

ДО ПИТАННЯ КОНТРОЛЮ ТА РЕЄСТРАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ТРАМВАЯ

Розводюк М.П., к.т.н., доц., Брабалат К.В., студ.
Вінницький національний технічний університет

21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95

E-mail: rozvodyukmp@vstu.vinnica.ua; rozvodyukmp@mail.ru

В работе рассмотрен вопрос экономии электрической энергии трамваем на маршруте путем задания оптимального закона изменения скорости движения вагона между остановками. Для предложенного способа предложен закон оптимального движения трамвая и устройство для его реализации. Разработан и алгоритм функционирования устройства.

Ключевые слова: трамвай, электрическая энергия, электрические потери, оптимальный закон изменения скорости.

In work the question of economy of electric energy by tram on a route by the task of the optimum law of change of speed of movement of the tram between stops is considered. For the offered way the law of optimal movement of a street car and the device for its realization is offered. The algorithm of functioning of the device is developed also.

Key words: tram, electric energy, energy losses, the optimal law of change of speed.

Вступ. Трамвайний парк кожного міста є одним із найбільших споживачів електричної енергії. Тому пошук нових та перегляд існуючих способів економії електроенергії є актуальним, особливо із зростанням цін на енергоносії.

Один із способів економії електроенергії трамваем під час перебування його на маршруті – задання потрібного закону зміни швидкості руху трамвая на кожному перегоні (між зупинками), який визначається оптимальною залежністю струму тягових електричних двигунів від довжини перегону, його параметрів та загальної маси вагону (з врахуванням пасажирів), що забезпечує мінімум електроспоживання.

Аналіз попередніх досліджень. Існує декілька пристроїв, що дозволяють контролювати та реєструвати параметри роботи вагонів, прикладом яких можуть бути пристрої, описані в роботах [1, 2]. Та всі вони працюють лише на ідентифікацію поточних параметрів без можливості внесення корегування для забезпечення оптимального подолання відстані маршруту.

Мета роботи - розробка нового пристрою для контролю та реєстрації параметрів роботи трамвая, що дозволить би врахувати вище перераховані зауваження.

Матеріал і результати дослідження. Введемо деякі позначення: N_i – номер маршруту ($i = \overline{1, m}$, де m – загальна кількість трамвайних маршрутів міста); $n_{i,j}$ – номер перегону ($j = \overline{1, k}$, де k – загальна кількість перегонів на N_i -му маршруті); $l_{i,j,q}$ – відстань, яку подолав вагон від зупинки відправлення на $n_{i,j}$ -му перегоні ($q = \overline{0, R_{i,j}}$, де $R_{i,j}$ – довжина $n_{i,j}$ -го перегону); $v_{i,j,q}$ – швидкість руху вагону.

Враховуючи вище сказане, можна описати оптимізований закон зміни швидкості вагону в такому загальному вигляді:

$$v_{i,j,q} = f(l_{i,j,q}; M_{i,j,q}), \quad (1)$$

де $M_{i,j,q}$ – маса вагону з пасажирами на ділянці j, q i -го маршруту (оскільки $M_{i,j,q}$ не залежить від q , то для спрощення можна було б індекс q опустити).

Закон зміни швидкості вагону, що описується рівнянням (1), в більш детальному представленні можна синтезувати, використовуючи роботи [3, 4].

На рис. 1 представлений пристрій, що реалізує модель (1), який містить: 1 – задавач маршруту (ЗМ); 2 – лічильник пройденого шляху (ЛПШ); 3 – перший функціональний блок (ФБ1); 4 – сенсор стану дверей (ССД); 5 – сенсор маси вагону (СМВ); 6 – другий функціональний блок; 7 – блок ділення; 8 – блок управління; 9 – сенсор швидкості; 10 – реєстратор.

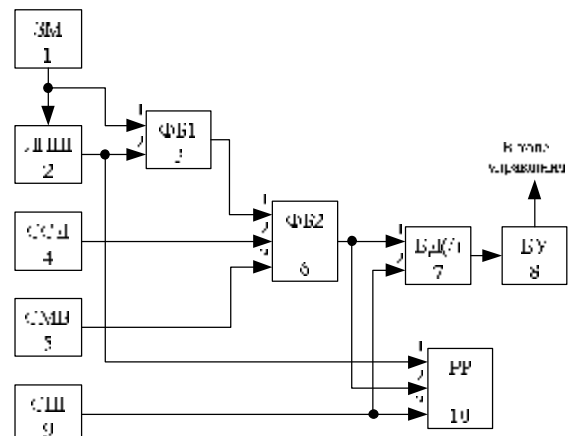


Рисунок 1 – Пристрій для контролю та реєстрації параметрів роботи трамвая

Пристрій працює наступним чином.

При виїзді на маршрут, встановлюється номер N_i маршруту в ЗМ 1 (рис. 1). Сигнал із ЗМ 1 подається на перший вхід ФБ1 3 та на вхід ЛПШ 2. При цьому останній обнулюється.

Вихідним сигналом ФБ1 3 є значення пройденого шляху на j -му перегоні i -го маршруту – $l_{i,j,q}$, який подається на перший вхід ФБ2 6, на другий і третій входи якого надходять сигнали, що відповідають стану дверей ($D = 1$ – двері відкриті, $D = 0$ – двері закриті) від ССД 4 та масі вагону $M_{i,j,q}$ від СМВ 5 відповідно. ФБ2 6 реалізує закон управління (1) в залежності від вхідних даних, а на виході видає $\vartheta_{i,j,q}^{(опт)}$ для кожного j -го перегону i -го маршруту.

Зміна закону $\vartheta_{i,j,q}^{(опт)}$ на наступний перегін може відбуватися відповідно до залежностей

$$\vartheta_{i,j,q} = \begin{cases} f(l_{i,j,q}), & \text{при } l_{i,j,q} < R_{i,j} \wedge D = 0; \\ 0, & \text{при } l_{i,j,q} < R_{i,j} \wedge D = 1; \\ f(l_{i,j+1,q}), & \text{при } l_{i,j,q} \geq R_{i,j} \wedge D = 0; \\ 0, & \text{при } l_{i,j,q} \geq R_{i,j} \wedge D = 1. \end{cases} \quad (2)$$

Інтерпретувати вираз (2) можна в такий спосіб: якщо шлях, пройдений вагоном на j -му перегоні i -го маршруту менший довжини даного перегону $R_{i,j}$ і двері є закритими, то повинен відпрацюватися поточний закон оптимального керування (перша стрічка системи (2)); якщо шлях, пройдений вагоном на j -му перегоні i -го маршруту рівний або більший довжини даного перегону $R_{i,j}$ і двері є закритими, то закон оптимального керування повинен змінитися на наступний (третя стрічка системи (2)); якщо ж двері вагону є відкритими, то не залежно від пройденого шляху на систему керування електроприводом вагону сигнал про початок руху не повинен подаватися (друга та четверта стрічки системи (2)).

В БД 7 відбувається процес ділення вхідних величин $\vartheta_{i,j,q}^{(опт)}$ та $\vartheta_{i,j,q}$, результат поступає на БУ 8, що далі передається в коло управління електроприводом вагону. Якщо $\vartheta_{i,j,q}^{(опт)} \neq \vartheta_{i,j,q}$, то засобами системи електроприводу вагону відбувається підгонка швидкості руху вагону до оптимального значення.

РР 10 дозволяє реєструвати пройдений шлях кожного перегону із відповідними значення швидкості як реальної $\vartheta_{i,j,q}$, так і оптимальної $\vartheta_{i,j,q}^{(опт)}$.

Принцип роботи пристрою ілюструється алгоритмом, поданому на рис. 2.

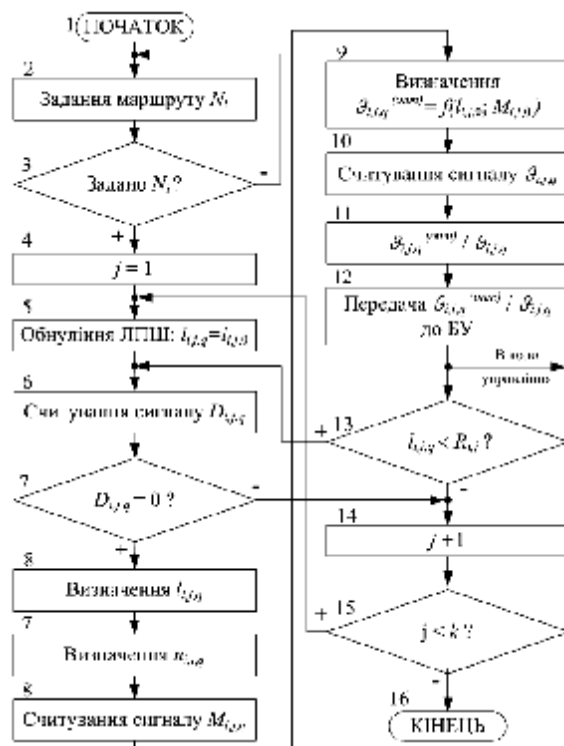


Рисунок 2 – Алгоритм роботи пристрою

Висновки. В роботі показано, що при наявності оптимального закону управління рухом трамваєм можна зекономити на кількості спожитої електроенергії. Для реалізації такої можливості розроблений пристрій для контролю та реєстрації параметрів роботи трамвая та побудований алгоритм його функціонування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Устройство для контроля и регистрации параметров работы локомотива: А. с. 1040501 СССР, МКИ G 07 C 5/08 / С.Н. Басович, А.Ф. Кукольников (СССР). – №3402544/18-24; Заявлено 24.02.82; Опубл. 07.09.83, Бюл. №33. – 2 с.
2. Устройство для контроля работы транспортных средств: А. с. 1446638 СССР, МКИ G 07 C 5/08 / В.Н. Дашук, С.Н. Демиденко, В.И. Петько, А.П. Струков, П.М. Чеголин (СССР). – №4137596/24-24; Заявлено 20.10.86; Опубл. 23.12.88, Бюл. №47. – 7 с.
3. Мокін Б. І., Мокін О. Б. Ідентифікація параметрів моделей та оптимізація режимів системи електропривода трамвая з тяговими електродвигунами електродвигунами постійного струму. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 92 с.
4. Петров Ю.П. Оптимальное управление движением транспортных средств. – Л.: Энергия, 1969. – 96 с.

Стаття надійшла 21.05.2008 р.
Рекомендовано до друку д.т.н., проф.
Родькіним Д.Й.