

Олександр Литвин, Василь Скляр, Владислав Сікалюк, Дмитро Сахно

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СКЛАДОВОЇ ЕЛЕКТРОБАГІ ПОДВІЙНОГО ЗАСТОСОВУВАННЯ

Актуальність теми дослідження. Розвиток багі на електроприводі для військового призначення з можливістю підзарядки від сонячних панелей, які мають значну кількість переваг у порівнянні з багі з двигунами внутрішнього згорання.

Постановка проблеми. В умовах дефіциту енергоресурсів, інтенсивного забруднення навколишнього середовища та світових економічних кризових явищ, інноваційні транспортні засоби, такі як електромобілі та електротранспорт загалом є одними з найбільш перспективних видів транспортних засобів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Були розглянуті останні публікації у відкритому доступі, включаючи технологію підзарядки від сонячних панелей.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Недостатньо досліджено питання конструктивної розробки системи живлення допоміжного обладнання електричного багі від альтернативних джерел енергії.

Постановка завдання. Мета статті – привернути увагу вчених, фахівців та споживачів до вирішення питань швидкого розвитку масового виробництва електробагі, зокрема багі для використання у військовій сфері в Україні; визначити важливі першочергові заходи, які необхідні для забезпечення швидкого та ефективного впровадження електробагі для військового призначення.

Виклад основного матеріалу. Використання у військовій сфері багі на електроприводі із системою рекуперативного гальмування з підзарядкою від сонячних панелей, а саме патрулювання в гірській місцевості, є достатньо ефективним завдяки запасу ходу, який буде досить великим при застосуванні цієї системи. При цьому перевагою електробагі є велика маневреність, невелика маса і простота конструкції.

Висновки відповідно до статті. Розглянуто багі на електроприводі для військового призначення як один з різновидів електротранспорту в Україні. Визначено переваги багі в порівнянні з автомобілями з двигунами внутрішнього згорання.

Ключові слова: електробагі; електротранспорт; сонячні панелі; електроенергія; електромобіль; електродвигун; рекуперація; військове призначення.

Бібл.: 6.

Актуальність теми дослідження. В Україні є нагальна потреба в розвитку багі на електроприводі для військового призначення, які мають значну кількість переваг у порівнянні з багі з двигунами внутрішнього згорання.

Постановка проблеми. В умовах дефіциту енергоресурсів, інтенсивного забруднення навколишнього середовища та світових економічних кризових явищ, інноваційні транспортні засоби, такі як електромобілі та електротранспорт загалом є одними з найбільш перспективних видів транспортних засобів [1]. Але змова монополістів, які володіють джерелами видобутку вуглеводнів, відсутність новітньої автотранспортної інфраструктури, інноваційних доріг, відповідних заправних станцій та станцій технічного обслуговування нового покоління, стоянок гальмують розвиток та впровадження електромобілів у сучасних умовах [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням проблеми функціонування автотранспорту та розвитку автомобільної інфраструктури у своїх працях приділяли увагу такі відомі вчені, як Б. В. Буркінський, Ю. Ф. Гутаревич, О. М. Котлубай, В. В. Лифар, В. П. Мікловда, А. М. Редзюк, О. В. Рябова, Д. К. Прейгер, В. Г. Шинкаренко, І. Р. Юхновський та ін. [2]. Але аспекти розвитку, впровадження та виробництва електромобілів є ще не достатньо вивченими на сьогодні [3].

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Недостатньо досліджено питання конструктивної розробки системи живлення допоміжного обладнання електричного багі від альтернативних джерел енергії.

Постановка завдання. Мета статті – привернути увагу вчених, фахівців та споживачів до вирішення питань швидкого розвитку масового виробництва електробагі, зокрема багі для використання у військовій сфері в Україні; спрогнозувати перспективи впровадження та експлуатації електробагі та їх конкурентної спроможності; порівняти військові багі в Україні та світі; порівняти переваги і недоліки багі виробників інших країн, визначити важливі першочергові заходи, які необхідні для забезпечення швидкого та ефективного впровадження електробагі для військового призначення.

Виклад основного матеріалу. Електромобіль – це транспортний засіб, який приводиться в рух електричним двигуном і призначений для перевезення людей, вантажів, буксирування причепів та транспортних засобів, виконання різного виду робіт та послуг [3]. Нині електромобілі ще не здатні створити серйозну конкуренцію традиційним бензиновим та дизельним автомобілям через їхню високу вартість, невеликі відстані пробігу, малу циклічність акумуляторних панелей, відсутність сучасних швидкісних електричних заправних станцій. Але з кожним роком завдяки інноваційним технологіям ці недоліки постійно нівелюються [4].

У сучасних електромобілях може використовуватися як електродвигун постійного, так і змінного струму. Його основним завданням є передача обертового моменту на привод електромобіля. Основними відмінностями сучасного електричного двигуна для автомобіля від традиційного електромеханічної машини є велика потужність і компактні розміри, викликані обмеженістю доступного простору. Характеризуються сучасні електричні двигуни потужністю, максимальним обертовим моментом, напругою, струмом, а також частотою обертання.

Перевагами електродвигуна є:

- мала вага і досить компактні розміри;
- довговічність,
- простота експлуатації;
- екологічність;
- максимальний обертовий момент доступний уже з 0 хв^{-1} ;
- високий ККД;
- немає необхідності в коробці передач;
- можливість рекуперації енергії.

За конструктивним виконанням електродвигуни поділяються на:

- колекторні: перемикачем струму в обмотках і датчиком положення ротора є той же самий пристрій – електротехнічний комутатор [2]. Працює переважно на постійному струмі. Проте сучасні електродвигуни, так звані універсальні колекторні двигуни, можуть одночасно працювати на постійному і змінному струмі [4];

- безколекторні: вентильні двигуни постійного струму виконані у вигляді замкнутої системи з датчиком положення ротора, інвертором і перетворювачем координат [3].

Багі – це невеликий легкий всюдихід для їзди по бездоріжжю. Цей вид транспорту використовується як для цивільного, так і для військового призначення.

Одними з найактивніших експлуатантів армійських багі є збройні сили США. Тут на озброєнні перебуває понад 20 видів багі виробництва різних компаній. Спочатку основним їх призначенням було патрулювання кордонів США. Також ці автомобілі добре підходять для дій у пустелі, проведення диверсійних вилазок і ведення розвідки. Зазвичай вони є носіями легкого озброєння, а їхній екіпаж складається з 2-3 чоловік. Військові конфлікти в Афганістані та Іраку показали, що поліпшення броньованого захисту позашляховиків неминуче веде до зростання їхньої маси і втрати можливості виконувати ряд розвідувальних завдань. У цій ситуації їм доводиться поступатися легким транспортним засобам, що володіють високою маневреністю, швидкістю, малої помітністю на місцевості й порівняно невеликою ціною [5].

Нині в Україні багі працює лише на двигунах внутрішнього згорання. Але в цій статті ми розглянемо багі як один із різновидів саме електротранспорту, тобто транспортний засіб на електроприводі з можливістю підзарядки від сонячних панелей.

Багі має такі переваги:

- легкість конструкції і управління;
- хороша маневреність;
- міцні шасі;

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

- міцна рама;
- стійкість на будь-якій поверхні;
- високий кліренс (звідси висока прохідність по бездоріжжю і скелястій місцевості), простота в обслуговуванні;
- швидкість, динаміка розгону.

Також на розвиток і впровадження електромобілів дуже сильно впливає прогрес нових видів акумуляторних панелей та систем рекуперації електроенергії [4]. Ефективність процесу рекуперації електроенергії залежить від багатьох чинників: типу транспортного засобу, електричного двигуна, акумуляторних панелей, але загалом цей показник становить 60-70 %. Системи рекуперативного гальмування втрачають 10-20 % від захопленої енергії, після цього втрачають ще стільки ж у процесі її перетворення в заряд для акумуляторних панелей. Ці показники стандартні для більшості транспортних засобів, включаючи електромобілі. Отже, використання системи рекуперативного гальмування дозволяють повернути 70 % кінетичної енергії, втраченої під час гальмування, щоб потім знову використовувати її для прискорення транспортного засобу. Загалом сам факт того, що ми навчилися зберігати хоч і не 100 %, а лише невелику частку кінетичної енергії за допомогою рекуперативного гальмування та стали використовувати її для підзарядки акумуляторних батарей, є важливим фактором для збільшення запасу ходу [5].

Використання у військовій сфері багі на електроприводі із системою рекуперативного гальмування з підзарядкою від сонячних панелей, а саме патрулювання в гірській місцевості, є достатньо ефективним завдяки запасу ходу, який буде досить великим при застосуванні цієї системи. Також перевагою є велика маневреність, невелика маса і простота конструкції. Автомобіль може застосовуватися як дозорно-розвідувальний автомобіль, машина вогневої підтримки підрозділів, для доставки боєприпасів, для патрулювання, евакуації поранених або як командно-штабний транспорт [3].

Дуже важливо на цьому етапі зменшити вагу акумуляторів без втрати їхньої ємності. Для збільшення запасу ходу та покращення мобільності електромобілів треба звернути увагу на розміщення на самих транспортних засобах додаткових джерел виробітку електроенергії, таких як сонячні панелі [1]. Це підвищить їхній коефіцієнт корисної дії і в перспективі дасть можливість електромобілям більш суттєво конкурувати з іншими автомобілями, які використовують системи двигунів внутрішнього згоряння [2]. Збільшення частки електромобілів вплине не тільки на модернізацію автомобілебудування, але й на реструктуризацію національної економіки загалом, оскільки зменшиться потреба в газі та нафтовій сировині, що в свою чергу також суттєво зменшить забруднення навколишнього середовища [3].

Порівняння з іншими моделями. Перші багі з'явилися в США в 1950-і роки. Для їх виготовлення зазвичай використовували старі, які не використовуються, автомобілі Фольксваген Жук. Від зменшувальної форми назви Фольксвагена «Жук» - Volkswagen Bug і утворилося слово «buggy» – «жучок». У процесі переробки з машин знімали кузов, крила, двері, а у ролі несучої конструкції встановлювали полегшену раму або кузов зі скловолокна, також у деяких випадках залишалася урізана версія штатного кузова Фольксвагена. Завдяки міцності шасі і прохідності «Жука», відсутності радіатора, високому дорожньому просвіту, а також задньому розташуванню двигуна цей популярний і знаний донині легковий автомобіль ідеально підходив для створення на його базі багі. Популярності багі сприяла і вседоступність легкового автомобіля Volkswagen Bug.

На початку 1980-х років каліфорнійська компанія Chenoweth виграла армійський контракт на створення швидкого військового багі, здатного легко пересуватися по піщаних дюнах, перевозячи при цьому істотну масу зброї і різного бойового спорядження. Уже в 1982 році на світ з'явився перший армійський багі, який пішов у серійне виробництво, FAV - Fast Attack Vehicle.

Fast Attack Vehicle оснащувалися дволітровими двигунами повітряного охолодження компанії Volkswagen, що розвивають максимальну потужність 200 л.с, 4-ступінчастою коробкою перемикачів передач, а також незалежною підвіскою. Автомобіль важив 960 кг і міг проїхати на одній заправці 320 кілометрів. Максимальна швидкість багі становила близько 130 км/ч. Характерною особливістю багі був легкий кузов, який виготовлявся з високоміцних сталевих трубчастих конструкцій (рама й арка безпеки), а також розташування трансмісії і двигуна в кормі корпусу. Як озброєння могли використовуватися 7,62-мм і 12,7-мм кулемети, гранатомети, ПТРК або ПЗРК, додатково могла бути встановлена радіостанція [6]. Згодом багі отримав нове позначення DPV – Desert Patrol Vehicle (буквально – транспорт для патрулювання пустелі).

Багі DPV був побудований на базі автомобіля VW Beetle. На трубчастій рамі встановлювалася передня торсіонна підвіска, а ззаду розташовувався опозитний двигун повітряного охолодження. Рама обшивалась листовою сталлю. Екіпаж багі FAV / DPV складався з 3 чоловік. Двоє з них розташовувалися традиційно, як у звичайному автомобілі (один – водій, другий – стрільба з кулемета, читання карт), ще один член екіпажу розташовувався у верхній надбудові, що знаходиться над силовим агрегатом. Він міг вести вогонь із кулемета або гранатомета.

Подальшим розвитком багі DPV став новий автомобіль LSV – Light Strike Vehicle (буквально перекладається як легкий ударний транспорт). Можливе озброєння було істотно розширене і могло складатися з: 12,7-мм кулемета M2, 5,56-мм кулемети M249 SAW LMG, 7,62-мм кулемета M60 або M240 серії GPMG. Також могли використовуватися два протитанкових гранатомети AT4 або один ПТРК BGM-71 TOW.

Найбільш розвинуті армійські багі Advanced LSV, побудовані на базі автомобіля Humvee, отримали власну назву Flyer («літун»), що лише підкреслює хороші швидкісні характеристики машин. Згідно з інформацією виробника кути в'їзду і з'їзду даних багі становлять 59 і 50 градусів відповідно. Нова модель багі вже встигла довести свою мобільність і вогневу міць. Завдяки наявності кругової турелі стрілок може вести вогонь на 360 градусів, не розгортаючи для цього багі. Як додаткове озброєння можуть використовуватися легкі кулемети й переносні протитанкові і протиповітряні комплекси. Кожна з дверей багі може бути оснащена туреллю для установки 7,62-мм і 5,56-мм кулеметів. Існують варіанти багі ALSV, призначені для транспортування поранених і перевезення вантажів, а також машини, які оснащені бронєю і призначені для безпосередньої участі в бойових операціях. При цьому багі ALSV, як і раніше, залишаються компактними, можлива їх перевезення по повітрю транспортними вертольотами CH-47 Chinook або CH-53 Sea Stallion [6].

В Україні розробкою багі для військових цілей займаються на базі навчально-наукового Центру з розвитку і підтримки технічного забезпечення Збройних сил України, який діє при Вінницькому національному технічному університеті [4]. Науковці та студенти розробили легкий тактичний автомобіль, а його виготовленням зайнялись спеціалісти приватної компанії, яка розробляє та ремонтує військову техніку [2]. Машина обладнана потужним 2-літровим турбодизелем і здатна розвивати швидкість понад 130 км/год по шосе та швидко долати нерівну місцевість [3]. Машина має відмінні показники подолання ділянок із пересіченою місцевістю завдяки незалежній підвісці, повному приводу і високому кліренсу. При цьому сам автомобіль має відносно невелику висоту, що робить його менш помітним. Також він працює істотно тихіше за інші наявні на озброєнні автомобілі.

Основною перевагою перед представленими автомобілями є те, що багі нашої розробки обладнається двома безщітковими електродвигунами змінного струму.

Перевагою електричного двигуна перед двигуном внутрішнього згоряння є :

- великий крутний момент;
- велика потужність при малих розмірах;

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

- динамічність;
- безшумність роботи;
- легкий і швидкий «запуск», який не залежить від погодних умов;
- екологічність.

Електродвигун є надійною системою в роботі автомобіля, у той час як ДВС має велику кількість деталей та датчиків, при виході з ладу яких двигун втрачає потужність.

Під час експлуатації при відмові одного з електричних двигунів, автомобіль зможе працювати на другому, у той час як багі з ДВС стануть нерухомим.

Важливим внеском у конструкцію електричного багі є встановлення альтернативних джерел енергії, а саме гнучких сонячних панелей, які зможуть виробляти енергію для підзарядки силових акумуляторів автомобіля, а також акумулятори різних електричних приладів (рації, ліхтарі, електроінструмент). Такий внесок збільшує автономність транспортного засобу і фактично не збільшує вагу автомобіля [6].

У світі останніх подій автомобіль може обладнуватись бездротовою зарядкою. Тобто при використанні бездротової зарядки автомобіль, находячись на стоянці, зможе заряджати акумулятори без використання дротів. Це дає змогу зменшити час реагування екіпажу, адже водію чи команді при швидкому реагуванні не потрібно від'єднувати зовнішні пристрої зарядки акумуляторів.

У разі відсутності бездротової зарядної системи автомобіль можна заряджати від напруги 380В або 220В.

Висновки відповідно до статті. З наведеного вище можна зробити висновок, що в Україні існує нагальна потреба в розвитку багі на електроприводі для військового призначення, які мають значну кількість переваг у порівнянні з багі з двигунами внутрішнього згоряння.

Список використаних джерел

1. Електромобілі. *Історія завдовжки в століття*. URL: <http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/elektromobili-istoriya-zavdovzhki-v-stolittya>.
2. Етапи розвитку електромобілів і їх конструкції. *Електромобіль: техніка та економіка*. URL: <http://uk.shram.kiev.ua/megafaza/history/electromobi.shtml>.
3. Електромобілі. *Розвиток електромобілів*. URL: <http://www.novaecologia.org/voecos-1356-1.html>.
4. Електрокари. *Україна – країна-лідер Європи на ринку продажів електромобілів*. URL: http://zaxid.net/news/showNews.do?ukrayina_uviyshla_v_desyatku_krayinlideriv_yevropi_na_rinku_prodazhiv_elektromobiliv&objectId=1407380.
5. Шевчук Я. В. Автотранспортна інфраструктура: теорія і методи сучасних регіональних досліджень. Ужгород: Ліга-Прес, 2011. 367 с.
6. Шевчук Я. В., Губані Г. Г., Чобаль Л. Ю. Соціально-економічні аспекти розвитку виробництва інноваційних транспортних засобів. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Ужгород, 2015. Вип. 2(46). С. 154–160.

References

1. Elektromobili. Istoriya zavdovzhky v stilittya [Electric cars. The story goes back centuries] (2019). Retrieved from <http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/elektromobili-istoriya-zavdovzhki-v-stolittya>.
2. Etapy rozvytku elektromobiliv i jih konstruktzii. Elektromobil: tehnika ta ekonomika [Stages of development of electric vehicles and their construction. Electric vehicle: technology and economy] (2019). Retrieved from <http://en.shram.kiev.ua/megaphase/history/electromobi.shtml>.
3. Elektromobili. Rozvytok elektromobiliv. [Electric vehicles. Development of electric automobiles] (2019). Retrieved from <http://www.novaecologia.org/voecos-1356-1.html>.
4. Elektrokary. Ukraina – krajina-lider Yevropy na rynku prodazhiv elektromobiliv [Electric cars. Ukraine is a leading European country in the market of sales of electric vehicles] (2019). Retrieved from http://zaxid.net/news/showNews.do?ukrayina_uviyshla_v_desyatku_krayinlideriv_yevropi_na_rinku_prodazhiv_elektromobiliv&objectId=1407380.

5. Shevchuk, Y. V. (2011). *Avtotransportna infrastruktura: teoriya i metody suchasnyh regionalnyh doslidzen [Motor transport infrastructure: theory and methods of modern regional research]*. Uzhgorod: Liga-Press [in Ukrainian].

6. Shevchuk, Y. V., Gubani, G. G., Chobal, L. Y. (2015). Sotsialno-ekonomichni aspekty rozvytku vyrobnytsva innovatsijnyh transportnyh zasobiv [Socio-economic aspects of the development of innovative vehicles production]. *Uzhgorod University Scientific Bulletin*, 2 (46), 154-160 [in Ukrainian].

UDC 621

Oleksandr Lytvyn, Vasyl Sklyar, Vladyslav Sikaliuk, Dmytro Sahno

IMPROVING THE ELECTRICAL COMPONENT OF DUAL-USE ELECTROBUG

Urgency of the research. It is development of the bugs with electric drive for military usage with the ability to recharge from solar panels which have a significant number of advantages over bugs with internal combustion engines.

Target setting. In the conditions of energy scarcity, intense pollution of the environment and the global economic crisis, innovative vehicles, such as electric cars and electric vehicles, are in general one of the most promising types of vehicles.

Actual scientific researches and issues analysis. Recent open source publications have been reviewed, including solar panel recharge technology.

Uninvestigated parts of general matters defining. The issues of constructive development of the power supply system for the accessory electrical buggy equipment from alternative energy sources are not sufficiently investigated.

The research objective. The purpose of the article is to draw the attention of scientists, specialists and consumers to solving the issues of rapid development of mass production of the electrobugs, in particular bugs for use in the military sphere in Ukraine; identify important priority measures that are needed to ensure the rapid and effective implementation of the electrobugs for military usage.

The statement of basic materials. The use of bugs in the military field on electric propulsion with a solar-powered rechargeable braking system, namely patrolling in the mountainous terrain, is quite effective due to the power reserve, which will be quite large when using this system. The advantage of the electrobug is its high maneuverability, low weight and simplicity of construction.

Conclusions. The bugs on electric drive for military purposes have been considered as one of the types of electric transport in Ukraine. The advantages of bugs in comparison with cars with internal combustion engines have been determined.

Keywords: electrobug; electric transport; solar panels; electricity; electric car; electric motor; recuperation; military purposes.

References: 6.

Литвин Олександр Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Lytvyn Oleksandr – PhD in Technical Sciences, Associated Professor of the Department of Automobile Transport and Sectorial Machine Building, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenko Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: xpover4718@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5243-3970>

ResearcherID: J-1479-2016

Скляр Василь Михайлович – аспірант кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Sklyar Vasyl – PhD student of the Department of Automobile Transport and Sectorial Machine Building, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenko Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: uslhj@meta.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0563-6887>

ResearcherID: J-1138-2016

Сікалюк Владислав Сергійович – студент, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Sikaliuk Vladyslav – student, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenko Str., 14035, Chernihiv, Ukraine).

E-mail: vladsikaliuk99@gmail.com

Сахно Дмитро Романович – студент, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Sahno Dmytro – student, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenko Str., 14035, Chernihiv, Ukraine).

E-mail: speclogin@i.ua