

УДК 620.19.504:608.4

І. В. БОНДАРЕНКО аспірант  
Донецький національний технічний університет» (ДонНТУ), м. Донецьк

## ЭКОЛОГИЯ АВТОМОБИЛЕБУДУВАННЯ: ІННОВАЦІЙНА СИСТЕМА ФГР

*В статье освещена проблема влияния автомобильных выхлопных газов на окружающую среду и организм человека. Проведен анализ возможных наиболее эффективных мероприятий сокращения объемов выбросов отработанных газов. Приведены основные недостатки применения электромобилей. Предложено принципиально новое строение автомобильных колес - система ФГР, которая способна использовать аэрогравитационные перегрузки пневматических шин в процессе фоновой генерации электроэнергии для питания силовой установки*

**Ключевые слова:** *выхлопные газы, автостроение, электромобиль, энергосбережение, автомобильные колеса, система ФГР.*

*У статті висвітлена проблема впливу автомобільних вихлопних газів на навколишнє середовище і організм людини. Проведено аналіз можливих найбільш ефективних заходів скорочення обсягів викидів відпрацьованих газів. Наведено основні недоліки застосування електромобілів. Запропоновано принципово нову будову автомобільних коліс - система ФГР, яка здатна використовувати аерогравітаційні перевантаження пневматичних шин в процесі фонові генерації електроенергії для харчування силової установки автотранспорту.*

**Ключові слова:** *вихлопні газы, автобудування, електромобіль, енергозбереження, автомобільні колеса, система ФГР.*

### Проблема та її зв'язок із науковим та практичними завданнями

Вплив автомобіля і його еволюції на розвиток інфраструктур всіх країн світу, важко переоцінити. Однак, протягом останніх десятиліть гостро стала проблема вихлопних газів. Відповідно до сучасного міжнародного європейського стандарту, що регулює вміст шкідливих речовин у вихлопних газах «ЄВРО-6», починаючи з 2015 року в світі будуть введені нові вимоги до відпрацьованих газових викидів паливних видів автомобільних двигунів. Більш жорсткий стандарт скоротить допустимий ліміт викидів вуглекислого газу новими легковими автомобілями на території 27 країн світу до 130 г/км шляху, що на 28 грамів менше діючого на сьогоднішній день рівня [1]. Поява цього і інших, більш раних, регулюючих угод та конвенцій у даній галузі, обумовлено негативним впливом токсичних вихлопних газів на організм людини і навколишнє середовище.

Можливим рішенням цієї проблеми вважається розвиток електромобілів і гібридних транспортних засобів. Однією з проблем зазначеної області техніки є, недостатньо ефективна оптимізація комбінованих силових установок.

### Аналіз досліджень та публікацій

Відповідно до досліджень міжнародних компаній-виробників електротранспорту в світі спостерігається стійка тенденція зростання продажів електромобілів. За даними компанії IDTechEx, індустрія електротранспорту досягла в 2005 році рівня продажів в 31,1 млрд доларів по всьому світу (включаючи гібридний транспорт). Також, в результатах даного дослідження прогнозується, що до 2015 року ринок електротранспорту зросте приблизно в 7 разів і досягне 227 млрд доларів [2]. Ці показники можуть розцінюватися як чутливий індикатор технічної еволюції альтернативного автомобілебудування. Одним з найважливіших ознак розвитку даного виду транспорту є, підвищення максимальної швидкості руху автомобіля з електроприводом. Аналізуючи характеристики електромобілів, що випускаються світовими виробниками можна виділити найбільш швидкісні зразки цієї продукції (табл. 1).

продукції (табл. 1). Однак, потрібно зазначити, що всі представлені в таблиці 1 електроприводні автомобілі є легковими транспортними засобами.

Таблиця 1

Максимально швидкісні електромобілі світу [3]

Назва електромобіля	Швидкість/ розгін, км/год	Назва електромобіля	Швидкість/ розгін, км/год
Shelby SuperCars Aero EV	333	Electric Datsun	200
Wrightspeed X1	Розгін до 100	Tesla Roadster	Розгін до 100 км/год за 3,9 с
Eliica	400	Rinspeed iChange	200
Tango	200	Dodge Circuit EV	200

В Україні також відзначається становлення серійного виробництва електромобілів. У 2011 році компанією «БІО Автомобілів» – яка є офіційним дистриб'ютором гонконгської компанії «Bio Automotive Co.» були представлені перші сертифіковані серійні електроприводні моделі автомобілів «evA-2» та «evA-5». Названі варіанти екологічно ефективного транспорту володіють запасом ходу до 120 км без підзарядки [4]. Основними недоліками більшості модифікацій такого роду автомобілів є [3]:

- необхідність використання одного або декількох великогабаритних дорогих електроакумуляторів, що збільшує енерговитрати, знижує швидкість автомашини і створює проблему проведення дорогої утилізації використаних батарей;
- недостатня адаптація існуючих міських інфраструктур – брак електрозаправних станцій для забезпечення регулярної підзарядки електромобілів;
- тривалий час зарядки батарей;
- погіршення характеристик (ємності, при заряді і при витраті енергії) батарей на холоді;
- небезпека перевантажень електричних мереж при масовому впровадженні електромобілів і т. ін.

**Постановка завдань дослідження**

Метою роботи є розробка енергозберігаючого технічного рішення в сфері альтернативного автомобілебудування.

Актуальність роботи полягає в гострій необхідності розвитку ефективно оптимізованих комбінованих силових установок для створення екологічно чистого і економічного легкового транспортного засобу. Особлива актуальність полягає в перспективі модернізації силових елементів для вантажних автомобілів.

Новизна даної роботи полягає в принципово новому підході в сфері автомобілебудування, а саме в проектуванні будови автомобільних коліс з можливістю генерування резервної електроенергії шляхом використання аерогравітаційних перевантажень в замкнутій пневматичній системі. Запропонована в роботі система дозволяє скоротити енергетично-ресурсні витрати в процесі руху автомашини, що підвищує екологічність та економічність експлуатації автомобілів.

**Викладення матеріалу та результати**

За оцінками фахівців, вітчизняний ринок продажів автотранспорту, в період останніх кількох років відзначає зростання автомобілів в країні. У даному контексті важливо зазначити, що відпрацьовані гази автомобілів дають на сьогодні від 80 до 90 % забруднення атмосферного повітря в містах і великих мегаполісах [5–8]. Цей показник заслуговує на особливу увагу тому, що деякі з хімічних компонентів автомобільних вихлопів (наприклад, оксиди азоту та альдегіди) здатні викликати у людини важкі захворювання, наприклад, дихальну недостатність, гайморит, ларинготрахеїт, бронхіт, бронхопневмонія, рак легенів і т. ін (табл. 2).

Таблиця 2

Деякі токсичні компоненти хімічного складу вихлопних газів від паливних видів двигунів та їх вплив на організм людини [9–10]

Компоненти вихлопного газу	Вміст за об'ємом, %		Вплив на організм людини
	Тип двигуна		
	Бензиновий	Дизельний	
1	2	3	4
Оксид вуглецю	0,1–10,0	0,01–5,0	Вважається «вдихуваним отрутою», здатною створювати дефіцит кисню в тканинах тіла, що може викликати головний біль, запаморочення, нудоту, втрату свідомості і навіть смерть
1	2	3	4
Вуглеводні	0,2–3,0	0,009–0,5	Деякі класи вуглеводнів здатні викликати мутації.
Оксиди азоту	0,1–5,0	0,0002–0,5	Призводить як до гострих, так і до хронічних впливів на здоров'я людини, особливо у людей, які страждають хронічними захворюваннями дихальних шляхів, і у дітей.
Альдегіди	0–0,2	0,001–0,009	Здатні накопичуватися в організмі. Крім загально токсичної дії, мають дратівливу і нейротоксичну дію, деякі володіють канцерогенними властивостями
Оксид сірки	0–0,002	0–0,03	При вдиханні більш високої концентрації - задуха, розлад мови, утруднення ковтання, блювання, можливий гострий набряк легенів.
Сажа, г/м <sup>3</sup>	0–0,04	0,01–1,1	Підвищує імовірність виникнення злоякісних пухлин

Такі дії відпрацьованих газів на організм людини загострюють необхідність розробки технологій, здатних значно скоротити існуючі витрати палива автомобілями, тим самим зменшити обсяги викидів токсичних вихлопних газів від двигунів внутрішнього згорання (при використанні гібридних авто). Бажаним ефектом від подібних технологій і є скорочення частоти необхідних зарядок акумуляторних батарей (при використанні електромобілів класичної конструкції), що також скоротить техногенне навантаження на навколишнє середовище в процесі промислової вироблення електроенергії.

Крім того, обґрунтуванням впровадження енергозберігаючих технологій в сфері альтернативного автомобілебудування є економічна привабливість таких інновацій для розвитку малого та середнього бізнесу в ряді країн світу (наприклад, в Україні). Висока частота використання вантажного транспорту вказує на необхідність зниження собівартості вантажних перевезень, шляхом зниження витрати палива для підвищення екологічної та економічної ефективності транспортування вантажів. Це добре відзначається при аналізі статистичної інформації про динаміку обсягів перевезених вантажів автотранспортом на території України (рис. 1).

З метою часткового вирішення розглянутої проблеми зменшення вихлопних автомобільних газів, автором роботи було розроблено принципово новий пристрій - система фонових генераційного режиму (далі – система ФГР).

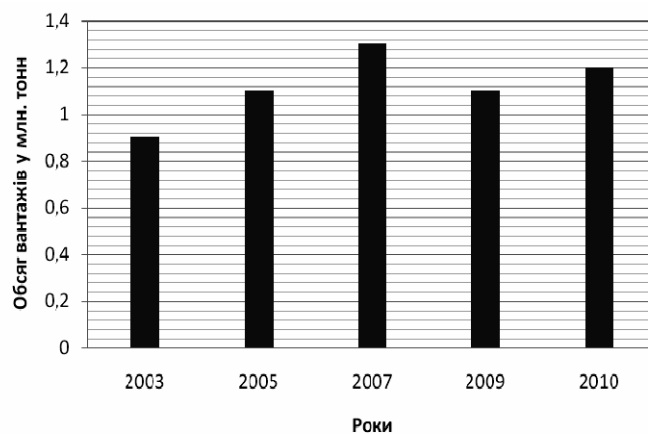


Рис. 1. Динаміка обсягів перевезених вантажів автотранспортом на території України [11]

З метою часткового вирішення розглянутої проблеми зменшення вихлопних автомобільних газів, автором роботи було розроблено принципово новий пристрій - система фонових генераційного режиму (далі – система ФГР).

Технічною задачею даної системи є скорочення необхідної витрати електроенергії або інших енергоносіїв (бензину, дизпалива, газу або біопалива) при роботі силової установки автомобіля шляхом отримання додаткового альтернативного живлення двигуна, використовуючи перетворення потенційної пневматичної енергії робочого тиску повітря в пневматичних автошинах в процесі руху транспортного засобу.

На сьогоднішній день, відома технологія мікроелектромеханічних систем (MEMS, MEMS) для перетворення механічної енергії вібрації в електричну, яка розроблена Дослідницьким центром Imec у співпраці з Holst Centre. Дана інноваційна система складається з консолі (cantilever, кантільвер) з п'єзоелектричним покриттям, вміщеної між двома металевими електродами, що утворюють конденсатор. На кінці кантільверу закріплена маса, яка транслює макроскопічні вібрації у вертикальні переміщення, які, впливаючи на п'єзоелектричний шар, генерують напругу на конденсаторі. В якості п'єзоелектричного матеріалу обрано нітрид алюмінію (AlN). На думку авторів системи даний пристрій може застосовуватися в середовищах з високою вібрацією для перетворення та накопичення енергії, наприклад, в автомобільних шинах для живлення вбудованих сенсорів [12]. Однак, MEMS може ефективно використовуватися лише при швидкості руху автомашини 70 км/год, що безсумнівно є ознакою малої ефективності експлуатації MEMS для живлення силової установки електромобіля. Недоліком мікроелектромеханічних систем, також можна вважати нездатність перетворювати в електроенергію інші, більш енергоємні явища, що виникають при русі автотранспорту.

В основу запропонованого в роботі винаходу покладена відома в літературі концепція зовнішньозахисної генерації енергії [13–14]. У якості експлуатованого фактора система ФГР використовує аерогравітаційне перевантаження автоколес, що має місце при русі автотранспорту при будь-якій швидкості. В момент руху автомашини по автодорожньому полотну всередині повітряноємної частини автомобільного колеса під впливом аеропотоків, що набігають, утворюється підвищений тиск, придатний для фонових використання в енергогенеруючому перетворювачі.

Система ФГР являє собою модифікацію класичного автоколеса і містить змінну зовнішньозахисну покришку 1, закріплену на зовнішній поверхні циркуляційної пневматичної камери 2, що з'єднується шляхом точкових еластичних опор 6 з несучим порожнистим корпусом 3, що містить роторний електрогенератор 4, оснащений похилими лопастями 7 (рис. 2).

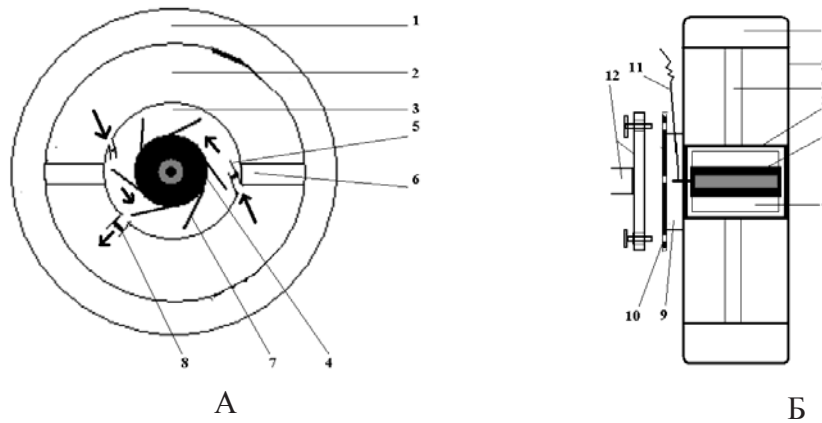


Рис. 2. Принципова схема автомобільного колеса системи ФГР.

А: 1 – зовнішньозахисна покриття, 2 – циркуляційна пневмокамера; 3 – несучий корпус, 4 – електрогенератор, 5 – похило-пусковий патрубок; 6 – еластична точкова опора; 7 – похила лопасть; 8 – випускний патрубок.

Б: 9 – монтажна основа; 10 – монтажна перфорована пластина; 11 – кабель електропередачі; 12 – передній або задній міст автомобіля (фрагмент)

Корпус 3 має два (або більше) різноспрямованих похилих стартових патрубків 5 і один (або більше) випускаючий клапанний патрубок 8. Патрубки 5 можуть бути оснащені модифікацією конструкції сопла Ловаля. Колесо системи ФГР також містить монтажну підставу 9 і жорстко приєднану до нього монтажну пластину 10, для болтового з'єднання з валом автомобіля 12. Для передачі електричного імпульсу, що генерується, від генератора 4 до центральної силової установки автомобіля, пристрій має кабель 11, розташування та проходження якого може змінюватись в залежності від марки і конструкції конкретного автомобіля.

Пристрій системи ФГР відрізняється простотою функціонування та незалежністю внутрішньосистемних процесів від інших бортових систем автомобіля.

Процес генерації електричного імпульсу (струму) системою ФГР виглядає наступним чином: після початку руху автомашини в циркуляційній пневмокамері 2 підвищується пневматичний тиск стисненого повітря, що сприяє струменевому проникненню робочого середовища в несучий корпус 3 через похилий стартовий патрубок 5. Посилений соплом Ловаля тиск струменя повітря приводить в рух електрогенератор 4, впливаючи на похилі лопасті 7. Завдяки різноскерованості зазначених патрубків, швидкість обертання генератора збільшується. При обертанні колеса струминне надходження повітря в несучий корпус 3, носить постійний характер, що обумовлює періодичне витіснення повітря з порожнини корпусу і його вихід через випускний патрубок 8 в камеру 2. Постійно прагнучи до стану механічного спокою, система ФГР, забезпечує не перериване обертання генератора не залежно від швидкості і стилю їзди автомобіля. Дестабілізуючим фактором системи, є періодичний осьовий стиск камери 2 при аерогравітаційних перевантаженнях автомобільного колеса.

Система ФГР може бути достатньо ефективною у розвитку вантажного електромобільного транспорту, тому що, основною проблемою даного напрямку є великі енерговитрати силових установок, необхідні для транспортування важких вантажів. При русі вантажного транспорту, його колісна база відчуває значні аерогравітаційні перевантаження, що може бути ефективно використано системою ФГР для генерації електроенергії. Все це здатне скоротити необхідну кількість акумуляторних батарей, що встановлюються на автомобілі, а також має позитивний економічний та екологічний ефект.

Таким чином, при заміні автомобільних коліс класичної конструкції пристроями системи ФГР, стає можливим досягнення поставленої мети, тобто скорочення енерговитрат в процесі експлуатації колісного автомобільного транспорту за допомогою альтернативної



системы фонового генерацийного режиму, незалежно від швидкісних тенденцій руху автомобіля, що у випадку широкого впровадження може справити позитивний вплив на концепцію популяризації легкового та вантажного електроприводного транспорту за рахунок зниження кількості токсичних вихлопних газів.

### Перелік посилань

1. ««Евро 6» с 2015 года» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://carsguru.net/news/3967/view.html>
2. «Электромобиль» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Электромобиль>
3. «10 самых быстрых электромобилей в мире (+ Видео)» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ecology.md/section.php?section=tech&id=4104>
4. «На Украине стартовали продажи первых электромобилей» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.newsland.ru/news/detail/id/712550/>
5. «Нормы выбросов отработанных газов автомобилей. Анализ тренований.» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://aep.kiev.ua/stati/vubr.html>
6. Гутаревич Ю. Ф., Зеркалов Д. В., Говорун А. Г., Корпач А. О., Мержиєвська Л. П. Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник. – К.: Арістей, 2006. – 292 с.
7. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників: у 6 т. – ДВЗ / За ред. проф. А. П. Марченка та проф. А. Ф. Шеховцева. – Харків: Прапор, 2004. – Т. 5: Екологізація. – 360 с.
8. Марков В. А., Баширов Р. М., Габитов И. И. Токсичность отработавших газов дизелей. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. —376 с.
9. «Выхлопные газы автомобилей» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://autonotes.info/vyhlopnye-gazy/>
10. «Влияние выхлопных газов на здоровье человека» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.greensalvation.org/index.php?page=influenceAvtoZV>
11. «Відправлення (перевезення) вантажів за видами транспорту, тис.» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
12. «Автомобильные шины смогут вырабатывать электроэнергию» / [Електронний ресурс] – Режим \
13. Бондаренко И.В. Экологизация в аспекте инновации технологических процессов / И. В. Бондаренко. – К.: Освіта України, 2011. – 100 с.
14. Бондаренко И.В. Задачи и решения адаптационной экоиноватики/К.: «Кафедра, 2012». – 100 с.

## ENVIRONMENT AUTOMOTIVE: INNOVATION SYSTEM FHR

I. V. BONDARENKO, graduate student

*The article highlighted the problem of the influence of automobile exhaust gases on the environment and the human body. Analysis of possible the most effective measures for reducing emissions of exhaust gases. The basic disadvantages of electric vehicles. A completely new structure of automobile wheels - FHR system that can use aerohravitatsiyni overload pneumatic tires in the background generating electricity to power propulsion vehicles.*

**Key works:** exhaust gases, automobile, electric, energy, automotive wheel system FHR.

Поступила в редакцию 14.02 2013 г.