

## ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ ДЛЯ АВТОНОМНОГО РУХУ АВТОМОБІЛЯ З ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

Встановлено, що найбільш екологічним та економічним є електротранспорт. Визначено, що для забезпечення автономності руху та зменшення шкідливих викидів можна використовувати сонячні батареї для зарядки тягових акумуляторів.

**Ключові слова:** акумулятори, контролер заряду, блок керування двигуном, підвищуючий перетворювач, мультиметр, осцилограф, струмовимірвальні кліщі, міський їздовий цикл.

**Постановка проблеми.** Прогноз енергетичного балансу вказує на те що найближчим часом найбільш швидко буде розвиватися сонячна енергетика.

Тому доцільним є покращення екологічних показників автомобіля шляхом застосування сонячних батарей для зарядки акумуляторів.

**Формулювання цілі статті.** Виходячи з вище сказаного були поставлені задачі дослідження батареї як накопичувачів енергії та джерела струму для зарядки, визначення раціональних способів компоновки, проведення експериментальних випробувань та проведення розрахункових досліджень.

### **Виклад основного матеріалу статті.**

Сучасні сонячні батареї мають різну форму і різновиди: це можуть бути монокристалічні або полікристалічні панелі, які можуть бути твердими або гнучкими. Остання властивість батареї дозволяє її наклеювати на поверхню автомобіля і тим самим в деякій мірі можна частково замінити лакофарбові покриття на сонячні батареї та отримувати електричну енергію [1].

Для того щоб провести експериментальні дослідження була взята модель автомобіля з електричним приводом та сонячними батареями за допомогою яких можна було заряджати літєві батареї.



Рис.1. – Макет легкового автомобіля з сонячними батареями

Компоновка сонячних батарей на моделі автомобіля та схема підключення представлена на рисунку.

Сонячні батареї з'єднані між собою послідовно і подають електричний струм з напругою 2.4В на перетворювач який підвищує її до 5В. Контролер контролює процес зарядки літєвих батарей і не дає їм перезаряджатися, а також контролює мінімальний заряд при якому може працювати батарея. Також через контролер відбувається подача електричного струму на блок керування двигуном.

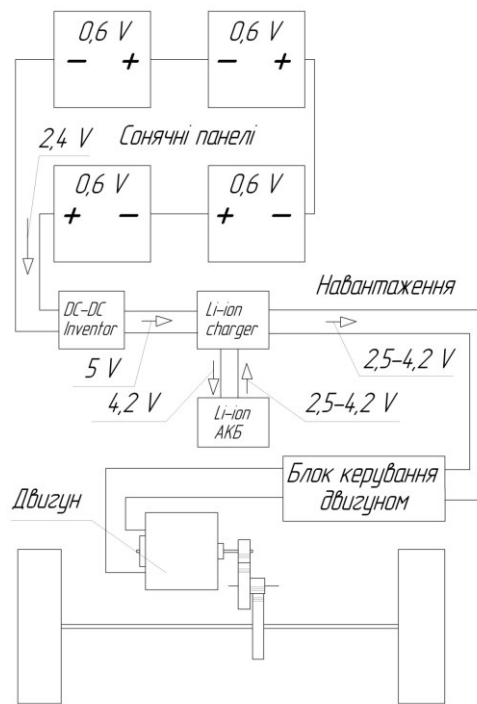


Рис.2. Компонівка сонячних батарей на моделі автомобіля та схема підключення в систему

За допомогою експериментальних досліджень та теоретичних розрахунків була побудована механічна характеристика електричного двигуна, який використовується на даній моделі. На даній моделі автомобіля електричний двигун з'єднаний з ведучими колесами через редуктор з передатним числом 9.22. Також внаслідок проведених експериментів і розрахунків були побудовані діаграми балансу потужностей, прискорень та часу і шляху розгону.

За основу досліджень був взятий міський їздовий цикл який характеризується: зупинками – 60 секунд, пришвидшеннями – 42 секунди, постійною швидкістю – 59 секунди, сповільненнями – 34 секунди. Усього час циклу триває 195 секунд [2].

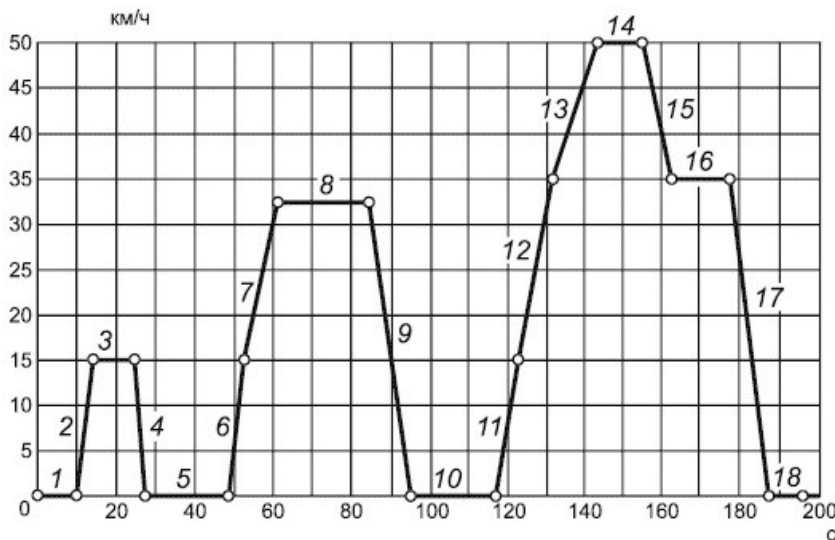


Рис.3. Міський їздовий цикл

В циклі середня швидкість становить 18,77 км/год.

Внаслідок того що під час виконання циклу максимальна швидкість руху автомобіля становить 50 км/год, що дорівнює 13,9 м/с, модель автомобіля може розвивати максимальну швидкість 2 м/с.

Тому був встановлений коефіцієнт подібності швидкості який дорівнює відношенню максимальної швидкості автомобіля до максимальної швидкості моделі і дорівнює 6.94.

З урахуванням коефіцієнта подібності швидкості, теоретична середня швидкість моделі становить 0,71 м/с при цій швидкості середня потужність опору руху становить 0,25 вата і середній пробіг моделі за циклом = 139 метрів.

Робота, яка виконується під час руху моделі за цикл становить 48 Дж. З урахуванням ККД електродвигуна, ККД контролера необхідна енергія для руху моделі становить влітку 148 Дж, а взимку -178 Дж.

Припускаючи, що автомобіль можна буде обклеїти гнучкими сонячними панелями замість фарбового покриття, був виведений коефіцієнт пропорційності площі відносно натурального автомобіля і моделі, який дорівнює 290.

Виходячи з цього розрахунку площа сонячних батарей на моделі дорівнює 0,031м<sup>2</sup>. В нас площа 4 експериментальних сонячних батарей, з якими ми проводили експеримент становить 0,625 м<sup>2</sup>.

Ми можемо визначити приведену потужність сонячних батарей з урахуванням пропорцій площ, яку може мати фарбована поверхня і площі, яку мають сонячні батареї. І ця потужність дорівнює 0,92 Вт. З урахуванням ККД зарядного пристрою, який дорівнює 0,63 потужність зарядки ТАБ = 0,58 Вт.

Маючи енергію яка необхідна для зарядки батареї потужність зарядки, ми можемо визначити час зарядки ТАБ улітку=255с., взимку - 306 с.

Для визначення забезпечення енергією силової установки був встановлений коефіцієнт забезпечення енергії який дорівнює відношенню часу поїздки до часу заряду батареї.

В результаті досліджень було встановлено, що влітку коефіцієнт забезпечення енергії дорівнює 0,76, а взимку цей коефіцієнт становить 0,64.

Це означає, що для поїздки влітку, ми маємо забезпечення енергією в циклі на 76%, а взимку - на 64%. І для здійснення руху нам потрібно робити зупинки для підзарядки батареї.

Для проведення експериментів використовувалось відповідне обладнання: мультиметр, осцилограф, струмовимірювальні кліщі та інші прилади і обладнання.

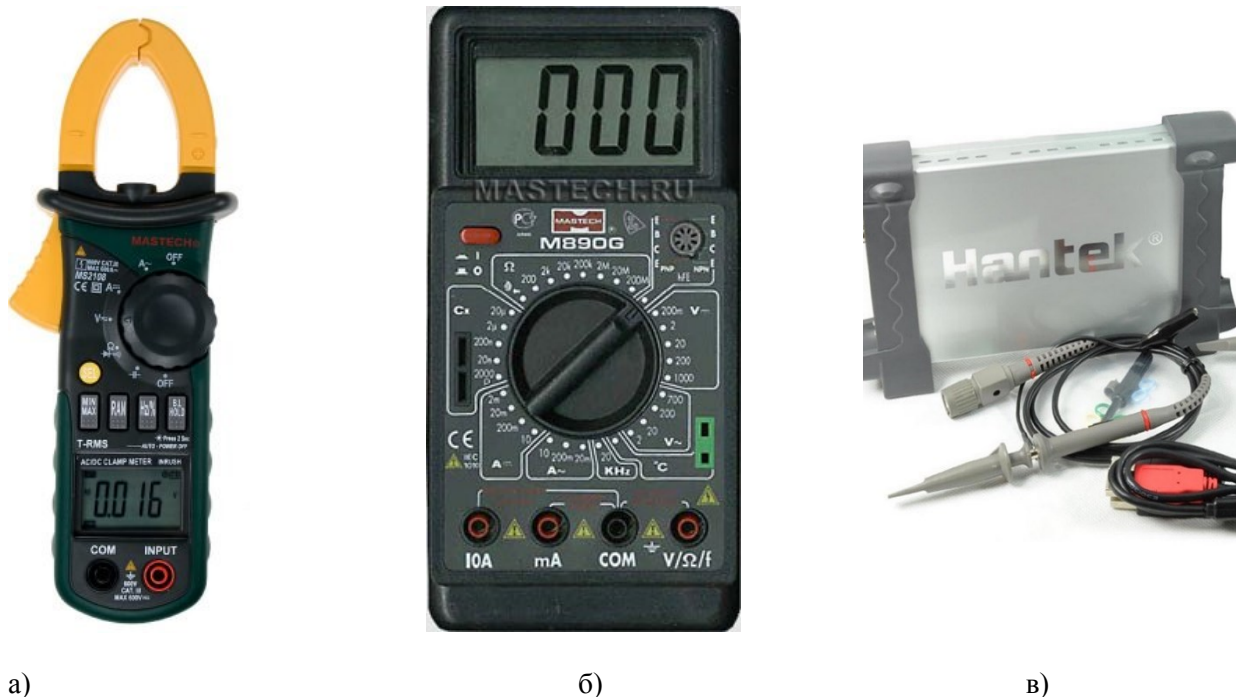


Рис. 4 Вимірювальне обладнання:  
 а) струмові кліщі MASTECH MS2108, б) мультиметр M890G, в) цифровий USB-осцилограф Hantek 6022BE

Також для перетворення струму і зарядки використовувалися підвищуючі перетворювачі та контролери заряду-розряду літій-полімерної батареї, який контролює струм зарядки, мінімальну і максимальну напругу батареї. [3,4].



Рис.5. Перетворювач підвищуючий DC-DC LM2596 DC 1.23v-30v

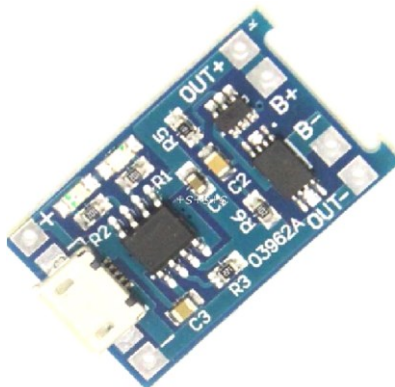


Рис.6. Контролер заряду-розряду літій-полімерної батареї

В результаті проведення експериментального дослідження була побудована характеристика сонячних батарей, визначені найбільш оптимальні струми і напруги для зарядки батарей.

**Висновки:** в процесі виконання експериментальних досліджень було встановлено, що застосування сонячних батарей дозволяє акумулювати від 64 до 76% енергії за міським їздовим циклом. Також результати досліджень дають можливість визначити енергетичні показники автомобіля, розробити методику підбору сонячних батарей з оптимальними характеристиками.

1. Кравченко А.П., Дуда Д.В., Верительник Е.А. Солнечные элементы питания на автомобильном транспорте. Современное состояние и перспективы использования// Автомобильный транспорт, Харьков: ХНАДУ, 2009 - №25 – С. 151 – 155.

2. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей, приводимых в движение только двигателем внутреннего сгорания либо приводимых в движение при помощи гибридного электропривода, в отношении измерения расхода электроэнергии и запаса хода на электротяге: Правила ЕЭК ООН №101. - [Введены в действие 04.04.2005]. – Женева.: Европейская Экономическая комиссия Организации Объединенных наций, 2005. – 128 с.

3. LM2596.5V 3V 3.3V 3.7V 4.5V to 5V DC DC Step UP Switching Power Supply. [Електронний ресурс] – 2016. – Режим доступу: <https://ru.aliexpress.com/item/8PCS-1-5V-3V-3-3V-3-7V-4-5V-to-5V-DC-DC-Step-UP/32409942507>.

4. Smart-Electronics-5V-Micro-USB-1A-18650-Lithium-Battery-Charging-Board-With-Protection-Charger-Module Модуль для Arduino. . [Електронний ресурс] – 2015. – Режим доступу: <https://aliexpress.com/item/Smart-Electronics-5V-Micro-USB-1A-18650-Lithium-Battery-Charging-Board-With-Protection-Charger-Module-for/32500042672.html>.

#### REFERENCES

1. Kravchenko A.P., Duda D.V., Veritel' nik E.A. 2009 Solar cells for motor transport. Current state and prospects of use // Automobile transport, Kharkov: HNADU, №25 151 – 155pp.

2. Geneva: United Nations Economic Commission for Europe, 2005. Uniform provisions concerning the approval of passenger cars driven by only an internal combustion engine or driven by a hybrid electric drive with respect to measuring electricity consumption and power reserve at electric traction: UNECE Regulation No. 101. - [Enacted on 04.04.2005]. - 128 pp.

3. LM2596.5V 3V 3.3V 3.7V 4.5V to 5V DC DC Step UP Switching Power Supply. [Electronic resource] - 2016 - Access: <https://ru.aliexpress.com/item/8PCS-1-5V-3V-3-3V-3-7V-4-5V-to-5V-DC-DC-Step-UP/32409942507>

UP/32409942507.

4. Smart-Electronics-5V-Micro-USB-1A-18650-Lithium-Battery-Charging-Board-With-Protection-Charger-Module for Arduino. . [Electronic resource] - 2015 - Access: <https://aliexpress.com/item/Smart-Electronics-5V-Micro-USB-1A-18650-Lithium-Battery-Charging-Board-With-Protection-Charger-Module-for/32500042672.html>.

**Сітовський А.П., Жилко І.С., Бодак В.І. Использование солнечных батарей для автономного движение автомобиля с электроприводом**

Установлено, что наиболее экологичным и экономичным является электротранспорт. Определено, что для обеспечения автономности движения и уменьшения вредных выбросов можно использовать солнечные батареи для зарядки тяговых аккумуляторов.

**Ключевые слова:** аккумуляторы, контроллер заряда, блок управления двигателем, повышающий преобразователь, мультиметр, осциллограф, токоизмерительные клещи, городской ездовой цикл.

**O. Sitovskyy, I. Zhylo, V. Bodak. The use of solar panels for autonomous movement of the car with electric drive**

Found that the most ecological and economical is electric.

Determined to ensure that the autonomy movement and reduce emissions can use solar panels to charge the traction batteries.

**Keywords:** batteries, charge controllers, engine control unit, enhancing converter, multimeter, oscilloscope, pliers clamp, urban driving cycle.

**АВТОРИ:**

Сітовський Олег Пилипович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Автомобілі і транспортні технології» Луцький НТУ, e-mail: [sitovsky@ukr.net](mailto:sitovsky@ukr.net)

Жилко Ігор Сергійович, студент кафедри «Автомобілі і транспортні технології» Луцький НТУ, e-mail: [Dj.IgoRock@gmail.com](mailto:Dj.IgoRock@gmail.com)

Бодак Володимир Іванович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Автомобілі і транспортні технології» Луцький НТУ, e-mail: [bodak@lenta.ru](mailto:bodak@lenta.ru)

**АВТОРЫ:**

Ситовский Олег Филиппович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили и транспортные технологии» Луцкий НТУ, e-mail: [sitovsky@ukr.net](mailto:sitovsky@ukr.net)

Жилко Игорь Сергеевич, студент кафедры «Автомобили и транспортные технологии» Луцкий НТУ, e-mail: [Dj.IgoRock@gmail.com](mailto:Dj.IgoRock@gmail.com)

Бодак Владимир Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили и транспортные технологии» Луцкий НТУ, e-mail: [bodak@lenta.ru](mailto:bodak@lenta.ru)

**AUTHOR:**

Oleg Sitovskyy, Ph.D., assistant professor of "Cars and transport technologies" Lutsky NTU, e-mail: [sitovsky@ukr.net](mailto:sitovsky@ukr.net)

Igor Zhylo, a student of department "Automotive and Transport Technology" Lutsky NTU, e-mail: [Dj.IgoRock@gmail.com](mailto:Dj.IgoRock@gmail.com)

Volodymyr Bodak, Ph.D., assistant professor of "Cars and transport technologies" Lutsky NTU, e-mail: [bodak@lenta.ru](mailto:bodak@lenta.ru)

Стаття надійшла в редакцію 16.05.2017 р.