УДК 621.438

Барановський Д. М.

ДОВГОВІЧНІСТЬ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТ ДИЗЕЛІВ У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ

При експлуатації дизелів спеціального самохідного рухомого складу (ССРС) залізниць відбувається процес їх природного старіння та збільшення числа відмов. Оскільки усунення наслідків відмов в експлуатації супроводжується значними витратами, то для підвищення довговічності дизелів доцільно контролювати їх технічний стан при застосуванні певної стратегії технічного обслуговування і ремонту (ТОР). Процеси ТОР полягають у сукупності цілеспрямованих технічних дій по відновленню номінальних чи близьких до них значень параметрів стану дизелів. При цьому, відновлюється ресурс, зберігається висока ймовірність безвідмовної роботи дизелів.

Операції ТОР, при умові раціонального використання дизелів, здійснюють значний вплив на їх надійність і довговічність. Внаслідок цього, виникає необхідність ретельного аналізу умов і методів застосування ТОР, періодичної оцінки стану і відповідності нормативно-технічної бази, що регламентує ці процеси, особливо з появою техніки нових марок.

Для ТОР дизелів є відповідна нормативно-технічна документація, що регламентує ТО, зберігання і ремонт машин [1–3]. Проте останніми роками стала відчуватися потреба в розробці комплексу керуючих організаційно-технічних заходів, що формують, з одного боку, єдині принципи технічної політики в області обслуговування, зберігання і ремонту дизелів, а з іншого - в різноманітних нормативах і правилах, призначених для планування і організації діяльності служб технічної експлуатації машин в різних підприємствах і організаціях.

Надзвичайно вагомий внесок на підтримання працездатного стану дизелів, поза всяким сумнівом, здійснюють стратегії ТОР. Найбільш широкого розповсюдження набули три стратегії ТОР: до відмови, планово-попереджувальна (ППС), адаптивна (діагностична, по стану). При всіх перевагах та недоліках наступних [2, 4] вони всі мають право на життя, але, вибір або створення прийнятної стратегії чи навіть комбінації їх елементів (в абсолютній більшості випадків) повинен бути осмисленим та певним чином обґрунтований. В конкретних умовах господарювання, на перший план виступає специфіка використання, а вже потім нормативно-технічні вимоги, що регламентують експлуатацію техніки.

У роботах [4–7] наведено певні алгоритми отримання інформації про динаміку зміни стану як технічних об’єктів так і їх складових, розроблені спеціальні методи визначення деталей, що лімітують надійність.

Система впливів направлених на керування надійністю дизелів повинна ґрунтуватися на достовірній, повній інформації, бажано за окремий період. Знання умов експлуатації, нормативно-правових засад, початкового стану (стану поставки або після ремонту), вибраної стратегії ТОР, матеріально-технічного забезпечення дає право ставити діагноз більш точно. Логічно буде припустити, що максимум інформації, забезпечує можливість вибору оптимальної сукупності та алгоритму технічних дій оптимальних в конкретних умовах виробництва.

На жаль, на сьогодні, не існує певного структурованого підходу підтримки техніки. Діагностика яка повинна відповідати щодо знаходження дизелів у певному стані, має обмежену область дослідження і не охоплює всю множину факторів впливу.

Гарантоване перекриття термінів виконання та настання моменту необхідності коректуючих дій неможливе навіть при планово-попереджувальній стратегії ТОР, а при адаптивній стратегії це можливо лише при отриманні достовірної інформації про технічний стан, стратегія до відмови не дає можливості втручання в процес керування.

Метою роботи є теоретичне обґрунтування проведення технічного обслуговування і ремонту дизелів за їх експлуатаційними параметрами, а також визначення їх довговічності.

Багато спроб було зроблено по вирішенню питання прогнозування ресурсу та проведення ТОР дизелів у залежності від експлуатаційних показників. Однак, це питання й досі не вирішено. Спробуємо це зробити.

Відповідно до технічного стану дизелів змінюється питома витрата палива, а отже і величина ефективної потужності.

У процесах експлуатації дизелів ССРС залізниць для забезпечення технічно-справного стану та належного рівня їх довговічності постійно проводять технічні дії у системі ТОР.

Вплив витрат палива на ймовірність безвідмовної роботи дизелів ССРС, враховуючі експериментальні дослідження, можна подати у вигляді графічної інтерпретації (рис. 1).

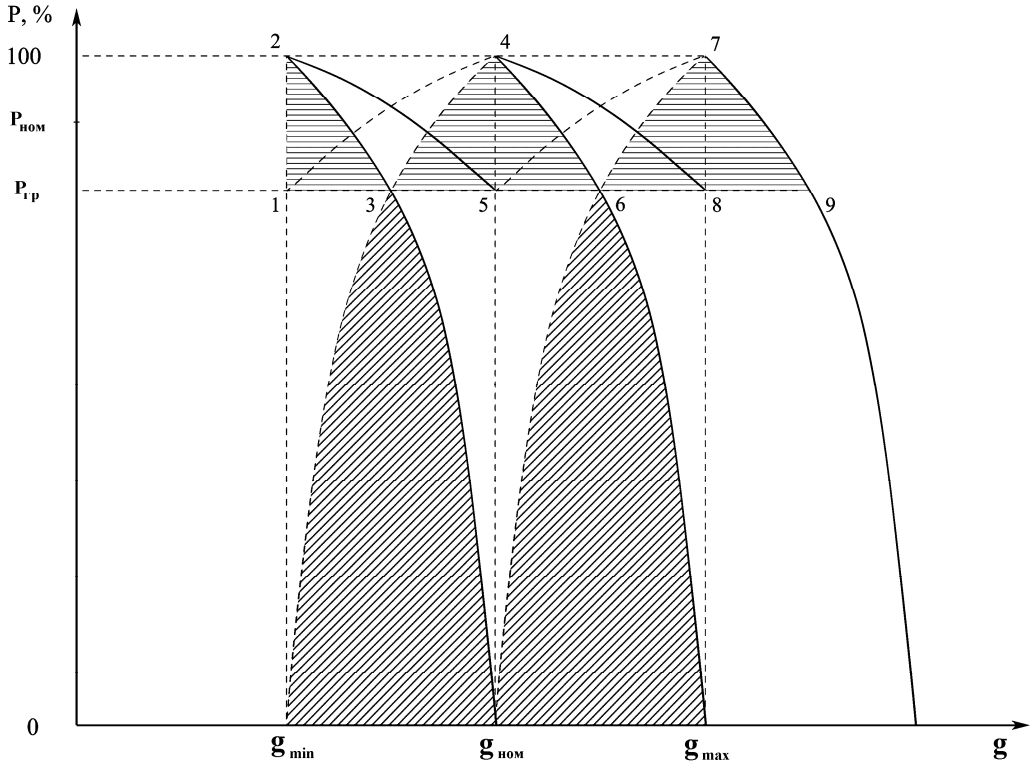

Рис. 1. Залежність ймовірності безвідмовної роботи дизелів ССРС від питомої витрати палива

Графічна інтерпретація показує вплив технічних дій у системі ТОР на ймовірність безвідмовної роботи та питомої витрати палива дизелів ССРС. Крім того, спостерігається чітка залежність P від g.

Точки 1, 3, 5, 6, 8, 9 вказують на те, що системи дизеля потребують проведення ТОР. Точки 2, 4, 7 свідчать про високу ймовірність безвідмовної роботи, а також можливі переходи з інших станів дизеля.

Відповідно до наведеної ілюстрації з урахуванням ефективної потужності, яка властива для відповідного режиму, можна записати вираз для визначення годинної витрати палива дизеля:

$$G_e = P_e \int_0^{P_{\max}} \int_0^{g_{\max}} P(g_e) dP dg_e , \qquad (1)$$

де P_e – ефективна потужність дизеля, кВт;

$P(g_e)$ – функція залежності ймовірності безвідмовної роботи від питомої витрати палива, вибирається відповідно до стану, в якому знаходиться дизель та згідно графічної інтерпретації;

$P_{\max}$ – максимальне значення безвідмовної роботи дизеля;

$g_{\max}$ – максимальна питома витрата палива, приймається згідно зафіксованим значенням у процесі експлуатації, г/(кВт·год.).

Якщо кожну годину фіксувати витрату палива на дизелях у процесі експлуатації та порівнювати із значенням її граничної величини, то в цьому випадку можна записати залежність настання часу необхідності проведення технічного обслуговування в наступному вигляді:

$$t_{TO}^{G} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n-1} G_{ei} t_i + \sum\limits_{j}^{m} G_{ej}^{гр} t_j}{\sum\limits_{i=1}^{m} \overline{G}_{ei}}, \qquad \begin{matrix} i = 1,2,3...n \\ j = n...m \end{matrix}. \tag{2}$$

де $\sum\limits_{j}^{m} G_{ej}^{гр}$ – сума граничних годинних витрат палива дизеля в інтервалі від j до m, відповідно до умов експлуатації цей інтервал приймається на розсуд власника, але його різниця не може перевищувати 8;

$\sum\limits_{i=1}^{m} \overline{G}_{ei}$ – сума середньої годинної витрати палива без врахування граничних значень годинних витрат палива;

t_i – i-те напрацювання до граничної величини годинної витрати палива, год.;

t_j – j-те напрацювання від початку встановлення граничної величини годинної витрати палива, год.

Останній вираз запишемо з урахуванням формули (1) та отримаємо залежність терміну проведення ТО від питомої витрати палива з урахуванням ймовірності безвідмовної роботи:

$$t_{TO}^{gP} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n-1} t_i P_{ei} \int\limits_{P_{гр}}^{P_{\max}} \int\limits_{0}^{g_{\max}} P(g_{ei}) dP dg_{ei} + \sum\limits_{j}^{m} t_j P_{ej} \int\limits_{0}^{P_{гр}} \int\limits_{0}^{g_{\max}} P(g_{ej}^{гр}) dP dg_{ej}}{\sum\limits_{i=1}^{m} \frac{P_{ei}}{m} \int\limits_{P_{гр}}^{P_{\max}} \int\limits_{0}^{g_{\max}} P(g_{ei}) dP dg_{ei}}. \tag{3}$$

Знаючи кількість номерних ТО для конкретної марки дизеля можна дати оцінку міжремонтному ресурсу в залежності:

– від годинної витрати палива:

$$t_{мр}^{G} = (N_{TO-1} + N_{TO-2}) \frac{\sum\limits_{i=1}^{n-1} G_{ei} t_i + \sum\limits_{j}^{m} G_{ej}^{гр} t_j}{\sum\limits_{i=1}^{m} \overline{G}_{ei}}; \tag{4}$$

– від питомої витрати палива з урахуванням ймовірності безвідмовної роботи:

$$t_{мр}^{gP} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} t_i P_{ei} \int_{P_{гр}}^{P_{\max}} \int_{0}^{g_{\max}} P(g_{ei}) dP dg_{ei} + \sum_{j}^{m} t_j P_{ej} \int_{0}^{P_{гр}} \int_{0}^{g_{\max}} P(g_{ej}^{гр}) dP dg_{ej}}{\sum_{i=1}^{m} \frac{P_{ei}}{m} \int_{P_{гр}}^{P_{\max}} \int_{0}^{g_{\max}} P(g_{ei}) dP dg_{ei}} \times (N_{TO-1} + N_{TO-2}), \quad (5)$$

де N_{TO-1}, N_{TO-2} – кількість ТО-1 та ТО-2 відповідно.

Тоді, довговічність дизелів у залежності:

– від годинної витрати палива:

$$L^{G} = (N_{KP} + 1)(N_{TO-1} + N_{TO-2}) \frac{\sum_{i=1}^{n-1} G_{ei} t_i + \sum_{j}^{m} G_{ej}^{гр} t_j}{\sum_{i=1}^{m} \overline{G}_{ei}}; \quad (6)$$

– від питомої витрати палива з урахуванням ймовірності безвідмовної роботи:

$$L^{gP} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} t_i P_{ei} \int_{P_{гр}}^{P_{\max}} \int_{0}^{g_{\max}} P(g_{ei}) dP dg_{ei} + \sum_{j}^{m} t_j P_{ej} \int_{0}^{P_{гр}} \int_{0}^{g_{\max}} P(g_{ej}^{гр}) dP dg_{ej}}{\sum_{i=1}^{m} \frac{P_{ei}}{m} \int_{P_{гр}}^{P_{\max}} \int_{0}^{g_{\max}} P(g_{ei}) dP dg_{ei}} \times$$

$$\times (N_{KP} + 1)(N_{TO-1} + N_{TO-2}), \quad (7)$$

де N_{KP} – кількість капітальних ремонтів дизелів.

ВИСНОВКИ

Проведені теоретичні дослідження по визначенню довговічності та термінів проведення ТОР дизелів ССРС залізниць у залежності від експлуатаційних параметрів вказують на наступне. Годинну витрату палива дизелів можна описати за допомогою ймовірності безвідмовної роботи з урахуванням ефективної потужності на основі графічної інтерпретації. Фіксуючи витрату палива на дизелях ССРС у процесі експлуатації та порівнюючи із значенням її граничної величини, можна описати час необхідності проведення технічного обслуговування від експлуатаційних параметрів.

Знаючи кількість номерних ТО для конкретної марки дизеля ССРС можна дати оцінку міжремонтному ресурсу в залежності від годинної та питомої витрат палива з урахуванням ймовірності їх безвідмовної роботи, а також прогнозувати їх довговічність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Иванов Б. С. Управление техническим обслуживанием машин / Б. С. Иванов. – М. : Машиностроение, 1978. – 157 с.

2. Канарчук В. Е. Долговечность и износ двигателей при динамических режимах работы / В. Е. Канарчук. – К. : Наукова думка, 1978. – 256 с.

3. Сухарев Э. А. Эксплуатационная надежность машин. Теория, методология, моделирование : учебное пособие / Э. А. Сухарев. – Ровно, НУВХП, 2006. – 192 с.

4. Калявин В. П. Технические средства диагностирования / В. П. Калявин. – Л. : Судостроение, 1984. – 208 с.

5. Бажинов А. В. Научные основы оценки ресурса силовых агрегатов транспортных машин с учетом условий эксплуатации : дис... д-ра техн. наук : 05.22.20 / А. В. Бажинов. – Харьков, 2001. – 324 с.

6. Болотин В. В. Ресурс машин и конструкций / В. В. Болотин. – М. : Машиностроение, 1980. – 448 с.

7. Волошина Н. А. Разработка режимов для технического обслуживания транспортных машин на основе диагностической информации : дис... канд. техн. наук : 05.22.20 / Н. А. Волошина. – Харьков, 2001. – 324 с.