і Р;
- відсутність економічних оцінок застосування методу;
- визначає індивідуальні періоди виконання операцій ТО і Р в залежності від конструктивних-експлуатаційних особливостей використання ТЗ.

Метод природнього групування застосовується для об'єктів, що обслуговуються і мають досить близькі раціональні періодичності. Для застосування даного методу, необхідно виконати групування операцій за видами ТО. Збільшення числа ступенів (видів ТО) теоретично благополучно впливає на надійність і сумарні затрати на забезпечення роботоздатності окремих об'єктів, але одночасно збільшує витрати, пов'язані з організацією виробничих процесів ТО і ремонту автомобілів [1].

Даний метод є різновидом попереднього і тому має такі ж переваги і недоліки.

Метод визначення періодичності ремонтно-обслуговуючих дій (РОД) за допустимим рівнем безвідмовності автомобілів (імовірнісний метод). Він враховує вибір такої періодичності, за якої імовірності відмов $P_b = F$ АТЗ не перевищить заданої допустимої величини, яку називають ризиком, або допустимою імовірністю його відмов – R_d (рис. 3). Якщо брати до уваги протилежну величину, тобто імовірність безвідмовної роботи АТЗ, то:

$$P_{op}(l_i \geq l_0) = 1 - P_b = 1 - F \geq R_d = \gamma, \text{ тобто } l_0 = l_\gamma \quad (2)$$

де l_i – пробіг автомобіля на відмову;

l_0 – оптимальна періодичність РОД;

R_d – задана допустима імовірність його безвідмовної роботи;

$F \approx 1 - \gamma$ – ризики відмов АТЗ з імовірністю γ -відсотків;

l_γ – γ -відсотковий пробіг АТЗ на відмови (тут γ -відсотковий пробіг АТЗ – це його пробіг, протягом якого він не досягне граничного стану із заданою імовірністю γ , вираженому у відсотках) [1].

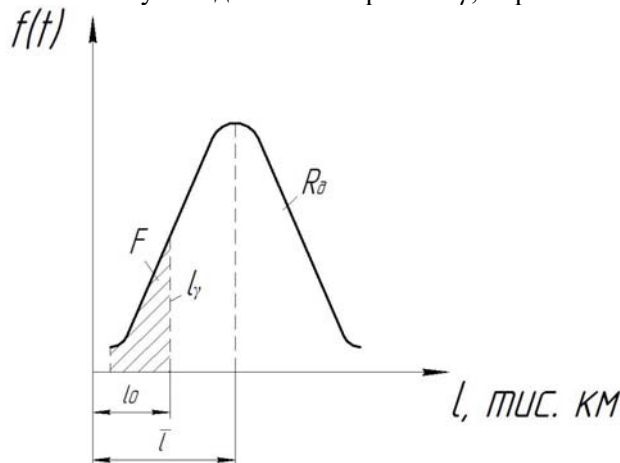


Рисунок 3 – До визначення періодичності ремонтно-обслуговуючої діяльності автомобілів за критерієм безвідмовності [1].

Показником R_d задаються залежно від типу агрегатів та механізмів автомобіля: для тих, які безпосередньо впливають на безпеку руху, $R_d = 0,9-0,98$; для решти усіх – $R_d = 0,85-0,90$ [1].

Оптимальна періодичність l_0 пов’язана з середнім пробігом \bar{l} через коефіцієнт раціональної періодичності β :

$$l_0 = \beta \cdot \bar{l} \quad (3)$$

Цей коефіцієнт враховує значення та характер варіації пробігів АТЗ на відмови, а також прийняті допустимі імовірності безвідмовної роботи [1].

Переваги методу:

- простота;
- облік ризику.

Недоліки методу:

- неповне використання ресурсу виробу, так як $l_0 \leq \bar{x}$, а R_d виробу має наробіток на відмову $x_i > l_0$;
- відсутність прямих економічних оцінок наслідків відмов.

Техніко-економічний метод визначення періодичності ТО, який ґрунтується на мінімізації питомих витрат на ремонт C_P та таких же витрат на ТО $C_{ТО}$. Чим з більшою періодичністю l виконуються операції ТО (менше витрачається коштів), тим частіше вони відмовляють, потребуючи виконання більших обсягів робіт (рис. 4) [8].

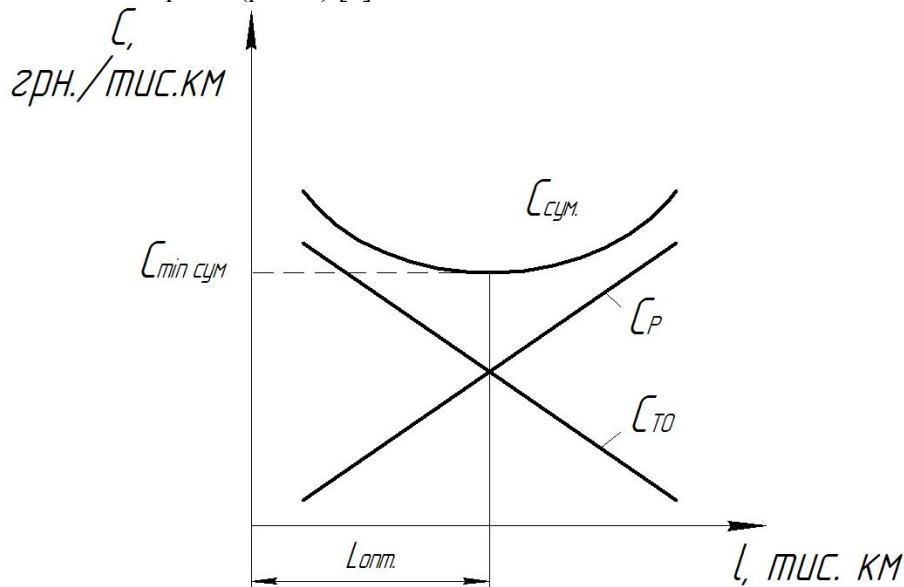


Рисунок 4 – Графічна ілюстрація техніко-економічного методу визначення оптимальної періодичності виконання ремонтно-обслуговуючих дій [8].

Оптимальна періодичність виконання профілактичних робіт буде, очевидно, при досягненні мінімуму сумарних витрат на ТО і ПР. Аналітично у загальному вигляді відшукування цього мінімуму записується так:

$$C_{\text{мік сум}} = C_P + C_{ТО} = \frac{c}{L} + \frac{d}{l} \rightarrow \min, \quad (4)$$

де c, d – відповідно, зведені витрати на ремонт і виконання операцій ТО, грн./тис. км;

L, l – відповідно, ресурс автомобіля до ремонту і періодичність ТО [8].

Також, техніко-економічний метод визначає таку групову періодичність $l_{0,г}$, що відповідає мінімальним сумарним затратам $C_{\Sigma\Sigma}$ на ТО і ремонт автомобіля по всім розглядуваним об’єктам (рис. 5):

$$C_{\Sigma\Sigma} = \sum_{\text{г}} C_{\text{р}} + \sum_{\text{г}} C_{\text{т.к.}} \quad (5)$$

Тобто оптимальна періодичність $l = l_{0,r}$ при $C_{\Sigma\Sigma} = C_{min}$, де C_{IS} і C_{IS} – питомі затрати на ТО і ремонт i -го об’єкта; s – число операцій в групі (види ТО). На рис. 5 Δ_s – це збільшення питомих затрат s -операції при її виконанні в результаті групування, з груповою $l_{0,r}$, а не з властивою їй оптимальною періодичністю l_{0s} .

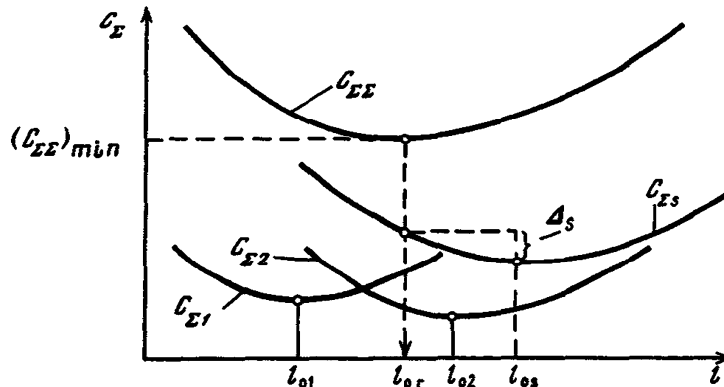


Рисунок 5 – Визначення періодичності ТО техніко-економічним методом [1].

Якщо в групу входить операція, періодичність якої обмежена в розглядуваних межах умовами безпеки, екології або технічними критеріями, то вибрана групова періодичність повинна задовольняти вимогам $l_{0,r} \leq l_{0i}$; i – номер операції з періодичністю, обмеженою вимогами безпеки або іншими технічними критеріями [1].

Переваги методу:

- облік економічних наслідків прийняття рішення;
- простота, ясність, універсальність.

Недоліки методу:

- потреба в достовірній інформації про вартість операцій ТО і Р, впливу періодичності ТО на ресурс елемента;
- відсутній облік варіації всіх показників (L, x, d, c);
- відсутність гарантії визначеного рівня безвідмовності.

Економіко-ймовірнісний метод, може визначити доцільність виконання даної операції не з оптимальної для неї, а з заданою періодичністю стержневих операцій.

Цей метод охоплює попередні і враховує економічні та імовірнісні чинники, а також дає змогу порівняти різні стратегії і тактики підтримання і відновлення працездатності автомобіля.

Як вже відмічалось, одна із систем (C_{II}) полягає в усуненні несправностей виробу по мірі їх виникнення, тобто за потребою. Питомі затрати при цьому:

$$U_{II} = C_{II} = \frac{c}{\bar{x}} = \frac{c}{\int_{x_{min}}^{x_{max}} xf(x)dx} \quad (6)$$

де $\bar{x}, x_{min}, x_{max}$ – середнє, мінімальне і максимальне напрацювання на відмову;

c – разові затрати на ремонт, тобто на усунення відмови.

Альтернативна стратегія (C_I) передбачає попередження відмови і несправностей, відновлення вихідного або близького до нього стану виробу до того, як буде досягнутий граничний стан. Ця стратегія реалізується у попереджувальному ТО, попереджувальній заміні деталей, вузлів, механізмів і та ін. При цьому можливі дві тактики реалізації цієї стратегії: за напрацюванням (C_{I-l}) і за технічним станом (C_{I-II}) [1].

Величина цільової функції питомих витрат за напрацюванням при оптимальній періодичності ТО l_{0I} :

$$U_{I-l} = C_{I-l} = \frac{cF + dR}{l_p F + l_{01} R} \quad (7)$$

де $cF + dR$ – середньозважена вартість виконання операцій ТО і Р;

$l_p F + l_{01} R$ – середньозважене напрацювання виконання операції ТО і Р;

c – вартість усунення відмов;

F – ймовірність відмови при виконанні ТО з періодичністю ТО l_p при виконанні за наробітком і ймовірністю виконання ремонтної операції (усунення відмови);

d – разова вартість операції ТО;

R – ймовірність виконання операції ТО;

l'_p – середнє напрацювання елементів, що відмовили з ймовірністю F .

Якщо $C_{II} > C_{I-I}$, то для даного елемента доцільно проводити ТО за напрацюванням з оптимальною періодичністю l_{01} .

Якщо $C_{I-I} > C_{II}$, то для даного елемента нераціонально попереджувати відмови (ТО), а достатньо їх усувати, тобто реалізувати стратегію – ремонт по потребі з середнім наробітком до відмови \bar{x} [1].

Величина цільової функції питомих витрат за технічним станом при оптимальній періодичності ТО l_{01} :

$$U_{I-II} = C_{I-II} = \frac{cF + R_1(d_K + d_B) + R_2 d_K}{Fl_p + l_p R_1 + 2l_p R_2} \quad (8)$$

При даній тактиці всі вироби можна розділити на три групи:

- вироби, що відмовили з ймовірністю F при напрацюванні $x < l_p$;
- вироби, що мають з ймовірністю R_1 потенційне напрацювання на відмову $2l_p > x_i > l_p$.

Якщо їм не проводити ТО при l_p , то вони з вірогідністю R_1 опиняться в інтервалі $l_p - 2l_p$. Відповідно, цим вироби при l_p необхідно виконати контроль вартістю d_K і виконавчу частину операції вартістю d_B ;

- вироби, що мають з ймовірністю $R_2 = 1 - F - R_1$ потенційне напрацювання на відмову $x > 2l_p$, яких при l_p достатньо обмежитися контролем (d_K), а виконавчу частину операції «відкласти», що найменше, до наробітку $2l_p$ [1].

В економіко-ймовірнісному методі, також як і при визначенні оптимальної періодичності за безвідмовністю, використовують коефіцієнт раціональності періодичності:

$$\beta_0 = \frac{l_0}{\bar{x}} = \left(\frac{2k_{\pi} v_x}{(1 + v_x^2)(1 - v_x)} \right)^{v_x} \quad \text{при } v_x < 1 \quad (9)$$

де $k_{\pi} = d/c$;

v_x – коефіцієнт варіації наробітку на відмову.

Переваги методу:

- облік ймовірності і вартості факторів;
- гарантія при проведенні ТО з оптимальною періодичністю певних рівнів безвідмовності R і ризику F при відомих витратах на реалізацію цієї стратегії;
- ймовірність реалізувати попереджувальний ремонт;
- більш повне використання потенційного ресурсу виробу;
- можливість збільшити періодичність ТО в порівнянні з профілактикою за напрацюванням ($l_{02} > l_{01}$);
- можливість скоротити середню трудомісткість профілактичних операцій, так як її виконавча частина виконується за потребою в залежності від технічного стану.

Недоліки методу:

- недовикористання ресурсу елементів, які мають потенційне напрацювання до відмови $x_i > 2l_p$;
- умова застосування цієї тактики, пов'язана з ростом вартості профілактичних операцій [1].

Останнім часом широко застосовується *метод математичного моделювання*. Математичне моделювання можна розглядати як засіб вивчення реальної системи шляхом її заміни зручнішою для експериментального дослідження системою (моделлю), що зберігає істотні риси оригіналу. При моделюванні здійснюється апроксимація функції опису більш простою і зручною для практичного аналізу функцією – моделлю [9]. Метод математичного моделювання дозволяє описати всі вище згадані методи в спеціальному програмному середовищі і дослідити їх, для виявлення найбільш оптимального варіанту в тій чи іншій ситуації.

Переваги методу:

- дозволяє аналітично визначити оптимальний період ТО і Р з врахуванням особливостей роботи автомобіля;
- менше використовує часу для повторних розрахунків при зміні певного параметру;
- спрощує обробку статистичної інформації, що застосовується для певних розрахунків.

Недоліки методу:

- вимагає спеціального програмного забезпечення і відповідних знань, умінь і навичок у оператора;
- вимагає реально-існуючу інформацію для порівняння, яку необхідно перевести у зрозумілу для певного програмного забезпечення мову.

Розглянуті вище методи є основними для визначення оптимального періоду ТО і Р автомобілів згідно теорії технічної експлуатації автомобілів. Для вибору методу визначення періодичності ТО і Р необхідно користуватися критеріями, згідно яких визначають ефективність і доцільність його застосування. Виходячи з конструктивних особливостей АТЗ і умов їх експлуатації, з факторами і чинниками, що впливають на їх технічний стан, доцільно використовувати комплексні показники надійності, зокрема:

Коефіцієнт готовності K_G – імовірність того, що об'єкт виявиться працездатним у довільний момент часу, крім запланованих періодів, протягом яких використання об'єкта за призначенням не передбачено;

Коефіцієнт простою $U(t)$ – імовірність того, що об'єкт виявиться непрацездатним у довільний момент часу, крім запланованих періодів, протягом яких використання об'єкта за призначенням не передбачено;

Коефіцієнт технічного використання $K_{ТВ}$ – відношення математичного сподівання сумарного часу перебування об'єкта у працездатному стані за деякий період експлуатації до математичного сподівання сумарного часу перебування об'єкта в працездатному стані та у простоях, зумовлених технічним, обслуговуванням і ремонтом за той самий період [10].

Як критерії для визначення оптимальної періодичності контрольно-діагностичних робіт можна використати такі характеристики експлуатаційної надійності автомобілів: імовірність безвідмовної роботи і справного стану $P(t)$ (з урахуванням відновлення), параметр потоку відмов $\lambda(t)$, середнє напрацювання на відмову $R(t)$ тощо. Це пояснюється тим, що вони охоплюють багато конструктивно-технологічних та експлуатаційних чинників і, отже, досить повно характеризують надійність автомобіля в заданих умовах експлуатації [6].

Підсумовуючи все вище розглянуте, можна визначити основні недоліки існуючих методів визначення періодичності ТО і Р, зокрема:

- 1) відсутній комплексний підхід до визначення технічного стану окремих частин АТЗ;
- 2) не враховується взагалі або враховується частково вплив контрольно-діагностичних і профілактичних робіт на зміну технічного стану окремих частин АТЗ;
- 3) не враховується взагалі або враховується частково вплив умов експлуатації на зміну технічного стану окремих частин АТЗ;
- 4) присутній необґрунтований ухил в сторону надійності об'єкта або його економічної складової, при якому надто великі матеріальні ресурси направляються на підтримання високої надійності або з метою мінімізації витрат на ТО і Р передбачають тільки операції, які направлені на забезпечення безпеки дорожнього руху та інших вимог до АТЗ, при цьому економічний аспекти який залежить від простою АТЗ в ремонті не враховується;
- 5) неефективність даних методів при прогнозуванні працездатного стану (імовірності безвідмовної роботи) до автомобілів, що були у вжитку на момент передачі в експлуатацію певним автотранспортним підприємством в зв'язку з мінімальною інформацією про їх реальний технічний стан і рівнем надійності;
- 6) не враховується взагалі або враховується частково заданий рівень надійності АТЗ при визначенні періодичності виконання операцій ТО і Р для певних (випадкових і різноманітних) умов експлуатації АТЗ;
- 7) складність оперативно перейти від одного методу до іншого або їх комбінування для забезпечення економічного ефекту який, в свою чергу, складно спрогнозувати для різнотипних елементів конструкції АТЗ, що мають різні характеристики напрацювання на відмову.

Висновок. Аналіз літературних джерел показує, що існує багато методів по визначенню оптимального періоду виконання ТВ, кожен з яких має місце при певних умовах, зокрема конструктивних особливостях АТЗ, умов його роботи або завдань, що ставляться перед системою ТО і Р або самим АТЗ. Існуючі методи не є, в повній мірі, комплексними та універсальними, а їх застосування є компромісним випадком при організації роботи системи ТО і Р.

Перспективи подальшого дослідження. На теперішній час з розвитком технологій, зокрема виробництва автомобілів, а також змінами, що відбуваються в економіці країни, до автомобільного транспорту, як важливої складової будь-якої галузі господарства, висувається ряд вимог, зокрема: високий і прогнозований рівень надійності, відповідність умовам експлуатації, а також мінімально-можливі витратами на утримання АТЗ та багато іншого. В такому випадку виникає потреба у розробці комплексних або комбінованих методів визначення оптимальної періодичності виконання ТВ по підтриманню АТЗ в працездатному стані з заданим рівнем надійності і при цьому, мінімальними (оптимальними) витратами, що є основою будь-якої системи ТО і Р.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
2. Макарова А.Н. Методика оперативного корректирования нормативов периодичности технического обслуживания с учетом фактических условий эксплуатации автомобилей / Дис... канд. техн. наук 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / Макарова А.Н.; Тюмен. гос. нефтегаз. ун. — Тюмень, 2015. — 208 с. — рус.
3. Карты проведения технического обслуживания, ТО-1000, ТО-1, ТО-2, СТО автомобилей КраЗ 6х4. – АвтоКраЗ, 2007 г. – 62 с.
4. Сервисная книжка КАМАЗ. Модели: 65115, 65116, 65117, 6540, 43253, 43255. / Акинин С.А., Нурмехамитов М. Н., Якунин В.Н. – Набережные Челны, 2010 г. – 79 с.
5. Руководство по эксплуатации автомобилей МАЗ // Официальный сайт Минского автомобильного завода [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://maz.by/ru/services/documentation/customer-info/manual-avto/>.
6. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.
7. Техническая эксплуатация автомобилей. Говорущенко Н.Я. – Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. Ун-те, 1984. – 312 с.
8. Форнальчик Є.Ю., Оліскевич М.С., Мاستикаш О.Л., Пельо Р.А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навч. посіб / За загальною ред. Є.Ю. Форнальчика. – Львів: Афіша, 2004. – 492 с.
9. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1: навчальний посібник / Кветний Р.Н., Богач І.В., Бойко О.Р., Софіна О.Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193с.
10. ДСТУ 2860-94: Надійність техніки. Терміни та визначення. – [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1994. – 34 с.

REFERENCES

1. E.S. Kuznetsov, A.P. Boldin, V.M. Vlasov and other. Technical operation of automobiles: Textbook for universities. 4th ed., Rev. and complementary. Moscow: Nauka, 2001. 535 p. (Rus)
2. Makarova A.N. Technique of operative correction of specifications of periodicity of maintenance service taking into account actual conditions of operation of cars: Dis ... Cand. tehn. Sciences: 05.22.20 «Maintenance and repair of means of transport». Tyumen state. oil and gas un. Tyumen. 2015. 208 p. (Rus)
3. Maps of maintenance TO-1000 TO-1, TO-2, STO KrAZ 6x4 vehicles. AutoKrAZ, 2007. 62 p. (Rus)
4. Service book KAMAZ. Models: 65115, 65116, 65117, 6540, 43253, 43255. Akinin S.A., Nurmehamitov M.N., Yakunin V.N. Naberezhnye Chelny. 2010. 79 p. (Rus)
5. Operating Instructions MAZ. Official site of the Minsk Automobile Plant [Electron resource]. Access: <http://maz.by/ru/services/documentation/customer-info/manual-avto/>. (Rus)

6. Ludchenko A.A. Technical operation and maintenance of cars: Technology: Textbook. Kiev: High school, 2007. 527 p. (Ukr)
7. Govorushchenko N.Y. Technical operation of the vehicle Kharkov: Vishcha school. Publishing house at Kharkov University, 1984. 312 p. (Rus)
8. Fornalchuk E.Y., Oliskevych M.S., Mastykash O.L., Pegli R.A. Technical operation and reliability of cars: Teach. guidances. Lviv: Bill, 2004. 492 p. (Ukr)
9. R.N. Kvyetnyy, I.V. Bogach, O.R. Boyko, O.Y. Sofina, O.M. Shushura. Computer modeling of systems and processes. Methods of computation. Part 1: A Training Manual. Vinnitsa: VNTB, 2012. 193 p. (Ukr)
10. DSTU 2860-94: Reliability engineering. Terms and Definitions. [Acting 01-01-1996]. Kiev: State Standard of Ukraine, 1994. 34 p. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Іванушко О.М. До аналізу методів визначення періодичності виконання технічних впливів / Іванушко О.М., Сахно В.П. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті проведено аналіз методів визначення періодичності виконання технічного обслуговування і ремонту, що використовуються в існуючій системі технічного обслуговування і ремонту.

Об’єкт дослідження – методи визначення періодичності виконання технічних обслуговувань і ремонтів.

Мета роботи – дослідження існуючих методів визначення періодичності виконання технічних обслуговувань і ремонтів, що використовуються в системі технічного обслуговування і ремонту.

Методи дослідження – аналітичний, порівняльний.

Основою системи технічного обслуговування і ремонту є структура і нормативи. Перелік виконуваних операцій, їх періодичність і трудомісткість складають режими технічного обслуговування. Будь-яке державне, муніципальне або приватне підприємство може ефективно працювати, маючи відповідні плани і програми виробництва і його розвитку. Для складання і реалізації цих планів і програм підприємство повинно мати обґрунтовані нормативи.

Нормативи ТО і ремонту, встановлені вітчизняними та закордонними нормативними документами, а також викладені в сервісних книжках автомобілів, відносяться до певних умов експлуатації, що називаються еталонними. В такій ситуації виникає потреба у визначенні та обґрунтуванні оптимальних періодів проведення технічних впливів, що забезпечить підтримання в працездатному технічному стані АТЗ за відведений час експлуатації у певних умовах роботи.

Найважливіша умова підтримки заданого рівня надійності автомобілів в процесі експлуатації призначення оптимальних режимів ТО і їх періодичності, переліку й трудомісткості операцій або виду обслуговування. Під оптимальним треба розуміти такий режим, який забезпечує надійну роботу автомобіля та його елементів при мінімальних витратах коштів на ТО і ремонт.

На теперішній час існує тенденція переходу від планово-попереджувальної системи до системи обслуговування за станом. Якою б не була система, для організації її роботи необхідно мати чіткі нормативи, як для періодів ТО і Р так і для контрольно-діагностичних робіт. Для вибору методу визначення періодичності ТО і Р необхідно користуватися критеріями, згідно яких визначають ефективність і доцільність його застосування.

Аналіз літературних джерел показує, що існує багато методів по визначенню оптимального періоду виконання ТВ, кожен з яких має місце при певних умовах, зокрема конструктивних особливостях АТЗ, умов його роботи або завдань, що ставляться перед системою ТО і Р або самим АТЗ.

Прогнозовані припущення щодо розвитку об’єкта досліджень – на теперішній час з розвитком технологій, зокрема виробництва автомобілів, а також змінами, що відбуваються в економіці країни, до автомобільного транспорту, як важливої складової будь-якої галузі господарства, висувається ряд вимог, зокрема: високий і прогнозований рівень надійності, відповідність умовам експлуатації, а також мінімально-можливі витратами на утримання АТЗ та багато іншого. В такому випадку виникає

потреба у розробці комплексних або комбінованих методів визначення оптимальної періодичності виконання технічних впливів по підтриманню АТЗ в працездатному стані з заданим рівнем надійності і при цьому, мінімальними (оптимальними) витратами, що є основою будь-якої системи ТО і Р.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СИСТЕМА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ, МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТО І Р, ОПТИМАЛЬНА ПЕРІОДИЧНІСТЬ.

ABSTRACT

Ivanushko A.N., Sahno V.P. Analysis for the determination of the periodicity performance of technical influence. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The article analysis methods for determining the frequency of performance of maintenance used in the existing system maintenance.

The object of study – methods for determining the frequency of execution of technical maintenance and repairs.

Objective – to study existing methods for determining the frequency of execution of technical maintenance and repairs that are used in system maintenance.

Research Methods – analytical and comparative.

The basis of maintenance and repair of the structure and standards. A list of the operations, their frequency and complexity make maintenance regime. Any state, municipal or private enterprise can work effectively with the relevant plans and programs of production and development. The preparation and implementation of plans and programs must have a reasonable business regulations.

Standard maintenance established by domestic and foreign regulations and stated in the service book cars belonging to certain conditions, called the reference. In this situation there is a need to identify and substantiate the optimum period of technical effects, ensuring the maintenance of working condition of the vehicle in the allotted time in certain operating conditions.

The most important condition for maintaining a given level of reliability of cars in the process of operating the designation of optimal maintenance regimes i and periodicity, the list and the complexity of operations or the type of service. Under optimal it is necessary to understand such a regime that ensures reliable operation of the car and its components with minimal costs of maintenance and repairs.

Currently, there is a tendency to shift from a preventive maintenance system to a state-of-the-art maintenance system. Whatever the system, for the organization of its work it is necessary to have clear specifications, both for periods of maintenance and repair and for monitoring and diagnostic work. To select the method for determining the frequency of maintenance and repair, it is necessary to use the criteria according to which the effectiveness and expediency of its application are determined.

Analysis of literature sources shows that there are many methods for determining the optimal period for the performance of technical impacts, each of which takes place under certain conditions, in particular the design features of the motor vehicle, the conditions of its operation or tasks that are placed before the maintenance and repair system or the road transport facilities.

The forecasted assumptions regarding the development of the research object - at present, with the development of technologies, in particular the production of cars, as well as the changes taking place in the country's economy, to automobile transport as an important component of any branch of the economy, a number of requirements are put forward, in particular: a high and predictable level Reliability, compliance with operating conditions, as well as the minimum possible costs for the maintenance of the vehicle and much more. In this case, there is a need to develop integrated or combined methods for determining the optimal frequency of performing technical actions to maintain a motor vehicle in a working condition with a specified level of reliability and, at the same time, with minimal (optimal) costs, is the basis of any technical maintenance and repair system.

KEY WORDS: SYSTEM OF MAINTENANCE AND REPAIR, METHODS OF DETERMINING THE FREQUENCY OF MAINTENANCE AND REPAIR, THE OPTIMAL PERIODICITY.

РЕФЕРАТ

Иванушко А.Н. К анализу методов определения периодичности исполнения технических влияний / Иванушко А.Н., Сахно В.П. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье проведен анализ методов определения периодичности выполнения технического обслуживания и ремонта, используемых в существующей системе технического обслуживания и ремонта.

Объект исследования – методы определения периодичности выполнения технических обслуживаний и ремонтов.

Цель работы – исследование существующих методов определения периодичности выполнения технических обслуживаний и ремонтов, используемых в системе технического обслуживания и ремонта.

Методы исследования – аналитический, сравнительный.

Основой системы технического обслуживания и ремонта является структура и нормативы. Перечень выполняемых операций, их периодичность и трудоемкость составляют режимы технического обслуживания. Любое государственное, муниципальное или частное предприятие может эффективно работать, имея соответствующие планы и программы производства и его развития. Для составления и реализации этих планов и программ предприятие должно иметь обоснованные нормативы.

Нормативы ТО и ремонта, установленные отечественными и зарубежными нормативными документами, а также изложены в сервисных книжках автомобилей, относятся к определенным условиям эксплуатации, называются эталонными. В такой ситуации возникает необходимость в определении и обосновании оптимальных периодов проведения технических воздействий, обеспечит поддержание в работоспособном техническом состоянии АТС за отведенное время эксплуатации в определенных условиях работы.

Важнейшее условие поддержания заданного уровня надежности автомобилей в процессе эксплуатации назначения оптимальных режимов ТО и их периодичности, перечню и трудоемкости операций или вида обслуживания. Под оптимальным надо понимать такой режим, который обеспечивает надежную работу автомобиля и его элементов при минимальных затратах средств на ТО и ремонты.

В настоящее время существует тенденция перехода от планово-предупредительной системы к системе обслуживания по состоянию. Какой бы ни была система, для организации ее работы необходимо иметь четкие нормативы, как для периодов ТО и Р так и для контрольно-диагностических работ. Для выбора метода определения периодичности ТО и Р необходимо пользоваться критериями, согласно которым определяют эффективность и целесообразность его применения.

Анализ литературных источников показывает, что существует много методов по определению оптимального периода выполнения ТВ, каждый из которых имеет место при определенных условиях, в частности конструктивных особенностях АТС, условий его работы или задач, которые ставятся перед системой ТО и Р или же АТС.

Прогнозируемые предположения относительно развития объекта исследований – в настоящее время с развитием технологий, в частности производства автомобилей, а также изменениями, происходящими в экономике страны, к автомобильному транспорту, как важной составляющей любой отрасли хозяйства, выдвигается ряд требований, в частности: высокий и прогнозируемый уровень надежности, соответствие условиям эксплуатации, а также минимально-возможные расходами на содержание АТС и многое другое. В таком случае возникает потребность в разработке комплексных или комбинированных методов определения оптимальной периодичности выполнения технических воздействий по поддержанию АТС в работоспособном состоянии с заданным уровнем надежности и при этом минимальными (оптимальными) затратами, является основой любой системы ТО и Р.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА, СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТО И Р, ОПТИМАЛЬНЫЙ ПЕРИОДИЧНОСТЬ.

АВТОРИ:

Іванушко Олександр Миколайович, асистент кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс», аспірант кафедри «Автомобілі», e-mail: ivanushko_o@ukr.net, тел.(044) 280-56-21, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 410.

Сахно Володимир Прохорович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор, завідувач кафедри «Автомобілі», e-mail: sakhno@i.ua, тел.(044) 280-42-52, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 301.

AUTHOR:

Ivanishko Oleksandr M., assistant department of technical operation of cars and service station, postgraduate, department of automobile, e-mail: ivanushko_o@ukr.net, tel.(044)280-56-21, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelyanovych-Pavlenko str. 1, of. 410.

Sakhno Volodymyr P., Doctor of Technical Science, professor, National Transport University, professor, head of department of automobile, e-mail: sakhno@i.ua, tel. (044)280-42-52, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelyanovych-Pavlenko str. 1, of. 301.

АВТОРЫ:

Иванушко Александр Николаевич, ассистент кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей и автосервис», аспирант кафедры «Автомобили», e-mail: ivanushko_o@ukr.net, тел.(044) 280-56-21, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 410.

Сахно Владимир Прохорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор, заведующий кафедрой «Автомобили», e-mail: sakhno@i.ua, тел. (044) 280-42-52, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 301.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», Київ, Україна.

Біліченко В.В., доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри «Автомобілі та автомобільне господарство», Вінниця, Україна.

REVIEWER:

Levkivskiy O.P. Doctor of Technical Science, professor, National Transport University, Head of the Manufacturing, repair and materials engineering department Kyiv, Ukraine

Bilichenko V.V. Doctor of Technical Science, professor, Vinnitsia National Technical University, Head of the Vehicles and transport management department, Vinnitsa, Ukraine.