

УДК 625.46

В. М. Бушма

Житомирське трамвайно-тролейбусне управління

**ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОСТІ
ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ В МІСТІ ЖИТОМИРІ**

Розглядаються фактори, що впливають на використання електроенергії електротранспортом. Наводяться результати досліджень динаміки питомої витрати електроенергії в залежності від питомого опору руху та динаміки питомого опору руху від тиску в шинях тролейбуса.

Постановка проблеми

Енергозбереження при використанні електротранспорту є вагомим фактором підвищення його екологічності. Цей фактор можна навіть порівняти зі зниженням шкідливих викидів двигунів внутрішнього згорання. Резерви економії електроенергії, як правило, мають усі експлуатаційні служби підприємства. Найбільший ефект може бути досягнутий при раціональній організації руху, рівномірному наповненні рухомого складу протягом доби, раціональних розміщеннях зупиночних пунктів, застосуванні раціональних режимів водіння рухомого складу. Однак все вищеперераховане вимагає відповідних ретельних теоретичних досліджень.

Аналіз попередніх досліджень. Втрати електроенергії в системах електропостачання міського електротранспорту досягають у середньому 15 % загальних витрат на рух, причому найбільша доля втрат приходить на контактну та кабельну мережу постійного струму. Втрати в системі електропостачання знижуються за рахунок:

- організації правильної експлуатації струмовідних перемичок між контактними проводами однієї полярності різних напрямків руху;
- правильного вибору уставок лінійних вимикачів, які не допускають фальшивих відключень внаслідок перевантаження ліній;
- перевірки тягових мереж.

Ці міри не потребують великих матеріальних затрат, але дають значне зниження втрат електроенергії.

Перевірка тягових мереж трамваю чи тролейбуса за струмами коротких замикань зводиться до оцінки надійності захисту тягової мережі від струмів при короткому замиканні у найбільш віддаленій точці контактної мережі. При такій перевірці необхідно враховувати умову [3]:

$$(0,8 \div 0,9) \cdot I_{кз} > I_y > (1,15 \div 1,2) \cdot I_{макс}, \quad (1)$$

де $I_{кз} = \frac{U}{r_{кз} + r_{пл} + r_{ол}}$, I_y – струм лінійного вимикача, А.

Для визначення струму уставки лінійного вимикача застосовується емпірична формула $I_y = 2 \cdot I_{cp} + A$, де I_{cp} – середній розрахунковий струм ділянки контактної мережі, A ; A – постійна (приймається для тролейбуса – 700, для трамвая – 1000). Максимальний струм лінії $I_{макс\ л} = I_{cp} \cdot K_m$, – максимальний розрахунковий струм лінії живлення, K_m – коефіцієнт максимуму [3].

Найбільш ефективними засобами зниження втрат електроенергії являється підвищення електропровідності контактної-кабельної мережі, раціональне секціонування, перехід при реконструкції схем електропостачання на децентралізовану систему живлення.

В КП “ЖТТУ” розроблені та чітко контролюються нормативи витрат на маневровий рух тролейбусів, роботу спецтехніки, обкатку рухомого складу, освітлення виробничих та адміністративних приміщень, на власні потреби тягових підстанцій. Це дозволяє зменшити витрати електроенергії з 12 % до 8 %.

Однак теоретичний взаємозв’язок між опором руху, витратами електроенергії та експлуатаційними факторами досліджений ще недостатньо.

Мета досліджень – встановити зв’язок між витратами електроенергії, питомим опором руху та експлуатаційними факторами використання електротранспорту.

Завдання досліджень – дослідити вплив експлуатаційних факторів на динаміку питомого опору руху електротранспорту; оцінити економічний ефект від зниження питомого опору до норми; дати практичні рекомендації щодо використання електротранспорту.

Методика досліджень. Раціональний режим водіння розробляється для кожного перегону з урахуванням наповнення рухомого складу, плану та профілю покриття, дорожніх умов, наявності перехресть та світлофорів, дорожніх знаків та обмежень швидкості [2]. Детальне визначення умов руху на маршруті є необхідним і дуже важливим фактором, що визначає в подальшому правильність вибору раціонального режиму експлуатації [1]. Раціональний режим експлуатації для усіх умов складається з послідовного чергування фаз розгону, вибігу та гальмування [1]. На підставі проведених досліджень статистичного зв’язку між пробігами рухомих одиниць за районами живлення з урахуванням якості роботи водіїв перевіряється співпадання математичної моделі з фактичними витратами електроенергії, зафіксованими електролічильниками [4]. За результатами спостережень складається режимна карта водіння для даного маршруту.

Теоретично між витратами електроенергії та питомим опором руху W_0 існує залежність:

$$e_w = \frac{2,725 \cdot 10^{-2}}{\eta} \cdot W_o, \quad (2)$$

де η – ККД на ободі колеса.

Прийняті наступні нормативи опору руху: для трамваїв Т4 – у літній період 5 кг/т, взимку – 5,5 кг/т; для тролейбусів ЗІУ 9 – відповідно 9,7 та 10,8 кг/т [1].

Для оцінки очікуваної економії електроенергії від приведення питомого опору всього рухомого складу в норму визначена наступна орієнтовна залежність:

$$\Delta \mathcal{E}_w = 100 \cdot \frac{N_1}{N_2} \cdot \left(\frac{m'_x}{W_{он}} - 1 \right) \cdot \frac{e_W}{e_W + e_N}, \quad (3)$$

де $\Delta \mathcal{E}_w$ – очікувана економія електроенергії від зниження питомого опору руху до норми, %

N_1 – кількість одиниць рухомого складу, що перевищує норми питомого опору;

N_2 – загальна кількість одиниць рухомого складу;

m'_x – середнє значення питомого опору руху рухомого складу, що перевищує норми питомого опору, кг/т;

$W_{он}$ – нормативне значення питомого опору руху, кг/т;

e_W – складова питомих витрат електроенергії на подолання опору руху;

e_N – складова питомих витрат електроенергії на пуски та гальмування.

Для визначення можливості збільшення швидкості повинно враховуватись те, що сила тяги, яка розвивається рухомих складом та необхідна для забезпечення оптимального режиму руху з урахуванням витрат потужності, не повинна бути більшою, ніж максимально можлива сила, яка розвивається двигуном при швидкості P_v :

$$P_d + P_{\Pi} + P_I + P_T < P_v, \quad (4)$$

де P_d, P_{Π} – сили опору дороги і повітря; P_I – сила інерції, що виникає при прискоренні; P_T – сила тертя.

Результати досліджень

За результатами аналізу практичних досліджень динаміки питомої витрати електроенергії в залежності від питомого опору руху (рис. 1) побудовано відповідну лінійну залежність, та встановлено, що отримані практично результати відповідають теоретичним з рівнем довірчої імовірності 0,54. Адекватність результатів було оцінено за критерієм

Фішера, знайдене значення більше табличного, тому прийняту модель (ф-ла 2) можна вважати адекватною статистичним даним (з $P=0,95$) і на підставі цієї моделі можна проводити енергетичний аналіз.

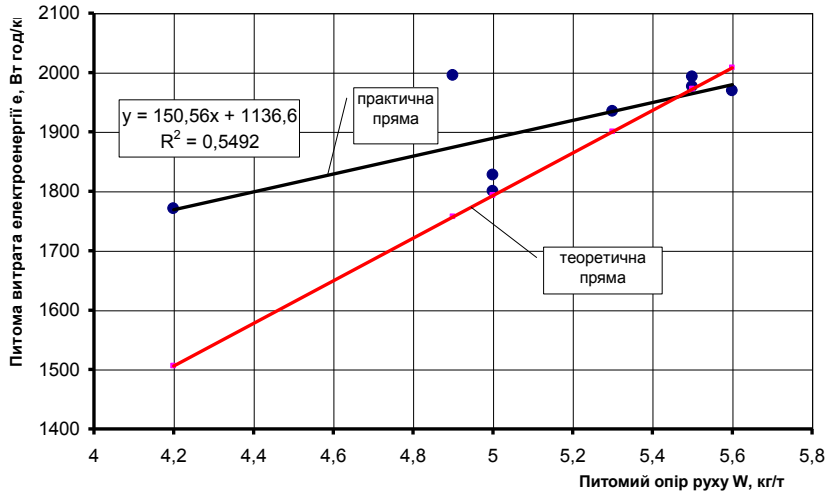


Рис. 1. Лінійна залежність питомої витрати електроенергії від питомого опору руху

Проведені дослідження динаміки питомого опору руху від тиску в шинах тролейбуса ЗІУ-9Б, (рис. 2) дозволили отримати відповідну регресійну модель:

$$W = 1,01N + 2,88 \quad (5)$$

де W – питомий опір руху, кг/т; N – тиск в шинах, Н/см²

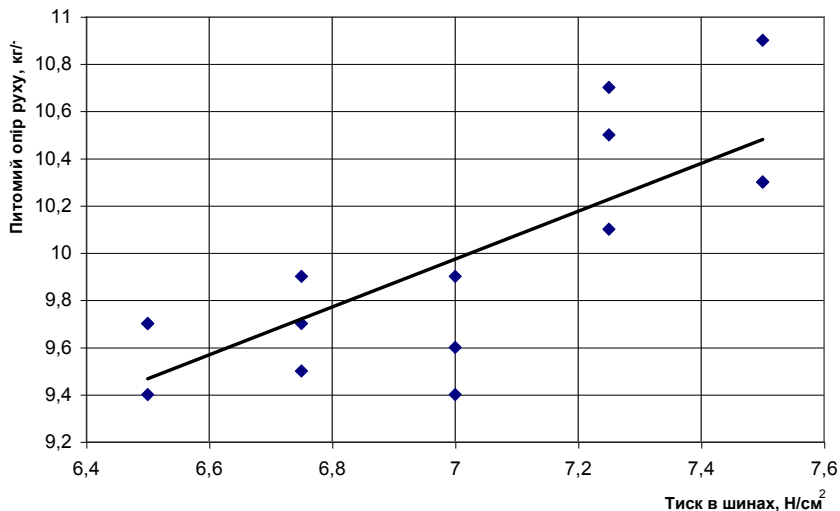


Рис. 2. Залежність питомого опору руху від тиску в шинах

Висновки

1. Систематична перевірка регулювання гальмівної системи та наявність зазорів між гальмівними колодками та бандажами коліс може дати економію електроенергії в середньому для одиниці рухомого складу до 70 тис. кВт/г у рік.

2. При зниженні тиску в шинах тролейбуса на дві атмосфери витрати електроенергії збільшуються на 23 %.

3. Збільшення кута сходження передніх коліс тролейбуса на $3...5^{\circ}$ викликає перевитрати електроенергії вдвічі.

4. Значний вплив на витрати електроенергії при русі трамвая має технічний стан трамвайних колій, так як опір руху при брудних рейках може збільшуватися у три-чотири рази.

5. Переведення окремих зупинок у режим роботи “на вимогу”, відділення зупинок міського електротранспорту від зупинок маршрутних таксі дає змогу в деякій мірі підвищити експлуатаційну швидкість та знизити витрати електроенергії.

6. Впровадження в роботу цих та інших практичних енергозберігаючих заходів дало змогу знизити фактичні питомі витрати електроенергії на тягу у 2004 р. щодо 2003 р. для трамвая на 2,6 %, а для тролейбуса, відповідно, на 6,7 % на загальну суму 120 тис. грн.

Перспективи подальших досліджень

Застосування вищенаведених результатів досліджень сприятиме більш ефективному використанню електротранспорту в м. Житомирі. Подальші дослідження необхідно проводити за такими напрямками:

1. Визначити резерви економії електроенергії.
2. Підвищити техніко-економічні показники роботи трамвая та тролейбуса.
3. Підвищити екологічність використання електротранспорту.

Література

1. Байриев Л. С., Шевченко В. В. Электрическая тяга. Городской наземный транспорт. Учебник. – М.: Транспорт, 1986. – 336 с.
2. Наука и техника в городском хозяйстве. Выпуск 51. Городской транспорт. – К.: Будивельник, 1989. – 255 с.
3. Повышение технического уровня и качества работы горелектротранспорта. Сборник научных трудов. – М.: 1988. – 144 с.
4. Вірченко В. В., Далека В. Х., Карпушин Є. І. Безпека на міському електротранспорті. Книга 2. Безпека пасажирських перевезень. – Харків, ХДАМЕГ, 2002. – 242 с.