

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ І ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ

Випуск 2/2007 (2)



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ЮСТИЦІЇ

СВІДОЦТВО

ПРО ДЕРЖАВНУ РЕЄСТРАЦІЮ

ДРУКОВАНОГО ЗАСОБУ МАСОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Серія КВ

№ 12830-17/4ПР

“Електромеханічні і енергозберігаючі системи”

(назва видання державною мовою)

(назва видання іншою мовою (мовами))

Вид видання журнал

(газета, журнал, бюлетень, збірник, альманах, календар, дайджест)

Статус видання вітчизняне

(вітчизняне, іноземне)

Мова (мови) видання змішаними мовами (українська, російська, англійська)

Вид видання

за цільовим призначенням науково-виробниче

(громадянсько-політичне, наукове, навчальне, інформаційне)

рекламне (понад 40 відсотків обсягу одного номера – рекламне), вартісне (тощо)

Обсяг, періодичність до 10 ум.друк.арк.(формат А-4), 4 рази на рік

Сфера розповсюдження та категорія читачів загальнодержавна

науково-технічні працівники вищих навчальних закладів, науково-дослідних установ, студенти, аспіранти, інженерно-технічні працівники промислових підприємств

Засновник (співзасновники) КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО

Програмні цілі (основні принципи) або тематичні спрямування систем енергозбереження

інформування науково-технічних та інженерних працівників про сучасні досягнення в галузі електротехніки, електромеханіки.

Міністр

Олександр Лавринович

12.07.2007
(дата реєстрації)





**КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО**

**ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І
КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ І ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ

ELECTROMECHANICAL AND ENERGY-SAVING SYSTEMS

ЩОКВАРТАЛЬНИЙ НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЖУРНАЛ

2007/2

Кременчук, 2007

Свідоцтво Міністерства юстиції України КВ № 12830-1714ПР

Видання засноване Кременчуцьким державним політехнічним університетом
імені Михайла Остроградського 12.07.2007 р.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор

Загірняк М.В. д.т.н., проф., ректор КДПУ ім. М. Остроградського,
завідувач кафедри електричних апаратів ІЕЕКТ КДПУ ім. М. Остроградського

Заступники головного редактора

Чорний О.П. д.т.н., проф., директор Інституту електромеханіки, енергозбереження і
комп'ютерних технологій КДПУ ім. М. Остроградського

Родькін Д.Й. д.т.н., проф., завідувач кафедри систем автоматичного керування і
електропривода ІЕЕКТ КДПУ ім. М. Остроградського

Сінчук О.М. д.т.н., проф., завідувач кафедри систем електроспоживання і енергетичного
менеджменту ІЕЕКТ КДПУ ім. М. Остроградського

Члени редколегії:

Бешта О.С. д.т.н., проф., проректор з наукової роботи НГУ, Дніпропетровськ

Бугайчук В.М. голова правління електротехнічної компанії «Ампер», Кременчук

Грабко В.В. д.т.н., проф., проректор з наукової роботи ВНТУ, Вінниця

Зеленов А.Б. д.т.н., проф., кафедри автоматизованих електромеханічних систем, ДонДТУ,
Алчевськ

Качан Ю.Г. д.т.н., проф., завідувач кафедри енергоменеджмента ЗДІА, Запоріжжя

Клепіков В.Б. д.т.н., проф., завідувач кафедри автоматизованих електромеханічних систем
НТУ «ХП», Харків

Коренькова Т.В. к.т.н., доцент кафедри систем автоматичного керування і електропривода
ІЕЕКТ КДПУ ім. М. Остроградського

Коцегуб П.Х. д.т.н., проф. кафедри електропривода і автоматизації промислових установок,
ДонНТУ, Донецьк

Кутин В.В. д.т.н., проф. кафедри електричних станцій і систем, ВНТУ, Вінниця

Литвин О.М. технічний директор ТОВ "Holit Data Systems", Київ

Праховник А.В. д.т.н., проф., директор ІЕЕ НТУУ «КП», Київ

Ращепкин А.П. д.т.н., проф., провідний науковий співробітник ІЕД НАНУ, Київ

Садовой О.В. д.т.н., проф., проректор з наукової роботи ДДТУ, Дніпродзержинськ

Сенько В.І. д.т.н., проф. кафедри промислової електроніки, НТУУ «КП», Київ

Сінолиций А.П. д.т.н., проф., завідувач кафедри автоматизованого електропривода КТУ,
Кривий Ріг

Ткачук В.І. д.т.н., проф., завідувач кафедри електричних машин НУ «Львівська
політехніка»

Толочко О.І. д.т.н., проф., завідувач кафедри електропривода і автоматизації промислових
установок, ДонНТУ, Донецьк

Чермалих В.М. д.т.н., проф. кафедри автоматизації управління електротехнічними
комплексами ІЕЕ НТУУ «КП», Київ

Шинкаренко В.Ф. д.т.н., проф., завідувач кафедри електромеханіки НТУУ «КП», Київ

Юрченко М.М. д.т.н., проф., провідний науковий співробітник ІЕД НАНУ, Київ

Технічний редактор к.т.н., доц., Калінов А.П., e-mail: scenter@polytech.poltava.ua

Відповідальний за випуск к.т.н., доц., Гладир А.І., e-mail: gai@polytech.poltava.ua

АДРЕСА РЕДКОЛЕГІЇ:

Кафедра САУЕ, ІЕЕКТ КДПУ ім. М. Остроградського, вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39614
Тел. (05366) 3-11-47, e-mail: apch@polytech.poltava.ua

ДО ПИТАННЯ КОНТРОЛЮ ТА РЕЄСТРАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ТРАМВАЯ

Розводюк М.П., к.т.н., доц., Бралават 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 дозволив 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_{ij} – номер перегону ($j = \overline{1, k}$, де k – загальна кількість перегонів на N_i – му маршруті); $l_{ij,q}$ – відстань, яку подолав вагон від зупинки відправлення на n_{ij} – му перегоні ($q = \overline{0, R_{ij}}$, де R_{ij} – довжина n_{ij} – го перегону); $\vartheta_{ij,q}$ – швидкість руху вагону.

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

$$\vartheta_{ij,q} = f(l_{ij,q}; M_{ij,q}) \quad (1)$$

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

Закон зміни швидкості вагону, що описується рівнянням (1), в більш детальному представлені 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.

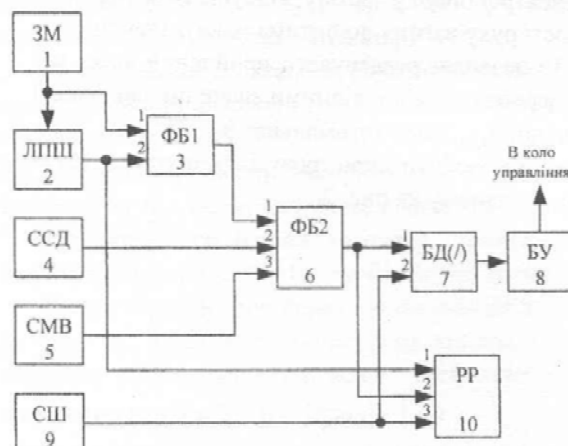


Рисунок 1 – Пристрій для контролю та реєстрації параметрів роботи трамвая

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 $\vartheta_{i,j,q}^{(opt)}$ для кожного j -го перегону i -го маршруту.

Зміна закону $\vartheta_{i,j,q}^{(opt)}$ 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 $\vartheta_{i,j,q}^{(opt)}$ та $\vartheta_{i,j,q}$, результат поступає на БУ 8, що далі передається в коло управління електроприводом вагону. Якщо $\vartheta_{i,j,q}^{(opt)} \neq \vartheta_{i,j,q}$, 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 $\vartheta_{i,j,q}^{(opt)}$.

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

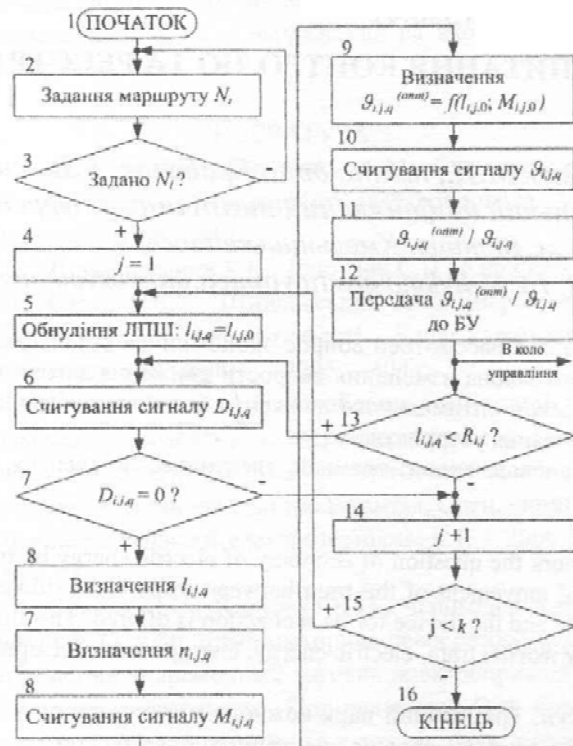


Рисунок 2 – Алгоритм роботи пристрою

Висновки. В роботі показано, що при наявності оптимального закону управління рухом трамваем 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.