

# ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ В ЕНЕРГЕТИЦІ ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN ENERGY

УДК 553.981.2

О.М. Терентьев, д-р техн. наук, проф., ORCID 0000-0003-2523-2804  
М.І. Сергієнко, викладач, ORCID 0000-0001-8284-9072  
В.Г. Смоляр, інженер, ORCID 0000-0002-0355-0353  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## ВПЛИВ ПРОМИСЛОВОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

*В статті розглянуто вплив промислового автомобільного транспорту на навколишнє середовище, а саме: викидів забруднюючих речовин у атмосферу в залежності від виду палива та їх негативного впливу на здоров'я людини. Різке зростання парку автомобілів спричинює значну шкоду у вигляді небезпечних викидів із систем згорання двигунів, з якими не справляються штатні системи очищення автомобіля. Становище погіршується ще й тим, що автомобільні викиди концентруються в приземному шарі повітря — саме в зоні дихання людини. До нинішнього часу застосовується низькоякісний бензин, який забруднює довкілля. У вихлопних газах міститься значна кількість CO<sub>2</sub>, сажі, тощо. У відпрацьованих газах, що їх викидають автомобілі, виявлено близько 280 шкідливих речовин, серед яких особливу небезпеку становлять канцерогенні бензопірени, оксиди азоту, свинець, ртуть, альдегіди, оксиди вуглецю, сажа, вуглеводні тощо. В роботі проведений аналіз існуючих та перспективних видів палива і зниження техногенного впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище в Україні.*

**Ключові слова:** автомобільний транспорт, якість повітря, викиди, забруднення повітря, оксид вуглецю, вплив викидів на довкілля, перспективні види палива.

**Вступ.** Актуальність впливу промислового автомобільного транспорту на навколишнє середовище набуває все більшого значення. Тому Законом України “Про охорону навколишнього природного середовища” (Введений в дію Постановою ВР № 1268-ХІІ від 26.06.91, ВВР, 1991, № 41, ст.547) зі змінами, внесеними згідно із Законами № 554-ІХ від 13.04.2020, ВВР, 2020, № 37, ст.277 – вводиться в дію з 1 січня 2021 року). У статті [1] розглянуто основні принципи охорони довкілля і гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я людей. У статті [2] наведені роль і необхідність моніторингу навколишнього природного середовища, спостереження і вимірювання стану довкілля та інші параметри екосистем. В статті [3] говориться про «управління якістю атмосферного повітря, у тому числі атмосферні опади, викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря». Ступінь важливості питань убезпечення негативного впливу промислового автомобільного транспорту на навколишнє середовище не викликає ніяких сумнівів. Результати досліджень щодо зменшення шкідливості викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря очікуються для застосування в промисловості.

З моменту появи автомобільних двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) та до сих пір для них використовуються продукти нафтопереробки: бензин або дизельне паливо. Вони являють собою суміш вуглеводнів з присадками. Використання вуглеводневого палива привело до загострення проблем загазованості повітря довкілля автотранспортом та погіршення здоров'я населення. Автомобільний транспорт є одним з основних забруднювачів довкілля.

Розглянувши актуальність проблеми було підтверджено перспективність та необхідність впровадження інших видів палива, що може суттєво покращити ситуацію.

**Обґрунтування напрямку досліджень.** Необхідність зниження викидів від автотранспорту є чи не найголовнішою проблемою в Україні. При спалюванні палива в ДВЗ витрачається атмосферний кисень і утворюється багато шкідливих речовин, що забруднюють атмосферу, а також негативно впливають на здоров'я людей.

**Мета досліджень** - дослідити та проаналізувати шкідливий вплив викидів автотранспорту на довкілля, та показати основні напрямки вирішення проблеми зменшення загазованості повітря.

© О.М. Терентьев, М.І.Сергієнко, В.Г. Смоляр, 2020

**Виклад основного матеріалу.** Високі темпи автомобілізації призвели до прояву неочікуваності

суспільства до подальшого розвитку автотранспортного комплексу. Такими вадами є:

- нерозвиненість вулично-дорожньої мережі та об'єктів транспортної інфраструктури;
- висока частка автомобільного парку з великим терміном експлуатації та низькими екологічними показниками;
- відставання у розвитку громадського пасажирського транспорту.

Це призвело до різкого загострення негативних чинників, а саме:

- зростання щільності потоку автотранспорту, особливо в піковий час;
- перевантаження вулично-дорожньої мережі та збільшення числа заторів;
- використання низькосортних видів рідкого палива;
- висока концентрація автотранспортних підприємств і гаражних боксів в районах житлової забудови;

Види авто-транспорту	Вид палива	Оксид вуглецю	Вуглеводні	Оксиди азоту	Сажа	Діоксид сірки	Свинець
Вантажівки	Бензин	225,7	54,8	17,46	-	0,6	0,23
	Диз. паливо	40,4	6,8	30,0	3,85	5,0	-
Пасажирські Автобуси	Бензин	233,0	56,9	16,37	-	0,6	0,23
	Диз. паливо	41,5	6,93	29,6	3,85	5,0	-
Пасажирський Легковий транспорт	Бензин	225,7	32,3	17,46	-	0,6	0,5
	Диз. паливо	40,4	6,8	30,0	3,85	5,0	-

- низька якість дорожнього покриття тощо.

Частка викидів шкідливих речовин від автотранспорту становить близько 89,3% від сумарної маси викидів транспортними підприємствами або 20% від загальної маси викидів в атмосферу [4]. В табл. 1 представлені дані щодо викидів у залежності від видів автотранспорту та видів палива [5].

Таблиця 1 – Середні питомі викиди автотранспорту

Найбільш поширеними забруднюючими речовинами у викидах автомобільного транспорту є оксид вуглецю та вуглеводні. Частка вказаних компонентів різко зростає при роботі двигуна на малих обертах, при старті або збільшенні швидкості. Виявлені також сполуки свинцю, які використовуються в якості домішок бензину; оксиди азоту. У дизельному двигуні відбувається більш повне згоряння палива, менше окислюється вуглець і утворюється менше неспалених вуглеводнів. Але, разом з цим, за рахунок нестачі повітря в дизелі утворюється більша кількість оксиду азоту. Дизельні двигуни, крім того, викидають сажу. Проблема загазованості повітря автотранспортом постала особливо гостро останнім часом. У зв'язку з цим були затверджені Євростандарти [6] щодо токсичності вихлопів автомобілів (табл.2).

Таблиця 2 – Євро стандарти до максимальних викидів двигунів внутрішнього згоряння

Стандарт	Рік введення стандарту	Вміст викидів у вихлопних газах							
		Одиниці виміру	Бензинові двигуни				Дизельні двигуни		
			CO	CH	NOx	Тверді частки	CO	CH+NOx	Тверді частки
Євро-0	1988	г/км	2,7	0,55	0,45	0,56	2,5	1,5	0,4
Євро-1	1993	г/км	2,5	0,4	0,35	0,56	1,5	1,1	0,25
Євро-2	1996	г/км	2,2	0,5	0,25	0,2	0,1	0,8	0,1
Євро-3	1999	г/км	2,3	0,2	0,15	0,15	0,64	0,56	0,05
Євро-4	2005	г/км	1,0	0,1	0,08	0,1	0,5	0,3	0,025
Євро-5	2008	г/км	1,0	0,075	0,08	0,005	0,5	0,2	0,005
Євро-6	2015	г/км	1,0	0,07	0,060	0,005	0,5	0,17	0,005

\*CO - оксид вуглецю; CH - вуглеводні; NOx – оксиди азоту

На діаграмах рис. 1 наглядно показані викиди від автотранспорту, відповідно, з бензиновим (а) та дизельним (б) паливом. Взяті середні арифметичні дані з табл. 1.

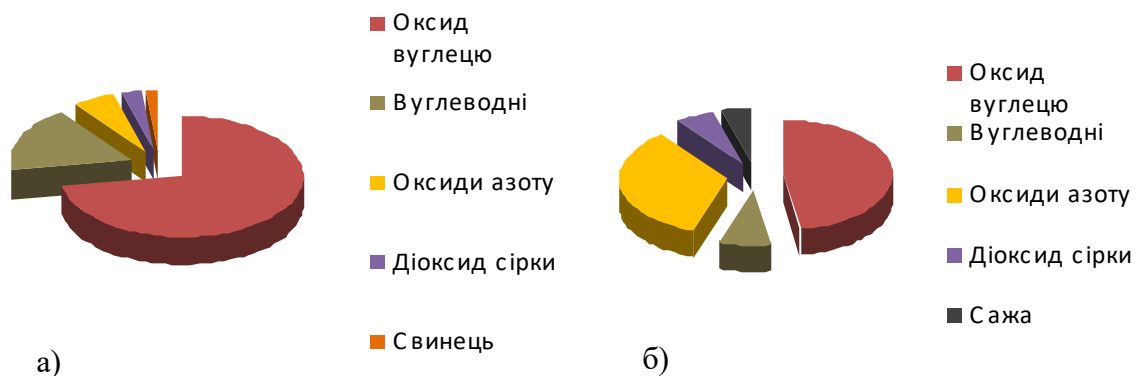


Рисунок 1 – Діаграма викидів від автотранспорту, що використовує: а) бензин як паливне, %; б) дизельне паливне, %.

З діаграм видно, що більшу кількість викидів становить оксид вуглецю. Оксид вуглецю (CO) є безбарвний, без запаху і смаку, отруйний газ, що виділяється в неповному спалюванні вуглецю в тому числі газу, нафти, деревини і вугілля [7].

На графіку рис.2 показана залежність викидів оксиду вуглецю автотранспортом з бензиновим та дизельним паливом від величини пробігу.

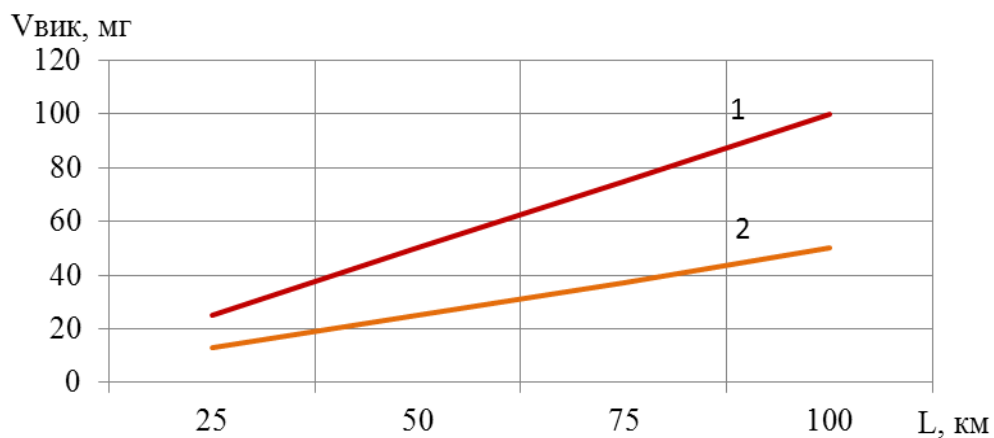


Рисунок 2 – Графік викидів оксиду вуглецю двигунів автомобілів : 1 – бензин; 2 – дизельне паливне

З графіку видно, що використовувати дизельне паливне більш доцільно з точки зору екології, адже викидів CO у атмосферу значно менше.

Для автомагістралей з інтенсивним рухом автотранспорту при оцінюванні токсичності викидів автомобільних двигунів рекомендується визначити кількість шкідливих речовин, M (кг) при спалюванні 1-го кг палива за формулою (1):

$$M = K' \cdot \sigma , \quad (1)$$

де  $\sigma$  – маса спаленого палива, кг;  $K'$  – коефіцієнт, який враховує тип двигуна внутрішнього згорання.

На кафедрі автоматизації управління електротехнічними комплексами розроблений універсальний електронний прилад, що дозволяє вимірювати викиди оксиду вуглецю, вуглеводню та оксиди азоту

промисловим автомобільним транспортом як в стаціонарних умовах, безпосередньо в умовах роботи, на трасі переміщення промислового автотранспорту, так і при лабораторних дослідженнях. На прилад подана Заявка на Патент на КМ України.

Результати розрахунків і отримані значення коефіцієнтів К наведені в табл.3.

Таблиця 3 – Значення коефіцієнтів К для визначення кількості шкідливих речовин при спалюванні 1 кг палива

Тип двигуна	CO	CH	NO <sub>2</sub>
Бензиновий	0,6	0,1	0,04
Дизельний	0,1	0,03	0,04

Джерелом великої кількості чадного газу виступають викиди автотранспортних засобів в навколишнє середовище. Але шкідливість чадного газу для людини полягає в тому, що він міститься і в самому автотранспорті, і в першу чергу в кабінах (салонах) легкових, вантажних автомобілів, автобусів, містяться всі шкідливі речовини CO, NO<sub>x</sub>, CH<sub>x</sub>, ТЧ і т.д.[8].

Таким чином, проблема забруднення повітря кабіні всіх перерахованих видів транспорту стоїть дуже гостро. Наднормативне забруднення повітря в салонах і кабінах автотранспорту призводить до погіршення самопочуття, головного болю, втрати слуху, зниження реакції, сонливості, зниження продуктивності праці і збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод.

Викиди автомобіля таких токсичних речовин як вуглекислий газ, оксид вуглецю, оксид азоту, сажа, окис свинцю, вуглеводні, негативно впливають на здоров'я людини, викликаючи такі порушення організму, як підвищення артеріального тиску, запаморочення, зниження працездатності, захворювання легенів, бронхіт тощо [9] (табл. 4)

Таблиця 4 – Дія токсичних речовин на організм людини

Викиди в газах автомобіля	Бензинові двигуни, %	Дизельні двигуни, %	Вплив на організм людини
Вуглекислий газ	5,0-16,0	1,0-10	Органи дихання, кровоносну систему
Оксид вуглецю	0,1-5,0	0,01-0,3	Порушення органів дихання, головна біль, підвищення артеріального тиску, серцебиття
Оксид азоту	0-0,8	0,005-0,2	Захворювання легенів, бронхіт, Пневмонія
Сажа	0-100	0-2000	Органи дихання
Окис свинцю	10-60	-	Сонливість, послаблення, сповільнення рефлексів, зниження працездатності
Вуглеводні	0,2-3,0	0,04-0,5	Впливає на організм в цілому

Альтернативою традиційним видам палива є використання природного газу. Основну частину природного газу складає метан (CH<sub>4</sub>) — до 98 %. Метан (стиснений природний газ, СПГ, compressed natural gas, CNG) - горючий газ, який є основним компонентом природного газу. Метан практично не залишає шкідливих продуктів згорання [10]. Природний газ в якості автомобільного палива використовується вже понад півстоліття.

Головний плюс, звичайно, екологічність газового палива. У вихлопі повністю відсутні сполуки свинцю, рівень CO на порядок нижче, ніж при використанні бензину. Ресурс двигуна, особливо його поршневої-шатунної групи, збільшується, оскільки ніколи не буває детонації (октанове число газу 100-120 одиниць), двигун працює рівномірніше і м'якше. Газ практично не утворює нагару на сідлах клапанів і на поршнях. Зменшується витрата масла і забруднення їх продуктами горіння, та зменшенню викидів в атмосферу. На рис.3 показана ефективність використання різних видів палива в автомобільних двигунах.

З метою безпеки для виявлення наявності газу в навколишньому середовищі при його витокі із системи паливоподачі автомобіля в газове паливо вводяться спеціальні речовини (одорант). Також можливо перейти з дизельного палива або бензину на біопаливо [11]. Біопаливо — це паливо з біологічної сировини, одержуване, як правило, в результаті переробки біологічних відходів. Розрізняють рідке біопаливо (для двигунів внутрішнього згорання, наприклад, етанол, метанол, біодизель), тверде біопаливо (дрова, брикети, паливні гранули, тріска, солома, лушпиння) і газоподібне (біогаз, водень) [12]. Для двигунів автомобілів в основному використовують біопаливо на основі етанолу та біодизель.

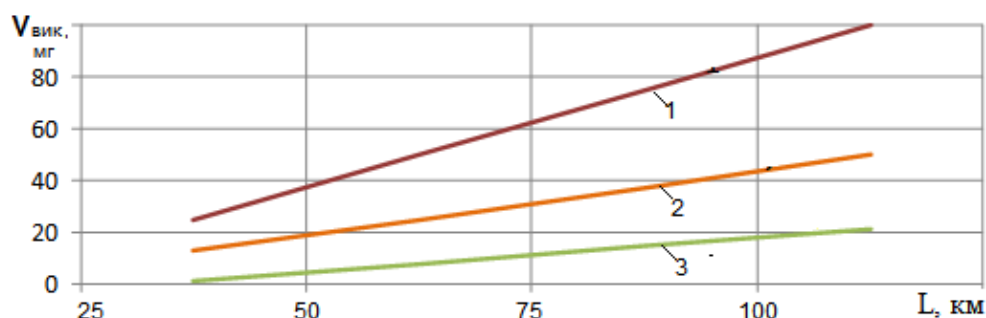


Рисунок 3 - Ефективність використання видів палива: 1 – бензин; 2 - дизельне паливо; 3 – природний газ

Відкрито перші в Україні спеціалізовані автозаправні станції в Одеській, Київській, Чернівецькій і Дніпропетровській областях які реалізують біопаливо. Зараз на АЗС реалізуються два види моторного палива - БІО-100 і біодизель, традиційного бензину і дизеля тут немає. Літр моторного палива БІО-100, який складається з суміші біоетанолу (спирту) і бензину, наприклад, на новій АЗС коштує 25,55 гривні, що на 4 гривні дешевше, ніж звичайний 95-й бензин. БІО-100 є аналогом високооктанового палива, рослинна основа в ньому становить 60 відсотків. Паливо менше заподіює шкоди навколишньому середовищу і має більш привабливу ціну. До того ж автомобілю таке паливо абсолютно не шкодить, адже воно відповідає стандарту "Євро-5". Як відомо, Україна є найбільшим виробником зернових і спирту - біоетанолу, а також олійних культур, зокрема, рапсу, з якого виготовляють біодизель [13].

Переваги біопалива: нижча вартість, зменшується зношення двигуна, екологічність, може використовуватися на двигунах практично будь-якого ступеня стиснення, не засмічується паливна система. Недоліки біопалива: мала на сьогоднішній день кількість заправок. Перед початком використання біопалива потрібно прочистити всю паливну систему, може збільшитися споживання палива. Не всі інжекторні системи можуть підлаштуватися до роботи на біопаливі, карбюраторні системи вимагають більш точного налаштування з можливим збільшенням споживання палива [14].

**Висновки.** Викиди забруднюючих речовин від автотранспорту з року в рік зростають та негативно впливають на стан забруднення атмосферного повітря і здоров'я людини. Виходячи з проведених досліджень, для вирішення проблеми забруднення навколишнього середовища автомобілями, необхідно запровадити:

- 1) Використання природного газу або біопалива замість дизельного палива або бензину, адже це більш безпечно з точки зору екології.
- 2) Жорсткий контроль за якістю пального, що постачається і реалізується автозаправними станціями, його відповідності державним та останнім Євростандартам.
- 3) Контроль над експлуатацією машин старих зразків.
- 4) Використання на автотранспорті спеціальних моторних мастил, а також палива з додаванням присадок, каталітичних перетворювачів палива та ін., що призведе до зменшення витрат пального, зниження викидів забруднюючих речовин та збільшення моторесурсу двигунів.
- 5) Перехід та використання автотранспорту з електричними тяговими двигунами.

#### Список використаної літератури

1. Петрук В.Г. Природоохоронні технології. Захист атмосфери: навч. посіб./ В.Г. Петрук, Л.І. Северин, І.В. Васильківський, І.І. Безвозюк // Вінниця: "Універсум-Вінниця", 2010. – 215 с.
2. The International Center for Technology Assessment. Report. In-Car Air Pollution // Washington: DC, 2000. — July. — S. 41
3. Фомин Г.С., Фомина О.Н. Воздух. Контроль загрязнений по международным стандартам: справочник./ Г.С. Фомин, О.Н. Фомина. — М.: Протектор, 2002.- 432 с.
4. Гутаревич Ю.Ф. Екологія та автомобільний транспорт: навч. посібник / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун, А.О. Корпач. – К.: Арістей, 2016. – 292 с
5. Русіло П. О. Вплив на довкілля автомобільного транспорту на всіх стадіях його життєвого циклу / П. О. Русіло, В. В. Костюк, В. М. Афонін // Науковий вісник НЛТУ України. — 2008. — № 18(3). — С. 85—89. — ISSN 5-7763-2435-1.
6. [https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT\\_Euro6-VI\\_briefing\\_jun2016.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_Euro6-VI_briefing_jun2016.pdf)
7. Степанчук І. М. Автомобільний транспорт і екологічні проблеми міст / І. М. Степанчук, О. В. Степанчук // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — 2004. — № 6. — С. 88—93.
8. Шевчук В.Я. Екологічне управління: Підручник / В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, Г.О. Білявський.— К.: Либідь, 2004.—278 с.

9. Тимченко О. І. Загрози для здоров'я населення від впливу антропогенних чинників та можливості їх попередження / О. І. Тимченко. — Київ : ІГМЕ АМН України, 2005. — 265 с.
10. David McKeown. Air pollution burden of illness from traffic in Toronto / Dr. David McKeown. — Toronto : Toronto Public Health, November 2007. — 57.
11. Калетнік Г.М. Біопаливо: ефективність його виробництва та споживання в АПК України: навч. посіб. / Г. М. Калетнік, В. М. Пришляк. — К. : Хай-Тек Прес, 2011. — 312 с.
12. Максимів Ю.В. Комплексне використання сировини для виробництва твердого біопалива деревообробними підприємствами: монографія / Ю. В. Максимів ; ДВНЗ «Прикарпат. нац. ун-т ім. Василя Стефаника». — Івано-Франківськ: Друкарня Фоліант, 2015. — 186 с.
13. Клименко В. В. Технологічні основи виготовлення біопалива з рослинних відходів та їх композитів : монографія / Клименко В. В. – Центральноукр. нац. техн. ун-т. — Кропивницький : Ексклюзив-Систем, 2017. — 161 с.
14. O. Terentiev, N. Sergienko, A. Guzan. Use of innovative systems for efficient drilling of wells in the quarry of Ukraine / Energetyka: ekonomika, tehnologii, ekologiya: Scientific Journal, no.2, pp. 73-82, 2020. <https://doi.org/10.20535/1813-5420.2.2020.220713>

**O. Terentiev**, Dr. Sciences., Prof. ORCID 0000-0003-2523-2804

**M. Sergienko**, Assos. Prof. ORCID 0000-0001-8284-9072

**V. Smoliar**, Eng., ORCID 0000-0002-0355-0353

**National Technical University of Ukraine**

**«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»**

## ENVIRONMENTAL IMPACT OF INDUSTRIAL TRANSPORT

*The article discusses topical issues and problems of the impact of industrial road transport on the environment, namely: emissions of pollutants into the atmosphere depending on the type of fuel and their negative impact on human health. The significant increase in the vehicle fleet is causing great harm in the form of harmful emissions from fuel combustion systems, which cannot be dealt with standard car cleaning systems. The situation is aggravated by the fact that car emissions are concentrated in the surface air layer - precisely in the zone of our breathing. Low-quality gasoline is still used, polluting the environment. About 280 harmful substances were found in the exhaust gases of cars, including carcinogenic benzopyrenes, nitrogen oxides, lead, mercury, aldehydes, carbon oxides, soot, hydrocarbons. These emissions increase significantly when starting off or increasing speed. Diesel engine emissions are different from gasoline engine emissions. A diesel engine burns fuel more completely, oxidizes less carbon and produces less non-combustible hydrocarbons. But, at the same time, due to the lack of air in the diesel engine, more nitrogen oxide is formed. Diesel engines also emit soot. Gas emissions from transport into the atmosphere are exposed to sunlight, which leads to photochemical reactions leading to the formation of NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, peroxides, benzopyrene (C<sub>22</sub>H<sub>14</sub>) and other compounds. In addition, each vehicle emits rubber dust into the atmosphere when its tires are abraded and worn out. Accordingly, the scale of damage caused by transport to the environment and people is also increasing. The article analyzes the existing and promising types of fuel and the reduction of the technogenic impact of industrial road transport on the environment in Ukraine.*

**Keywords:** industrial road transport, air quality, emissions, air pollution, carbon monoxide, the impact of emissions on the environment, promising fuels.

### REFERENCES

1. Petruk V.G. Prirodoohoronni tehnologii. Zahyst atmosfery: navch. posib./ V.G. Petruk, L.I. Severin, I.V. Vasylykivskiy, I.I. Bezvozhuk.//Vinnitsa: "Universum-Vinnitsa", 2010. — 215 с.
2. The International Center for Technology Assessment. Report. In-Car Air Pollution // Washington: DC, 2000. — July. — S. 41
3. Fomin G.S. Воздух. Контроль загрязнений по международным стандартам: справочник./ G.S. Fomin, O.H. Fomina. — М.: Protektor, 2002.- 432 с.
4. Gutarevich Yu. F. Ekologia ta avtomobilnyj transport: navch.posib./Yu. F. Gutarevich, D.V. Zerkalov, A.G. Govorun, A.O. Korpach.// K.: Aristey, 2016. — 292 с
5. Pusilo P.O. Vplyv na dovkillia avtomobilnogo transportu na vsih stadijah zhyttvogo zyklu./P.O. Pusilo, V.V. Kostuk, V.M. Afonin.// Naukovyj visnyk NLTU Ukrainy. — 2008. — № 18(3). — pp. 85—89.
6. [https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT\\_Euro6-VI\\_briefing\\_jun2016.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_Euro6-VI_briefing_jun2016.pdf)
7. Stepanchuk I.M. Avtomobilny transport I ekologichni problem mist./ I. M. Stepanchuk, O.V. Stepanchuk // Ekologiya dovkillia ta bezpeka zhittediyalnosti. — 2004. — № 6. — p. 88—93.

8. Shevchuk V.Y. Ekologichne upravlinnja:pidruchnyk./ V.Y. Shevchuk, Yu. M. Shevchuk, Yu..M. Satalkin, G.O. Biljavsky.– K.: Lybid, 2004.–278 p.

9. Tymchenko O.I. Zagrozy dlja zdorovja naselenna vid vplyvu antropogennysh chynnykiv na vozhlivosti ih poperedgennja./ O. I. Tymchenko. — Kyiv : IGME AMN UKRAINY,– 2005. — 265s.

10. David McKeown. Air pollution burden of illness from traffic in Toronto / Dr. David McKeown. — Toronto : Toronto Public Health, November 2007. — 57.

11. Kaletnik G.M. Biopalyvo: Efektyvnist yogo vyrobnitstva ta spozhivannja v APK Ukrainy:navch. posib./ G.M. Kaletnik, V.M. Prishljak//. — K. : Haj-Tek-Pres, 2011. — 312 s.

12. Maksymiv Yu.V. Kompleksne vykorystannja syrovyny dlja vyrobnytva tverdogo biopalyva derevoobrobnymy pidpryemstvavy :monografija./ Yu.V.Maksymiv.– DVNZ «Prykarpatnac. Nac. un-t im. Vasylja Stefanyka. — Ivano-Frankivsk: Drukarnja Foliant, 2015. — 186 c.

13. Klymenko V.V.Technologichni osnovy vygotovlennja biopalyvaz roslynnyh vidhodivta ish kompozytiv:monografia./Klimenko V.V.–Centralnoukr. nac. techn.un-t. — Kropivnyckyj : Eksqluziv-System.– 2017. — 161 s.

14. O. Terentiev, N. Sergienko, A. Guzan. Use of innovative systems for efficient drilling of wells in the quarry of Ukraine / Energetyka: ekonomika,tehnologii, ekologiya: Scientific Journal, no.2, pp. 73-82, 2020.

Надійшла 28.12.2020

Received 28.12.2020