

УДК 629.463.

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТО, ПР ЛОКОМОТИВІВ У ПІСЛЯНОРМАТИВНИЙ ТЕРМІН ЕКСПЛУАТАЦІЇ

**Е.Д. Тартаковський, професор, д.т.н., О.С. Крашенінін, доцент, к.т.н.,
О.В. Бурлуцький, інженер, Українська державна академія залізничного
транспорту, м. Харків**

Анотація. Представлено нові підходи та результати методики коректування технологічного процесу технічного обслуговування і поточного ремонту локомотивів у післянормативний термін експлуатації.

Ключові слова: локомотив, технічний стан, технологічний процес.

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТО, ТР ЛОКОМОТИВОВ В ПОСЛЕНОРМАТИВНЫЙ СРОК ЭКСПЛУАТАЦИИ

**Э.Д. Тартаковский, профессор, д.т.н., А.С. Крашенинин, доцент, к.т.н.,
А.В. Бурлуцкий, инженер, Украинская государственная академия
железнодорожного транспорта, г. Харьков**

Аннотация. Представлены новые подходы и результаты методики корректировки технологического процесса технического обслуживания и текущего ремонта локомотивов в посленормативный срок эксплуатации.

Ключевые слова: локомотив, техническое состояние, технологический процесс.

METHOD OF FORMING TECHNOLOGIES OF MAINTENANCE AND REPAIR OF LOCOMOTIVES AFTER THEIR NORMATIVE LIFE

E. Tartakovskiy, Professor, Doctor of Technical Sciences, O. Krashenin, Associate Professor, Candidate of Technical Science, O. Burlutskiy, engineer, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkiv

Abstract. The new approaches and results of the adjustment method of the technological process of locomotives maintenance and current repair after their standard period of operation are offered.

Key words: locomotive, technical condition, procedure.

Вступ

Займаючи провідне місце у транспортній системі України, залізничний транспорт залишається одним з найбільших споживачів паливно-енергетичних ресурсів. Тому розробка ефективних заходів із зменшення їх витрат є пріоритетним напрямом зниження загальної собівартості перевізного процесу залізниць.

Враховуючи, що до 2015 р. обсяги перевезень залишаться суттєвими (в тому числі на неелектрифікованих ділянках залізниць), ак-

туальним стає завдання із забезпечення високого рівня техніко-економічних показників локомотивів інвентарного парку Укрзалізниці.

Стан парку тягового рухомого складу (ТРС), зокрема локомотивів України, характеризується значним періодом його експлуатації після встановленого терміну служби. Заміна парку локомотивів новими, сучасними серіями локомотивів потребує тривалого часу та великих капітальних вкладень. У зв'язку з цим виникає питання щодо можливості по-

дальшої експлуатації локомотивів, які вичерпали встановлений термін служби, при безумовному забезпеченні вимог безпеки руху поїздів.

Підвищення ефективності використання локомотивів є однією з передумов стабільного функціонування всіх галузей залізниць. Це передбачає пошук резервів при визначенні граничного терміну експлуатації локомотивів. Як свідчить досвід експлуатації локомотивів у сумісних галузях промисловості, в ряді випадків можна отримати суттєвий економічний ефект.

Однак, як неодноразово підкреслювалося в керівних документах Укрзалізниці, значна частина локомотивів вичерпала призначений термін служби.

Швидке старіння локомотивного парку на тлі поступового відновлення вантажо- і пасажирообороту вказує на проблему необхідності підтримання локомотивів у працездатному стані. За прогнозованого річного обсягу заявлених до перевезень вантажів у 607,8 млн тонн, без оновлення парку вантажних локомотивів Укрзалізниці у 2017 році вони зможуть забезпечити перевезення лише 435 млн тонн вантажів [1]. На сьогодні за межами нормативного терміну експлуатації перебувають 3463 локомотиви (80,1 % від усього парку Укрзалізниці, який становить 4321 од.), і лише 19,9 % (858 од.) – не перевищують нормативного терміну, решта використовується із подовженим терміном.

Не є простою ситуація з вантажними електровозами. За нормативного терміну служби електровоза 30 років знос парку становить 90,3 %, а середній вік – більше 36 років. За нормативного терміну служби магістральних тепловозів 20 років показник їх зносу становить 96 %, що є загрозливим для транспортного комплексу країни [2, 3].

Модернізація існуючого парку локомотивів та створення сучасних, більш економічних електровозів та тепловозів повинні супроводжуватися заходами щодо забезпечення якісного їх змісту за рахунок вдосконалення системи технічного обслуговування, а також поточного і капітального ремонтів.

Наведені вище дані свідчать про наявність проблеми щодо оновлення локомотивного парку в найближчі десять років. Для цього

потрібно більше 15 млрд грн. Здійснення перевезень до вирішення проблеми оновлення локомотивного парку буде проводитися завдяки реалізації ряду заходів щодо підвищення надійності роботи наявного локомотивного парку, як за рахунок проведення капітальних відновлювальних ремонтів із продовженням терміну служби, так і за рахунок широкого впровадження прогресивних форм ремонту локомотивів із використанням діагностичних засобів та новітніх технологій ремонту.

Аналіз публікацій

Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури показав, що питанням проблеми підвищення ефективності використання локомотивів у післянормативний термін експлуатації присвячені численні дослідження в нашій країні і за кордоном [4–6]. В основному напрям цих досліджень мав пріоритет у визначенні оптимальної структури ремонтних циклів, впровадженні засобів діагностики в технологічні процеси обслуговування і ремонту й оцінці технічного стану до і після ремонту.

Останнім часом значна увага приділяється розробці наукових заходів щодо оцінки ефективності подовження терміну служби локомотивів післянормативного закінчення терміну їх експлуатації. На залізничному транспорті України на сьогодні відсутні пропозиції, в яких розглядався б науковий напрям щодо розробки сучасних методів визначення техніко-економічних показників функціонування локомотивів з урахуванням витрат на їх життєвий цикл.

Актуальними залишаються завдання забезпечення ефективної роботи локомотивів при оптимальних витратах на ТО, ПР, що вимагає наукового обґрунтування як оцінки післянормативного терміну експлуатації, так і вибору тактики проведення ТО та ПР.

Мета і постановка задачі

У статті представлено особливості корегування методики технології ТО, ПР локомотивів в післянормативний термін експлуатації, розроблені на основі використання процедури кодування вихідної інформації для побудови відкоректованої математичної моделі технології утримання локомотивів.

Формування методики коректування технологічного процесу ТО і ПР локомотивів у післянормативний термін експлуатації

Сучасні підходи щодо визначення термінів експлуатації техніки базуються на концепції визначеності таких факторів, як ціна нової техніки, можливості оцінки новацій у виробництві й ремонті, а фактори, що не підлягають чи є складними для наочної оцінки, враховуються за прогнозом їх зміни. Накопичений досвід показує, що це можливо на основі формування бази даних технічного стану локомотивів методами розпізнавання образів, зокрема методами фреймів. В основу методів покладено процедури кодування вихідної інформації для побудови математичної моделі коректування технології утримання локомотивів, кодування фреймів та їх ідентифікації, упорядкування кількості фреймів, визначення бази фреймів і оптимального критерію якості фреймів. Вирішальним етапом формування технології є урахування особливостей умов експлуатації і стану локомотивів [7, 8].

Як основні ознаки при класифікації комплексу робіт з ТО і ПР прийнято: номенклатуру робіт $\{R_{ij}\}$ – роботи по ДВЗ, електроустаткуванню, ходовій частині і допоміжному устаткуванню; імовірність комбінацій цих робіт $\{P_{ij}\}$; кореляційний зв'язок між роботами $\{r_{ij}\}$ – коефіцієнт кореляції. Інші ознаки враховуються при впорядкуванні вихідних даних.

Формування комбінацій робіт з ТО і ПР проводиться методами теорії розпізнавання образів. Це зумовлено тим, що відомі методи розрахунків є складними, а часом і незастосовними для розрахунків реальних технологічних процесів ТО і ПР локомотивів. Якщо $\{S\}$ – множина об'єктів, а X^n – мірний простір ознак $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, то розбивку на класи можна вважати повністю завершеною, якщо для всіх $x_i (i = \overline{1, l})$ виконується умова $x_i \cap x_j = 0 (\forall ij)$.

Ця задача визначає необхідність визначення такого варіанта ω розбиття множини Z на k груп /класів/, щоб втрати інформації N були мінімальними.

Сукупність x являє собою результат поділу $n (\bar{x})$ множини x , і задача полягає у відшуванні такої функції D , яка забезпечує цей поділ $D: x \rightarrow \Pi/x/$.

Пропонована методика передбачає формування структури технологічного процесу ТО і ПР у післянормативний термін експлуатації локомотивів.

Моделювання організацій системи ТО і ПР з коригуванням їх обсягів може здійснюватися методами динамічного програмування на першому етапі, а формування скоригованої технології методами теорії розпізнавання образів за критеріями надійності, безвідмовності, довговічності та ефективності – на другому. Обґрунтування реструктуризації ремонтної бази визначається співвідношенням ваго-потужнісних характеристик локомотивів та наведених експлуатаційних витрат на організацію ТО і ПР локомотивів. Шляхом комплексного підходу до наведених завдань можна ефективно вирішувати питання, які виникають у залізничній галузі.

Задача полягає у виборі множини ознак, що характеризують виконувані роботи, побудові фреймів цих робіт, формуванні технологічного процесу за розрахованими фреймами.

Розв'язок задачі складається з: побудови моделі, що відбиває основні властивості процесу, дослідження моделі та розрахунків критерію якості фреймів.

При побудові моделі розв'язується задача ідентифікації множини робіт і об'єднання їх у групи, для чого проводиться заміна їх цифровими кодами.

Дослідження отриманої моделі включає розв'язок двох задач.

По-перше, необхідно розв'язати задачу декомпозиції фреймів, що складається з підзадач перекодування фреймів і визначення їх кількості.

По-друге, розв'язок задачі полягає в розрахунках критерію якості фреймів F , визначенні координат центру фреймів і найкоротшого незамкнутого шляху між фреймами.

Графічно кожна реалізація комбінацій робіт є точкою з координатами X і Y , що відповідає

імовірності виконання комбінації робіт P_{ij} до коефіцієнта кореляції r_{ij} , комбінацій робіт з ТО і ПР. Вихідна площина XOY розбивається прямими, паралельними осям OX , OY , на окремі прямокутники зі сторонами ΔX , ΔY . В отриманій сітці S кожному перерахунковому елементу відповідає ознака P_i , значення якої визначається виразом

$$P_i = \begin{cases} 1, & \text{коли } r \geq \kappa \\ 0, & \text{коли } r < \kappa, \kappa > 1, \end{cases} \quad (1)$$

де i, j – номери перерахункового елемента сітки у площині XOY ; r – кількість точок, що попадають у перерахунковий елемент зі стороною ΔX , ΔY ; κ – параметр, що задається, обумовлений відповідно до виразу

$$\kappa = \mu r_{\max}, \quad (2)$$

де r_{\max} – максимальна кількість точок у перерахунковому елементі; μ – коефіцієнт, обраний в діалоговому режимі з ЕОМ ($\mu = \overline{0,1}$).

Результатом побудови моделі формування системи підтримки локомотивів у післянормативний термін експлуатації є масив $P = \{P_{ij}\}$, що певним чином ідентифікує побудовану сітку. Для наступного дослідження моделі елементи P групують у підмножині z^κ з урахуванням співвідношення

$$P_{i,j-1} \wedge P_{i,j+1} \wedge P_{i-1,j} \wedge P_{i+1,j} = 0. \quad (3)$$

Якщо співвідношення виконуються, то комірка надалі використовується для розрахунків критерію якості фреймів F ; якщо ні – проводиться послідовний перегляд наступних комірок доти, поки буде виконано умову (3).

Змінюючи величину μ від 0 до 1 і обчислюючи відповідно до (3) значення F для кожного μ , визначаються реалізації робіт, яким відповідає F_{\max} .

Кількісною оцінкою загальної якості задачі формування фреймів прийнято величину

$$F = \ln \frac{d^a \cdot h^c}{(\varphi + \rho^m)(\psi + \lambda^b)^a} \rightarrow \max, \quad (4)$$

де d – «віддаленість» κ фреймів один від одного, $d = \frac{1}{\kappa - 1} \sum_{j=1}^{\kappa-1} r_j$; r_j – відстань між фреймами; h – «однаковість» числа точок у фреймах;

$$h = \kappa^k \prod_{j=1}^{\kappa} \frac{l_j}{L}; \quad (5)$$

κ^k – нормуючий множник, що забезпечує незалежність h величини (число точок у фреймі) від числа фреймів κ і загального числа точок L ; ρ – середній вимірник «близькості» усередині κ фреймів

$$\rho = \frac{1}{\kappa} \sum_{j=1}^{\kappa} \rho_j^*; \quad (6)$$

де $\rho_j^* = \frac{1}{\kappa - 1} \sum_{i=1}^{l_j-1} \alpha_i$ – міра «близькості» l_j точок усередині j -го фрейму; α_i – відстань між точками, що складають фрейм; λ – вимірник «однаковості структури» точок усередині фрейму

$$\lambda = \frac{1}{\kappa - 1} \sum_{j=1}^{\kappa-1} \left(\beta_{\min} / r_j \right), \quad (7)$$

де β_{\min} – найменша з ділянок найкоротшого незамкнутого шляху, що безпосередньо прилягає до ділянок r_j , які з'єднують фрейми.

Звичайно ці коефіцієнти дорівнюють одиниці, і, виходячи із цього, функція якості задачі формування фреймів F набуває вигляду

$$F = \frac{d \cdot h}{(1 + \rho)(1 + \lambda)} \rightarrow \max. \quad (8)$$

Це дозволяє за наявною статистичною інформацією проводити розрахунки з визначення необхідного обсягу робіт при виконанні ТО і ПР у післянормативний термін експлуатації локомотивів.

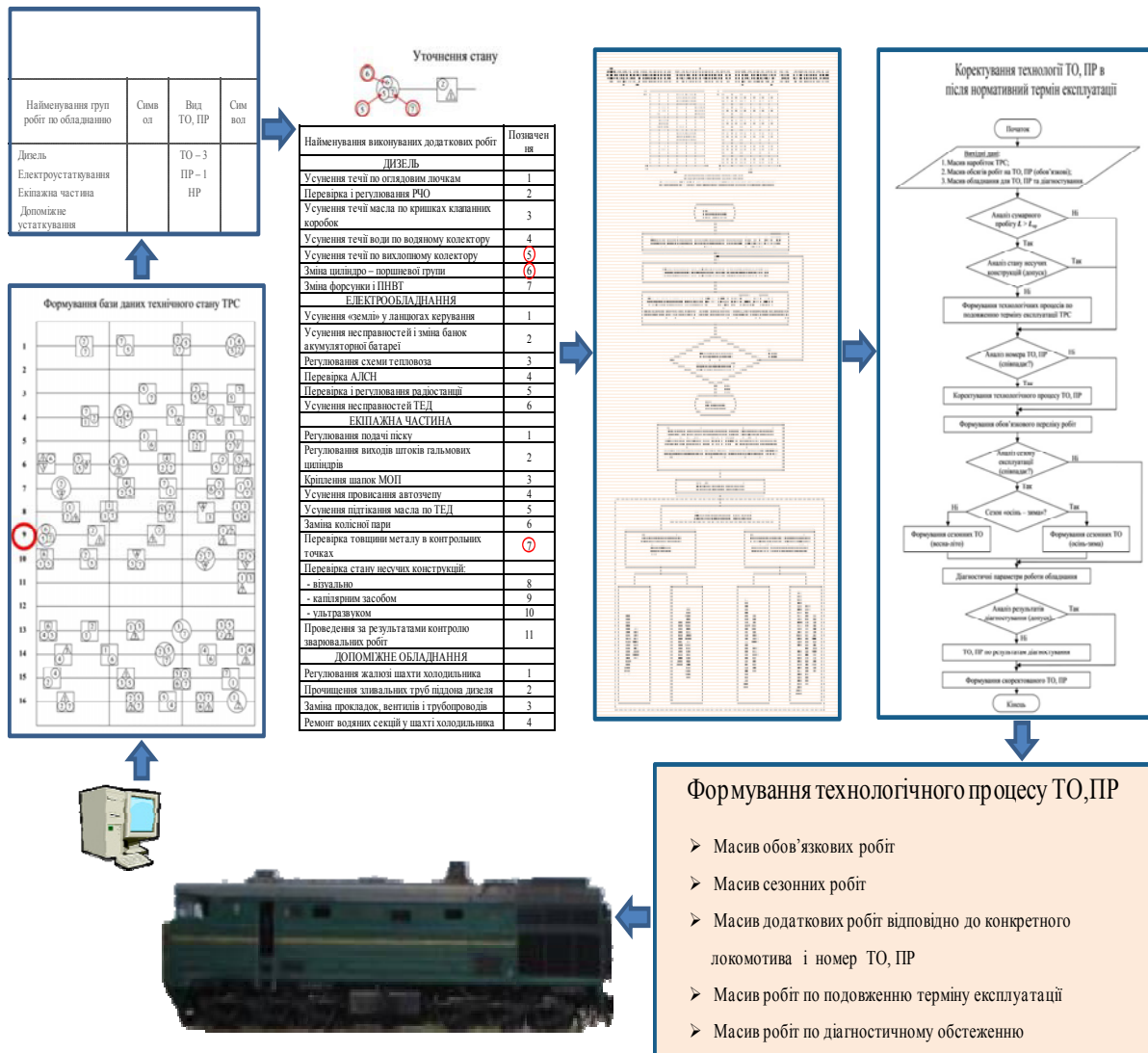


Рис. 1. Реалізація проектування нормативного терміну експлуатації ТО, ПР локомотивів у післянормативний термін експлуатації

Висновки

Наведені у статті матеріали визначають доцільність формування технології ТО, ПР локомотивів у післянормативний термін експлуатації на основі використання процедури кодування вихідної інформації та побудови з коректованою математичною моделлю утримання локомотивів. Результати даної методики можна використовувати для формування технології ТО, ПР іншого рухомого складу, в тому числі й вантажних вагонів.

Література

1. Акуленко А. Прогноз обсягів вантажних і пасажирських перевезень на перспективу до 2020 року / А. Акуленко,

П. Яновський // Залізничний транспорт України: зб. наук. ст. – 2009. – №6. – С. 41–43.

2. Геверт Т. Использование старогодных локомотивов / Т. Геверт // Железные дороги мира. – 2005. – № 10. – С. 51–53.

3. Блохин Е.П. Продление срока службы тягового подвижного состава – один из способов обеспечения его надежной эксплуатации / Е.П. Блохин, В.Л. Горобец, А.Д. Лашко, В.П. Кулешов // Зб. наук. пр. ДПТ. – Дніпропетровськ: ДПТ. – 2000. – Вип. 6. – С. 14–20.

4. Головки В.Ф. Прогнозирование эксплуатационных допусков энергетических установок автономного тягового подвижного состава: автореф. дисс. на соискание ученой степени докт. техн. наук: спец.

- 22.05.07. «Рухомий склад залізниць та тяга поїздів» / В.Ф. Головки. – Х., 1997. – 47 с.
5. Исаев И.П. Система ремонта локомотивов с учетом их фактического состояния на основе технического диагностирования / И.П. Исаев, А.В. Горский, А.Т. Осяев // Вестник ВНИИЖТ: сб. науч. ст. – М.: ВНИИЖТ. – 1991. – Вып. 6. – С. 31–34.
6. Шанченко П.А. Техническое обслуживание и ремонт тягового подвижного состава на зарубежных железных дорогах: / П.А. Шанченко // Локомотивы и локомотивное хозяйство. ЦНИИТЭИ МПС. – 1988. – Вып. 2. – С. 21–24.
7. Губачева Л.О. Надійність транспортних засобів: навчальний посібник / Л.О. Губачева. – Луганськ: Вид-во СЛУ імені В. Даля, 2009. – 123 с.
8. Половко А.М. Основы теории надежности / А.М. Половко, С.В. Гуров. – Санкт-Петербург, 2006. – 560 с.

Рецензент: В.П. Волков, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 5 лютого 2013 р.
