

ласть стійкості прямолінійного руху багатовісного автомобіля. // Сб. научн. трудов Полтавського НТУ ім. Ю.Кондратюка. – Полтава, 2005. – випуск 16. – с. 88-93.

3. Сахно В.П., Зав'ялова Л.І., Несторенко М.П., Лагошна О.О. Дослідження впливу кількості некерованих колісних осей на область стійкості прямолінійного руху багатовісного автомобіля. – Вісник НТУ. – Київ, 2007. – №14. – с. 164-168.

4. Лагошна О.О. Математична модель прямолінійного руху чотирьохвісного автомобіля з переднім та задніми керованими колесами. – Вісник НТУ. – Київ, 2007. – №15. – с. 133-136.

УДК 656.22

## СИСТЕМА ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОЇЗДОПОТОКІВ ЛОКОМОТИВАМИ ТА ЛОКОМОТИВНИМИ БРИГАДАМИ

М.І. Музикін<sup>1</sup>, Г.І. Нестеренко<sup>2</sup>, С.І. Музикіна<sup>3</sup>

<sup>1</sup>магістр, аспірант кафедри безпека життєдіяльності, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: [grafmim@rambler.ru](mailto:grafmim@rambler.ru)

<sup>2</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри управління експлуатаційною роботою, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: [galinamuzykina@rambler.ru](mailto:galinamuzykina@rambler.ru)

<sup>3</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри безпека життєдіяльності, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: [fufei@rambler.ru](mailto:fufei@rambler.ru)

**Анотація.** В дослідженні наводиться характеристика різних систем обслуговування поїздопотоків локомотивами та доцільність вибору тієї чи іншої системи обслуговування. Розглянуті питання оперативного управління локомотивним парком та проаналізована система показників експлуатаційної діяльності локомотивів.

**Ключові слова:** експлуатація; локомотивний парк; тягові плечі; оперативне управління; система показників.

## SYSTEM SERVICE OF TRAIN TRAFFIC FLOW BY LOCOMOTIVES AND LOCOMOTIVE BRIGADES

M.I. Muzykin<sup>1</sup>, G.I. Nesterenko<sup>2</sup>, S.I. Muzykina<sup>3</sup>

<sup>1</sup>postgraduate of Life Safety Department, Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: [grafmim@rambler.ru](mailto:grafmim@rambler.ru)

<sup>2</sup>Ph.D., assistant professor, Management of Operational Work Department, Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: [galinamuzykina@rambler.ru](mailto:galinamuzykina@rambler.ru)

<sup>3</sup> Ph.D., assistant professor, Life Safety Department, Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: [fufei@rambler.ru](mailto:fufei@rambler.ru)

**Abstract.** The study presents the characteristics of different systems service of train traffic flow by locomotives and expediency of the choice one system service or another. In a study of addressed issues operational control locomotive fleet and analyzed scorecard of operational work of locomotives.

**Keywords:** *exploitation; locomotive park; traction shoulders; operational management; scorecard.*

**Вступ.** Ефективна робота залізниць залежить від раціональної експлуатації локомотивного парку, яка передбачає: утримання локомотивного парку в справному стані, високу продуктивність локомотивів, своєчасне забезпечення ними поїздів, правильну організацію праці локомотивних бригад. Високу продуктивність локомотивів можливо досягти шляхом поліпшення використання їх потужності, підвищенням середньодобового пробігу та зниженням одиночного пробігу. Робота локомотивних бригад має бути організована так, щоб машиністи мали змогу завчасно знати час своєї роботи та відпочинку. Для цього на основі графіку руху поїздів розробляються розклад роботи локомотивних бригад, а на деяких напрямках, де значно змінюються розміри руху, складають варіанти графіків руху поїздів, обороту локомотивів та роботи локомотивних бригад. [1]

**Мета роботи.** Провести аналіз систем обслуговування поїздопотоків локомотивами та локомотивними бригадами з метою інтенсифікації використання локомотивного парку.

**Матеріали та результати досліджень.** Локомотивне депо – це індустріальне підприємство з ремонтних робіт, яке оснащене сучасним механообробним, зварювальним, підйомно-транспортним, діагностуючим та іншим обладнанням.

Парк локомотивів розподілений по залізницям, а всередині кожної залізниці – по основним депо. Локомотиви кожного основного депо працюють, як правило, на прикріплених до них ділянках обороту (так звані тягові плечі).

Локомотиви, які приписані до основного депо, обслуговують поїзди по графіку руху в межах ділянок, на яких розташовуються основне та оборотне депо. Ця ділянка може бути обмежена станціями з двома оборотними депо, в цьому випадку основне депо розташовується на ділянці між цими станціями. Після кожного рейсу з поїздами в цих кінцевих пунктах роботи локомотивів проводиться, за необхідності, екіпіровка та технічне обслуговування (ТО) в обсязі ТО-2.

Дослідження показали, що довжина ділянок обороту впливає на ефективність експлуатації локомотивів та визначає приведені затрати на кожну роботу. Збільшення протяжності ділянок обороту в 2 рази до 700-900 км при

незмінному об'ємі перевезення скорочує потребу в локомотивах приблизно на 15 %, при цьому покращується їх продуктивність, підвищується швидкість руху поїздів, прискорюється оборот вагонів, скорочуються капіталовкладення в локомотивне господарство.

В залежності від розміщення на залізничній мережі основних та оборотних депо, транзитності вантажопотоку, графіка руху застосовуються різні способи роботи локомотивів з поїздами.

Плечовий спосіб використовують, коли до основного депо примикає лише одна ділянка обороту або основне депо розміщено на сортувальній станції та більшість локомотивів на цій станції від поїздів відчіплюється. Після обслуговування поїзда локомотивів направляють в депо на ТО-2, екіпіровку та зміну бригади.

Кільцевий спосіб застосовують, якщо до основного депо примикають два тягових плеча та присутній високий коефіцієнт нерівномірності поїздопотоку по станції основного депо. При кільцевому способі скорочується непродуктивний час їх роботи та зменшується потреба в парку локомотивів приблизно на 6-9 % порівняно з плечовим. Знижується завантаження горловин приймально-відправних парків станцій основного депо, збільшується їх пропускна спроможність.

Петлевий спосіб представляє собою різновидність кільцевого та застосовується в випадку примикання до станції з основним депо не лише двох тягових плечей. Цей спосіб ефективний при реформуванні поїздів на станції з основним депо або при відсутності екіпірувальних пристроїв на ній та вимушеному направленні локомотива для виконання ТО-2 в основне депо. При петлевому способі потрібний парк локомотивів скорочується на 3-4 % на відміну з плечовим.

При ускладненнях в експлуатаційній роботі на залізничних полігонах та напрямках – нестачі пропускної та переробної спроможності, локомотивного парку – накопичуються надлишок вагонного парку, затримується просування вагонопотоків, збільшується оборот вагонів. Звичайні регулювальні заходи в цих умовах або неможливі, або не дають належного ефекту. Диспетчерські колективи в подібній обстановці приймають ряд прийомів диспетчерського регулювання. В оперативно-розпорядчому відділі служби руху є черговий помічник начальника відділу по роботі з локомотивами, або дорожній локомотивний диспетчер, який також враховує локомотивний парк, контролює його технічний стан та його постановку на планові види ремонту, слідкує за режимом роботи локомотивних бригад та планує їх на зміну, тримає зв'язок з депо та локомотивними диспетчерами дирекцій. Прив'язують локомотиви до поїздів та регулюють їх роботу дорожні диспетчери (ДГП), кожний на своєму колу.

Диспетчерський апарат залізниці зобов'язаний правильно розмістити локомотивний парк на дирекціях у відповідності з розмірами майбутньої роботи. Щоб не допустити довільного його перерозподілу, встановлений диспетчерський контроль за слідуванням локомотивів через стикові пункти дирекцій та залізниці. Основа контролю – рівночисельний обмін локомотивами на протязі визначеного періоду, тривалість якого залежить від часу обороту, довжини ділянки обороту та ступеня нерівномірності руху поїздів.

Особливу увагу диспетчери дирекцій та залізниць приділяють організації роботи локомотивних бригад. Найбільш прогресивна система організації роботи бригад – безвизивна та її вища форма – іменні розклади. В графіку руху поїздів виділені нитки, на яких щодобово назначають поїзди. Але так, як правило, працює лише частина бригад, інші – по системі нарядів.

Для планування та діагностування витрат по перевезеннях та якості експлуатаційної діяльності підрозділів локомотивного господарства приймається система показників [2]. Ці показники характеризуються якістю праці робітників локомотивного депо та ефективністю експлуатації локомотивів. Показники діляться на кількісні та якісні.

Кількісні показники:

Пробіги локомотивів в локомотиво-кілометрах. Загальний річний пробіг локомотивів експлуатаційного парку депо визначається як сума:

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{заг}} = 365 \left( \sum MS_{\text{л}}^{\text{гл}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{вт}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{ман}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{всп}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{ус}} \right) \quad (1)$$

де  $\sum MS_{\text{л}}^{\text{лін}}$  - лінійний пробіг локомотива, лок-км;

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{лін}} = \sum MS_{\text{л}}^{\text{гл}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{вт}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{всп}}, \quad (2)$$

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{гл}}$  - пробіг локомотива на чолі поїздів, лок-км;

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{гл}} = \sum MS_{\text{л}}^{\text{поїз}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{прич}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{зб}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{вив}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{пер}}, \quad (3)$$

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{всп}}$  - допоміжний лінійний пробіг локомотивів, лок-км;

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{всп}} = \sum MS_{\text{л}}^{\text{дв}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{під}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{один}}, \quad (4)$$

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{ман}}$  - умовний пробіг спеціально маневрових локомотивів, лок-км;

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{ман}} = \sum M_{\text{ман}}, \text{ лок-км,}$$

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{ус}}$  - умовний пробіг локомотивів, за виключенням спеціально маневрових;

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{ус}} = \sum t_i S_{\text{ус}}, \text{ лок-км,}$$

Показник  $\sum MS_{л}^{зар}$  використовують в розрахунках кількості ремонтів локомотивів, потреби екіпірувальних матеріалів, ремонтних та екіпірувальних засобів.

Робота локомотивів вимірюється в локомотиво-годинах. Цей показник визначає об'єм роботи локомотивів депо по видам руху та роботу в годинах.

Робота локомотивів в тонно-кілометрах. Розрізняють  $m$ -км брутто вантажного та пасажирського руху та  $m$ -км нетто експлуатаційні. Тонно-кілометри брутто  $A_T$  – найважливіший показник, що характеризує перевізну роботу депо, дирекції, залізниці та мережі в цілому, визначається за маршрутами машиністів та по формулі:

$$A_T = \sum^n 2l_{\text{брі}} N_i Q_{\text{спі}}, \quad (5)$$

де  $Q_{\text{спі}}$  - середня маса составу брутто на  $i$ -й ділянці обслуговування локбригад на ділянці обороту,  $m$ ;

Кількісні показники: швидкості руху:

$$\text{Ходова швидкість: } V_x = \frac{L}{\left[ t_y - \sum (t_{\text{ст}} + t_{\text{пз}}) \right]} \text{ км/год}; \quad (6)$$

$$\text{Технічна швидкість: } V_T = \frac{L}{\left[ t_y - \sum t'_{\text{ст}} \right]} \text{ км/год}; \quad (7)$$

$$\text{Дільнична швидкість: } V_d = \frac{L}{t_d} \text{ км/год}. \quad (8)$$

Технічна та дільнична швидкості – комплексні показники, що залежать від діяльності всіх служб: локомотивної, руху, вагонної, колії, зв'язку та інші, від майстерності управління локомотивною бригадою. Ріст швидкості руху приводить до скорочення на  $\Delta M_e$  потрібного експлуатаційного парку локомотивів:

$$\Delta M_e = \frac{\sum MS_{л}^{\text{гоу}}}{365 \cdot 24} \left( \frac{1}{V_{\text{д.з}}} - \frac{1}{V_{\text{д.ф}}} \right), \quad (9)$$

де  $V_{\text{д.з}}$ ,  $V_{\text{д.ф}}$  - дільнична швидкість відповідно задана та фактична.

Середня маса поїздів  $Q_{\text{спі}}$  – кількість тон, що приходяться в середньому на один проведений поїзд по даній ділянці, визначається співвідношенням:

$$Q_{\text{спі}} = \frac{\sum^n Q_{\text{брі}} L_i}{\sum_1^n N_i L_i}, \quad (10)$$

Підвищення середньої маси поїздів досягається за рахунок: керування поїздів підвищеної маси та довжини; зменшення маловагових та неповно-составних поїздів.

Середньодобовий пробіг локомотива  $S_{\text{л}}$  планується окремо по залізниці, дирекціям та депо приписки локомотивів в межах ділянок обслуговування бригад в вантажному та пасажирському русі:

$$S_{\text{л}} = \frac{24 \sum MS_{\text{л}}^{\text{ліній}}}{\sum MT} \quad (11)$$

Збільшення  $S_{\text{л}}$  сприяють наступні організаційно-технічні заходи: подовження ділянок обороту локомотивів та ділянок обслуговування локомотивних бригад; покращення планування поїзної роботи та оперативного руху поїздів; вдосконалення плану формування та графіку руху поїздів; скорочення часу зупинок для технічних потреб.

Середньодобова продуктивність локомотива  $W_{\text{л}}$  – кількість  $m$ -км бруто, що приходяться в середньому за добу на один локомотив експлуатованого парку. Визначають її тільки для вантажного руху за видом тяги:

$$W_{\text{л}} = \frac{\sum NL_{\text{л}}Q}{M_{\text{е}}} \quad (12)$$

При підвищенні  $W_{\text{л}}$  скорочується локомотивний парк або зростає об'єм перевезення, зменшується енерговитрати на одиницю виконаної роботи та всі експлуатаційні витрати.

Середньодобовий бюджет часу локомотива характеризуються розподілом добового фонду часу електровозів та тепловозів експлуатованого парку депо в годинах або процентах на 24 години добового фонду часу в русі та у всіх видах простою. Бюджет часу виражається залежністю:

$$24 = \frac{1}{M_{\text{е}}} \left( \sum^n \frac{2l_{\text{брі}}}{V_{\text{ті}}} N_i + \sum^a t_{\text{оcj}} N_{\text{оcj}} + \sum^e t_{\text{обк}} N_k + \sum^c t_{\text{смп}} N_{\text{п}} + \sum^d t_{\text{пр}} N_r \right) \quad (13)$$

Час роботи в чистому русі  $P_{\text{дв}}$  може бути підраховано в годинах через середньодобовий пробіг або елемент бюджету часу:

$$P_{\text{дв}} = \frac{S_{\text{л}}}{V_{\text{т}}} = \sum \frac{t_{\text{гдв}}}{M_{\text{е}}} \quad (14)$$

Зберігання рівня корисної роботи при зростанні швидкості руху досягається при одночасному скороченні часу простоїв на станціях.



Загальний процент несправних локомотивів  $\alpha_n$  характеризує, з одного боку, рівень організації ремонту та розвитку ремонтної бази, а з другої – технічний стан та надійність локомотивів та визначається як процент відношення несправних локомотивів, які одночасно знаходяться в ремонті в депо та на заводах, до сумарного парку локомотивів, які знаходяться в розпорядженні депо для всіх видів руху та роботи:

$$\alpha_n = 100 \sum_1^n \sum_1^m \frac{f_{ij}}{M_{pd}} \quad (15)$$

Оперативний план використання локомотивного парку. За допомогою факторного аналізу можна виконати аналіз середньодобової продуктивності локомотивів з відчепленням та визначити вплив на цей показник маси поїздів, середньодобового пробігу та коефіцієнт продуктивності локомотивів.

Показники використання локомотивів для дирекцій залізничних перевезень визначаються лише по локомотивах, що виконували роботу відповідно в межах залізниці і дирекції залізничних перевезень незалежно від залізниць приписки локомотивів і депо приписки локомотивних бригад.

Дорожні механічні і ремонтні майстерні і заводи виконують ремонт окремих агрегатів вузлів локомотивів однієї або декількох залізниць (електричних машин, секцій, холодильників, колісних пар, верстатного устаткування і т.д.).

Бази запасу локомотивів призначені для зберігання і технічного нагляду за локомотивами, що знаходяться в запасі УЗ.

**Висновки.** Збільшення пробігу підвищує продуктивність локомотивів та є найбільш важливим засобом покращення їх експлуатації. На довгих ділянках обігу локомотивів наявні можливості забезпечення більш ефективного використання електровозів та тепловозів, підвищити їх пробіг за рахунок скорочення простою на технічних станціях та збільшення часу знаходження локомотивів безпосередньо в русі. Ці заходи сприяють прискоренню обороту вагонів та скороченню строків доставки вантажів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Музикін М. І. До питання впливу раціонального управління локомотивним парком на пропускну спроможність залізниць / М. І. Музикін // Вісник АМСУ. Серія: "Технічні науки". – Дніпропетровськ, 2015. – № 1 (53). – С.155-161.
2. Кудрявцев В. А. Управление движением на железнодорожном транспорте : учебное пособие для вузов ж.-д. трансп. / В. А. Кудрявцев. – М. : Маршрут, 2003. – 200 с.