

ВІСНИК

КРЕМЕНЧУЦЬКОГО
ДЕРЖАВНОГО
ПОЛІТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ



Наукові праці Кременчуцького державного політехнічного університету

Випуск 4/2005 (33)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кременчуцький державний політехнічний університет

В І С Н И К

**Кременчуцького державного
політехнічного університету**

№ 4/2005 (33)

- 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 - 2005

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 (протокол № 5 від 27.04.05 р.).
Свідоцтво 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.; Єлізаров О.І., д.ф.-м.н., проф.; Єфремов Е.І., д.г.н., член-кор. НАН України; Загірняк М.В., д.т.н., проф. (голова ради); Никифоров В.В., к.б.н., доц. (відповідальний секретар); Клепиков В.Б., д.т.н., проф.; Комір В.М., д.т.н., проф.; Луговой А.В., к.т.н., проф. (заступник голови); Маслов О.Г., д.т.н., проф.; Некос В.Ю., д.г.н., проф.; проф.; Родькін Д.Й., д.т.н., проф.; Садовой О.В., 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.

© Методично-організаційний відділ КДПУ, 2005 р.
Відповідальний за випуск: Родькін Д.Й.

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

ЗНИЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ТРАМВАЯ КТ 4СУ ЗА РАХУНОК МОДЕРНІЗАЦІЇ ОБМОТКИ ЯКОРЯ ДВИГУНА ДВИГУН-ГЕНЕРАТОРА SMD 5001

Мокін Б.І., Розводюк М.П., Дудко В.Б., Проценко Д.П.
Вінницький національний технічний університет

Вступ. Проблема економії електроенергії будь-якого виду електротранспорту, в тому числі і трамвая, завжди є актуальною. Розглянемо один із способів зниження рівня споживання електричної енергії трамваем КТ-4СУ.

Згідно технічної документації на трамвай КТ-4СУ [1] двигун-генератор типу SMD 5001 з вентиляторами на валу призначений для охолодження тягових двигунів і опорів прискорювача, для живлення електричних кіл трамвая і для зарядки акумуляторної батареї, причому основне призначення генератора двигун-генератора – зарядка акумуляторних батарей. Вентилятори, що розміщені на валу двигун-генератора, одночасно охолоджують і сам двигун-генератор. Двигун (послідовного збудження) і генератор (паралельного збудження) являють собою чотириполюсні машини з додатковими полюсами, змонтовані на одному валу.

Мета роботи. З метою зменшення електроспоживання трамваем пропонується модифікувати схему обмотки якоря двигуна двигун-генератора SMD 5001 таким чином, щоб зменшилася його частота обертання. При цьому зменшиться споживаний струм двигуна, а як наслідок, і вихідна потужність генератора. Але цієї потужності повинно вистачити на зарядку акумуляторних батарей, що здійснюється при напрузі 24 В та струмі зарядки до 50 А, а потік повітря вентилятора має бути достатнім для охолодження прискорювача та тягового двигуна (0,125 м³/с).

Матеріал і результати дослідження. Як відомо [2], якщо знехтувати насиченням магнітного кола машини постійного струму, то з невеликою похибкою залежність магнітного потоку Φ_D від стуму збудження $I_{зд}$ можна вважати лінійною, тобто $\Phi_D = k_{\Phi D} I_{зд}$, де $k_{\Phi D}$ – коефіцієнт пропорційності потоку. Для двигуна послідовного збудження струм збудження $I_{зд}$ є струмом якоря $I_{ад}$ і тому $\Phi_D = k_{\Phi D} I_{зд} = k_{\Phi D} I_{ад}$. Тоді швидкісна характеристика для такого двигуна має вигляд:

$$n = \frac{U_D - R_{ад\Sigma} I_{ад}}{c_{ед} \Phi_D} = \frac{U_D - R_{ад\Sigma} I_{ад}}{c_{ед} k_{\Phi D} I_{ад}}, \quad (1)$$

де U_D – напруга двигуна; $R_{ад\Sigma}$ – сумарний опір якорного кола двигуна (включає опір обмотки якоря $R_{ад}$, опір обмотки збудження $R_{зд}$ двигуна та опір додаткових полюсів $R_{д.п.д}$, перехідний опір щіткових контактів $R_{щ}$); $c_{ед}$ – конструктивна стала машини.

Проаналізувавши вираз (1), можна прийти до висновку, що для зменшення частоти обертання двигуна і в той же час для зменшення струму споживання

$I_{ад}$ потрібно збільшити значення опору $R_{ад\Sigma}$. Звичайно, найпростішим способом реалізації вище сказаного є вмикання в коло двигуна додаткового опору. Але при цьому матимемо додаткові теплові втрати на цьому ж опорі. Тому потрібно збільшувати значення $R_{ад\Sigma}$ шляхом збільшення або $R_{ад}$, або $R_{зд}$, або $R_{д.п.д}$.

Збільшити значення опорів обмотки додаткових полюсів або ж обмотки збудження (а це означає згідно відомої формули [3])

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (2)$$

де ρ – питомий опір; l – довжина провідника; S – площа поперечного перерізу.

Збільшити довжину обмоточного проводу) не складає труднощів з технічної сторони виконання даної операції. Однак такі зміни призведуть до погіршення експлуатаційних показників двигуна, наприклад, збільшиться ступінь іскріння під щітками в першому випадку, а в другому – погіршиться процес збудження машини. Щодо збільшення опору обмотки якоря, то в цьому випадку перерахованих вище проблем не виникне, тим більше, що часу для збільшення кількості витків такої обмотки забере набагато менше, ніж при модернізації обмоток збудження і додаткових полюсів. То ж пропонується збільшити кількість витків обмотки якоря для зменшення частоти обертання двигуна двигун-генератора, що приведе до зменшення споживаного струму і потужності. За таких умов збільшиться і конструктивна стала машини [3]:

$$c_{ед} = \frac{pN}{60a}, \quad (3)$$

де p – число пар полюсів; N – число активних провідників обмотки якоря; a – кількість паралельних гілок обмотки якоря.

Збільшення кількості витків обмотки якоря, а як наслідок, і збільшення $c_{ед}$, згідно виразу (1), поперше, обмежує споживаний струм, по-друге, сприяє зменшенню частоти обертання.

Експериментальні дослідження, проведені в трамвайному депо Вінницького підприємства „Трамвайно-тролейбусне управління”, дали такі результати.

При додаванні одного витка до обмотки якоря двигуна двигун-генератора частота обертання зменшується приблизно на 10% (табл. 1), а як наслідок, струм споживання двигуном зменшується на 2 А (що відповідає зменшенню споживаної потужності на $\Delta P = 8,16 - 6 = 1,36$ кВт). При цьому реле регуля-

тора напруги виставляється в положення 26 В, що повністю відповідає технічним характеристикам заводу-виробника і правилам техніки експлуатації.

Таблиця 1

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

При зменшенні споживаної потужності двигуном двигун-генератора зменшується і вихідна потужність генератора цього ж двигун-генератора. Умовна схема електричних кіл, живлення яких здійснюється генератором двигун-генератора, подана на рис. 1.

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 (рис. 1), 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:

- а) ресурс підшипників;
- б) ресурс електричних щіток;
- в) ресурс колекторів.

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

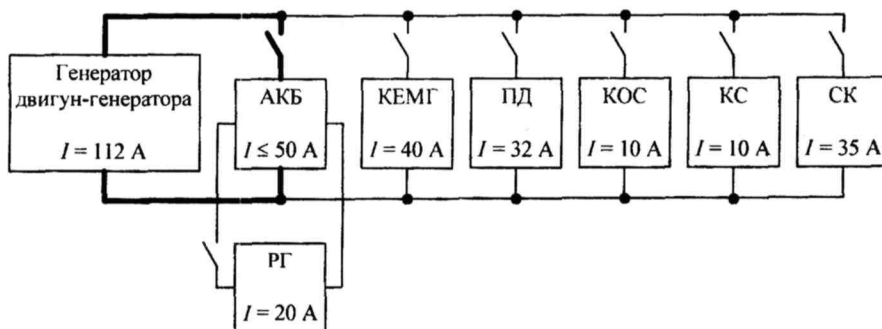


Рисунок 1 Схема розподілу потужності між колами управління трамвая:

АКБ – акумуляторна батарея, КЕМГ – околочдне електромагнітне гальмо, ПД – привод дверей, КОС – кола освітлення та сигналізації, КС – калорифер та склоочисники, СК – система керування, РГ – рейкове гальмо

Якщо врахувати, що трамвай на добу відпрацює $l = 2$ зміни по $g = 8$ год., а в місяці $h = 30$ днів, то при тарифі оплати за електроенергію $c = 0,38$ грн/(кВт·год) за 1 рік ($d = 12$ місяців) економія електроенергії одним трамваем ΔW_1 з модернізованим двигун-генератором становить

$$\Delta W_1 = \Delta P \cdot g \cdot l \cdot h \cdot d \cdot c = 1,36 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 30 \cdot 12 \cdot 0,38 = 2976,8 \text{ грн} \quad (4)$$

Припустивши, що з усього наявного парку Вінницького трамвайного депо із 112 трамваїв на добу працюватиме лише $q = 50$ трамваїв, встановимо, що річна економія ΔW_{50} при цьому становитиме

$$\Delta W_{50} = \Delta W_1 \cdot q = 2976,8 \cdot 50 = 148840 \text{ грн} \quad (5)$$

Висновки. Показано, що можна отримати суттєву економію електроенергії трамваями КТ 4СУ шляхом модернізації обмотки якоря двигуна двигун-генератора SMD 5001. Звернено увагу і на те, що модернізація сприяє підвищенню ресурсу деяких елементів самого двигун-генератора.

ЛІТЕРАТУРА

1. КТ4СУ. Описание и инструкция по уходу за электрооборудованием. – СКД PRAHA: Zavod TRAKCE, 1989. – 231 с.
2. Электрические машины: В 2-х ч. Ч.2: Учеб. для электотехн. спец. вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. / Д.Э. Брускин, А.Е. Зорохович, В.С. Хвостов. – М.: Высш. шк., 1987. – 335 с.

Стаття надійшла 06.05. 2005р.
Рекомендовано до друку
д.т.н., проф. Родькіним Д.Й.,
к.т.н., доц. Кореньковой Т.В.