

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ НА МАНЕВРОВУ РОБОТУ ПО ФОРМУВАННЮ БАГАТОГРУПНОГО СОСТАВУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЯГОВИХ РОЗРАХУНКІВ

Наведено опис порядку розрахунку експлуатаційних витрат на маневрову роботу при виконанні маневрових напіврейсів при формуванні составу.

Приводится описание порядка расчета эксплуатационных расходов на маневровую работу при выполнении маневровых полурейсов при формировании состава.

The description of a calculation procedure of operation costs for shunting work during performance of shunting semitrips for making-up of train is considered.

Проведені дослідження по визначенню експлуатаційних витрат на маневрову роботу при різних умовах формування багатогрупних составів дозволяють зробити висновок про те, що необхідність ефективної організації масового формування таких составів в реальних умовах потребує наявності методик та алгоритмів, які б дозволили зробити порівняння різних способів формування та вибор оптимального способу в оперативних умовах роботи станції, індивідуально для кожного багатогрупного составу. Оптимальна технологія формування багатогрупного составу повинна визначатися на етапі, який передуює складанню сортувального листа на даний состав.

В ринкових умовах вигідним критерієм визначення оптимального способу формування таких составів в оперативних умовах роботи станції є сумарні експлуатаційні витрати на маневрову роботу.

Оскільки потрібно враховувати необхідність реалізації багатоваріантної технології формування багатогрупних составів, алгоритм вибору повинен забезпечувати виконання наступних функцій:

- на базі необхідних даних по критерію сумарних експлуатаційних витрат на маневрову роботу дозволяти раціональний вибір оптимального способу формування кожного конкретного багатогрупного составу;
- забезпечувати складання та видачу плану маневрової роботи по підбиранню вагонів даного багатогрупного составу з використанням оптимального способу формування.

Вихідні дані для роботи алгоритму визначення експлуатаційних витрат на маневрову роботу методом тягових розрахунків складаються з трьох груп: дані про маневровий сос-

тав, дані про маршрут маневрового пересування, значення ставок одиничних норм витрат на вимірники маневрової роботи.

Далі для повного та адекватного проведення розрахунків необхідно уточнити деякі дані, а саме для перших двох груп: кількість вагонів у групі, що пересувається; довжина групи вагонів; маса групи; дані про швидкість руху та профіль на маршруті; довжина напіврейсу та опис елементів повздовжнього профілю на маршруті із зазначенням меж елементів профілю, їх довжини та ухилу.

Дані першої групи формуються по результатах розрахунків процесу сортування.

Дані другої групи визначаються наступним чином:

- допустимі швидкості руху маневрового составу – для випадків знаходження маневрового локомотива в голові та хвості составу при виконанні r -го маневрового пересування;
- довжини напіврейсів – за масштабним планом основного або допоміжного сортувального пристрою, сортувальних та з'єднувальних колій, примикаючих горловин, колій стоянки составу, що очікує насуву, та насувної колії, з урахуванням необхідної місткості p -ї сортувальної колії l_p^n ;
- довжини та ухили елементів повздовжнього профілю ділянок, що входять у маневровий напіврейс, з урахуванням встановленої необхідної місткості p -ї сортувальної колії l_p^n .

Визначення витрат виконується за допомогою системи одиничних норм витрат (ОНВ). В системі одиничних норм витрати визначаються в залежності від значної кількості характерних вимірників, що дозволяє з найбільшою

точністю врахувати особливості виконання маневрової роботи при різних способах формування. Пропонується розрахунок за наступними показниками, що розподілені на три основні групи:

1. Енергетичні показники:
 - механічна робота локомотива, тис. тс·км (R_L);
 - механічна робота сил опору, тис. тс·км (R_{co});
 - витрата дизельного палива, кг (G).
2. Часові показники:
 - бригадо-години локомотивних бригад, бр·год (Mh);
 - локомотиво-години, лок·год (Mh);
 - вагоно-години, ваг·год (nH).
3. Показники пробігу:
 - локомотиво-кілометри, лок·км (MI);
 - вагоно-кілометри, ваг·км (ml);
 - тонно-кілометри, т·км ($(P + Q)l$).

Крім того, до розрахунку необхідно додати відповідні дані про маневровий локомотив, за допомогою якого буде виконуватися маневрова робота. Необхідними для розрахунку є наступні дані:

- вага маневрового локомотива, т (P);
- конструкційна швидкість, км/год (V);
- множина значень дотичної сили тяги $f_k; i = 1, \overline{nut}$, де nut - кількість вузлових точок тягової характеристики);
- множину коефіцієнтів відрізків теплової характеристики $A_i^{tx}, B_i^{tx}; i = 1, \overline{nf} - 1$;
- множину коефіцієнтів відрізків температурної сталої $A_i^{tp}, B_i^{tp}; i = 1, \overline{nf} - 1$.

Реалізація розрахунку починається з прийому необхідних для імітації вихідних даних, що описані вище (про маневровий состав, повздовжній профіль на протязі маневрового маршруту, а також значення витратних ставок).

В процесі руху маневрового составу він піддається дії некерованих та керованих сил, які можуть виступати як у якості сил опору руху, так і у якості прискорюючих сил. До некерованих сил слід відносити опір руху составу від повітряного середовища, а також від тертя (в першу чергу між рейками та гребнями коліс), а також силу тяжіння, яка залежить від маси составу з локомотивом та ухилу елементів повздовжнього профілю, на яких знаходиться состав на l -й ділянці зміщення. Сили тертя завжди створюють опір руху маневрового составу, сила тяжіння може як сприяти збільшенню швидкості, так і навпаки.

Керовані сили – сила тяги локомотива та гальмівна сила B_r .

Загальним принципом розрахунку є використання числових методів вирішення рівняння руху маневрового составу (метод Ейлера [1]):

$$\frac{dV}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2} = \xi[f_k(V) - w_0(V) + b_r(V) \pm i(s)],$$

де $f_k(V), w_0(V), b_r(V)$ – питомі сили тяги локомотива, основного опору руху та гальмівної сили як функції швидкості, кгс/тс;

$i(s)$ – питомий опір від приведенного ухилу функції координат поїзда на ділянці, кгс/тс (при незначних розмірах кутів нахилу осі колії до горизонтальної площини питомий опір від ухилу чисельно може прийматися рівним величині ухилу в проміллі [1]).

Зміна фактичної швидкості руху маневрового составу V визначається на деякому достатньо невеликому “зміщенні” l^0 . Величина такого зміщення обрана рівною 1 м. Для кожної координати l розташування центру маси маневрового составу (з кроком 1 м) розраховується сумарне значення сил тяги локомотива, основного опору руху та гальмівної сили. Вимірювання швидкості составу буде визначатися початковою швидкістю V_{i-1} при вході на ділянку зміщення, що розглядається, l та величиною рівнодіючої прискорюючої та уповільнюючої сил для даної ділянки зміщення.

Величина питомого опору від приведенного ухилу повздовжнього профілю для l -ї ділянки зміщення (при $l^0 = 1$) визначається від початку розрахунку процесу руху маневрового составу за допомогою обробки даних про повздовжній профіль маршруту маневрового пересування [1]:

$$i_l = \frac{\sum_{j=l-\frac{L_c}{2}}^{l+\frac{L_c}{2}} i_j S}{L_c}; l = \overline{1, (L_0 - L_c)},$$

де L_0 - задана довжина напіврейсу, м;

L_c - довжина составу з локомотивом, м;

i_j - величина ухилу колії для j -го метрового елемента, ‰;

$S = 1$ - довжина l -ї ділянки зміщення, м.

Алгоритм, що описує можливі варіанти управління рухом маневрового составу, та розрахунок швидкості руху на l -й ділянці зміщення в залежності від режиму, що реалізується

(тяга, вибіг, гальмування) простіше реалізувати на ЕОМ з управлінням та поточним одержанням даних.

Час слідування по l -й ділянці зміщення (у хвиликах) використовується з використанням наступної формули [1]:

$$t_l = \frac{S}{\left(\frac{V_l - V_{l-1}}{2}\right)} \cdot 0.06,$$

де V_l, V_{l-1} – відповідно, швидкість руху составу при вході на l -у ділянку зміщення та при виході з нього, км/год;

$S = 1$ – довжина l -ї ділянки зміщення, м;

0.06 – коефіцієнт, для переводу годин t_l в хвилини.

Механічна робота локомотива на l -й ділянці зміщення (тс·км) дорівнює [1]:

$$R_l = f_{kl}(Q + P) \cdot S \cdot 10^{-6},$$

де f_{kl} – питома сила тяги локомотива на l -й ділянці, кгс/тс (визначається за значеннями масиву для середньої швидкості на ділянці).

Значення годинних вимірників (Mh, Mh, nH) визначаються по часу t_l ; значення показників пробігу – по довжині маневрового маршруту.

Процес розрахунку руху составу зупиняється, коли величина l приймає значення, яке дорівнює $L_0 - L_n$.

Формування результатів розрахунків полягає в розрахунку сумарних значень вимірників по всіх ділянках зміщення.

В результаті процесу розрахунку маневрового пересування одержуємо значення вимірників, що розглядаються. Величини сумарних експлуатаційних витрат на одне маневрове пересування визначається шляхом перемноження заданих витратних ставок на вимірник на відповідні значення цих вимірників, що одержані в процесі розрахунку процесу руху маневрового составу.

Сумарні експлуатаційні витрати на маневрову роботу при реалізації обраного способу формування:

$$E_M = \sum_{r=1}^R E_r,$$

де R – загальна кількість напіврейсів за цикл сортування (формування одного составу) при способі формування, що розглядається.

Слід зазначити, що приведений алгоритм є досить трудоемним, тому для проведення великих обсягів моделювання, що необхідно для остаточного вибору способу сортування чи формування составів, необхідно створити відповідну модель на ЕОМ.

Таким чином, за допомогою моделювання маневрових напіврейсів можна визначити експлуатаційні витрати по кожному напіврейсу, а також сумарні експлуатаційні витрати на маневрову роботу по формуванню составу. При обробці достатньо великої кількості статистичних даних про структуру місцевих вагонопотоків, одержані характеристики процесу сортування можуть використовуватися при визначенні деяких параметрів колійного розвитку для формування багатогрупних составів, а саме – місткості сортувальних колій.

Наведений алгоритм також може використовуватися при визначенні сумарних експлуатаційних витрат на маневрову роботу по формуванню багатогрупних составів в умовах будь-яких гіркових та безгіркових сортувальних пристроїв вантажних та технічних станцій, забезпечуючі при цьому облік реальних даних про структуру місцевого вагонопотоку, параметри колійного розвитку для формування багатогрупних составів та енергетичні витрати маневрового локомотива.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Фуфрянский Н. А. Подвижной состав и тяга поездов. – М.: Транспорт, 1979. – 365 с.
2. Чернов В. Н. Автоматизация формирования многогруппных поездов в хвостовых горловинах сортировочных парков. Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. – Ростов-на-Дону, 1995. – С. 109-111.
3. Шабалин Н. Н. Выбор технологии формирования поездов. Вопросы эксплуатации железных дорог. – М., 1959. – С. 8-22.
4. Флодр Ф. Технология работы станции формирования поездов. – 1989. – 134 с.

Надійшла до редколегії 25.02.2008.