

Бодак В.І.

*Луцький національний технічний університет***ПОРІВНЯННЯ СУМАРНИХ ВИКИДІВ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ АВТОМОБІЛЯМИ RENAULT KANGOO З ДИЗЕЛЬНИМ ТА ЕЛЕКТРИЧНИМ ДВИГУНАМИ**

Робота включає розрахунки викидів вуглекислого газу при порівнянні двох транспортних засобів, створених на однаковій базі. Renault Kangoo 1.5 dCi – автомобіль з дизельним двигуном внутрішнього згоряння та Renault Kangoo Z.E.– з електродвигуном. В роботі представлені розрахунки викидів CO<sub>2</sub> при виробництві, експлуатації, проведенні технічного обслуговування, утилізації двох транспортних засобів. Порівнювались викиди вуглекислого газу при використанні автомобілів протягом 5 років, 10 років, 15 років. Були проведені розрахунки викидів при використанні електроенергії, виробленої в Україні, для зарядки електромобіля. Проведено порівняння викидів CO<sub>2</sub> при виробництві електромобіля, електроенергії для зарядки його батареї та при спалюванні дизельного палива автомобілем.

Позитивний екологічний ефект спостерігається в локальному місці використання електромобіля, оскільки при цьому не спалюється органічне паливо та не виділяється CO<sub>2</sub>. При середньорічному пробігу меншому ніж 10 тис. км, з позиції величини викидів CO<sub>2</sub>, ефект від використання електромобіля буде незначним, оскільки, в кінцевому результаті така заміна призведе до збільшення викинутого CO<sub>2</sub>, що здійснюється при виробництві нового електромобіля. Якщо середньорічний пробіг становить 30 тис. км та більше, то після пробігу 160 тис. км, або 6 років експлуатації у обох транспортних засобів сумарні викиди CO<sub>2</sub> будуть однаковими. При подальшій експлуатації електромобіля отримується значний екологічний ефект. Отримані результати свідчать про те, що автомобіль, з метою зменшення викидів, раціонально замінювати на новий електромобіль, якщо власник транспортного засобу активно його використовує, тобто щоденний пробіг складає не менше 100 км.

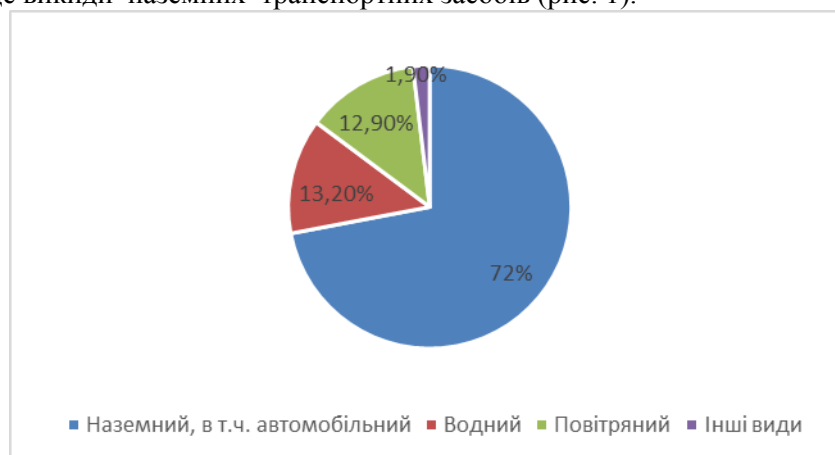
**Ключові слова:** електромобіль, автомобіль, двигун внутрішнього згоряння, електродвигун, викиди вуглекислого газу, екологія, літій-іонна батарея.

**ВСТУП**

У зв'язку із зростанням кількості автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння викиди шкідливих газів від спалювання паливо-повітряної суміші в атмосферу набули величезних значень. Викиди CO<sub>2</sub> за останні 100 років зросли на 25%. Це призвело до підвищення температури на планеті на 1,5 град С та посилення парникового ефекту. Уряди розвинутих країн та члени Єврокомісії приймають міри для зниження викидів CO<sub>2</sub>, оскільки, не контрольованість цих викидів може призвести не тільки до забруднення повітря та негативного парникового ефекту, але й до виникнення аномальних природних явищ та до незворотних процесів в атмосфері [1].

**АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ**

Більше ніж 30% викидів шкідливих газів в атмосферу робить транспорт. На сьогоднішній день в світі нараховується близько 1,5 млрд. одиниць автомобільного транспорту. 72 % викидів CO<sub>2</sub> всіх видів транспорту – це викиди наземних транспортних засобів (рис. 1).

Рисунок 1. Частини викидів CO<sub>2</sub> за видами транспорту

Найбільшу частину викидів роблять легкові автомобілі, так як вони по чисельності переважають вантажні автомобілі. Слід відмітити, що автомобілі з бензиновими та дизельними

двигунами здійснюють велику частку викидів тому, що вони встановлюються на легкових та вантажних автомобілях, автобусах, будівельній та іншій техніці. (рис.2).

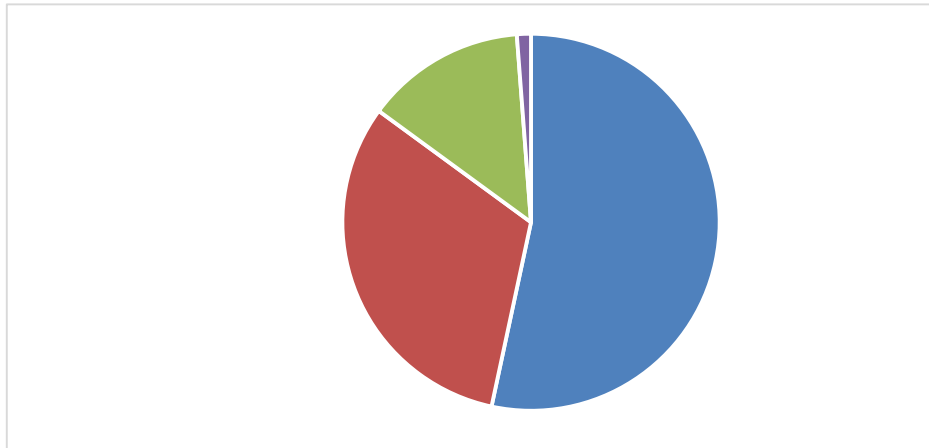


Рисунок 2. Частки викидів CO<sub>2</sub> автомобільним транспортом за видом палива

Щоб зменшити забруднення у великих містах в багатьох країнах Європи ввели заборону на в'їзд транспорту, що не відповідає вимогам норм Євро-4. Для цього в містах встановлюють дорожні знаки, зображені на рис. 3.



Рисунок 3. Дорожній знак, що забороняє в'їзд транспорту, який не відповідає екологічним вимогам.

Легкові, вантажні автомобілі та автобуси, які в'їжджають в міста у зони з низьким рівнем викидів, мають на вітровому склі наклейку зеленого кольору, що відповідає Євро-4, або вищим вимогам Євро-5, Євро-6 (рис.4).



Рисунок 4. Наклейка на автомобілях, яким дозволено в'їзд в зони з низьким рівнем викидів

У випадку заїзду в зону з низьким рівнем викидів транспорту без зеленої наклейки водій, при виявленні порушення, отримує штраф в розмірі 100 євро. В Німеччині такі зони існують майже у всіх великих містах (більше 70 міст).

З метою зменшення об'ємів викидів CO<sub>2</sub> автомобілями, конструюють двигуни з меншою витратою палива, застосовують більш ефективні каталізatori в системі випуску відпрацьованих газів. Для вирішення цієї проблеми автомобілі переводять на альтернативні види палив, які при спалюванні викидають в атмосферу менше шкідливих газів.

Транспортні засоби з електродвигуном асоціюються з тим, що вони найменше забруднюють навколишнє середовище, оскільки не спалюють органічне паливо та не викидають CO<sub>2</sub> в атмосферу.

Ведучі світові країни такі, як США, Японія, Німеччина, Англія, Франція, Норвегія, Італія, Іспанія, Південна Корея, Індія та інші прийняли рішення щодо відмови, починаючи з 2035 року, від автомобілів з двигунами внутрішнього згорання, які використовують органічне паливо. На території цих країн до використання будуть дозволені лише електромобілі та автомобілі, які використовують паливо неорганічного походження та не мають у викидах вуглекислого газу [2].

Твердження про те, що вже вироблений робочий автомобіль з двигуном внутрішнього згорання викидає в атмосферу більше CO<sub>2</sub>, ніж виробництво та експлуатація нового електромобіля та вироблення електроенергії для зарядки його батареї не є беззаперечним фактом. При виробництві нового електромобіля виділяється велика кількість CO<sub>2</sub>, причому значно більша, ніж при виробництві автомобіля з ДВЗ. Кількість викинутого CO<sub>2</sub> залежить і від способу отримання електроенергії на електростанції.

При виробництві електроенергії в українській енергосистемі на 1кВт припадає 0,8 кг викидів CO<sub>2</sub>.

Слід зазначити, що автомобілебудівні заводи, які розміщені в Європі витрачають менше електроенергії та викидають в атмосферу менше CO<sub>2</sub>, ніж такі ж заводи, розміщені в Китаї [3]. Вимоги європейських країн щодо викидів значно жорсткіші. Китай здійснює викиди найбільшої кількості CO<sub>2</sub> у світі - біля 30 % світових викидів.

Значні викиди CO<sub>2</sub> відбуваються при виробництві та при утилізації тягових батарей електромобілів [4]. Недосліджені процеси переробки використаних батарей [5].

Хоча заводи-виробники рекомендують замінювати батареї через 5 років експлуатації, така заміна не є обов'язковою. При раціональному використанні тягова батарея втрачає тільки 3 % ємності щорічно. Тобто, втрачається ємність, зменшується пробіг на одному заряді, але батарея залишається робочою та не виходить з ладу.

Недостатньо дослідженим є процес викидів CO<sub>2</sub> при виробництві електромобілів та при виробництві електроенергії для зарядки батарей. Так, викиди електростанцій при роботі на різному паливі значно відрізняються.

Економічним стимулюванням розвинуті країни світу заохочують своїх громадян переводити транспорт на електричну тягу. Лідером з продаж нових електромобілів на сьогодні є Норвегія. Дотації при купівлі електромобілів в 2022 році в Норвегії склали 4 млрд. доларів. Частка електрокарів в сегменті легкового транспорту в цій країні є найвищою у світі (рис. 5).

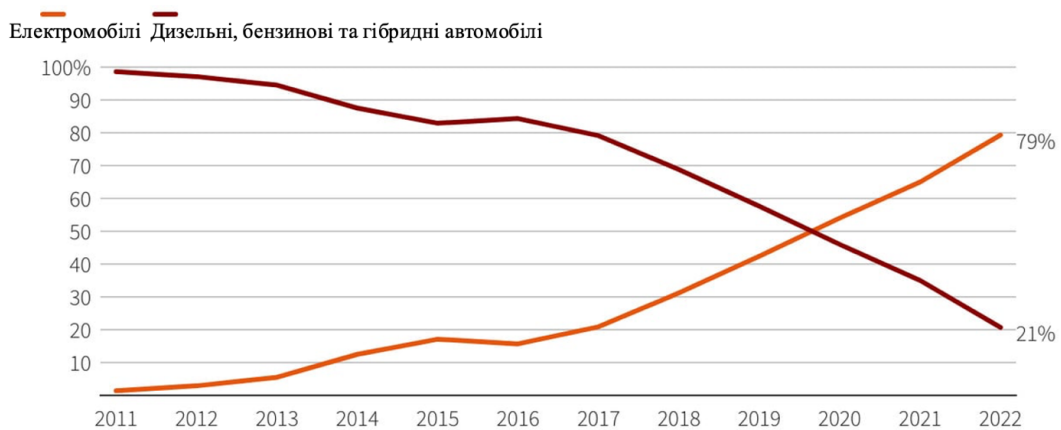


Рисунок 5. Динаміка продажів автомобілів на органічному паливі та електромобілів у Норвегії

## ЦІЛІ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

Метою роботи є порівняння викидів CO<sub>2</sub> автомобілем Renault Kangoo 1.5 dCi з дизельним двигуном та викидів CO<sub>2</sub> при виробництві, експлуатації нового електромобіля Renault Kangoo Z.E. Розрахунки проводились для періодів 5 років, 10 років та 15 років, при середньорічному пробігу 30 тис. км.

Розрахунок викидів CO<sub>2</sub> для виробництва електроенергії з метою зарядки батареї проводився при використанні електроенергії, отриманої в Україні з різних джерел виробництва.

Порівняння проводилось на ідентичних моделях транспортних засобів, які відрізняються лише двигунами та системами приводу (система живлення, випуску відпрацьованих газів для автомобіля з ДВЗ та інвертора для електромобіля). Renault Kangoo 1.5 dCi з дизельним двигуном об'ємом 1461 см<sup>3</sup>, 90к.с., витрата палива 4,7л/100км (міський цикл) 6 та Renault Kangoo Z.E. , з потужністю електродвигуна 60 к.с./44 кВт, ємністю батареї 33 кВт\*год. [7].

Аналіз проводився з метою визначення чи призведе продовження використання наявного автомобіля з дизельним ДВЗ до більших викидів CO<sub>2</sub>, ніж заміна його на новий електричний, при виробництві та використанні якого викидається певна кількість CO<sub>2</sub>.

В результаті аналізу необхідно зробити висновок при якому пробігу транспортних засобів, або періоду експлуатації заміна виробленого та робочого автомобіля з ДВЗ на новий електричний є доцільною з точки зору зменшення викидів CO<sub>2</sub>.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Загальні викиди CO<sub>2</sub> рахуються сумою викидів по окремих етапах. Перший етап- це виробництво транспортного засобу, що включає виготовлення металу, деталей та комплектуючих і складання готового виробу. Другий етап- це виробництво електроенергії для зарядки батареї електромобіля, виробництво дизельного палива для автомобіля. Третій етап- проведення технічного обслуговування, тобто викиди що виникають при виробництві нових запасних частин та утилізації відпрацьованих. Четвертий етап- це утилізація використаних транспортних засобів.

Так, як марка та модель вибраних транспортних засобів є подібними, викиди CO<sub>2</sub> при виробництві кузова, шасі, внутрішнього обладнання будуть однаковими. Відрізнятися будуть лише викиди при виробництві двигуна автомобіля і електрокара та системи приводу ( у електромобіля- це інвертор та батарея, у автомобіля – це система живлення та система випуску відпрацьованих газів). Дані про викиди вуглекислого газу при виробництві було взято з літературних джерел [8].

При виробництві металу, виготовленні кузова, деталей, комплектуючих та їх складання , без двигуна та системи приводу, викиди становлять 4050 кг. Для виробництва двигуна внутрішнього згоряння та системи приводу викиди CO<sub>2</sub> складають 1100 кг. Сума викидів на першому етапі для автомобіля з ДВЗ становить 5150кг.

У процесі виготовлення електродвигуна та інвертора викиди CO<sub>2</sub> становлять 1700 кг. Дані про викиди при виробництві батареї відрізняються в залежності від використовуваних матеріалів. Нами було вибрано середнє значення CO<sub>2</sub>, яке рівне 180 кгCO<sub>2</sub>/кВт\*год. При виробництві цілої батареї Renault Kangoo Z.E. викидається 5940 кг CO<sub>2</sub>. Тобто, сума викидів по першому етапі для електромобіля становить 11690 кг CO<sub>2</sub>.

Автомобіль, що працює на дизельному пальному , спричиняє викиди CO<sub>2</sub> на етапі виробництва палива та безпосередньо при спалюванні палива двигуном коли здійснюється рух автомобіля. Кількість викидів автомобілем залежить від витрати палива, питомих викидів вуглекислого газу під час згоряння 1 літра дизельного пального та пробігу автомобіля за певний період часу. Згідно даних [9], при спалюванні 1 літра дизпалива виділяється 2,6 кг CO<sub>2</sub>. Тоді викиди CO<sub>2</sub> Renault Kangoo 1.5 dCi протягом певного періоду або певного пробігу можна визначити за формулою

$$G_1 = U_1 * S * H / 100, \quad (1)$$

де G<sub>1</sub>- загальна кількість викидів CO<sub>2</sub> при спалюванні дизельного палива для руху автомобіля за заданий період експлуатації, або заданий пробіг;

U<sub>1</sub> – питомі викиди CO<sub>2</sub> при спалюванні дизпалива, 2,6 кг CO<sub>2</sub>/л;

S – пробіг автомобіля за заданий період експлуатації (приймаємо 30 тис. км. за рік);

H – витрата дизпалива автомобілем при міському циклі, 4,7л/100 км.

В процесі виробництва дизельного палива, що включає добування, транспортування, переробку нафти, теж виділяється CO<sub>2</sub>. Згідно літературних даних [9], питомі викиди вуглекислого газу при виробництві дизпалива складають 0,2кгCO<sub>2</sub>/л.

Для автомобіля додаткові загальні викиди CO<sub>2</sub> при виробництві дизельного пального можна визначити за формулою

$$G_2 = U_2 * S * H / 100, \quad (2)$$

де G<sub>2</sub> – додаткові загальні викиди CO<sub>2</sub> при виробництві дизпалива;

U<sub>2</sub> – питомі викиди вуглекислого газу при виробництві дизельного пального, 0,2 кгCO<sub>2</sub>/л.

Проведемо для електромобіля розрахунок викидів CO<sub>2</sub> при виробництві електроенергії для зарядки батареї. Питомі викиди вуглекислого газу при продукуванні електроенергії згідно літературних даних [10] становить 0,8 кг CO<sub>2</sub>/кВт\*год. Середнє споживання електроенергії електромобіля Renault Kangoo Z.E. складає 18 кВт/100км.

Загальну кількість викидів CO<sub>2</sub> електромобілем за заданий період експлуатації можна визначити за формулою

$$G_3 = U_3 * S * W / 100, \quad (3)$$

де G<sub>3</sub> – загальні викиди CO<sub>2</sub> при виробництві електроенергії для зарядки батареї за заданий період експлуатації, або заданий пробіг;

U<sub>3</sub> – питомі викиди CO<sub>2</sub> на 1 кВт виробленої електроенергії, 0,8 кгCO<sub>2</sub>/кВт\*год;

W – середнє споживання електроенергії електромобілем Renault Kangoo Z.E., 18 кВт/100 км;

S – пробіг електромобіля за заданий період експлуатації, приймаємо 30 тис. км. за рік.

Розрахунок сукупних викидів CO<sub>2</sub> протягом від виробництва до утилізації проводився сумою значень розрахованих за формулами (1), (2), (3) та даних, отриманих з літератури. Періоди були вибрані 5 років, 10 років, 15 років з середньорічним пробігом 30 тис. км, тобто 150 тис. км, 300 тис. км, 450 тис. км.

При технічному обслуговуванні автомобіля необхідно проводити заміну масла в двигуні через 10 тис. км., охолоджуючої рідини через 100 тис. км.

Також враховувались викиди CO<sub>2</sub>, що здійснюються при виробництві матеріалів для виготовлення свинцево-кислотних акумуляторів при заміні через 5 років експлуатації та шин через 60 тис. км. пробігу.

Викиди CO<sub>2</sub> при утилізації є незначними. Однак, електромобіль має вищі викиди при цьому через наявність батареї. У більшості досліджень цим значенням нехтують.

За даними Грінпіс, до 2030 року закінчиться строк служби біля 13 млн.тон нікель-іонних батарей від електромобілів. Можливий при цьому рециклінг використаних батарей. Зокрема, компанія Tesla сказала, що ні одна з вилучених з експлуатації батарей не буде знищена. Рециклінг дозволяє відновити до 92% компонентів батареї.

При утилізації використаної батареї може викидатися до 30% CO<sub>2</sub> по відношенню до виробництва нової. Для значення викидів CO<sub>2</sub> при утилізації прийнято 30% від виробництва нової.

Дані розрахунків зведено в табл. 1.

Табл. 1. Сукупні викиди вуглекислого газу за повний цикл використання транспортного засобу, кг CO<sub>2</sub>

	Період використання	Виробництво транспортного засобу	Виробництво палива електроенергії	Спалювання дизпалива	Тех. обслуговування	Утилізація	Всього	Всього без врахування процесу виробництва бензинового автомобіля
Дизельний	5 років або 150 тис. км	5150	1410	18330	1650	150	26690	21540

	10 років або 300 тис. км	5150	2820	36660	3300	150	48080	42930
	15 років або 400 тис. км.	5150	4230	54990	4950	150	69470	64320
Електричний	5 років або 150 тис. км	11690	21600	-	1120	1487	36192	24502
	10 років або 300 тис. км	11690	43200	-	2240	1487	58912	47222
	15 років або 400 тис. км.	11690	64800	-	3360	1487	81632	69942

### ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналізуючи представлені розрахунки з табл. 1 можемо зробити висновок, якщо транспортний засіб використовується мало, тобто пробіг складає не більше 100 тис. км. за 10 років доцільності в заміні автомобіля на електромобіль немає, оскільки це призведе до більшої кількості викидів CO<sub>2</sub>, що зумовлено виробництвом нового електромобіля. Однаковими викиди CO<sub>2</sub> стануть лише при пробігу транспортних засобів 160 тис. км. (рис. 6). Для електромобіля враховані викиди при його виробництві, для автомобіля ці викиди не враховані, оскільки він за нашим припущенням уже виготовлений, експлуатується і викиди CO<sub>2</sub> вже відбулися.

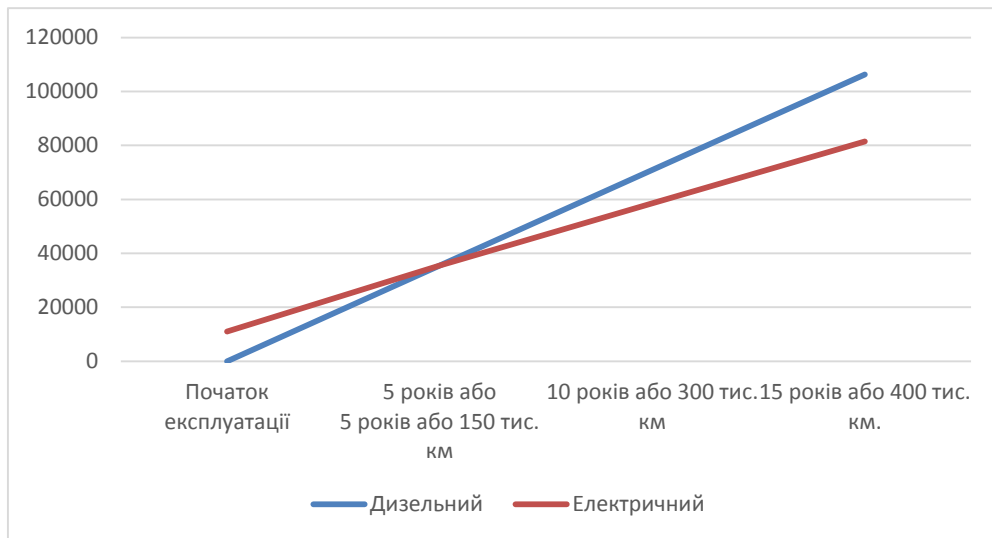


Рис. 6. Порівняння викидів CO<sub>2</sub> дизельного автомобіля та електромобіля при середньо річному пробігу 30 тис. км. (власний рисунок)

### ВИСНОВКИ

Згідно розрахунків, кількість викидів вуглекислого газу при виробництві та експлуатації нового електромобіля рівна кількості викидів CO<sub>2</sub> автомобілем, що вже експлуатується, після пробігу обома транспортними засобами 160 тис. км. Найбільше викидів CO<sub>2</sub> у електромобіля продукується при виробництві батареї та електроенергії для її зарядки. У автомобіля найбільше викидів CO<sub>2</sub> здійснюється при спалюванні дизпалива. Отримані результати свідчать про те, що автомобіль, з метою зменшення викидів, раціонально замінювати на новий електромобіль, якщо власник транспортного засобу активно його використовує, тобто щоденний пробіг складає не менше 100км. Коли необхідно придбати новий транспортний засіб краще купити новий електромобіль. Таке рішення призведе до зниження сукупних викидів вуглекислого газу. У випадку заміни ефективного

робочого автомобіля на новий електричний, зменшення викидів CO<sub>2</sub> відбудеться лише після пробігу 160 тис. км або 6 років експлуатації нового електромобіля.

### ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Горова К. О. Актуальність застосування електромобілів в Україні.[Електронний ресурс] / К. О. Горова, А. В. Шевердіна // Проблеми і перспективи розвитку підприємництва. - 2015. - № 3(1). - С. 105-107. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/piprp\\_2015\\_3%281%29\\_\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/piprp_2015_3%281%29__22) (дата звернення: 20.03.2023)
2. Бодак В. І. Сучасні колісні транспортні засоби: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»: Бодак В. І., Мазилук П. В. Луцьк: ЛНТУ, 2021. 143 с.
3. Shafiee, S.; Fotuhi-Firuzabad, M. Rastegar, M. Investigating the impacts of plug-in hybrid electric vehicles on power distribution systems. IEEE Trans. Smart Grid 2013, 4, 1351–1360
4. Будько В.І. Використання енергії сонячного випромінювання та вітру для заряджання електромобілів: дис. на здобуття вч. ступеня д-ра. техн. наук: 05.14.08 «Перетворювання відновлюваних видів енергії», / НТУ «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського» 2019 – 346 с.
5. Мокін Б.І. Математичні моделі оптимального руху електромобілів з електроприводом постійного струму: монографія / Б.І. Мокін, В.А. Лобатюк, О.Б. Мокін. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – 136с.
6. Електронний ресурс: [https://renault-kangoo.infocar.ua/mod\\_12070\\_kangoo\\_id2848](https://renault-kangoo.infocar.ua/mod_12070_kangoo_id2848)
7. Електронний ресурс: [https://badzingerauto.com/?page\\_id=9903](https://badzingerauto.com/?page_id=9903)
8. Бодак В.І. Перспективи використання електромобілів в Україні / Бодак В.І., Бодак М.В. // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник.– Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – Випуск 62 – с.48 -51.
9. Смирнов О.П. Розрахунок еквівалентної витрати палива електромобілями у різних країнах / О.П. Смирнов, О.Б. Богаєвський, А.О. Смирнова // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. №29 (10.02). с. 119-144.
10. Аль-Амморі А.Н. Методи і засоби підвищення ефективності використання відновлюваних джерел енергії на транспорті: монографія / А.Н. Аль-Амморі, П.С. Соченко.-Київ:НТУ, 2014.-220с.

### REFERENCES

1. Horova, K. O. The relevance of the use of electric vehicles in Ukraine. [Electronic resource] / K. O. Horova, A. V. Sheverdina // Problems and prospects for the development of entrepreneurship. - 2015. - No. 3(1). - P. 105-107. - Access mode: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/piprp\\_2015\\_3%281%29\\_\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/piprp_2015_3%281%29__22) (date of application: 03/20/2023)
2. V. I. Bodak. Modern wheeled vehicles: a summary of lectures for students of the first (bachelor) level of higher education of the educational and professional program "Transportation technologies (on road transport)": V. I. Bodak, P. V. Mazylyuk, Lutsk: LNTU, 2021. 143 p.
3. Shafiee, S.; Fotuhi-Firuzabad, M. Rastegar, M. Investigating the impacts of plug-in hybrid electric vehicles on power distribution systems. IEEE Trans. Smart Grid 2013, 4, 1351–1360
4. Budko V.I. Using the energy of solar radiation and wind for charging electric cars: dissertation. to obtain a university degree degree of Dr. technical Science: 05.14.08 "Conversion of renewable types of energy", / NTU "Kyiv Polytechnic Institute named after I. Sikorsky" 2019 - 346 p.
5. Mokin B.I. Mathematical models of the optimal movement of electric vehicles with a direct current electric drive: a monograph / B.I. Mokin, V.A. Lobatyuk, O.B. Mokin. – Vinnytsia: VNTU, 2019. – 136 p.
6. Electronic resource: [https://renault-kangoo.infocar.ua/mod\\_12070\\_kangoo\\_id2848](https://renault-kangoo.infocar.ua/mod_12070_kangoo_id2848)
7. Electronic resource: [https://badzingerauto.com/?page\\_id=9903](https://badzingerauto.com/?page_id=9903)
8. Bodak V.I. Prospects for the use of electric vehicles in Ukraine / Bodak V.I., Bodak M.V. // Scientific notes. Interuniversity collection.– Lutsk: Lutsk National Technical University, 2018. – Issue 62 – pp. 48-51.
9. Smirnov O.P. Calculation of the equivalent fuel consumption of electric vehicles in different countries / O.P. Smirnov, O.B. Bogaevskiy, A.O. Smirnova // Bulletin of NTU "KhPI". - 2013. No. 29 (10.02). with. 119-144.
10. Al-Ammori A.N. Methods and means of increasing the efficiency of the use of renewable energy sources in transport: monograph / A.N. Al-Ammori, P.S. Sochenko.-Kyiv: NTU, 2014.-220p.

**Bodak V. Comparison of total carbon dioxide emissions of renauld kangoo cars with diesel and electric engines**

The work includes calculations of carbon dioxide emissions when comparing two vehicles created on the same basis. Renault Kangoo 1.5 dCi – a car with a diesel internal combustion engine and Renault Kangoo Z.E. – with an electric motor. The paper presents calculations of CO<sub>2</sub> emissions during production, operation, maintenance, and disposal of two vehicles. Carbon dioxide emissions when using cars for 5 years, 10 years, and 15 years were compared. Calculations of emissions were carried out when using electricity produced in Ukraine to charge an electric car. A comparison of CO<sub>2</sub> emissions during the production of an electric car, electricity for charging its battery, and when burning diesel fuel by a car was made.

A positive environmental effect is observed in the local place of use of the electric car, since organic fuel is not burned and CO<sub>2</sub> is not released. With an average annual mileage of less than 10,000 km, from the point of view of the amount of CO<sub>2</sub> emissions, the effect of using an electric car will be insignificant, since, in the end, such a replacement will lead to an increase in the emitted CO<sub>2</sub>, which is carried out during the production of a new electric car. If the average annual mileage is 30,000 km or more, then after a mileage of 160,000 km, or 6 years of operation, the total CO<sub>2</sub> emissions of both vehicles will be the same. A significant environmental effect is obtained during further operation of the electric vehicle. The obtained results indicate that, in order to reduce emissions, it is rational to replace the car with a new electric car, if the owner of the vehicle actively uses it, that is, the daily mileage is at least 100 km.

**Key words:** electric car, automobile, internal combustion engine, electric motor, carbon dioxide emissions, ecology, lithium-ion battery.

*БОДАК Володимир Іванович*, к.т.н., доц. кафедри автомобілів та транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: [bodak.lutsk@gmail.com](mailto:bodak.lutsk@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2521-7305>

*Volodymyr BODAK* PhD in Engineering, associate professor of Automobiles and Transport Technologies department, Lutsk National Technical University, e-mail: [bodak.lutsk@gmail.com](mailto:bodak.lutsk@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2521-7305>

DOI 10.36910/automash.v1i20.1035