

5. В дальнейшем следует изучить особенности определения потенциальных возможностей систем доставки при различных критериях оценки.

1. Сервис на транспорте / В.М.Николашин, Н.А.Зудилин, А.С.Синицына и др.; Под ред. В.М.Николашина. – 2-е изд., испр. – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 272 с.

2. Размышления об эффективности методов «торговли с колес» и «сбора заказов» [Электронный ресурс] / сайт компании "IT-Complex". – Режим доступа : \www/ URL: <http://www.it-complex.com.ua/content/view/33/37/> – 12.11.2009 г. – Загл. с экрана.

3. Торговля с колес [Электронный ресурс] / Дебет-Кредит: украинский финансово-бухгалтерский портал. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.dtk.com.ua/show/3cid11838.html> – 12.11.2009 г. – Загл. с экрана.

4. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки. – 2-е изд., стер. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 288 с.

5. Курганов В.М. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок товаров. – М.: Книжный мир, 2005. – 432 с.

6. Грузовые автомобильные перевозки / А.В.Вельможин, В.А.Гудков, Л.Б.Миротин, А.В.Куликов. – М.: Горячая линия - Телеком, 2006. – 560 с.

7. Шейко В.М., Кушнарченко Н.М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності. – 6-те вид., перероб. і доп. – К.: Знання, 2008. – 310 с.

Получено 16.11.2009

УДК 629.433 : 338.47

М.П.РОЗВОДЮК, канд. техн. наук

Вінницький національний технічний університет

В.Б.ДУДКО

Вінницьке комунальне підприємство «Трамвайно-тролейбусне управління»

СПОСОБИ ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТРАМВАЄМ

Запропоновано способи зменшення електроспоживання трамваєм, які базуються на зменшенні втрат в процесі перетворення енергії.

Предложены способы уменьшения электропотребления трамваем, которые основаны на уменьшении потерь в процессе превращения энергии.

The ways of decreasing power consumption by a tram, based on losses reduction in the process of energy conversion have been proposed.

Ключові слова: енергозбереження, тяговий електродвигун, струм, електроспоживання.

Енергоспоживання трамвайним парком займає значну частку енергоспоживання кожного з міст, в якому вони є. Тому пошук способів мінімізувати втрати електроенергії є актуальним. Одним із перспективних способів розв'язання цієї задачі є перехід від релейно-контакторних систем електроприводів трамваїв, які на сьогоднішній день є домінуючими в Україні, на більш економічні і надійні, наприклад, транзисторні. Однак реалізація цього передбачає суттєві економічні затрати, що не дає можливості втілення в життя в широких масштабах

трамвайними управліннями через відсутність коштів. Виходячи з цього, потрібно знаходити інші способи зменшення рівня електроспоживання трамваями.

В роботі розглядаються трамваї типу КТ 4СУ та способи зменшення їхнього електроспоживання.

Зниження електроспоживання трамвая за рахунок модернізації обмотки якоря двигуна двигун-генератора SMD 5001. Запропоновано модифікувати схему обмотки якоря двигуна двигун-генератора SMD 5001 таким чином, щоб зменшилася його частота обертання. При цьому зменшиться споживаний струм двигуна, і як наслідок, вихідна потужність генератора. Ця ідея реалізована шляхом збільшення кількості витків обмотки якоря. Експериментальні дослідження, проведені в трамвайному депо Вінницького комунального підприємства „Трамвайно-тролейбусне управління”, дали такі результати: при додаванні одного витка до обмотки якоря двигуна двигун-генератора частота обертання зменшується приблизно на 10% (таблиця), і як наслідок, струм споживання двигуном зменшується на 2 А (що відповідає зменшенню споживаної потужності на 1,36 кВт). При цьому реле регулятора напруги виставляється в положення 26 В, що повністю відповідає технічним характеристикам заводу-виробника і правилам техніки експлуатації.

Параметри	Двигун-генератор	
	старого зразка	модернізований
$I_{\text{хх}}$, А	10,0	8,0
$I_{\text{н}}$, А	12,0	10,0
$n_{\text{хх}}$, об/хв	2080	1860
$n_{\text{н}}$, об/хв	1890	1700
$U_{\text{мережі}}$, В	680	680
P , кВт	8,16	6,8

При модернізації обмотки якоря двигуна двигун-генератора, як показали результати випробовувань, вихідної потужності генератора достатньо для того, щоб забезпечити функціонування всіх необхідних систем трамвая, живлення яких здійснюється від генератора, в режимі номінальних параметрів. При цьому перегріву тягових двигунів другого візка та прискорювача трамвая не спостерігалось. Крім зниження енергоспоживання, модернізація сприяла покращенню таких показників, як ресурс підшипників, ресурс електричних щіток, ресурс колекторів.

Перші три модернізовані двигун-генератори були встановлені на трамвайних вагонах №208, №194, №199 Вінницького трамвайного де-

по в березні-квітні 2001 р. На сьогоднішній день вони продовжують працювати, підтверджуючи всі передбачення як з точки зору економічності, так і з точки зору безпечності і надійності [1].

Спосіб економії електроенергії трамваем в холодну пору року. Запропоновано відключати систему вентиляції двигунів першого візка трамвая в холодну пору року. В роботі [2] доведено, що останні перегріватися не будуть.

Проведені дослідження на трамваях №194 і №216 Вінницького комунального підприємства „Трамвайно-тролейбусне управління”, які були випробувані в режимі повного завантаження, показали, що перевищення температури двигунів першого і другого візків не спостерігалось. Виявилось, що потоку повітря від руху самого вагону достатньо для охолодження тягових двигунів, причому середньочасова споживана потужність одним тяговим електродвигуном, заміряна лічильником постійного струму, складає приблизно 30% від номінальної потужності самого двигуна, що є меншим від розрахункового на 60%.

Для модернізації вагону, тобто відключення вентиляції тягових двигунів першого візка в холодну пору року, потрібно в електричній схемі вагону закоротити блок-контакти реле RMV і витягнути запобіжник MV 6 А (600 В). Додаткових матеріальних затрат не потрібно. Всі роботи по переробці схеми трамвая займають 0,25 год.

Крім прямої економії електроенергії, а це $E = 1,2 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$, ще отримаємо непряму економію від зниження затрат на ремонт і технічне обслуговування двигун-вентиляторів.

Зниження електроспоживання трамвая за рахунок зміни конструкції системи опалення кабіни водія. Згідно з технічною документацією на трамвай КТ 4СУ [3], для опалення кабіни водія використовується калорифер потужністю 6 кВт, нагріте повітря з виходу якого розподіляється через канали по всьому об'єму кабіни. Температура в кабіні водія підтримується сталою за рахунок температурного реле, спрацювання якого відбувається при досягненні температури 80°C у камері з ТЕНами.

Запропоновано, не змінюючи електричну схему і схеми автоматики, вентилятор калорифера розмістити в самій кабіні. Внаслідок таких змін отримаємо замкнену схему опалення, в якій в якості двигун-вентилятора може використовуватися двигун, що живиться від низької напруги 24 В, на вал якого насаджено центробіжний вентилятор із напрямним кожухом. Повітря, що нагнітається вентилятором, потрапляє безпосередньо у відсік із ТЕНами, тобто підігрівається лише те повітря, яке знаходиться в кабіні водія. При цьому надлишкового тиску в кабіні не буде створюватися, тому що ТЕНи калорифера обдуваються

повітрям, що забирається із кабіни, а тому тепле повітря з виходу калорифера, віддавши тепло в навколишній простір кабіни, опускається і знову нагнітається в калорифер, тобто повітря циркулює в межах об'єму кабіни. Тому при використанні модифікованої системи опалення температура в кабіні підвищується швидше, оскільки відсутні втрати теплоти на підігрів холодного повітря, що поступає ззовні, та витіснення теплого повітря з кабіни за рахунок надлишкового тиску. Швидке наростання температури в кабіні приводить до того, що час роботи ТЕНів, який визначається температурним реле, зменшується, а тому потрібно менше часу для нагрівання кабіни до значення встановленої температури. Витрати електроенергії на обігрів кабіни водія, виміряні лічильником постійного струму, знижуються до 50%.

Слід зауважити, що для забезпечення регламентованого санітарно-гігієнічними вимогами складу повітря в кабіні водія, опис та розрахунок яких можна знайти, наприклад, в роботах [4, 5], потрібно передбачити можливість надходження в кабіну свіжого повітря ззовні, що можна реалізувати за рахунок опущення скла в конструкції кабіни. При цьому отримаємо систему опалення з рециркуляцією. Підібравши оптимальний коефіцієнт рециркуляції, можна як забезпечити регламентовані параметри складу повітря, так і отримати теплову економічність даного процесу, теплові розрахунки якого можна знайти, наприклад, в роботі [6]. Тому, перед впровадженням змін щодо модернізації системи опалення кабіни водія відповідно до запропонованого підходу, потрібно ще й провести теплові розрахунки для забезпечення оптимального коефіцієнта рециркуляції та аналіз і вибір способів його досягнення з дотриманням санітарно-гігієнічних умов [7].

Таким чином, за рахунок модернізації обмотки якоря двигуна двигун-генератора SMD 5001, відключення системи вентиляції двигунів першого візка в холодну пору року, зміни конструкції системи опалення кабіни водія можна зменшити рівень електроспоживання трамваєм.

1.Мокін Б.І., Розводюк М.П., Дудко В.Б., Проценко Д.П. Зниження електроспоживання трамвая КТ 4СУ за рахунок модернізації обмотки якоря двигуна двигун-генератора SMD 5001 // Вісник Кременчуцького політехнічного університету. – 2005. – №4. – С.64-65.

2.Мокін Б.І., Розводюк М.П., Дудко В.Б. Спосіб економії електроенергії трамваєм КТ 4СУ в холодну пору року // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2005. – №4. – С.50-52.

3.КТ 4СУ. Описание и инструкция по уходу за электрооборудованием. – СКД PRAHA: Zavod TRAKCE, 1989. – 231 с.

4.Пономарчук І.А., Волошин О.Б. Вентиляція та кондиціонування повітря. – Вінниця: БНТУ, 2004. – 121 с.

5.Карпис Е.Е. Энергосбережение в системах кондиционирования воздуха. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 268 с.

6.Промышленные тепломассообменные процессы и установки / А.М.Бакластов, В.А.Горбенко, О.Л.Данилов и др.; Под ред. А.М.Бакластова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 328 с.

7.Розводюк М.П., Дудко В.Б., Проценко Д.П. Зниження електроспоживання трамвая КТ 4СУ за рахунок зміни конструкції системи опалення кабіни водія // Энергозбереження Поділля. – 2006. – №1. – С.48-50.

Отримано 27.11.2009

УДК 659.4.067.4

Д.П.ПРОЦЕНКО

Вінницький національний технічний університет

СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ БУКСУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР ТРАМВАЯ

Запропоновано спосіб виявлення буксування колісних пар трамвая за рахунок визначення та порівняння значення динамічного зусилля ведучих колісних пар.

Предложен способ обнаружения боксования колесных пар трамвая за счет определения и сравнения значения динамического усилия ведущих колесных пар.

The way of revealing a tram wheel pairs skidding by determining and comparing the values of a dynamic effort of driving wheel pairs has been suggested.

Ключові слова: трамвай, буксування, опір руху, динамічне зусилля.

Враховуючи режим роботи електропривода трамваїв, який характеризується частими пусками, можливе виникнення буксування коліс відносно рейок, яке призводить до погіршення тягово-зчіпних властивостей трамвая, підвищеного зносу бандажів і рейок та додаткових втрат електроенергії. Наявність системи виявлення буксування дозволяє попередити розвиток буксування за рахунок впливу на систему керування тяговим двигуном.

Відомі тахометричні системи виявлення буксування [1, 2], в яких ознакою наявності буксування є різниця частот обертання колісних пар, виявляють буксування, коли воно сильно розвинене. Кращі характеристики мають пристрої визначення буксування, в яких ознакою наявності буксування є різниця динамічних моментів колісних пар. Недоліком останнього способу є складність розрахунку опору руху, значення якого входить до рівняння руху. У відомих системах виявлення буксування з розрахунком динамічного моменту [3, 4], визначення сили опору руху виконується за емпіричними формулами, які не враховують додаткові фактори впливу на опір руху (температура навколишнього середовища, технічний стан рухомого складу, стан рейкового полотна та ін.). Отже, постає завдання розробки системи виявлен-