

де $Z_{ij}^{(1)}$ - витрати на ТО, ПР однієї одиниці РС i -ї серії у своєму депо;

$Z_{ij}^{(2)}$ - витрати на ТО, ПР одиниці РС при сервісному забезпеченні;

$Z_{igj}^{(3)}$ - витрати, що пов'язані з доставкою i -ї серії РС $i \in I_2$ з j -го депо в g -те депо з сервісного забезпечення;

d_{ij} - кількість одиниць РС в день без сервісного забезпечення;

y_{ij} - кількість РС i -ї серії в депо, що обслуговується сервісними центрами;

x_{igj} - кількість РС i -ї серії, які доцільно направляти в депо з сервісним забезпеченням з j -го депо, $i \in I_2$, $i \in Y$, $g \in Y$;

I - множина всіх серій РС на даній залізниці $I = \overline{1, j}$;

I_2 - множина серій тепловозів, які будуть проходити технічне обслуговування і поточний ремонт в депо з сервісним обслуговуванням;

Y - число всіх депо, $Y = Y_1 + Y_2$; $Y = \overline{1, j}$;

Y_2 - число номерів депо, де доцільно організувати сервісне обслуговування.

Реалізація цих задач передбачає наукове обґрунтування потужностей депо, їх спеціалізації і кооперування як з іншими депо, так і заводами. Математична постановка задачі зводиться до пошуку

цільової функції у вигляді багатоіндексної задачі лінійного програмування, що включає серії локомотивів, типи вагонів, види депо, види ремонтів, ступінь готовності депо до проведення різних технологічних заходів.

Список використаних джерел

1. Basten, R.J.I., van Houtum, G.J. System-oriented inventory models for spare parts [Text] / R.J.I. Basten., G.J. van Houtum // *Surveys in Operations Research and Management Science*. – 2014. – № 19 (1). – P. 34-55.
2. Hughes, M. Cost and capacity drive high speed train design [Text] / M. Hughes // *Railway Gazette International*. – 2010. – № 5. – P. 37-39.
3. New technology center for temple mills train service Eurostar [Text] // *Railway Gazette International*. – 2008. – № 10. – P. 820-821.
4. Cohen, M.A., Agrawal, N., Agrawal, V. Winning in the after market [Text] / M. A. Cohen, N. Agrawal, V. Agrawal // *Harvard Business Review*. – 2006. – № 84(5). – P. 129-138.
5. Вагнер, С. Основы исследования операций [Текст] / С. Вагнер. – М: Мир, 1973. – Т. 3. – 501 с.

УДК 629.42.016.2

С. Г. Жалкін

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДІВ З ГІДРОПЕРЕДАЧЕЮ ПОТУЖНОСТІ

S. Zhalkin

AN ANALYSIS OF INDEXES OF WORK OF DIZEL-POIZDIV IS FROM GIDROPEREDACHEYU OF POWER

Дослідження належать до галузі ресурсозбереження та енергоефективності й спрямовані на вирішення важливої науково-технічної проблеми – підвищення

ефективності перевезень пасажирів локомотивним та моторвагонним рухомим складом (МВРС).

Для усунення збитковості приміських перевезень треба розробити вимоги до нового МВРС у частині застосування сучасних, надійних та економічних силових установок, розроблення нового рухомого складу з гнучкою системою переформування кількості вагонів у залежності від розміру пасажиропотоку, що ліквідує порожні пробіги дизель-поїздів, визначитися з типом передачі потужності, створення гібридних силових установок та ін.

Особливостями приміських перевезень, що впливають на організацію руху приміських поїздів, є:

- концентрація перевезень у великих центрах (містах);
- масовість перевезень зі значною кількістю поїздок на одного пасажирів на рік;
- перевезення здійснюються на короткі відстані;
- різке падіння пасажиропотоку на дільниці при віддаленні від головної станції;
- нерівномірність перевезень за сезонами року, днями тижня та за годинами доби, наявність міжсезонної кореспонденції пасажиропотоків.

Доцільність курсування приміських поїздів визначається залежно від наявності пасажиропотоку, фактичних надходжень від продажу проїзних документів.

Для аналізу параметрів дизель-поїзда та оцінки його технічного рівня застосовують такі техніко-економічні показники: питома витрата палива, ресурс та потужність силової установки (дизеля), вага (навантаження на вісь), сила тяги тривалого режиму, конструкційна швидкість, прискорення на початку руху та уповільнення при гальмуванні, кількість пасажирів та кількість місць для сидіння, загальна кількість місць (коефіцієнт місткості), кількість пасажирів, яка припадає на одні входні двері, склад дизель-поїзда. Вибір показників можливо здійснювати за методиками, які базуються

на теорії множин (на теорії бінарних відношень).

Аналіз ефективності та умов роботи дизель-поїздів виконано стосовно таких, які працюють на залізницях України у приміському русі – Д1 та ДР1А з гідропередачею, ДПЛ1 з локомотивною тягою та ДЕЛ02 з електропередачею змінного струму [1].

За складністю дизель-поїзди залізниць України значно відрізняються від трьох вагонів у Д1, ДЕЛ02, чотирьох у ДПЛ1 шести у ДР1А. Потужність СУ також значно відрізняється: дизель-поїзди Д1 та ДЕЛ02 мають майже однакову потужність, дизель-поїзд ДПЛ1 значно більшу (1470 кВт) у порівнянні з іншими. Конструкційна швидкість відрізняється не значно, а максимальна швидкість на перегоні однакова у Д1 та ДЕЛ02 й ДР1А та ДПЛ1 при значній різниці у складеності. Це стосується також маси поїзда – найбільш важкий дизель-поїзд ДПЛ1 має масу 411 т та максимальну пасажиромісткість 1020 осіб. Шестивагонний ДР1А має масу 346 т та максимальну пасажиромісткість 1143 осіб, тобто найбільшу кількість пасажирів на один вагон (190 осіб).

Дизель-поїзди Д1 та ДЕЛ02 при майже однаковій максимальній масі мають різницю пасажиромісткості майже у 190 осіб. Поїзд ДР1А при найбільшій довжині має найменшу масу на одне місце – 416,66 кг, тобто поїзди з гідропередачею мають перевагу за масогабаритними показниками та пасажиромісткістю. Питомі витрати потужності дизель-поїздів з гідропередачею Д1 та ДР1А (відповідно 4,52 й 4,24 кВт/т) менші порівняно з поїздом ДЕЛ02 (4,74 кВт/т) з електропередачею.

Як показує аналіз прискорення, у всіх розглянутих дизель-поїздах прискорення фактично однакове й не залежить від типу передачі потужності. Навантаження на рейки колії від колісних пар, що рухаються, на дизель-поїздах з гідравлічною передачею потужності значно нижчі

порівняно з електричною передачею як з асинхронним, так і локомотивним приводом. Таким чином, дизель-поїзди з гідравлічною передачею можуть експлуатуватися на колії з легкою верхньою будовою.

Питомі витрати палива на тягу дизель-поїздів на різних залізницях значно

відрізняються навіть у поїздів однієї серії. Це пов'язано зі станом в основному силових установок, терміном служби та умовами експлуатації, показниками роботи дизельних двигунів. Середня витрата палива за два роки по залізницях наведена у таблиці.

Таблиця

Середня витрата палива дизель-поїздами по залізницях України

Середня витрата палива	Питома витрата палива ДП, кг/10 ⁴ ткм брутто			
	Д1	ДР1А	ДПЛ1	ДЕЛО2
	109,50	82,60	107,25	119,76

Найменшу питому витрату палива мають дизель-поїзди серії ДР1А (незважаючи на понаднормативний пробіг від побудови), яка на Південно-Західній залізниці складає 70,87 кг/10⁴ткм брутто, а найбільша витрата у ДП серії ДЕЛО2 з електричною передачею потужності – 131,15 кг/10⁴ткм брутто (різниця у 54 %). Менші витрати палива дизель-поїздів Д1 та ДР1А пояснюються також тим, що опалення пасажирських салонів виконується теплотою охолоджувальної рідини дизеля та теплотою від гідропередачі (у зимовий період доповнюється казаном).

Огляд нормативних документів, програм, літературних джерел показує, що відсутня програма модернізації дизель-поїздів із заміни неекономічних, застарілих силових установок на сучасні; застосування науково обґрунтованих пропозицій зі зменшення витрат палива у сезонні періоди експлуатації, створення гібридних силових установок [2].

1. Промисловістю України за роки незалежності розроблено і побудовано декілька типів дизель-поїздів різної конструкції. Застосування дизель-поїздів з локомотивною тягою показало їх економічну недоцільність у приміських перевезеннях пасажирів.

2. Як передачі потужності на дизель-поїздах використовуються всі відомі різновиди передач потужності. Найбільш

широко використовується гідравлічна передача потужності (84 % від загальної чисельності дизель-поїздів України).

3. Аналіз експлуатації дизель-поїздів показав, що кращі показники у приміському, місцевому сполученні мають дизель-поїзди з гідропередачею потужності зі складеністю М + 4П + М з гнучкою схемою зміни кількості причіпних вагонів, наприклад: М + 2П + М, М + П + М. Повинна бути передбачена експлуатація зчеплених поїздів (система багатьох одиниць), наприклад: (М + П + М)+(М + П + М); (М + 2П + М) + (М + 2П + М) у залежності від потреб оператора перевезень пасажирів.

4. Перспектива подальших досліджень полягає у тому, щоб розробити схему гібридної силової установки дизель-поїзда з гідравлічною передачею потужності із застосуванням гідроакумулятора, що дасть змогу усунути неусталені процеси, зменшити витрату палива й викиди шкідливих речовин при роботі дизеля на холостому ході, зрушенні з місця та розгоні після стоянки на вокзалах або зупинних пунктах [3, 4].

Список використаних джерел

1. Басов, Г. Прогнозування розвитку дизель-поїздів для залізниць України [Текст] / Г.Г. Басов. – Харків: Алекс+, 2004. – 240 с.

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 гідروпередачею 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