

**ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ І ЕКОЛОГІЧНИХ  
ПОКАЗНИКІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.  
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ**

УДК 629.341

**ВІТРОГЕНЕРАТОРНА УСТАНОВКА, ЯК ДОДАТКОВЕ ДЖЕРЕЛО  
ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ**

**Щ.В. Аргун, доцент, к.т.н., О.Д. Голиков, студент, ХНАДУ**

***Анотація.** Проведено аналіз альтернативних способів отримання електричної енергії для збільшення запасу ходу електромобілів. Запропонована вітрогенераторна установка, як додаткове джерело електроенергії для електромобіля. Запропоновано в якості вітрогенератора використати вітряк горизонтального типу, так званий «пропелер». Розглянуті способи установки вітрогенератора всередині електромобіля.*

***Ключові слова:** вітрогенераторна установка, джерело електричної енергії, електромобіль, акумулятор, альтернативна енергія.*

**ВЕТРОГЕНЕРАТОРНАЯ УСТАНОВКА, КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ  
ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ**

**Щ.В. Аргун, доцент, к.т.н., А.Д. Голиков, студент, ХНАДУ**

***Аннотация.** Проведен анализ альтернативных способов получения электрической энергии для увеличения запаса хода электромобилей. Предложена ветрогенераторная установка, как дополнительный источник электроэнергии для электромобиля. Предложено в качестве ветрогенератора использовать ветряк горизонтального типа, так называемый «пропеллер». Рассмотрены способы установки ветрогенератора внутри электромобиля.*

***Ключевые слова:** ветрогенераторная установка, источник электрической энергии, электромобиль, аккумулятор, альтернативная энергия.*

**WIND GENERATOR SETTING, AS ADDITIONAL ELECTRIC ENERGY  
SOURCE FOR ELECTRIC CAR**

**Shch. Arhun, assistant professor, cand. eng. sc., Oleksij Golykov, student, KhNAHU**

***Abstract.** The analysis of alternative methods of obtaining electric energy for increasing the power reserve of electric vehicles is carried out. A wind power plant is proposed as an additional source of electric power for an electric vehicle. It is proposed to use a wind turbine of horizontal type as a wind turbine, the so-called "propeller". The methods of installing a wind generator inside an electric vehicle are considered.*

***Keywords:** wind generator, electric power source, electric vehicle, battery, alternative energy.*

**Вступ**

На сьогодні одним з головних недоліків електромобіля є його обмежений запас ходу, який безпосередньо залежить від ємності тягового акумулятора (АКБ). Але окрім харак-

теристик АКБ існує безліч додаткових чинників, що зменшують заявлений виробниками пробіг електрокара. Тому у всьому світі активно розробляються різні способи і методи збільшення запасу ходу з предумовленою АКБ.

### Мета і постановка завдання

Метою роботи є розробка вітрогенератора, який служитиме додатковим джерелом електричної енергії для електромобілю.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання: провести аналіз існуючих вітрогенераторних систем, призначених для збільшення пробігу електромобіля; запропонувати компонування і варіанти установки вітрогенераторної системи.

### Аналіз публікацій

Різке зростання автомобільного транспорту у світі привело до погіршення екологічної ситуації. Крім того, на передній план виходить проблема неухильного виснаження природних ресурсів. Усе це змушує людство не тільки застосовувати раніше відомі, але і розробляти нові альтернативні джерела електроенергії і впроваджувати їх як в транспортну інфраструктуру [1-3], так і безпосередньо в автомобіль [4].

Як відомо, альтернативне джерело електричної енергії – це будь-яке поновлюване джерело енергії, яке не використовує вуглеводне паливо [5]. До альтернативних джерел відносять енергію сонця, вітру, морів, річок, біомаси, теплоти Землі і вторинні енергетичні ресурси [6, 7].

Перспективним є використання енергії вітру для отримання електричної енергії. Це підтверджує експлуатація стаціонарних вітрогенераторів, що отримали широке застосування в промисловій галузі і в якості повномасштабних вітряних електростанцій, і в приватному домоволодінні. Крім того, вітрогенератори використовують уздовж автострад і так званих «Розумних доріг», де за допомогою повітряного потоку, що створюється автотранспортом, який рухається, генерується електроенергія і накопичується в акумуляторних батареях [4]. У нічний час доби ця енергія використовується для освітлення дороги, для дорожньої розмітки тощо.

Слід зазначити, що використання вітрогенераторів як альтернативного джерела енергії для електромобілів поки що не є дуже поширеним явищем, але цією проблемою займається багато учених всього світу.

Наприклад, в російських патентах [8], [9] і американському патенті [10] описуються автомобільні вітрогенератори, встановлені на даху вантажного автомобіля або трактора. Кожна із запропонованих систем має свої переваги і недоліки, але загальним недоліком цих розробок є те, що вони:

- псують зовнішній вигляд автомобіля;
- збільшують габаритні розміри;
- за наявності шквальних вітрів виникає бічна сила, яка може привести до аварії;
- важкодоступні та складні встановлення;
- непридатні для встановлення на легкові автомобілі, тобто не є універсальними.

У патенті [11], описується «Роторна вітроенергетична установка наземного транспортного засобу», яка також кріпиться на даху транспортного засобу. Її представлено у вигляді роторної вітроенергетичної установки з горизонтальною віссю обертання, що розташована у верхній, передній, середній і задній частинах даху закритого кузова.

Недоліками цієї розробки є:

- громіздка конструкція;
- велика сила опору при русі;
- попадання сторонніх предметів на ротор, а значить знижений рівень надійності і безпеки.

У патентах [12-14] описуються вітроенергетичні установки для автомобільного транспорту, які представлені у вигляді вітрогенератора, закріпленого на даху автомобіля. При русі потік повітряних мас обертатиме цю установку.

Але і ці розробки мають ряд істотних недоліків:

- під час руху автомобіля витрачається додаткова енергія;
- виникають бічні сили;
- громіздка конструкція;
- порушення аеродинамічних властивостей.

У патенті [15] описується пристрій у вигляді пропелера встановлене на даху авто. При русі, цей пристрій може бути пошкоджений через сильну спрямованість вітру. До того ж, зовнішнє середовище згубно позначатиметься на такому розміщенні цього винаходу.

Також не можна не відмітити роботу Гусарова Д. В., що описує метод отримання елект-

роенергії шляхом генерування її з кінетичної енергії набігаючого потоку повітря, при русі або на стоянці транспортного засобу [16]. Тут вітрогенераторна установка також, як і в попередніх розробках розташовується на даху вантажного авто.

Незважаючи на досить велику кількість існуючих розробок, на жаль, на даний момент немає інформації про виробництво якої-небудь з розглянутих вище систем генерації енергії. Тому розробка вітрогенератора в якості додаткового джерела електричної енергії для електромобіля є затребуваним і актуальним завданням.

### Вітрогенераторна установка

Вчені всього світу працюють над розробкою альтернативних джерел енергії для електромобіля. Додаткову енергію отримують завдяки вже звичним системам рекуперації, а також більш новим способам. Наприклад,

впровадженням сонячних панелей в електрокар, застосуванням світлочувливих фарб тощо.

У цій роботі пропонується альтернативний спосіб часткового заряджання накопичувачів енергії електромобіля, що полягає у використанні вітрогенератора за допомогою якого, кінетична енергія повітряних мас перетворюється в потрібну нам електричну.

Перш ніж перейти безпосередньо до вітрогенераторної установки, необхідно розглянути принцип дії самого вітрогенератора. Він полягає в наступному: виникаючий потік повітря обертає ротор з лопатями і приводить в рух головний вал, який у свою чергу обертає редуктор, і, в результаті обертання генератора, на виході отримуємо електричну енергію, яка заряджає акумулятор або безпосередньо використовується для живлення бортової системи автомобілю, рис. 1.

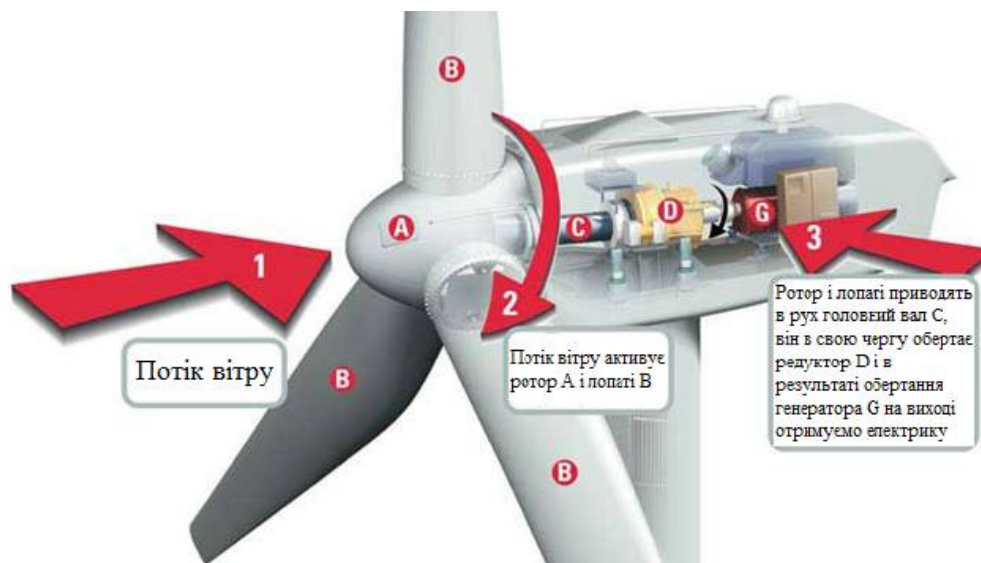


Рис. 1 – Принцип дії вітрогенератора

Як відомо, потужність вітрогенераторного пристрою безпосередньо залежить від:

- діаметру вітроколеса;
- сили потоку повітря, що чинить опір;
- кількості лопатей.

Взагалі, чим більший діаметр вітроколеса, тим більше енергії може генерувати пристрій, але оскільки планується використати вітрогенератор в середині легкового електромобіля, то це істотно обмежує вибір його розмірів. Тому основну увагу треба приділити конструкції вітрогенератора і його розташуванню.

Слід зазначити, що під час руху автомобіля в діапазоні швидкостей від мінімальної і до 100-120 км/год навіть за відсутності зустрічного вітру, проблем із швидкістю вітру, що обертає лопаті не буде. Саме це може компенсувати маленькі розміри вітроколеса.

Зі збільшенням кількості лопатей, збільшується загальний опір вітрового колеса, що ускладнює вихід на робочі оберти генератора в звичайних умовах експлуатації, але не є проблемою для запропонованої установки.

Під час руху автомобіля виникає ефект опору повітря, яке у свою чергу впливає на цей самий автомобіль. Цей ефект дозволить штовхати (обертати) лопаті вітрогенератора. Опір повітря при русі автомобіля зростає пропорційно квадрату швидкості автомобіля, тобто це є ефективним джерелом заряду при русі електрокара. Тому навіть мінімальна швидкість руху, наприклад, 20 км/год, забезпечує достатні оберти для генерування енергії.

Оскільки при виїзді за межі міста, автомобіль

рухається з середньою швидкістю 80 км/год, виникає зустрічний потік повітря, завдяки якому вітрогенератор компенсує витрати енергії в русі. Тобто кількість згенерованої енергії залежить від швидкості руху електромобіля, а також швидкості руху повітряної маси, яка чинить опір електрокару, що рухається.

На рис. 2 приведено компоновку вітрогенераторного пристрою в електромобілі.

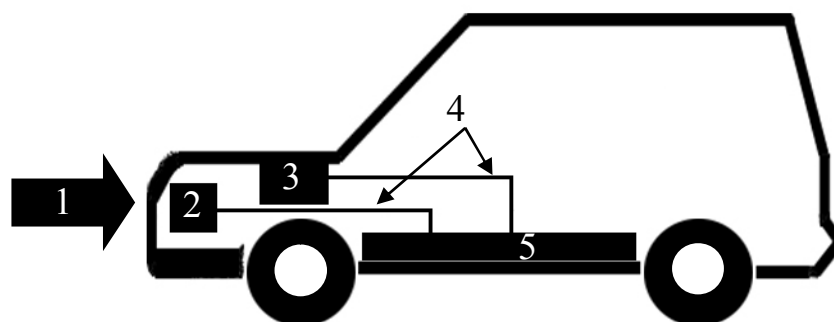


Рис. 2 – Компоновка вітрогенераторного пристрою на базі легкового електромобіля:  
1 – протидіючий потік повітряних мас; 2 – вітрогенераторна установка;  
3 – електродвигун; 4 – сполучні дроти; 5 – АКБ

Як видно з рис. 2, принцип роботи установки побудований на дії вітрогенератора, який сприятиме виробленню додаткової енергії і продовженню запасу ходу електромобіля. Електромобіль в русі буде знаходитися під дією зустрічного потоку повітряних мас, які приведуть в рух вітрогенератор, а він, у свою чергу, генеруватиме електричний струм для підживлення АКБ. В наслідок чого це дозволить значно збільшити запас ходу електромобіля не витрачаючи час на підзарядку на зарядних станціях, а також дозволить впевнено виїжджати за межі міста.

Цей спосіб збільшення запасу ходу має ряд переваг, а саме:

- збільшення служби АКБ, оскільки згенерована енергія може використовуватися безпосередньо для живлення бортових систем автомобіля;
- збільшення запасу ходу;
- не потрібно додаткові джерела для живлення генератора;
- економія часу на підзарядку на електрозаправних станціях;
- не погіршує зовнішній вигляд автомобіля.

Далі необхідно вирішити яка саме вітрогенераторна установка буде використовуватися у

запропонованій системі – вертикальна або горизонтальна. Для цього повернемося до проведеного аналізу літератури, який показав, що існують розробки вітрогенераторів для вантажних автомобілів, які використовують вертикальні конструкції вітрогенераторних установок з так званим ротором Савоуніса. У цього ротора є переваги перед горизонтальним вітрогенератором, але через його габаритні розміри використовувати у моделі, що розробляється, немає можливості. Тому у даному випадку пропонується застосовувати конструкцію вітрогенераторної установки горизонтального типу, так званий «пропелер».

Необхідно при установці вітрогенераторного пристрою передбачити його захист від різного виду забруднень (пилу, бруду, води тощо), а також від попадання різних каменів і сміття на лопаті.

Частково цей захист здійснюватиметься завдяки стандартним радіаторним решіткам, які вже є в автомобілях. Що стосується попадання часток пилу, бруду, то власникові електрокару необхідно буде раз на один/два тижні протирати лопаті вітрогенератора вологою ганчіркою або це може бути включено

додатковим пунктом обслуговування при митті авто.

Так само слід врахувати, що потік повітря, який проходить через решітку, буде ослаблятися, тим самим знижуючи ККД системи. Для зменшення цього недоліку пропонуються такі варіанти:

- створення повітропроводів під задньою частиною капоту, щоб потік повітря який входить в моторний відсік, виходив з нього не перешкоджаючи руху електромобіля;
- створення повітропроводів під або уздовж лівого і правого крила, для відведення повітря, що поступає.

### Способи розташування вітрогенератора

Пропонується два способи розташування установки всередині електромобілю:

- зміщення радіатора і на його місці розміщення вітрогенератора;
- зміщення електродвигуна, і розміщення вітрогенератора.

При використанні першого методу, радіатор треба буде змістити у бік двигуна, що дозволить більш-менш комфортно розмістити установку.

Другий спосіб припускає зміщення двигуна в салон (якщо конструкція авто передбачає розміщення електродвигуна під капотом), що спричинить необхідність в таких змінах як:

- зміщення керма, приладової панелі і педального вузла до центру кузова;
- зміна развесовки електромобіля;

Для того, щоб визначити, як це вплине на електромобіль, слід розглянути поняття «развесовки». Так от, развесовка – це розподіл ваги між осями електромобіля при загальній спорядженій масі.

Оскільки двигун буде зміщений у бік салону, це сприятиме поліпшенню керованості за рахунок оптимального балансу шасі. Цей метод широко використовується в автоспорті. Пілоти цим шляхом домагаються максимально точного налаштування підвіски, що в результаті дає величезні плюси в прискоренні, маневреності і балансі. При зміні цього параметра, а саме при перерозподілі ваги по осях, слід врахувати, що це спричинить серйозне втручання інженерів у конструкцію

електрокару і тому повинно бути ретельно обдуманим і прорахованим.

Запропонована вітрогенераторна установка поки що є концепцією, яка вимагає подальшої розробки, уточнення її параметрів, проведення математичних і експериментальних досліджень.

### Висновки

Проведений аналіз показав, що розробка альтернативних способів отримання електричної енергії для збільшення запасу ходу електромобілів є актуальним завданням, яке вирішують вчені всього світу.

Авторами запропонована вітрогенераторна установка, як додаткове джерело електричної енергії для електромобіля.

Запропоновано в якості вітрогенератора, використовувати конструкцію вітрогенераторної установки горизонтального типу, так званий «пропелер».

Розглянуто способи установки вітрогенератора всередині електромобіля.

Ця розробка є концептуальною конструктивною ідеєю, що вимагає подальшої поглибленої роботи над нею.

### Література

1. Аргун Щ. В. Энергозберігаючі технології на основі п'єзоелектричного ефекту для автомобільної техніки / Щ. В. Аргун // Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание. – Х.: ХНАДУ, 2017. – № 11. – 13-19.
2. Nienhueser I. A., Qiu Y. Economic and environmental impacts of providing renewable energy for electric vehicle charging – A choice experiment study // Applied Energy. – 2016. – Т. 180. – С. 256-268.
3. Codani P. et al. Coupling local renewable energy production with electric vehicle charging: a survey of the French case // International Journal of Automotive Technology and Management. – 2016. – Т. 16. – №. 1. – С. 55-69.
4. Аргун Щ. В. Энергосберегающие технологии на автобусном транспорте / Щ. В. Аргун, А. В. Гнатов, Д. В. Марченко –

- Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017 – 177 с.
5. Альтернативна енергетика з використанням сонячних елементів : навч. вид. / В. Ю. Єрохов; Нац. ун-т «Львів. Політехніка». – Львів : Сполом, 2015. – 116 с. – Бібліогр.: С. 113-116.
  6. Нетрадиційні джерела енергії: теорія і практика : монографія / Й. С. Мисак, І. М. Озарків, М. Г. Адамовський та ін. ; за ред. Й. С. Мисака, І. М. Озарківа ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка», Нац. лісотехн. ун-т України. – Л. : НВФ «Укр. Технології», 2013. – 356 с. : іл., табл. – Бібліогр.: С. 353-354.
  7. Кашкаров А. П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. – М. : ДМК Пресс, 2011 – 144 с.
  8. Патент 2375212 Российская Федерация, МПК В60К16/00, F03D3/00. Автомобильный ветрогенератор / Пашенко В. В.; заявитель и патентообладатель; заявл. 19.06.2008; опубл. 10.12.2009.
  9. Патент 2403437 Российская Федерация, МПК F03D9/00, В60К16/00. Автомобильно-водительский ветрогенератор / Пашенко В. В.; заявл. 30.01.2009; опубл. 10.11.2010.
  10. Patent US6838782 B2 United States of America, IPC US 10 / 287,478. Wind energy capturing device for moving vehicles / Thomas H. Vu; claimed. 05.11.2002; publ. 04.01.2005.
  11. Патент 2480349 Российская Федерация, МПК В60L8/00, В60К16/00. Роторная ветроэнергетическая установка наземного транспортного средства / Баклин А. А., Голощапов В. М., Вострокнутов Е. В., Каргин С. Ю., Сидоров Н. Н., Уркин В. С.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Пензенская государственная технологическая академия"; заявл. 2011.11.23; опубл. 27.04.2013.
  12. Patent US3876925 A United States of America. Wind turbine driven generator to recharge batteries in electric vehicles / Christian Stoeckert; claimed. 02.01.1974; publ. 08.04.1975.
  13. Patent US3876925 A United States of America, IPC US 05 / 759,998. Automotive electric generator / Keith L. Sparks; claimed. 17.01.1977; publ. 02.01.1979.
  14. Patent US4168759 A United States of America, IPC US 05 / 839,799. Automobile with wind driven generator / R. Dell Hull, deceased, Lula B. Hull executrix by; claimed. 06.10.1977; publ. 25.09.1979.
  15. Patent US5920127 A United States of America, IPC US 08 / 906,166. Propeller wind charging system for electrical vehicle / Phiip C. Damron, Jane L. Damron; claimed. 05.08.1997; publ. 06.07.1999.
  16. Гусаров Д. В. Генерация электроэнергии встречным воздухом во время движения грузового автомобиля // Актуальные проблемы современной науки. ББК 72 А43. – 2016. – С. 88-90.
- Рецензент: О.Б. Богаєвський, професор, д.т.н., ХНАДУ
- Стаття надійшла до редакції 20 жовтня 2017 р.