

ВІСНИК

КРЕМЕНЧУЦЬКОГО
ДЕРЖАВНОГО
ПОЛІТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ
імені Михайла
Остроградського



Випуск 3/2007 (44) Частина 1

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Кременчуцький державний політехнічний університет
імені Михайла Остроградського**

ВІСНИК

**Кременчуцького державного
політехнічного університету
імені Михайла Остроградського**

**№ 3/2007 (44)
частина 1**

- Природничі науки
- Гуманітарні науки
- Електромеханічні системи та автоматизація
- Електричні машини і апарати
- Енергетика та енергоресурсозбереження
- Діагностика в електромеханічних і енергетичних системах
- Інформаційні системи і моделювання
- Електронні апарати, комп'ютерна техніка і інформаційно-вимірювальні технології
- Нові технології в машинобудуванні
- Транспорт. Дорожні та будівельні машини
- Фізичні процеси гірничого виробництва
- Екологічна безпека
- Економічні та маркетингові дослідження виробничо-підприємницької діяльності
- Проблеми вищої школи
- Ювілейні дати
- Короткі повідомлення (листи до редакції)

Кременчук – 2007

**Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету
імені Михайла Остроградського. –
Кременчук: КДПУ, 2007. – Вип. 3/2007 (44). - 178 с.**

Відповідно до постанови президії ВАК України від 9.06.1999 року № 1-05/7 збірник пройшов реєстрацію і внесений до Переліку № 1 фахових видань, в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук.

Друкується за рішенням Вченої ради Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського (протокол № 5 від 22.03.07 р.).
Свідцтво про реєстрацію серії КВ № 3004 від 19.01.98 р.

Збірник публікує статті, які містять нові теоретичні та практичні результати в галузях технічних, природничих та гуманітарних наук.

Редакційна рада:

Андрусенко О.М., д.т.н., проф.; Артамонов В.В., д.т.н., проф.; Воробйов В.В., д.т.н., проф.; Слізаров О.І., д.ф.-м.н., проф.; Загірняк М.В., д.т.н., проф. (голова ради); Никифоров В.В., к.б.н., доц. (відповідальний секретар); Козловська Т.Ф., к.х.н. доц. (технічний редактор); Комір В.М., д.т.н., проф.; Луговой А.В., к.т.н., проф. (заступник голови); Маслов О.Г., д.т.н., проф.; Родькін Д.Й., д.т.н., проф.; Саленко О.Ф., д.т.н., проф.; Сокур М.І., д.т.н., проф.; Солтус А.П., д.т.н., проф.; Хоменко М.М., д.е.н., проф.; Шмандій В.М., д.т.н., проф.; Юрко О.А., д.т.н., проф.

© Науково-дослідна частина КДПУ, 2007 р.

Адреса редакції: 39614, Кременчук, вул. Першотравнева, 20. Кременчуцький державний політехнічний університет імені Михайла Остроградського. МОВ, к. 3210.
Телефон: (05366) 3-62-17. E-mail: nich@polytech.poltava.ua

УДК 656(1-21):681.5+658.58

РОЗРОБКА ЛІЧИЛЬНИКА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ДЛЯ
ТРАМВАЯ

Мокін Б.І., д.т.н., проф., Розводюк М.П., к.т.н., доц.
Вінницький національний технічний університет
Дудко В.Б., гол. інж.
«Трамвайно-тролейбусне управління», м. Вінниця
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95
E-mail: rozvodiukmp@vstu.vinnica.ua

Рассмотрен вопрос контроля потребления электрической энергии городским электротранспортом. Разработан счетчик электрической энергии постоянного тока, использование которого на борту каждого трамвая Винницкого предприятия "Трамвайно-тролейбусное управление" позволило снизить уровень потребления электроэнергии на 12,5%.

Ключевые слова: электрическая энергия, трамвай, счетчик.

The problem of control of electric energy usage consumption by city electric transport has been considered in the paper. DC electric energy counter is developed. Its application in trams of Vinnytsia enterprise "Tram and Trolleybus Administration" allowed reducing electric energy consumption by 12,5%.

Keywords: electric power, tram, counter.

Вступ. На сьогоднішній день всіма підприємствами трамвайно-тролейбусних управлінь України аналіз спожитої енергії проводиться по щоденним, по щотижневим або щомісячним показникам лічильників на вводах тягових підстанцій, що не дає можливості провести якісний аналіз економічності перетворення, передачі, споживання, а також втрат електроенергії.

Для порівняння кількості спожитої електроенергії різними транспортними засобами і встановлення норм споживання використовують різні критерії [1, 2], усередненість яких призводить до дуже приблизного підрахунку витрат енергоресурсів підрозділами підприємств, ускладнює складання загального балансу електроенергії по підприємству, заважає втрати, і не дає можливості порівнювати діяльність споріднених підприємств. Тому актуальною постала задача створення пристрою – лічильника електроенергії постійного струму (ЛПС), який дозволив би точно вимірювати спожиту електроенергію рухомим складом на маршрутах.

Аналіз літературних джерел показав, що на терені колишнього Радянського Союзу були спроби створити такі лічильники, але через ненадійність, високу вартість та ряд інших причин вони не знайшли масового застосування [3].

Мета роботи. Розробка ЛПС з врахуванням вимог при його проектуванні: обчислення і видавання спожитої електричної енергії в дискретному вигляді з врахуванням коливання напруги контактної мережі в межах 400 – 720 В згідно галузевого стандарту [4, 5]; діапазон вхідного струму вимірювання не менший 500 А; діапазон вхідної напруги вимірювання до 1000 В у довготривалому режимі роботи і до 3500 В – не менше тривалості спрацювання релейного захисту підстанції; діапазон робочих температур від -35°C до $+65^{\circ}\text{C}$; відносна вологість середовища до 90%; похибка вимірювань не більша 2%;

напруга живлення $\pm(12\div 35)$ В; дискретність вимірювань 1 кВт·год.; здатність витримувати вібрації, допустимі для електрорухомого складу; повна безпека для обслуговуючого персоналу, зручність зчитування показів приладу, енергонезалежне збереження даних; невеликі габаритні розміри і маса; невисока вартість; міжпіврічний термін не більше двох років; можливість застосування приладу на фідерах, що живлять контактну мережу (з відповідним вимірювальним елементом); придатність для автоматизованого зняття показів в перспективі; опір ізоляції між колами 600 В і 24 В не менше 20 МОм.

Матеріал і результати дослідження. Математичну модель, що пропонується закласти у ЛПС, можна представити у вигляді стандартної формули [6]:

$$W = UIt, \quad (1)$$

де W – енергія, що споживається споживачем постійного струму; U – напруга на вході кола струму і живлення споживача; t – проміжок часу.

Дана математична модель реалізована у пристрої, структурна схема якого подана на рис. 1, де прийняті такі позначення: 1 – масштабний перетворювач струму МП_І; 2 – масштабний перетворювач напруги МП_U; 3 – блок живлення БЖ; 4 – перемножувач вхідних сигналів; 5 – перетворювач напруги в частоту; 6 – лічильник-дільник Л-Д; 7 – індикатор Ін.

Працює запропонований ЛПС таким чином. Значення струму I , що споживається, подається на масштабний перетворювач струму МП_І, на виході якого формується напруга U_I , пропорційна вхідному струму I . Напруга U даного споживача подається на масштабний перетворювач напруги МП_U, на виході якого, аналогічно попередньому, формується напруга U_U , пропорційна вхідній напрузі U . Сигнали U_I та U_U відповідно до виразу (1) перемножуються у блоці 4, на виході якого формується сигнал U_P , пропор-

ційний спожитій потужності U_I . В блоці 5 відбувається перетворення напруги U_p у відповідну частоту сигналу f , що подається на лічильник-дільник Л-Д, призначений для формування інтервалу часу та видачі лічильного імпульсу про спожиту енергію W . Лічильний імпульс, підсилений до необхідного рівня у тому ж блоці 6, надходить до індикатора I_n , який і видає числове значення спожитої енергії W .

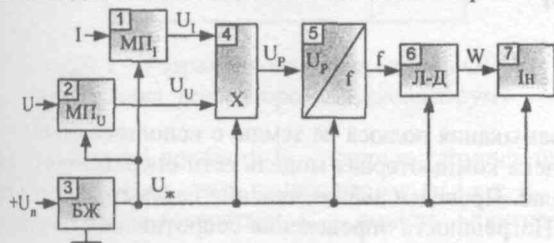


Рисунок 1 – Структурна схема ЛПС:

блоки 1, 2, 4 – 7 живляться напругою $U_{ж}$, яка подається з виходу блока живлення БЖ, на вхід якого подається деяка стала напруга $+U_n$ (24 В)

Струм I знімається із шунта 500 А (75 мВ) класу точності 0,5. Напруга U знімається із контактної мережі. Блок живлення БЖ отримує напругу із низьковольтної електричної системи трамвая.

Технічні характеристики ЛПС подані в табл. 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики ЛПС

Параметр	Значення
Діапазон вимірювання струму, А	1 ÷ 1000
Діапазон вимірювання напруги, В	100 ÷ 1000
Похибка вимірювання, %	2
Напруга живлення лічильника, В	+(10 ÷ 35)
Споживана потужність, Вт	0,45
Діапазон робочих температур, °С	-35 ÷ +65
Допустима відносна вологість, %	90
Поріг чутливості, мВ	2
Габаритні розміри, мм	220×100×80
Маса, кг	0,9

Схема підключення лічильника показана на рис. 2.

Впровадження ЛПС здійснено у Вінницькому підприємстві „Трамвайно-тролейбусне управління” ще в 1999 році. За цей період зібралася відповідна статистика по споживанню електроенергії трамвайним парком. На рис. 3 показана тенденція споживання електроенергії з 1995 р. по 2006 р. Як видно, з моменту впровадження ЛПС, з 1999 р., рівень електроспоживання трамваями знизився на 12,5%. Такий спад пояснюється тим, що керівництво вказаного підприємства запровадило ряд заходів щодо економії електроенергії, одним з яких є система преміювання.

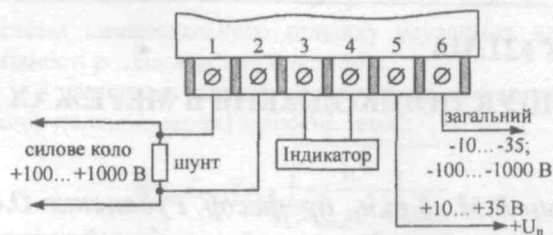


Рисунок 2 – Схема підключення лічильника

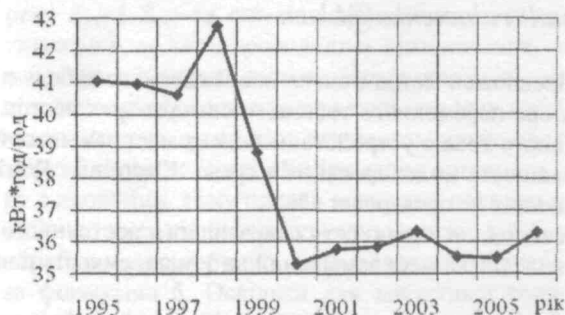


Рисунок 3 – Усереднене споживання електроенергії трамвайним парком Вінницького підприємства „Трамвайно-тролейбусне управління” з 1995 р. по 2006 р.

Висновки. Запропоновано лічильник електроенергії постійного струму, який можна використовувати для контролю спожитої електричної енергії трамваем на маршруті, що дозволяє визначати технічний стан вагону, з одного боку, та оцінювати кваліфікацію водія, з іншого. Показано, що використання такого лічильника на борту кожного з вагонів Вінницького підприємства „Трамвайно-тролейбусне управління” дозволило знизити рівень споживання електроенергії на 12,5%.

БІБЛІОГРАФІЧНІ ДАНІ

1. Рекомендации по нормированию расхода электроэнергии на городском электрическом транспорте. – К.: МЖКХ УССР, 1979. – 42 с.
2. Витрати електроенергії трамвайними вагонками та троллейбусами. Нормативи. Метод розрахунку. Галузеві комунальні норми. – К.: Держбуд України, 2001. – 13 с.
3. Лічильник електричної енергії постійного струму: Пат. України, МПК G01R11/00 / В.В. Мосійчук. – №13878; Заявлено 16.05.1994; Опубл. 25.04.1997, Бюл. №2. – 4 с.
3. Веклич В.Ф. Диагностирование технического состояния троллейбусов. – М.: Транспорт, 1990. – 295 с.
4. ГОСТ 6962-75 Транспорт электрифицированный с питанием от контактной сети. Ряд напряжений.
5. Трегуб А.П. Электротехника / Под ред. Э.В. Кузнецова. – К.: Вища школа, 1987. – 600 с.

Стаття надійшла 12.04.2007 р.