

УДК 629.4.083

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ШВИДКОСТІ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ВУЗЛІВ ЛОКОМОТИВА ВІД УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Обозний О.М.

DETERMINATION OF DEPENDING OF MODIFICATION SPEED OF LOCOMOTIVE'S NODES PARAMETERS FROM OPERATING CONDITIONS

Obozny O.

В статті розглянуто питання визначення залежності швидкості зміни параметрів вузлів локомотива від умов експлуатації. Також розглянуто питання прогнозування технічного стану локомотива, враховуючи швидкість протікання процесу зміни властивостей вузлів локомотива. Визначено залежність ймовірності безвідмовної роботи локомотива при зміні параметрів вузлів по лінійному закону. Наведено перелік показників рейсу, які найбільшою мірою впливають на зміну технічного стану локомотива.

Ключові слова: ймовірність безвідмовної роботи, технічний стан локомотива, прогнозування, швидкість протікання процесу, показники рейсу.

Вступ. Локомотив, як будь-яка складна транспортна машина, має обмежену надійність, що обумовлено об'єктивними причинами: зношенням партертя, старінням та втомленням матеріалів, втратою функціональних властивостей робочих рідин, порушенням зазорів, регулювань, накопичення яких може призвести до неочікуваних відмов вузлів і агрегатів локомотива під час виконання рейсу.

Для запобігання таких випадків в системі експлуатації та ремонту локомотивів розроблено ряд запобіжних заходів, направлених на підтримання працеспроможності локомотива протягом всього терміну експлуатації.

Постановка проблеми. Для технічних засобів передбачені три групи показників надійності: довговічності, безвідмовності, ремонтпридатності. В кожній групі передбачені одиничні показники: ресурс, напрацювання на відмову, працеемність відновлення і т.д.

Однак дані показники не дають цілісного представлення про фактичний технічний стан і фактичну надійність локомотива, так як вони існують відокремлено і не пов'язані єдиним критерієм.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання визначення надійності роботи вузлів локо-

мотива розглядалося у багатьох роботах, зокрема в роботах Е.Д. Тартаковського, В.Г. Пузиря, О.В. Устенко. [1, 2, 3]. Однак, в цих роботах не приділялася увага впливу умов експлуатації на технічний стан вузлів і локомотива в цілому.

Мета статті. Визначення залежності швидкості зміни параметрів вузлів локомотива від умов експлуатації.

Результати досліджень. Зміни, що відбуваються у вузлах локомотива з часом і призводять до втрати його працездатності, пов'язані із зовнішніми і внутрішніми впливами на них. Існують три основних джерела впливу на вузли локомотива:

- дія енергії зовнішнього середовища, включаючи людину, яка виконує функції оператора, здійснюючи експлуатаційну роботу або ремонт, технічне обслуговування чи передрейсову підготовку;

- внутрішні джерела енергії, пов'язані з робочими процесами, що проходять у вузлах локомотива;

- потенціальна енергія, накопичена в матеріалах конструкції локомотива в процесі експлуатації.

Основними формами енергії, що впливають на працездатність об'єктів є: механічна, теплова, хімічна, електромагнітна. Ці форми енергії, діючи на вузли локомотива викликають в них процеси, що погіршують початкові параметри і можуть призвести до відмови (рис. 1).

В результаті дії тієї чи іншої енергії пошкодження вузла може відбутися не відразу. Часто перед періодом зовнішнього прояву, тобто пошкодженням вузла, існує період накопичення впливів. Наприклад, для початку розвитку втомної тріщини необхідна певна кількість циклів змінних напружень.

Під пошкодженням вузла розуміється відхилення його параметрів від початкових. Якщо ці відхилення перевищують допустимий рівень, то може відбутися відмова вузла [4].

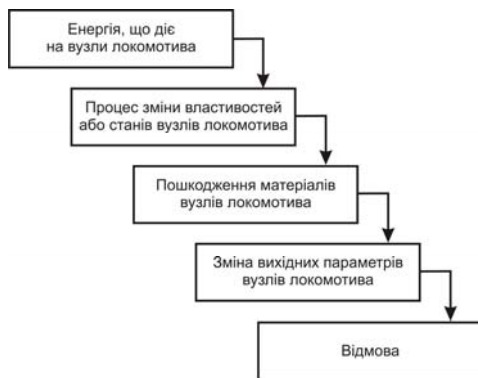


Рис. 1. Схема зміни властивостей і станів вузлів локомотива

Часто зміна параметру вузла локомотива Y підпорядковується лінійному закону

$$Y = \gamma \cdot t, \tag{1}$$

де γ – швидкість протікання процесу, яка залежить, як правило, від великої кількості випадкових факторів – від навантаження, температури, умов експлуатації і т.д.

Найбільш часто швидкість протікання процесу підпорядкована нормальному закону розподілення (рис. 2)

$$f(\gamma) = \frac{1}{\sigma_\gamma \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{(\gamma_\gamma - \gamma_{cp})^2}{2\sigma_\gamma^2} \right\}. \tag{2}$$

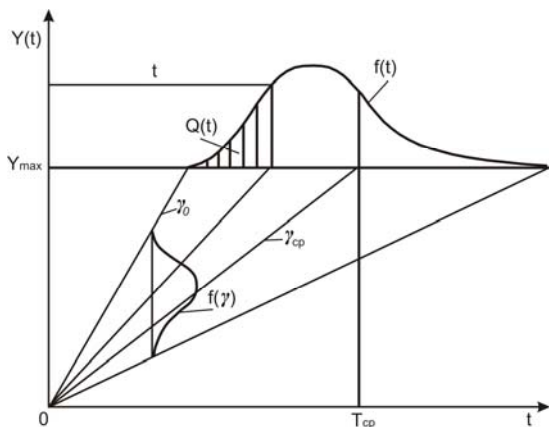


Рис. 2. Модель зміни параметру вузла локомотива по лінійному закону

Гранично допустиме значення параметрів Y_{max} встановлюється з умови правильності функціонування об'єкту. При $Y = Y_{max}$ настає граничний стан, який і визначає термін служби вузлів локомотива до відмови $t = T$. Термін служби є функцією випадкового аргументу, тобто

$$T = \frac{Y_{max}}{\gamma}. \tag{3}$$

Ймовірність безвідмовної роботи вузла визначається наступною залежністю

$$P(t) = 0,5 + \Phi \left(\frac{Y_{max} - \gamma_{cp} \cdot t}{t \cdot \sigma_\gamma} \right). \tag{4}$$

Якщо в початковий момент часу існує розкид значень параметру Y , тоді термін служби об'єкта є функцією двох незалежних аргументів Y_0 та γ

$$T = \frac{Y_{max} - Y_0}{\gamma}. \tag{5}$$

Приймаючи, що випадкові аргументи Y_0 та γ розподілені по нормальному закону і лінійна зміна $Y(t)$ за часом

$$P(t) = 0,5 + \Phi \left(\frac{Y_{max} - Y_0 - \gamma_{cp} \cdot t}{\sqrt{\sigma_{Y_0}^2 + \sigma_\gamma^2(t) \cdot t^2}} \right) \tag{6}$$

У [5] було вказано, що одними з основних функцій системи управління передрейсовою підготовкою локомотивів є прогнозування технічного стану локомотива і визначення можливості локомотивом рівня можливості конкретного локомотива виконати конкретний рейс з відомими параметрами.

Для забезпечення оцінки технічного стану локомотива перед виконанням рейсу і після його завершення необхідно визначити критерій, який би комплексно охоплював показники надійності вузлів локомотива і вплив на них негативних параметрів рейсу.

Для оцінки технічного рівня локомотива під час виконання рейсу необхідно визначити ряд параметрів, що в найбільшій мірі впливають на його фактичний технічний стан.

Кількість показників не повинна бути надто великою, але в достатньо точній мірі враховувати основні чинники, які найбільшою мірою знижують показники надійності роботи вузлів локомотива.

Для оцінки технічного стану локомотива під час передрейсової підготовки доцільно використовувати наступні показники:

- Q , т – найбільша вага поїзда;
- V_p , км/год – рейсова швидкість локомотива;
- L , км – довжина плеча;
- R , км – найбільший радіус кривої;
- I_n , % – найбільший підйом;
- I_c , % – найбільший спуск;

$G_{в.м.}$, т (кВт·год) – витрати матеріалів і енергетичних ресурсів;

T_p , км (год) – загальний ресурс локомотива до виконання капітального ремонту.

Технічний рівень локомотива можна математично описати в загальному вигляді як деяку функцію критерію T від параметрів його оцінки

$$T = f(Q, V_p, L, R, I_n, I_c, G_{в.м.}, T_p) \quad (7)$$

Висновок. Кількість рейсів, які локомотив зможе виконати на певних плечах обслуговування, залежить від умов експлуатації, а саме довжини плеча, ваги поїзда, наявності кривих різних радіусів, ухилів, підйомів. Кожен з цих чинників негативно впливає на поточний технічний стан локомотива.

Література

1. Пузир, В.Г. Наукові основи удосконалення технології передрейсової підготовки локомотивів та локомотивних бригад [Текст]: дис. ... докт. техн. наук: 05.22.07, 05.22.20 / Пузир Володимир Григорович. – Х., 2005. – 368 с. – Бібліогр.: с. 280 – 299.
2. Тартаковский, Э.Д. Качество ремонта и надежность тепловозов [Текст] / Э.Д. Тартаковский. – М.: Транспорт, 1973. – 81 с.
3. Тартаковский, Э.Д. Основы автоматизации технического обслуживания, диагностирования и ремонта локомотивов [Текст]: Учебн. пособие. - ч.III. / Э.Д. Тартаковский, А.В. Устенко, В.Г. Пузырь. – Харьков: ХИИТ, 1992. – 74 с.
4. Острейковский, В.А. Теория надежности [Текст]: Учеб. Для вузов / В.А. Острейковский. – М.: Высш. шк., 2003. – 463 с.
5. Обозный, О.М. Розробка методики прийняття рішення про видачу локомотива в рейс на основі аналізу його фактичного технічного стану [Текст] / О.М. Обозний, С.В. Бобрицький // Зб. наук. пр. / Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Х., 2014, – Вип. 149 – С. 71 – 75.

References

1. Puzyr, V.G. Naukovi osnovy udoskonalennja tehnologii' peredrejsivoi' pidgotovky lokomotyviv ta lokomotyvnyh brygad [Tekst]: dys. ... dokt. tehn. nauk: 05.22.07, 05.22.20 / Puzyr Volodymyr Grygorovych. – H., 2005. – 368 s. – Bibliogr.: s. 280 – 299.
2. Tartakovskij, Je.D. Kachestvo remonta i nadezhnost' teplovozov [Tekst] / Je.D. Tartakovskij. – M.: Transport, 1973. – 81 s.
3. Tartakovskij, Je.D. Osnovy avtomatizacii tehničeskogo obsluzhivanija, diagnostirovanija i remonta lokomotivov [Tekst]: Uchebn. posobie. - ch.III. / Je.D. Tartakovskij, A.V. Ustenko, V.G. Puzyr'. – Har'kov: HIIT, 1992. – 74 s.
4. Ostrejkovskij, V.A. Teorija nadezhnosti [Tekst]: Ucheb. Dlja vuzov / V.A. Ostrejkovskij. – M.: Vyssh. shk., 2003. – 463 s.

5. Oboznyj, O.M. Rozrobka metodyky pryjnattja rishennja pro vydachu lokomotyva v rejs na osnovi analizu jogo faktychnogo tehničnogo stanu [Tekst] / O.M. Oboznyj, S.V. Bobryc'kyj // Zb. nauk. pr. / Ukr. derzh. akad. zaliznych. transp. – H., 2014, – Vyp. 149 – S. 71 – 75.

Обозный А.Н. Определение зависимости скорости изменения параметров узлов локомотива от условий эксплуатации.

В статье рассмотрен вопрос определения зависимости скорости изменения параметров узлов локомотива от условий эксплуатации. Также рассмотрен вопрос прогнозирования технического состояния локомотива, учитывающая скорость протекания процесса изменения свойств узлов локомотива. Определена зависимость вероятности безотказной работы локомотива при изменении параметров узлов по линейному закону. Приведен перечень показателей рейса, которые наиболее влияют на изменение технического состояния локомотива. Сделан вывод, что оценка технического состояния узлов локомотива является многокритериальной и включает в себя анализ параметров рейса и основных параметров узлов локомотива.

Ключевые слова: вероятность безотказной работы, техническое состояние локомотива, прогнозирование, скорость протекания процесса, показатели рейса.

Obozny O. Determination of depending of modification speed of locomotive's nodes parameters from operating conditions.

In the article reviewed the question of determining the dependence of the rate of change of parameters locomotives operating conditions. Also reviewed the issue of forecasting technical condition of the locomotive, given the speed of the process changes the properties of locomotives. The dependence of the probability of failure-free operation of the locomotive when the parameters of nodes in a linear law. Showed the list of indicators of route that are most affected by a change in the technical condition of the locomotive. Done conclusion that technical evaluation units locomotive on preroute preparation is multicriteria, and includes analysis parameters of route and the basic parameters of the locomotive units. The number of routes that can perform locomotive on the some service shoulders depends on conditions such as shoulder length, weight of train, the presence of different curves radius, slopes, climbs. The more harder profile path, the greater the weight of the train and shoulder length, the greater the speed settings will deteriorate units and the smaller the number of flights will perform locomotive.

Keywords: the probability of failure-free operation, the technical condition of the locomotive, forecasting, speed of the process, indicators of route.

Обозний О.М. – асистент кафедри «Експлуатація та ремонт рухомого складу» Української державної академії залізничного транспорту, e-mail: obozny@rambler.ru.

Рецензент: д.т.н., проф. Чернецька-Білецька Н.Б.