

2. Meinert, M. Energy storage technologies and architectures for specific diesel-driven rail duty cycles: Design and system integration aspect [Text] / M.Meinert, P.Prenleloup, S. Schmid, R.Palacin //Applied Energy. 2015. - 157. P. 619-629.

3. Зниження витрат палива та шкідливих викидів енергетичними установками під час експлуатації дизель-поїздів [Текст]: звіт про НДР (закл.): 18/1-2015 – Укр. держ. універ. залізн. тр-ту; кер. Жалкін Д.С., виконавці: Жалкін О.Д., Жалкін С.Г.,

Коваленко В.І. – Харків, 2015. – 98 с. – Бібліограф.: с.99-101. - №ДР0215U000687.

4. Гібридна силова установка рейкового транспорту з гідропередачею потужності [Текст]: пат. UA 112729 МПК F02B 73/00 / Жалкін О.Д., Тартаковський Е.Д., Жалкін С.Г., Жалкін Д.С., Михалків С.В., Фалендиш А.П., Анацький О.О.; заявник і патентовласник Український державний університет залізничного транспорту. - № ua 112729; заявл. 23.10.2015, дата публ. 10.10.2016. - бюл. № 9. - 10 с.

УДК 629.4.083

*В. Г. Пузир, Ю. М. Дацун,
В. В. Рядковський, О. М. Обозний*

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗМІНИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЛОКОМОТИВА В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

*V. G. Puzyr, Yu. M. Datsun,
V. V. Riadkovski, O. M. Obozny*

MATHEMATICAL MODEL OF CHANGING THE TECHNICAL STATE OF A LOCOMOTIVE DURING EXPLOITATION

Фактичний технічний стан локомотива в конкретний момент часу визначається ступенем відповідності значень параметрів його вузлів встановленим у нормативній документації. [1] В процесі експлуатації параметри вузлів зазнають впливів різних факторів, які змінюють значення цих параметрів. На справність вузлів локомотивів впливають як процеси ремонту [2] так і процес експлуатації. Важливим завданням є визначення зміни значень параметрів, що характеризують поточний технічний стан локомотива після виконання ним кожного рейсу.

Зміну технічного стану локомотива можна подати у вигляді системи [3], на вході якої діють векторні функції:

- умов експлуатації $S = [s_1(t), \dots, s_n(t)]$,
- управління $U = [u_1(t), \dots, u_m(t)]$,
- внутрішніх зв'язків $\Phi = [\varphi_1(t), \dots, \varphi_l(t)]$.

Функція $S(t)$ характеризує зовнішні впливи на локомотив: профіль ділянки, довжина плеча, вага поїзда, кліматичні умови та ін. Функція $U(t)$ характеризує дії локомотивної бригади під час виконання рейсу. Функція $\Phi(t)$ характеризує вплив на технічний стан локомотива старіння та зношення його вузлів. Вихідна функція системи $Y = [y_1(t), \dots, y_k(t)]$ містить у собі значення параметрів, які відображають відповідність поточного технічного стану

локомотива вимогам нормативної документації після впливу вхідних функцій $S(t)$, $U(t)$, $\Phi(t)$, тобто після виконання локомотивом рейсу. При вимірюванні значень вихідних параметрів можуть виникати похибки. Вектор $Z = [z_1(t), \dots, z_q(t)]$ характеризує вплив похибок у процесі вимірювання.

Таким чином, вектор Y залежить від чотирьох аргументів

$$Y = F_j(U, \Phi, S, Z), j = \overline{1, M}. \quad (1)$$

Працездатність локомотива характеризується таким його технічним станом, при якому у даний момент часу параметри вектора Y знаходяться у межах, встановлених нормативно-технічною документацією [3],

$$y_j(U, \Phi, S, Z) \leq y_j^*, \quad (2)$$

де y_j^* – допустиме значення j -го параметра, встановлене нормативно-технічною документацією.

Поточний технічний стан локомотива характеризується сукупністю значень параметрів, що контролюються,

$$Y = \sum_1^j \beta_j \cdot y_j, \quad (3)$$

У результаті моделювання зміни технічного стану локомотива отримана функція, яка дає узагальнений опис процесів, що контролюються.

Список використаних джерел

1. Афифи, А. Статистический анализ: подход с использованием ЭВМ [Текст] / А. Афифи, С. Эйзен. – М.: Мир, 1982. – 167 с.

де β – коефіцієнт, що визначається співвідношенням $\beta_j = \frac{dY}{dy_j}$.

Зміни параметрів локомотива, що контролюються, можуть бути за своїми властивостями розділені на два компоненти: зворотний і незворотний. Зворотний компонент обумовлений існуванням ряду випадкових факторів і відображає вплив векторних функцій $S(t)$ і $U(t)$. За своїми властивостями зворотний компонент може розглядатися як випадкова величина $V_j(t)$, де індексом j позначена належність даного компонента j -му параметру, що контролюється. Незворотний компонент обумовлений протіканням незворотних фізичних процесів усередині локомотива. До таких процесів у першу чергу відносяться процеси старіння і зношення. Таким чином, незворотний компонент відображає вплив векторної функції $\Phi(t)$. Цей компонент називають детермінованим компонентом і позначають $f_j(t)$.

Тоді залежність j -го параметра від часу буде мати вигляд [4]

$$y_j(t) = f_j(t) + V_j(t). \quad (4)$$

В цілому математичну модель функції зміни стану локомотива можна записати так:

$$Y(t) = \sum_1^j \beta_j \cdot y_j(t) = \sum_1^j \beta_j \cdot f_j(t) + \sum_1^j \beta_j \cdot V_j(t) = \sum_1^j \beta_j \cdot (f_j(t) + V_j(t)). \quad (5)$$

2. Дацун, Ю. М. Визначення ступеня впливу технологічних процесів ремонту на справність вузлів тягового рухомого складу [Текст] / Ю. М. Дацун // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2016. – №1/7 (79). – С. 56-61.

3. Иншаков, А. П. Диагностирование турбокомпрессора автотракторного дизельного двигателя на обкаточно-тормозном стенде 5543 ГОСНИТИ [Текст] /

А.П. Иншаков, А.И. Кувшинов, И.И. Курбатов [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – №1. – С. 39–41.

4. Синдеев, И. М. К вопросу о синтезе логических схем для поиска неисправ-

ностей и контроля состояния сложных систем [Текст] / И.М. Синдеев // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. – 1989. – № 2. – С. 124–133.

УДК 629.4.018:629.4.014.24

*Д. А. Іванченко, Е. Д. Тартаковський,
А. П. Фалендиш, А. М. Зіньківський,*

ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ МОДЕРНІЗОВАНИХ ТЕПЛОВОЗІВ М62

*D. Ivanchenko, E. Tartakovskiy,
A. Falendysh, A. Zinkivskiy*

IMPROVING THE FUEL ECONOMY OF MODERNIZED DIESEL LOCOMOTIVES M62

Модернізація тепловозів розглядається як ефективний підхід до оновлення тягового рухомого складу залізниць України. Для забезпечення перевезень вантажів та пасажирів на неелектрифікованих дільницях залізниця має потребу в автономній локомотивній тязі з високими техніко-економічними показниками [1, 2]. Під час модернізації тепловозів виникає проблема визначення та прогнозування їх дійсних техніко-економічних показників з метою встановлення відповідності їх значень існуючій нормативній документації та технічному завданню. Проведення приймальних випробувань є ефективним засобом визначення показників функціонування тепловозів, який дає змогу вирішувати задачі вказаної проблеми [3]. Зокрема на основі отриманих результатів порівняльних експлуатаційних випробувань модернізованих тепловозів М62 [4] необхідно оцінити їх тягові властивості та визначити раціональні режими експлуатації з метою підвищення паливної економічності. Для визначення розрахункової маси поїзда із тягових

характеристик тепловоза визначають силу тяги, відповідну розрахунковій швидкості. Розрахункова швидкість – це швидкість тривалого режиму, при якій за умови нагрівання тягових електродвигунів тепловоз може рухатись протягом необмеженого часу. Проведено розрахунок нагрівання тягових електродвигунів ЕД-118А модернізованого тепловоза. Він показав, що нагрів до 100 °С буде при тривалому режимі роботи електродвигуна при швидкості тепловоза 18,7 км/год. Згідно з розрахованою тяговою характеристикою ця швидкість відповідає силі тяги 266 кН. Це дає змогу обслуговувати поїзди вагою 2855 т на ділянці, де проводилися випробування модернізованого тепловоза Ковель – Ізов. Для існуючого тепловоза М62 цей показник складає 2065 т. Таким чином, при більшій у 1,52 разу потужності модернізованого тепловоза, він може водити поїзд у 1,38 разу більшої маси. Оскільки на випробувальній дільниці Ковель – Ізов розрахунковий підйом долається за рахунок накопиченої кінетичної енергії на спуску перед цим