

Розроблений програмний комплекс «Тягові розрахунки» [1] абсолютно відповідає до вимог інформативності даних в тягових розрахунках та дозволяє раціоналізувати витрату ресурсів на тягу поїздів.

Список використаних джерел

- 1 Фалендиш А.П., Гаченко В.О., Возненко С.В., Клецька О.В., Барибін М.А. Математичне моделювання основних параметрів у тягових розрахунках // Збірник наукових праць ДУІТ. Серія «Транспортні системи і технології» 2020., №35. С. 102-112.
- 2 Осипов С.И., Осипов С.С. Основы тяги поездов. Учебник для студентов техникумов и колледжей жеззнодорожного транспорта. Москва: УМК МПС России, 2010. 592 с.
- 3 Наказ №204-Ц. Положення про інспекцію з контролю ефективності використання енергоресурсів Укрзалізниці. - Введ. 2014-05-16. – Київ:, 2014. - 10 с.

асп. М. А. Барибін¹,

канд. тех. наук А. О. Каграманян¹,

канд. тех. наук Д. А. Иванченко¹,

канд. тех. наук К. В. Иванченко²

(¹Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків;

²Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»)

УДК 629.4/004.89:004.93

МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ ПЕРЕТВОРЕННЯ ВХІДНИХ ДАНИХ ТЯГОВИХ РОЗРАХУНКІВ ДО ОПТИМАЛЬНОГО ВИДУ ПРОГРАМНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Основні параметри тягового рухомого складу в залежності від швидкості та контролюємого параметра в своїй більшості в літературних джерелах задані таблично чи графічно в габаритах [2], які не дозволяють повноцінно обрати параметр контролю у всьому діапазоні швидкостей. Розвиток мікропроцесорного обладнання та його інтеграція в локомотивному господарстві вимагає точних значень деяких параметрів в залежності від швидкості руху поїзда. Тому пропонується для визначення необхідних

даних використати метод найменших квадратів [3]. Прикладом такого розрахунку можуть бути гіперболічні характеристики сили тяги.

В загальному вигляді гіперболічне рівняння сили тяги локомотива відносно швидкості руху має вид:

$$F_K = a + \frac{b}{V}. \quad (1)$$

Для визначення коефіцієнтів a і b пропонується використовувати вирази:

$$a = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n F_{K_i} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{V_i}\right)^2 - \sum_{i=1}^n \frac{1}{V_i} \cdot \sum_{i=1}^n F_{K_i}}{n \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{V_i}\right)^2 - \sum_{i=1}^n \frac{1}{V_i} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{1}{V_i}}, \quad (2)$$

$$b = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n \frac{F_{K_i}}{V_i} - \sum_{i=1}^n \frac{1}{V_i} \cdot \sum_{i=1}^n F_{K_i}}{n \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{V_i}\right)^2 - \sum_{i=1}^n \frac{1}{V_i} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{1}{V_i}}. \quad (3)$$

Останнім етапом розрахунку повинно стати визначення похибки отриманого рівняння відносно даних таблиць чи графічних зображень за виразом:

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1}^n \left| F_{K_i} - a - \frac{b}{V_i} \right|}{n \cdot \sum_{i=1}^n F_{K_i}} \cdot 100\%. \quad (4)$$

Вхідними даними для прикладу розрахунку є табличні значення сили тяги локомотива ЧМЕЗ на 8-й позиції контролера машиніста наведені у таблиці.

Розраховане значення сили тяги локомотива ЧМЕЗ на 8-й позиції контролера машиніста за формулами (2-4) зображено на рисунку.

Таблиця

Вхідні дані розрахунку

F_k , кН	303	287,4	265,1	176	152,7	148	140,5	133	114	95	89	86,5
V , км/год	9,3	10	11	15	17,5	18	19	20	24	28	30	31
F_k , кН	85,3	84	68	55	45	43	41,8	37	29			
V , км/год	31,5	32	40	50	60	62,5	64	70	80			

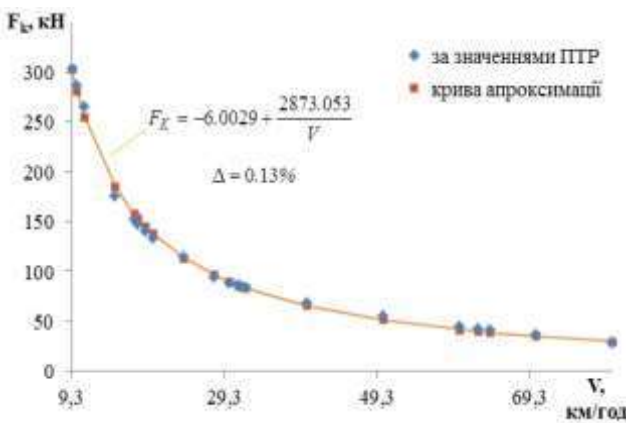


Рис. Рівняння гіперболічної сили тяги тепловозу ЧМЕЗ на 8-й позиції контролера машиніста

Головною задачею при проведенні апроксимації є відслідкування похибки розрахунку та візуального контролю збіжності точкових значень з графічною інтерпретацією кривої. У разі невідповідності необхідно змінити тип кривої на поліноміальну, експоненціальну, логарифмічну чи іншу. Впроваджені результати розрахунку знайшли своє застосування в програмному комплексі «Тягові розрахунки» та направлені на підвищення точності обчислень [1].

Список використаних джерел

- 1 Фалендиш А.П., Гатченко В.О., Возненко С.В., Клецька О.В., Барибін М.А. Математичне моделювання основних параметрів у тягових розрахунках // Збірник наукових праць ДУІТ. Серія «Транспортні системи і технології» 2020., №35. С.102-112.
- 2 Осипов С.И., Осипов С.С. Основы тяги поездов. Учебник для студентов техникумов и колледжей жеззнодорожного транспорта. Москва: УМК МПС России, 2010. 592 с.
- 3 Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа Москва: Дрофа, 2003. 703 с.

*Селецький В. С., к.т.н., провідний інженер
ВП "Львівське відділення" філії "ГІОЦ"
АТ "Укрзалізниця"*

УДК 683.1

**РОЗШИРЕННЯ МЕРЕЖ ПЕТРІ.
ВЛАСТИВОСТІ І АНАЛІЗ, ПЕРЕТВОРЕННЯ
І ПРАВИЛА МАРКУВАННЯ ТА
МОЖЛИВОСТІ ПОЗИЦІЙ МЕРЕЖ ПЕТРІ**

Для моделювання технологічних процесів різних інформаційних і транспортних систем, в тому числі і систем залізничного транспорту були розроблені

нововведення мереж Петрі (МП): \blacklozenge *виду дуги* - інгібіторна дуга n – го порядку; \blacklozenge *виду позицій*: позиція n – го рівня, позиція з фіксованим часом затримання фішок, позиція n – го рівня з фіксованим часом затримання фішок, проста предикатна позиція, предикатна позиція n – го рівня і \blacklozenge *виду переходу* – предикатний перехід.

Розширена мережа Петрі RN задається сукупністю із шести множин: $RN=(P, T, A, w, B, \bar{w})$, де P і T - скінченні, непорожні множини позицій і переходів;

$A = A^- \cup A^+$, де A^- і A^+ - множини орієнтованих дуг $ArcsI$ і $ArcsO$ (вхідних і вихідних), $A \subseteq P \times T \cup T \times P$; w - функція ваги для дуг $ArcsI$ і $ArcsO$, $w : A \rightarrow \{0, 1, 2, \dots\}$; B - множина інгібіторних дуг

n – го порядку $ArcsInh$, $B \subseteq P \times T$, \bar{w} - функція ваги для дуг $ArcsInh$ МП, $\bar{w} : B \rightarrow \{0, -1, -2, \dots\}$ і $A \cap B = \emptyset$.

Маркована МП RM задається парою $RM=(RN, m_0)$, де:

$RN=(P, T, A, w, B, \bar{w})$ і $m_0 : P \rightarrow \{0, 1, \dots\}$.

Властивості і аналіз розширених мереж Петрі [1]. Нововведені елементи МП описані на математичній термінології, відображені за допомогою графічних інтерпретацій і продемонстровано їх використання на імітаційних підмережах.

Одна із імітаційних підмереж S_{Prk} , яка містить предикатну позицію k – го рівня наведена на рис. 1.

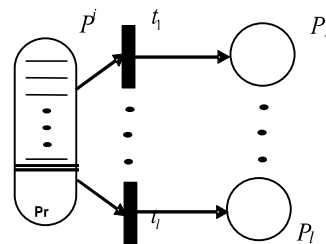


Рис. 1. Підмережа S_{Prk}

Предикатна позиція k – го рівня вирішує конфліктну ситуацію зпрацювання i – го переходу з l переходів, які виходять з даної позиції.

В підмережі S_{Prk} предикатна позиція k – го рівня P^i має початкове маркування $m(P^i) = (m_1, m_2, \dots, m_k)$, а позиції P_j , для $1 \leq j \leq l$ мають початкове маркування $m(P_j)$, для $1 \leq j \leq l$. В результаті запуску послідовності переходів: $t_{n_1}, t_{n_2}, \dots, t_{n_k}$ маркування підмережі M