

УДК 629.481

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ МОДЕРНІЗОВАНИХ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ ЧМЕЗ

Білецький Ю.В.

STUDY SYSTEMS OF MAINTENANCE AND REPAIR MODERNIZED SHUNTING LOCOMOTIVES SERIES CME3

Biletsky Y.

У статті розглянуто основні положення про системи технічного обслуговування та поточні ремонти локомотивів. Для існуючих систем, що використовуються різними країнами світу для обслуговування власного парку тягового рухомого складу було визначено особливості застосування, а також недоліки та переваги. Розроблена математична модель визначення періодичності проведення технічних обслуговувань та поточних ремонтів модернізованим тепловозам типу ЧМЕЗ на залізницях України для виконання умов: підтримання високого рівня надійності технічних засобів та низької вартості проведення робіт.

Ключові слова: модернізований тепловоз ЧМЕЗ, технічне обслуговування, поточний ремонт, моделювання, надійність.

Вступ. Постійна підтримка локомотивів у справному стані забезпечується з одного боку догляд за ними локомотивними бригадами, а з іншого - ефективною системою технічного обслуговування і ремонту (ТОР). Проблема планування постановки локомотивів на ремонт з урахуванням зміни їхнього технічного стану тісно зв'язана, в історичному плані, з розвитком самої системи технічного обслуговування і ремонту.

Сучасний рівень проблем у сфері технічної експлуатації рухомого складу розглядає в першу чергу мінімізацію сумарних приведених витрат, включаючи витрати на виготовлення, тобто на придбання локомотивів, і витрати на їх технічну експлуатацію та утримання.

Постановка проблеми. Сучасна система ТОР повинна містити три основні складові, які об'єднані відкритою комп'ютерною мережею:

- інформаційно-керуюча система для оцінки поведінки тягового рухомого складу (ТРС) в експлуатації на основі бази даних про несправності і виконані ремонтні роботи;

- модель безперервного прогнозування технічного стану ТРС для своєчасного виявлення можливих несправностей;
- дискретна експертна система комплексної технічної діагностики ТРС.

Співвідношення типу та покоління системи експлуатації, технічного обслуговування та ремонту до покоління ТРС наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Співвідношення типу та покоління системи ТОР до покоління ТРС

Тип ЕТОР	Покоління ТРС	Серії ТРС
1. Ремонт по відмові	I	ЩЛ, ТЭ-3
2. Планово-попереджувальний ремонт (по регламенту)	II, III, IV	2ТЭ10, М62, ТЭМ7, 2ТЭ116, ТЭП 70, ТЕП 150
3. Ремонт по фактичному технічному стану	II,III	2ТЭ10, М62, ТЭМ7, 2ТЭ116,
3а. Комбіновані системи	III, IV	ТЭМ7, 2ТЭ116, ТЭП 70, ТЕП 150
4. Системи підтримки ТО та ПР	III, IV	ТЭМ7, 2ТЭ116, ТЭП 70, ТЕП 150

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Планово-попереджувальна система ремонту локомотивів вперше була впроваджена на залізницях СРСР у 1937 р. Після майже десяти років експлуатації паровозів був уведений новий ремонтний цикл. Це був перший крок з удосконалення системи утримання

локомотивів. Вперше в наказі міжремонтні пробіги були диференційовані в залежності від серії локомотива, з урахуванням надійності і моторесурсу його вузлів і агрегатів. Таким чином, планування міжремонтних пробігів стало здійснюватися не тільки з урахуванням експлуатаційної надійності, але і з урахуванням характеру їхньої роботи, а також якості виконаного заводського ремонту [1, 2].

Діюча в США система обслуговування та ремонту є досить гнучкою, що дозволяє варіювати терміни регламентних видів ТОР.

Разом з цим проводиться модернізація рухомого складу, яка зумовлена нестачею коштів на залізницях США. При цьому стрімко розвивається сектор промисловості, що веде поставку заводом, які виготовляють рухомий склад, і ремонтним підприємствам нових агрегатів, вузлів та деталей. Це дозволяє перетворювати старий рухомий склад по суті в новий при вартості в 2-3 рази меншій.

Система обслуговування та ремонту на залізницях Великобританії базується на аналізі показників експлуатації. На думку фахівців британських залізниць, із двох параметрів контролю стану локомотива – «кількість годин роботи силової установки» і «пробіг локомотива» найбільш чутливими, що дозволяє врахувати і підвищити час корисної роботи, є перший параметр. На основі цього періодичність технічних обслуговувань і ремонтів, виконуваних у депо, залежить від тривалості роботи силової установки. Терміни постановки в ремонт локомотивів не однакові – вони залежать від типів локомотивів, характеру їхньої роботи і надійності окремих деталей і вузлів.

Розвиток системи технічного обслуговування рухомого складу на залізницях Німеччини зводиться до впровадження в практику роботи локомотивних і вагонних депо комплексних систем технічного діагностування на базі ЕОМ. З їхньою допомогою оперативно одержують інформацію про технічний стан рухомого складу, реєструють відхилення характеристик і параметрів від номінальних значень, що дозволяє оперативно планувати обсяги ремонтних робіт при збереженні діючої системи циклічних планово-попереджувальних ремонтів. Можливості сучасних ЕОМ дозволяють накопичувати інформацію про технічний стан і, відповідно, вирішувати задачі прогнозування ресурсу устаткування. При цьому одночасно вирішується питання про необхідність заміни граничних за зносом вузлів. Така система обслуговування повинна поєднуватися з модульним принципом виконання електричного устаткування, що дозволяє, при необхідності, оперативно замінити несправні чи граничні за використанням ресурсу модулі.

З точки зору прогресивних технічних рішень інтерес викликають розробки по системах обслуговування та ремонту рухомого складу, які існують в країнах Західної Європи, США і Канади, а саме: система обслуговування та ремонту за відмовою – в цьому випадку РС експлуатується до виходу його з ладу.

Дослідження британських вчених показали, що система планово-попереджувального ремонту ефективна лише тоді, коли встановлено, що інтенсивність відмов з часом збільшується.

Мета статті. На основі огляду та оцінки різних систем ТОР локомотивів розробити систему проведення технічного обслуговування та поточних ремонтів для модернізованих локомотивів типу ЧМЕЗ.

Результати досліджень. Вибір оптимальної системи ТОР для конкретної серії ТРС виконується за методикою, яка полягає в наступному. Спочатку виконується аналіз та розрахунки необхідних показників, які характеризують: технічні характеристики ТРС, ремонтну базу, системи експлуатації. Потім виконується вибір типу системи ЕТОР та її оптимізація.

Рациональний ремонтний цикл вибирається із множини варіантів з використанням поетапного структурного аналізу конструкції ТРС та визначення для окремих деталей та груп деталей ефективних напрацювань між ремонтами.

Враховуючи обмеження, які характеризують регіон експлуатації та обсяги робіт розраховуються характеристики системи ЕТОР.

Під час експлуатації РС система ЕТОР корегується з урахуванням експлуатаційних показників та діагностичних даних, які накопичуються, обробляються за відомими методиками [1].

У результаті вдосконалення системи ремонту й технічного огляду тягового рухомого складу на основі регламентованого застосування засобів технічної діагностики планується отримати економічний ефект за рахунок: підвищення рівня безпеки руху, скорочення енерговитрат на тягу локомотивів, зменшення впливу динамічних навантажень на колійні пристрої й поліпшення екологічних параметрів; продовження строку служби; зниження витрат всіх видів ресурсів на ремонт і технічне обслуговування. Для визначення раціональної системи обслуговування та ремонту з урахуванням типу ТРС, способу виконання та виконавця була розроблена наступна модель

$$f(B) = \min \{B_n\}$$

$$B_{TOP} = \sum_{t=1}^{K_4} \sum_{m=1}^{K_3} \sum_{i=1}^{K_1} K_{nmt} \cdot k_i \cdot B_{nt} \cdot x_{nimt} \rightarrow \min$$

та введемо обмеження на вихідний масив

$$C_{жц} < k_i \cdot U_i;$$

$$x_{nimt} = \{0, 1\}, k_i \geq 1, k_i - \text{ціле число.}$$

x_{nimt} та C_{nimt} визначалися наступним чином:

$$x_{nimt} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } k_{nmt} = 1 \\ 0, & \text{якщо } k_{nmt} = 0 \end{cases},$$

$$B_{nimt} = \begin{cases} B_{imt}, & \text{якщо } B_{imt} < U_i \\ U_i, & \text{якщо } B_{imt} > U_i \end{cases}$$

де x_{nmt} - вузол, якому виконується ТО чи ПР на m – м виконавцем на t виді обслуговування чи ремонту при n типі системи;

C_i – ціна вузла маневрового тепловозу, грн.,
;

K_{nmt} - кількість t типу обслуговування чи ремонтів при n – му типі ТОР і m – м виконавцем.

Виходячи з загальної цільової функції була розроблена модель визначення виконавця для виконання відповідного виду обслуговування та ремонту:

$$B_{nt} = \sum_{m=1}^{K_1} \sum_{i=1}^{K_2} k_i \cdot B_{im} \cdot x_{im} \rightarrow \min,$$

де B_{im} – вартість обслуговування або ремонту i – го вузла, m – м виконавцем на t виді обслуговування чи ремонту при n типі системи;

$$B_{tnim} = \begin{cases} B_{im}, & \text{якщо } B_{im} \leq C_i \\ C_i, & \text{якщо } B_{im} \geq C_i \end{cases};$$

x_{im} - вузол, якому виконується ТО чи ПР m – м виконавцем.

$$x_{im} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } K_{nm} = 1; \\ 0, & \text{якщо } K_{nm} = 0. \end{cases}$$

$$x_{im} = \{0,1\}, K_i \geq 1, K_i - \text{ціле число}.$$

Враховуючи, що тяговий рухомий склад є складною, великогабаритною і дорогою продукцією, що не дозволяє у короткий термін надати у експлуатацію необхідної кількості зразків для відповідності плану випробувань на надійність (7 ... 10 зразків), тому для забезпечення об'єктивності оцінювання показників надійності на етапі проектування нової продукції необхідно залучити додаткову статистичну інформацію про роботу аналогічних елементів ТРС у складі інших подібних йому виробів [3].

Задача об'єднання експериментальної інформації, що отримана у результаті випробувань або експлуатації і додаткової, що отримана з різних джерел інформації регламентується.

Як джерела додаткової інформації варто використати результати:

- аналізу надійності при проектуванні;
- попередніх випробувань виробів;
- попередніх випробувань складових частин виробів;
- випробувань виробів-аналогів;
- випробувань виробів, що мають аналогічні складові частини;
- попередніх експлуатаційних спостережень за виробами;

- експлуатаційних спостережень за складовими частинами виробів;
- попередніх експлуатаційних спостережень за виробами-аналогами;
- попередніх експлуатаційних спостережень за виробами, що мають аналогічні складові частини.

Серед загальних методів вивчення взаємозв'язку об'єктів і систем істотно місце займають узяті в єдності історичний і логічний методи. До останнього часу ці методи розглядалися не інакше як складові частки історичного матеріалізму. Однак історичний і логічний методи мають і самостійне значення.

Фактичний технічний стан складних систем, до яких відносяться перспективні маневрові тепловози, створених з використанням безколекторних електричних двигунів, сучасних деталей і вузлів, що містять електронні й мікропроцесорні компоненти, може бути визначено тільки за допомогою спеціальних засобів контролю й діагностики, а також методів непрямого визначення зношування.

Проведення таких операцій стало можливим завдяки широкому застосуванню засобів обчислювальної техніки для збору, обробки й аналізу більших масивів інформації про технічний стан перспективного рухомого складу.

Застосування діагностичних систем має можливість перспективи подальшого розвитку й удосконалювання за рахунок розширення функціональних можливостей і розробки нових програмних засобів.

Впровадження бортових і стаціонарних засобів діагностики на перспективні маневрові тепловози дозволяє автоматизувати не тільки збір інформації про режими експлуатації й аналіз причин відмов, але й визначати ступінь завантаженості вузлів і агрегатів. Це в свою чергу дозволить оптимізувати процес керування експлуатацією й ремонтом рухомого складу завдяки оцінці інтенсивності зношування, прогнозування залишкового ресурсу встаткування рухомого состава, планування строків ремонту тощо. Крім того, така система дозволяє впливати на підвищення надійності вузлів при їхньому виготовленні й експлуатації.

Залізниця, встановлюючи технічні вимоги й норми на проектування, технічне обслуговування й ремонт рухомого складу, можуть впливати на його експлуатаційні властивості. Фірми-виробники, в свою чергу, збільшують обсяги різних видів ремонту й модернізації технічних засобів, забезпечуючи стійкий зворотний зв'язок виробництва й експлуатації. Для справного функціонування системи, ще на стадії проектування має бути передбачено:

- забезпечення вільного доступу до всіх деталей і вузлів;
- модульність конструкцій, уніфікацію й резервування встаткування;
- розробку систем контролю, виявлення несправностей і діагностики;
- застосування зносостійких елементів конструкцій;

- застосування безлюдних і малолюдних технологій ремонту з логічною послідовністю виконання операцій;

- підготовку високоякісної технічної документації.

Сучасні вимоги до надійності й ремонтпридатності рухомого складу передбачають, що високу надійність і низьку вартість життєвого циклу доцільніше всього забезпечувати при його розробці, удосконалюючи на етапі проектування потенційно завантажені вузли й деталі. Практично доказано, що доводити в експлуатації погано розроблену конструкцію рухомого складу, важко, довго й дорого.

Для цілей підвищення оперативності виконання робіт з відмови ремонтники повинні тримати в безпосередній близькості від ремонтної ділянки певний набір матеріалів і запчастин. Ця номенклатура регламентується Положеннями про ТОР, галузевими розпорядчими документами. Як правило, ці вимоги не виконуються.

Немаловажним питанням є уніфікованість закуповуваного встаткування й запчастин. Різноманітне встаткування часто допускає заміну складових частин на аналогічні, що дозволяє провести уніфікацію в рамках підприємства. Така уніфікація дозволяє зменшити номенклатуру матеріалів і запчастин, які закуповуються та зберігаються, що приводить до зменшення рівня запасів (менше число позицій з незнижуваним запасом), до зменшення кількості поставальників (можна проводити більше ретельну маркетингову роботу), до збільшення партій закупівлі (одержувати додаткові знижки).

Виконувані роботи: збір даних за структурою складів, матеріальних і документальних потоків, нормативної бази; аналіз застосовуваних технологій і алгоритмів системи ТОР, опис потоків заявок від ремонтних підрозділів; рекомендації з вибору параметрів системи ТОР: вибір рівня запасів, розподіл між складами; обсяг і періодичність замовлення; вибір оптимальних поставальників; уніфікованість номенклатури системи ТОР; впровадження рекомендацій в АСУ; реалізація технології торговельної площадки при здійсненні закупівель, зберігання історії тендерів; аналіз результатів застосування рекомендацій, коректування [5 – 8].

Висновки. Зроблений аналіз існуючих систем обслуговування та ремонту рухомого складу, який показав, що для модернізованого тепловозу ЧМЕЗ дизелем Катерпіллер найбільше підходить комбінована система. Пропонується попередньо вибрати для обслуговування та ремонту модернізованих тепловозів ЧМЕЗ комбіновану систему, яка буде суміщати планово-попереджувальну систему для ходової частини, планово-попереджувальну систему діагностування та обслуговування за станом для дизеля та інших систем локомотиву.

Література

1. Беляев В.А. Кабенин Н.Г. и др. Анализ системы и организации ремонта электровозов и тепловозов //

- Сб.науч.тр. / Всесоюз. науч.-исследоват. ин-т. ж.-д.тран.- М: Трансжелдориздат, 1958. Вып. 155. - 207 с.
2. Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового рухомого складу (Наказ УЗ від 31.01.2005 №030-283.).
 3. Геннадиев Г. Метод оценки эффективности системы технического обслуживания и ремонта на железнодорожном транспорте // Железнодорожный транспорт.- 1998.- №3.- С.30-33.
 4. Исаев И.П., Журавлев С.Н., Седов В.И. Разработка оптимальной системы ремонта локомотивов // Ж.-д. трансп. 1970.- №10.- С. 40 – 44.
 5. Про програму реструктуризації на залізничному транспорті України на 1998 – 2003 роки. Протокол № 10 засідання Ради Укрзалізниці від 26.05.98р. // Магістраль ділова. - № 6. – С. 61-69.
 6. Пустовой В.Н. Перспективы развития подвижного состава и реорганизации ремонтной базы // Железнодорожный транспорт. – 2001. - №3. – С.10-16.
 7. Ремонт локомотивов с учетом их фактического состояния / А.В. Горский, А.А. Воробьев, А. К. Омарбеков, А.В. Скребков // Железнодорожный транспорт. – 1999. - №8. – С.43-47.
 8. Тихонов Ю.Г. Система технического обслуживания тепловозов за рубежом // Ж.-д. транспорт за рубежом. – 1975.- № 4.- С.7 – 26.

References

1. Beljaev V.A. Kabenin N.G. i dr. Analiz sistemy i organizacii remonta jelektrovozov i teplovozov // Sb.nauch.tr. / Vsesojuzn. nauch.-issledovat. in-t. zh.-d.trans.- M: Transzheldorizdat, 1958. Vyp. 155. - 207 s.
2. Polozhenija pro planovo-poperedzhuval'nu sistemu remontu i tehničnogo obslugofovuvannja tjagovogo ruhomogo skladu (Nakaz UZ vid 31.01.2005 №030-283.).
3. Gennadiev G. Metod ocenki jeffektivnosti sistemy tehničeskogo obsluzhivanija i remonta na zheleznodorozhnom transporte // Zheleznodorozhnyj transport.-1998.- №3.- S.30-33.
4. Isaev I.P., Zhuravlev S.N., Sedov V.I. Razrabotka optimal'noj sistemy remonta lokomotivov // Zh.-d. transp. 1970.- №10.- S. 40 – 44.
5. Pro programu restrukturyzacii na zalizničnomu transporti Ukraїni na 1998 – 2003 roki. Protokol № 10 zasidannja Radi Ukrzaliznici vid 26.05.98r. // Magistrall' dilova. - № 6. – S. 61-69.
6. Pustovoj V.N. Perspektivy razvitija podvizhnogo sostava i reorganizacii remontnoj bazy // Zheleznodorozhnyj transport. – 2001. - №3. – S.10-16.
7. Remont lokomotivov s uchetom ih faktičeskogo sostojanija / A.V. Gorskij, A.A. Vorob'ev, A .K. Omarbekov, A.V. Skrebkov // Zheleznodorozhnyj transport. – 1999. - №8. – S.43-47
8. Tihonov Ju.G. Sistema tehničeskogo obsluzhivanija teplovozov za rubezhom // Zh.-d. transport za rubezhom. – 1975.- № 4.- S.7 – 26.

Белецкий Ю.В. Исследование систем обслуживания и ремонта модернизированных маневровых тепловозов серии ЧМЭЗ.

В статье рассмотрены основные положения о системах технического обслуживания и текущие ремонты локомотивов. Для существующих систем, которые используются различными странами мира для обслуживания собственного парка тягового подвижного состава были определены особенности применения, а также недостатки и преимущества. Разработана математическая мо-

дель определения периодичности проводок технических обслуживаний и текущих ремонтов модернизированных тепловозов типа ЧМЭЗ на железных дорогах Украины для выполнения условий: поддержание высокого уровня надежности технических средств и низкой стоимости проведения работ.

Ключевые слова: модернизированный тепловоз ЧМЭЗ, техническое обслуживание, текущий ремонт, моделирование, надежность.

Biletsky Y. Study systems of maintenance and repair modernized shunting locomotives series CME3.

The article describes the basic provisions on the maintenance and operating repair works locomotives. Are briefly described the service system, which are used on the railways of Germany, United Kingdom, USA. For existing systems that are used by different countries around the world for maintenance of own the park a traction rolling stock have been identified Peculiarities of applications well as

advantages and disadvantages. Are defined condition of the locomotive at which it must be repaired. Developed a mathematical model for determining the periodicity of maintenance and current repairs modernized diesel locomotives type CME3 on Ukrainian railways to implement the terms: maintaining the highest level technical means the reliability and low cost of operations. Draw conclusions by the combined system of Arrangement of technical service and operation repair of diesel locomotives.

Keywords: modernized locomotive CME3, maintenance, repairs, simulation, and reliability.

Білецький Юрій Віталійович – аспірант Української державної академії залізничного транспорту, м. Харків, Україна.

Рецензент: д.т.н., проф. Осенін Ю.І.

Стаття подана 21.02.2014