

УДК 629.33

**О. П. СІТОВСЬКИЙ**, канд. техн. наук, доц. Луцького НТУ;  
**А. М. КАШУБА**, аспірант Луцького НТУ

**ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ ПИТОМИХ ПРОБІГІВ ПРИВАТНИХ  
АВТОМОБІЛІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЄМНОСТІ БАТАРЕЙ ГІБРИДНИХ  
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

Проведено експериментальні дослідження режимів руху та відстані разових поїздок на автомобілях приватного користування у м. Луцьк. Узагальнено отримані експериментальні значення та визначено основні типи розподілу пробігів. Визначено відсотковий розподіл величин пробігів по експерименту і встановлено значущі, для автомобілів з гібридною силовою установкою, величини разових пробігів. Встановлено, що ємність накопичувачів енергії, при проектуванні серійних автомобілів, в більшості випадків має забезпечувати до 30 км. пробігу.

**Ключові слова:** ємність, LiFePO<sub>4</sub> батареї, розподіл, пробіг, разова поїздка.

**Вступ.** З кожним роком все більше і більше випускають транспортних засобів з гібридною силовою установкою (ГСУ). Існує тенденція збільшення потужності електричного приводу в ГСУ та збільшення ємності накопичувачів електроенергії. Для оптимізації потужності електродвигунів та ємності акумуляторних батарей на кафедрі автомобілів і транспортних технологій проводяться відповідні дослідження.

Дана робота є продовженням досліджень [1], пов'язаних з аналізом режимів руху легкового автомобіля в міських умовах.

**Аналіз основних досліджень і літератури.** Аналіз джерел свідчить про те, що раніше ретельні дослідження щодо режимів руху та разових пробігів не проводились.

Так в літературі зустрічається значення річних пробігів 9-10 тис.км., і денних до 30-40 км.. [2]

При аналізі деяких автомобільних форумів, на яких користувачі-власники автомобілів вказують режими руху на своїх приватних автомобілях, дальність денних пробігів та пробіг автомобіля за рік, можна встановити більш точні значення.

Так в Нижньому Новгороді, з населенням 1,2 млн. чоловік при довжині денної поїздки 30-40 км., річний пробіг автомобілів може становити 10-15 тис.км., інші користувачі заявляють значення 15-20 тис.км. за рік[3].

Також в літературі представлені технічні характеристики серійних автомобілів, які показують, що ємності тягових батарей може вистачати на 100-200 км [4].

**Мета дослідження, постановка задачі.** Для оптимізації потужності накопичувачів енергії транспортних засобів з ГСУ необхідно уточнити значення довжини денних пробігів легкових автомобілів приватного користування. В якості накопичувачів енергії останнім часом все більше використовуються Li-іонні батареї, які можуть заряджатися до 85% від своєї ємності за 0,5-1 годину струмом 1-2 С [5]. Тому необхідно було провести дослідження довжини разових поїздок з врахуванням стоянки автомобіля більше 1 години, так як передбачається, що є технічна можливість зарядки за цей час LiFePO<sub>4</sub> батарей на 50-80%.

Для досягнення цієї мети було поставлено задачу максимально дослідити режими руху приватних легкових автомобілів протягом декади восени.

**Матеріали дослідження.** Дослідження проводились на приватних легкових автомобілях, які використовувались в м.Луцьку з населенням приблизно 200 тис.жителів. Автомобілі використовувались для повсякденних поїздок у звичайному режимі. Під час поїздок фіксувались дата, час, покази одометра. За окрему

поїздки і, відповідно, її протяжність бралися ті, які здійснювались після стоянки автомобіля тривалістю більше ніж 1 година.

Ця тривалість вибрана по тій причині, що за цей час Li-іонні батареї можуть бути підзаряджені на 50% і більше своєї ємності. Так як батареї повністю можуть бути заряджені під час нічної стоянки, то за 1 годину також можна зарядити батареї до ємності близької до повного заряду.

Для проведення досліджень випадковим чином були вибрані 16 легкових та вантажопасажирських автомобілів, які використовувались в приватних, некомерційних цілях. Автомобілями керували водії-власники: викладачі, студенти, інженери, лікарі.

**Результати дослідження.** Дослідження проводились в жовтні місяці протягом двох тижнів.

За результатами проведених досліджень було побудовано графіки і встановлено, що можна вирізнити три різні типи розподілу пробігів автомобілів. (рис.1)

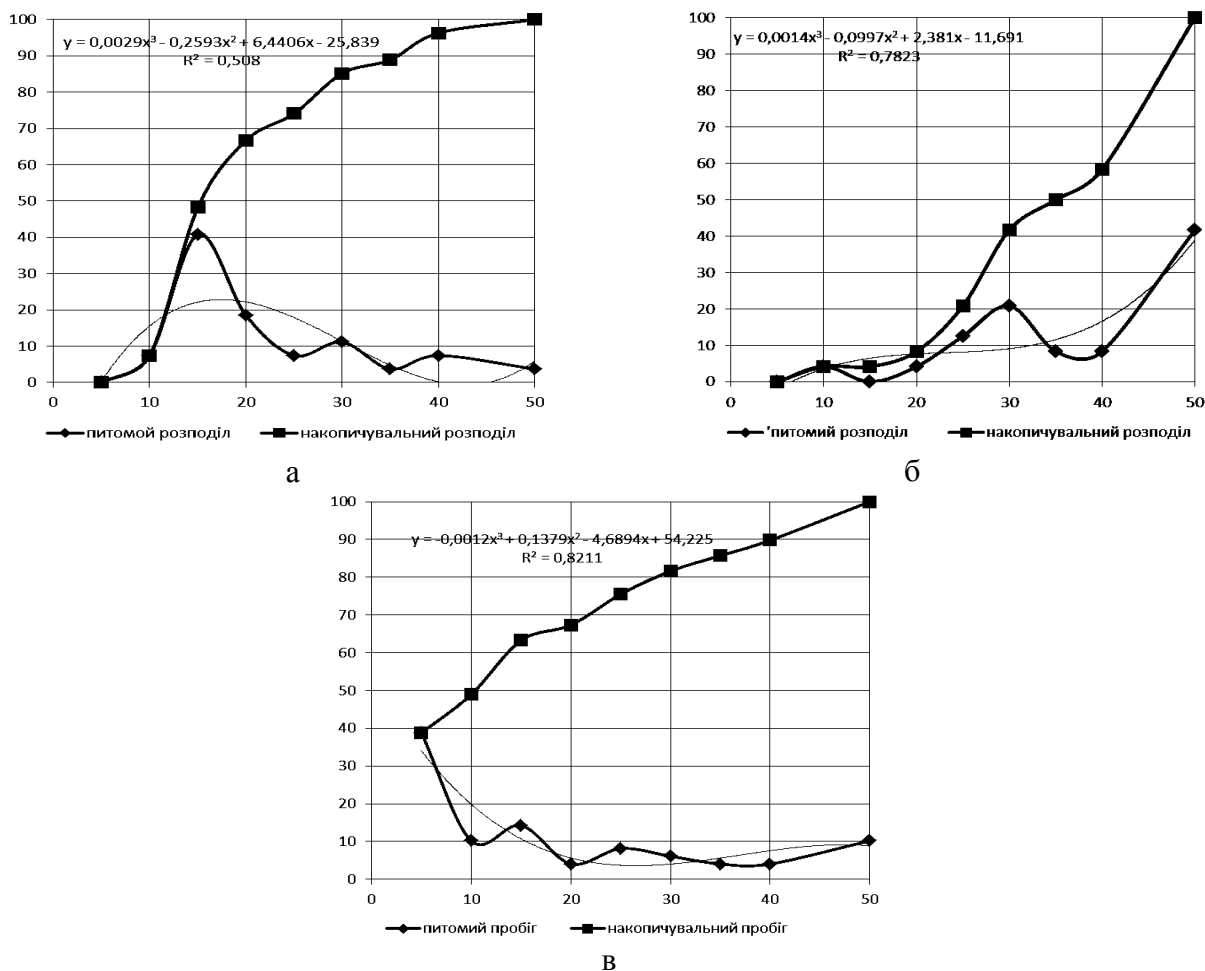


Рисунок 1 – Розподіл разових поїздок на автомобілях приватного користування

На рисунку 1а представлений розподіл, при якому є явно виражений один маршрут, за яким здійснюється абсолютна більшість поїздок.

Графік на рисунку 1б характеризує неоднорідність довжини маршрутів, за яким здійснюються поїздки. Також виділяється значна кількість поїздок довжиною понад 40 км.

На рисунку 1в представлені поїздки, які характерні для поїздки на дуже короткі відстані. Так 50% поїздки мають протяжність  $S$  до 10 км.

Крім відсотків питомого розподілу на всіх графіках представлені накопичувальні розподіли в залежності від довжини поїздки. Ці криві дають можливість оцінити відсотковий розподіл залежно від довжини разової поїздки.

Після сумісної обробки результатів дослідження всіх автомобілів, які брали участь в експерименті було побудовано графік загального розподілу довжини  $S$  пробігу по експерименту (рис. 2).

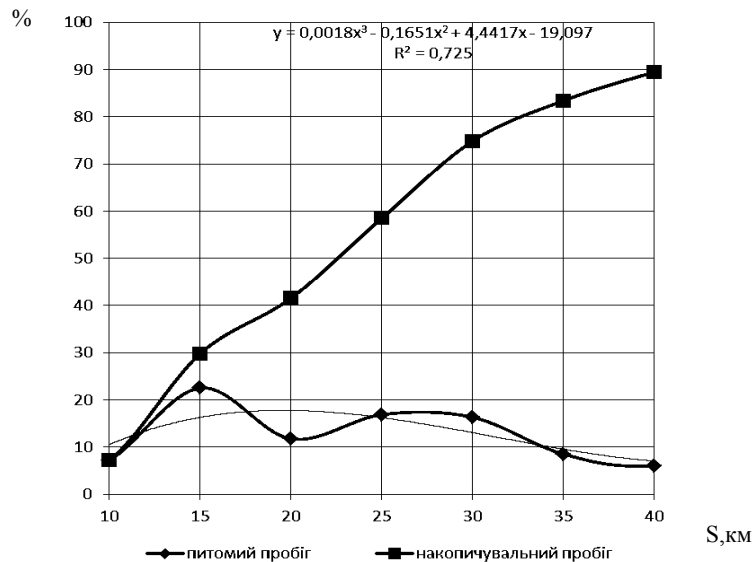


Рисунок 2 – Загальний розподіл довжини пробігу по експерименту

З графіків (рис.1) можна встановити, що 50% пробігів автомобілів мають довжини пробігів відповідно до 15,35 і 10 км., а 75% пробігів - до 25, 45 і 25 км..

Аналізуючи графік загального розподілу по експерименту (рис.2) можна встановити, що 30% пробігів автомобілів мають довжину поїздки  $S$  до 15 км., 50% - до 22 км. і 75% - до 30 км.

Враховуючи отримані дані, можна констатувати, що для більшості автомобілів з ГСУ необхідно вибирати ємність акумуляторних батарей, які можуть забезпечити довжину разової поїздки  $S$  до 30 км. Так як  $\text{LiFePO}_4$  батареї можуть мати до 2000 циклів заряд-розряд [5], то довжина загального пробігу автомобіля на цих батареях може становити до 60000 км.

З урахуванням того, що термін служби вказаних батарей становить 6-7 років їх ємність є цілком достатньою для забезпечення надійної експлуатації.

Решта 25% пробігів має довжину більше 30 км.. Для забезпечення цих пробігів може використовуватись ДВЗ. Так як відсоток таких поїздки відносно невеликий, то немає необхідності встановлювати тягові батареї значно більшої ємності і потужності, оскільки вони все рівно не зможуть гарантовано забезпечити рух на всьому діапазоні довжин можливих поїздки.

Цю задачу надійно забезпечує ДВЗ, який може не використовуватись для руху на коротких поїздки.

**Висновки.** В результаті проведених досліджень було визначено реальні величини пробігів  $S$  автомобілів приватного користування та їх відсотковий розподіл, які, для

всієї вибірки експерименту, становлять: 30%- до 15 км., 50% - до 22км., 75% - до 30 км. Також було встановлено, що ємність накопичувачів енергії, при проектуванні серійних автомобілів, в більшості випадків має забезпечувати до 30 км. пробігу.

Для покращення використання електричного приводу необхідно встановлювати електричні розетки на місцях парковок автомобілів.

**Список літератури:** 1. *Сітовський О.П., Кашуба А.М.* Аналіз режимів руху легкового автомобіля малого класу в міських умовах для визначення оптимальної ємності акумуляторних батарей в Г// Вісник Східноєвропейського національного університету ім. Володимира Даля. Науковий журнал № 15 (205) ч.2. – Луганськ: 2013. с. 243 –246. 2. Основы технической эксплуатации автомобилей. Транспортные условия и требования к конструкции автомобилей – Перевозки легковыми автомобилями личного пользования : [Електронний ресурс] // <http://www.usecar.ru/page40.htm> (Дата звернення: 25.01.2014) 3. Нижегородский автофорум: Для автолюбителей и автопрофессионалов: [Електронний ресурс] // <http://www.nn.ru/community/auto/main> (Дата звернення: 24.01.2014). 4. Toyota Prius Технічна характеристика автомобіля [Електронний ресурс] // <http://toyota.dp.ua/models/prius/tech> (Дата звернення: 10,02,2014) 5. Е.Звонарев. До 2000 циклов «заряд-разряд»: литий-железофосфатные аккумуляторы ЕЕМВ. Новости электроники № 2, 2012г. [Електронний ресурс] // [http://compeljournal.ru/images/articles/2012\\_2\\_10.pdf](http://compeljournal.ru/images/articles/2012_2_10.pdf) (Дата звернення: 18.02.2013).

*Надійшла до редколегії 28.02.2014*

УДК 629.33.

**Визначення розподілу питомих пробігів приватних автомобілів для оптимізації ємності батарей гібридних транспортних засобів / О. П. Сітовський, А. М. Кашуба // Вісник НТУ «ХП».** Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХП», 2014. – № 9 (1052). – С. 50-53. – Бібліогр.: 5 назв. – ISSN 2078-6840.

Проведены экспериментальные исследования режимов движения и длины разовых поездок на автомобилях частного пользования в г. Луцк. Обобщены полученные экспериментальные значения и определены основные типы распределения пробегов. Определено процентное распределение величин пробегов по эксперименту и установлено значимые, для автомобилей с гибридной силовой установкой, величины разовых пробегов.

**Ключевые слова:** емкость, LiFePO<sub>4</sub> батареи, распределение, пробег, разовая поездка.

**Determination of the distribution specific run quotient of the cars for optimization of the capacities batteries hybrid transport facilities / O. F. Sitovskiy, A. N. Kashuba // Bulletin of NTU «KhPI».** Series: Car- and tractorbuilding. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2014. – № 9 (1052). – P. 50-53. – Bibliogr.: 5. – ISSN 2078-6840.

We conducted a experimental research of modes of motion and distance of disposable trips by private car in Lutsk. Summarizes obtained experimental values and identified main types of distribution mileage. Are determined percentage distribution values of mileage on main experiment and found for automobiles with hybrid propulsion system the value of disposable mileage

**Keywords:** capacity, LiFePO<sub>4</sub> batteries, distribution, mileage, single trip.