

В.М. Івасенко, к.т.н.
І.В. Приміський, аспірантНаціональний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Питання адаптації європейських стандартів автомобільних викидів в Україні

Стаття присвячена аналізу адаптації європейських екологічних стандартів автомобільних викидів в Україні. Розглядаються сучасні підходи до нормування та контролю відпрацьованих газів автомобілів у країнах Європейського Союзу та порівнюються з чинними українськими нормативами. Особливу увагу приділено питанням гармонізації законодавства України з європейськими екологічними вимогами в контексті зменшення негативного впливу транспорту на навколишнє середовище та здоров'я населення.

Розглянуто склад відпрацьованих газів автомобілів, до яких належать діоксид вуглецю (CO_2), оксид вуглецю (CO), оксид азоту (NO_x), вуглеводні (CnHm), тверді частки (PM) та діоксид сірки (SO_2). Наведено порівняльні дані щодо рівня забруднюючих речовин, які виділяються при згорянні бензину та дизельного палива. Окрему увагу приділено шкідливому впливу цих речовин на здоров'я людини та екосистему.

Досліджено європейські екологічні стандарти, відомі як «Євро», починаючи від стандарту «Євро I» (введеного в 1993 році) до сучасного «Євро VII», що набуде чинності у 2025 році. Проаналізовано методи, що застосовуються для зниження рівня викидів, зокрема, використання каталітичних нейтралізаторів, системи упорскування палива, фільтрів твердих частинок, а також застосування екологічного палива.

Особливу увагу приділено аналізу чинних нормативних актів України у сфері контролю автомобільних викидів, зокрема стандартам ДСТУ 4276-04 та ДСТУ 4277-04, які регламентують допустимі рівні розмірності дизельних двигунів та вміст оксиду вуглецю й вуглеводнів у вихлопних газах бензинових двигунів.

Проаналізовано метрологічне забезпечення засобів контролю автомобільних викидів, зокрема газоаналізаторів і димомірів. Описано принципи роботи цих пристроїв, вимоги до їх точності та основні технічні характеристики. Визначено проблеми, пов'язані з відсутністю єдиних стандартів для сертифікації вимірювання засобів, що ускладнює їх застосування в Україні.

Наголошується на необхідності модернізації українських екологічних стандартів відповідно до вимог ЄС. Запропоновано розробку нових національних стандартів, які регламентують рівні віків, технічні характеристики вимірювальних приладів та методики їх застосування. Також підкреслено важливість внесення змін до чинного законодавства для забезпечення екологічного контролю транспортних засобів відповідно до сучасних європейських вимог.

Ключові слова: викид; норми; концентрація; євростандарт; газоаналізатор; димомір; діапазон; похибка.

Вступ. Швидка автомобілізація в світі та зростання кількості транспортних засобів гостро порушують питання екологічної безпеки. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) та інших міжнародних екологічних організацій, транспорт у містах може бути джерелом близько 30–50 % забруднення повітря. Нормування і контроль викидів відпрацьованих газів (далі – викидів) автомобілів є однією з основних проблем в світі та Європі. Саме країни ЄС розробили комплексний підхід до нормування викидів автотранспорту як на етапі виробництва, так і під час експлуатації автомобілів. Для цього розроблено та запроваджено чіткі методики екологічної перевірки транспортних засобів, розроблено класифікаційні вимоги до газоаналізаторів, які виконують інструментальний контроль викидів, а також створено засоби їх метрологічного забезпечення. В Україні адаптація європейських екологічних стандартів, норм і методик у сфері автомобільних викидів є важливим завданням. Це сприяє захисту навколишнього середовища від шкідливих речовин і дозволяє удосконалити екологічний контроль на національному рівні, що є актуальним для української економіки та громадського здоров'я.

Аналіз літературних даних і постановка завдання. Питання нормування та інструментального контролю викидів відпрацьованих газів автомобілів гостро стоїть на глобальному рівні. Країни світу активно вивчають вплив цих викидів на довкілля і здоров'я людей, оцінюють економічні збитки та впроваджують національні стандарти для контролювання екологічних показників автомобілів [1, 2]. Усі ці заходи сприяють посиленню екологічних вимог до автомобілів та стимулюють вдосконалення їх конструкції, а також розвиток сучасних методів контролю викидів.

Зростання міжнародних автоперевезень під дією глобалізації економіки призвело до розробки низки регіональних екологічних нормативів, що діють у Північній та Південній Америці, Західній Європі. До таких нормативів належать Правила Європейської Економічної Комісії ООН з транспорту, стандарти Міжнародної організації зі стандартизації (ISO), нормативи Агентства із захисту навколишнього середовища США, Директиви ЄС та стандарти «Євро» [3, 4]. В навчальних посібниках [5, 6] досліджують процеси утворення автомобільних викидів та їх вплив на довкілля. У дослідницьких роботах [7–9] детально розглядаються окремі шкідливі газові компоненти та тверді частинки відпрацьованих газів і методи їх зниження.

Проте в цих публікаціях мало уваги приділяється питанням застосування інструментальних засобів контролю, таких як газоаналізатори та димоміри, особливо в умовах України, де національні та міжнародні стандарти мають відмінності, що породжують проблеми з їх правильним вибором, застосуванням і метрологічним забезпеченням.

Метою статті є розглянути проблему нормування викидів відпрацьованих газів автотранспортних засобів та запропонувати рішення для адаптації європейських стандартів і нормативів в українське законодавство.

Викладення основного матеріалу. Склад відпрацьованих газів автомобілів. У складі відпрацьованих газів автомобільних двигунів виділяють основні забруднюючі речовини: діоксид сірки (SO_2), оксид вуглецю (CO), діоксид вуглецю (CO_2), оксид азоту (NO_x), вуглеводні (C_nH_m), а також частинки сажі. Ці речовини утворюються при спалюванні палива двигунами внутрішнього згоряння (як з іскровим запалюванням, так дизельних), таким чином кількість забруднюючих речовин прямує залежить від спожитого двигуном палива. У таблиці 1 наведено дані про кількість забруднюючих речовин при згорянні 1 кг палива в бензиновому та дизельному двигуні легкового автомобіля середнього класу [5, 6]. При цьому вид палива, що використовується в автомобілі, буде визначати склад та концентрації забруднюючих речовин.

Таблиця 1

Викид забруднюючих речовин у відпрацьованих газах на 1 кг палива, з урахуванням середньої величини коефіцієнта надлишку повітря ($\alpha = 1,0$)

Забруднююча речовина	Вид палива	
	бензин, г	дизельне паливо, г
Окис вуглецю (CO)	400–465	20
Вуглеводні (C_nH_m)	20–23,1	4,2
Оксиди азоту (NO_x)	14–15,2	18,1
Діоксид сірки (SO_2)	2	7,8
Альдегіди	1	0,7
Сажа	1	5

Властивості компонентів відпрацьованих газів автомобілів. Окис вуглецю – CO чадний газ, із концентрацією у викидах 0,2–10 %, утворюється внаслідок неповного згоряння вуглецю в паливі. Під час вдихання CO зв'язується з гемоглобіном крові, витісняючи кисень, що призводить до кисневого голодування. Високі концентрації CO навіть при короточасній дії можуть спричинити смерть, тоді як невеликі дози викликають запаморочення, головний біль, відчуття втоми і сповільнення реакції у водія.

Вуглеводні – C_nH_m незгорілі складники палива, концентрація яких у викидах становить 0,1–1,0 %. Викиди цих речовин на перехрестях та біля світлофорів значно перевищують рівні на автомагістралях. Особливо небезпечним є бенз-а-пірен, що відомий своїми канцерогенними властивостями.

Оксиди азоту – NO_x ($\text{NO} + \text{NO}_2$), концентрація яких у викидах становить 0,1–0,5 %, відбувається під час згоряння палива – газу, вугілля, бензину чи мазуту. Найбільшу небезпеку становить діоксид азоту NO_2 , що при взаємодії з парами води утворює азотисту і азотну кислоту. При високих концентраціях NO_x у закритих приміщеннях (гаражах), можливе пошкодження легенів, що призводить до смерті. При взаємодії з вуглеводнями сприяють утворенню фотохімічного смогу, особливо в літню спеку [10, 11].

Сажа – частинки твердих речовин, що утворюються під час неповного згорання палива. Завдяки своїм малим розмірам вони здатні проникати в глибокі відділи легенів, викликаючи захворювання дихальної системи, а також підвищує ризик серцево-судинних захворювань. Проте особливу загрозу несе їй здатність адсорбувати канцерогенні речовини на своїй поверхні, що збільшує ризик захворювання на рак [18].

Європейські нормативи викидів відпрацьованих газів автомобілів. Нормування автомобільних викидів в європейських країнах проводяться відповідно Правилам ЄЕК ООН та директивам ЄС. Нормативи передбачають здійснення контролю екологічних показників як під час виробництва автомобілів, так і в процесі їх експлуатації. Перші екологічні нормативи з викидів від автомобілів були прийняті в Європі в 1970 році. Ці нормативи та методи випробувань регламентуються Правилами

ЄЕК ООН та Директивами ЄС. Важливою особливістю цих нормативів є те, що Правила ЄЕК ООН встановлюють методику випробувань, технічну процедуру та метрологічне забезпечення, але не вказують дату введення норм. Самі норми викидів і терміни їх впровадження застосовуються Директивами ЄС і є обов'язковими для країн-членів ЄС.

За Правилами ЄЕК ООН випробування, щодо дотримання нормативів викидів, проводяться на стенді з біговими барабанами, що імітують рух транспортного засобу в чотирьох міських циклах їзди. Цикл має такі характеристики, а саме: довжина шляху – 4,052 км, тривалість – 820 секунд, максимальна швидкість – 50 км/год, середня швидкість – 18,7 км/год. Їздовий цикл імітує чотири звичайні міські цикли та один додатковий, що моделює рух поза містом [3, 4].

Починаючи з 1998 року, Директивами ЄС запроваджуються перспективні норми, відомі як стандарти «Євро», що мають важливе значення при зниженні викидів таких речовин, як оксид вуглецю (CO), оксид азоту (NOx), вуглеводні (CnHm) і тверді частинки (PM10). Стандарти «Євро» ставили більш жорсткішими, і нині нові автомобілі мають відповідати стандартам «Євро VII». Ці стандарти регламентують масовий викид шкідливих речовин на кожен кілометр пробігу подібно до стандартів США, які нормують викиди на мілью пробігу. (табл. 2). Для кожного виду палива встановлено окремі норми викидів для легкових автомобілів у грамах на кілометр [3, 4].

Досягати стандартів «Євро» по зменшенню викиди від автомобілів вдалося завдяки застосуванню передових конструкційних рішень. Для бензинових автомобілів це стало можливим завдяки використанню трикомпонентних каталітичних нейтралізаторів та інжекторних систем упорскування. Для дизельних двигунів зниження NOx і твердих частинок досягається за рахунок прямого впорскування та дизельних фільтрів твердих частинок (DPF). Ці технологічні досягнення, разом із використанням якіснішого, чистого від домішок палива, дозволили знизити рівень забруднюючих речовин. Таким чином сучасний автомобіль викидає в двадцять разів менше шкідливих речовин, ніж автомобіль 1970 року.

Таблиця 2

Європейські стандарти викидів для легкових автомобілів

Євро стандарт	Дата виконання*	CO, (г/км)	THC, (г/км)	NMHC, (г/км)	NOx, (г/км)	HC+NOx, (г/км)	PM, (г/км)
Дизель							
Euro I	Липень 1993	2,72	-	-	-	0,97	0,14
Euro II	Січень 1997	1,0	-	-	-	0,70	0,08
Euro III	Січень 2001	0,66	-	-	0,50	0,56	0,05
Euro IV	Січень 2006	0,50	-	-	0,25	0,30	0,025
Euro V	Вересень 2010	0,50	-	-	0,180	0,230	0,005
Euro VI	Вересень 2015	0,50	-	-	0,080	0,170	0,0045
Euro VII	Січень 2025	0,50	-	-	0,080	0,170	0,0045
Бензин							
Euro I	Липень 1993	2,72	-	-	-	0,97	-
Euro II	Січень 1997	2,2	-	-	-	0,5	-
Euro III	Січень 2001	2,3	0,20	-	0,15	-	-
Euro IV	Січень 2006	1,0	0,10	-	0,08	-	-
Euro V	Вересень 2010	1,0	0,10	0,068	0,060	-	0,005**
Euro VI	Вересень 2015	1,0	0,10	0,068	0,060	-	0,0045**
Euro VII	Січень 2025	1,0	0,10	0,068	0,060	-	0,0045

Примітка: *дата, після якої всі нові двигуни на ринку повинні відповідати стандарту;

**застосовується тільки для автомобілів з двигунами з безпосереднім уприскуванням

Доповненням до нормування викидів шкідливих речовин ЄС встановив обмеження концентрації парникового газу CO₂ у викидах автомобілів. У 2009 році Європейський парламент ухвалив закон, що обмежує викиди CO₂ для нових автомобілів на рівні не вище 130 г/км з 2015 року. Ці обмеження ввелися: з 2012 року 65 % нових автомобілів мали відповідати стандарту, з 2013 року – 75 %, з 2014 року – 80 %, а з 2015 року всі нові автомобілі повинні відповідати цьому нормативу. Цільовий рівень 95 г/км планувалося досягти до 2020 року, з відповідними штрафами для виробників, які перевищують нормативи [3].

В Україні діє закон № 2739-IV від 01.07.2022 «Про деякі питання ввезення на митну територію України та проведення першої державної реєстрації транспортних засобів». В одному з його пунктів зазначено, що з 1 січня 2025 року всі транспортні засоби, які ввозяться в Україну або виробляються на її території, повинні відповідати екологічним стандартам не нижче рівня «Євро VI».

У Європі з 1 січня 2025 року має почати діяти «Євро VII» для всіх щойно зареєстрованих автомобілів. Загально нормативи викидів «Євро VII» залишаються ідентичними «Євро VI».

Національні стандарти та засоби контролю викидів відпрацьованих газів в Україні. Нормативною базою для контролю в умовах експлуатації автомобілів на димність та вміст оксиду вуглецю є ДСТУ 4276-04 «Норми і методи вимірювання розмірності у відпрацьованих газах автомобілів з дизелями або газодизелями» [16] і ДСТУ 4277-04 «Норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, які працюють на бензині або газовому паливі» [17] відповідно. Ці нормативи контролюються за допомогою відповідних засобів виміральної техніки: димомірів і газоаналізаторів відповідно.

Норми димності та димоміри. Нормативи димності для дизельних двигунів по ДСТУ 4276-04 на різних видах палива представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Нормативи димності дизельних двигунів відповідно до ДСТУ 4276-04

Типи автомобілів	Гранично допустимий показник ослаблення світлового потоку, $K_{доп}, м^{-1}$	Гранично допустимий коефіцієнт ослаблення світлового потоку, $N_{доп}, \%$
Автомобілі з дизелями		
- без наддуву	2,5	66
- з наддувом	3,0	73
Автомобілі з газодизелями		
- без наддуву	1,7	52
- з наддувом	2,0	58

Вимірювання димності відпрацьованих газів двигунів автомобілів проводять у режимі вільного прискорення двигуна за допомогою приладів – димомірів.

Принцип дії димомірів базується на вимірюванні оптичної густини сфокусованого потоку світла, що проходить через відпрацьований газ (рис. 1). Рівень ослаблення світлового потоку до попадання на відпрацьований газ і після проходження через нього і є мірою димності. Димність вимірюється у двох одиницях:

- а) коефіцієнт ослаблення світового потоку $N, \%$;
- б) натуральному показнику ослаблення світового потоку $K, м^{-1}$.

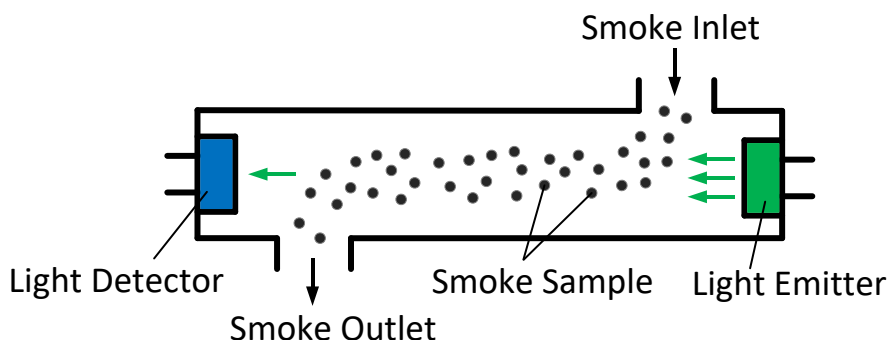


Рис. 1. Принципова схема пробовідбірної камери димоміра

Натуральний показнику ослаблення світового потоку K – величина, обернена до товщини шару відпрацьованих газів, проходячи який потік випромінювання від джерела світла димоміра ослаблюється в e разів:

$$K = -\frac{1}{L} \cdot \ln \left(\frac{\Phi}{\Phi_0} \right), \quad (1)$$

де Φ – світловий потік від джерела світла димоміра, який реєструє фотоеlement після проходження потоку крізь вимірюване середовище відпрацьованих газів у вимірвальній камері димоміра;

Φ_0 – світловий потік від джерела світла димоміра, який реєструє фотоеlement після проходження потоку крізь чисте повітря у вимірвальній камері димоміра, не заповненій відпрацьованими газами;

L – ефективна база димоміра, м.

Коефіцієнт ослаблення світового потоку – ступінь ослаблення світлового потоку внаслідок поглинання і розсіювання світла відпрацьованими газами під час проходження ними вимірвальної камери:

$$N = 100 \cdot \left(1 - \frac{\Phi}{\Phi_0}\right). \quad (2)$$

Перерахунок значень N у K здійснюють за формулою 3 [16]:

$$K = -\frac{1}{L} \cdot \ln\left(1 - \frac{N}{100}\right). \quad (3)$$

Для забезпечення правильності результатів при порівнянні даних, одержаних при вимірюваннях димності, необхідно знати температуру і тиск у зоні вимірювання, оскільки ці параметри впливають на коефіцієнт ослаблення світлового потоку (K). Термін «коефіцієнт поглинання світла» є загальноприйнятим і тому використовують у цьому міжнародному стандарті, але більш правильним терміном є термін «коефіцієнт затухання світла». Обидва терміни визначають один параметр.

Димомір повинен бути оснащений каналом для виміру температури оливи (0–150 °C), тахометром для виміру частоти обертання двигуна (0–6000 об/хв) та принтер для друку результатів вимірювань. Основна приведена похибка вимірювань не повинна перевищувати ± 2 %. Прикладом таких сучасних димомірів є ИДП-2, ИДС (Україна) [12], OPACALYT 1030 (ФРН) [13], DUNLOP DLP SMOKE METER (Англія) [14] (табл. 4).

Таблиця 4

Технічні характеристики димомірів

Назва та тип димоміра	Ефективна оптична база (L)	Діапазон вимірювання димності, %, м ⁻¹	Основна приведена похибка, %	Живлення
DUNLOP DLP SMOKE METER (Англія) Стаціонарний	Оптична 0,26 м	0–100 %, 0–10 м ⁻¹	± 2	Мережа 220В, 50Гц
ИДП-2 (Україна). Переносний	Приведена оптична 0,43м	0–100 %, 0–99 м ⁻¹	± 2	Акумулятор 1,2V x 0,75Ah
OPACILYT- 1030 (ФРН) Стаціонарний	Оптична 0,43 м	0–100%, 0–0 м ⁻¹	± 2	Мережа 220В, 50Гц

Норми вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів та газоаналізатори. Концентрація оксиду вуглецю (CO) і вуглеводнів (CH) у викидах відпрацьованих газів відповідно до ДСТУ 4277-04 не повинні перевищувати значень, наведених в таблиці 5. Контроль вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів під час роботи двигуна в режимах холостого ходу здійснюють за допомогою автоматичних газоаналізаторів.

Таблиця 5

Нормативи викидів CO, CH відповідно до ДСТУ 4277-04

Вид палива, на якому працює двигун	Частота обертання, на холостому ході	Оксид вуглецю (CO), об'ємна частка, %	Вуглеводні (CH), об'ємна частка, млн ⁻¹ (ppm), для двигунів з числом циліндрів	
			до 4 циліндрів, включно	більше ніж 4 циліндра
Бензин	п _{мін}	3,5*	1200	2500
	п _{підв}	2,0	600	1000
Газ природний	п _{мін}	1,5	600	1800
	п _{підв}	1,0	300	600
Газ нафтовий	п _{мін}	3,5	1200	2500
	п _{підв}	1,5	600	1000
Нормативи викидів для автомобілів обладнаних нейтралізаторами: окислювальними або трикомпонентними				
Режим	Окислювальними		Трикомпонентними	
	Оксид вуглецю, %	Вуглеводні, млн ⁻¹	Оксид вуглецю, %	Вуглеводні, млн ⁻¹
п _{мін}	1,0	600	0,5	100
п _{підв}	0,6	300	0,3	100

Примітка: * для автомобілів, виготовлених до 1 жовтня 1986 року, допустимий вміст оксиду вуглецю становить 4,5 %

Як одиниця виміру концентрацій застосовується: об'ємний відсоток «% об.», або його доля «1ppm», що дорівнює «0,0001 об. %».

Принцип дії газоаналізатора базується на вимірюванні поглинання інфрачервоного випромінювання відповідним газом CO або CH₄ на характерній йому довжині хвилі, в інфрачервоній частині спектру (рис. 2) [15]. Також ці прилади називають інфрачервоними газоаналізаторами. Властивість поглинати молекулами інфрачервоне випромінювання пов'язано з частотними властивостями коливань атомів і молекул, а також з обертанням молекул, з енергетичними рівнями електронів, атомів і молекул.

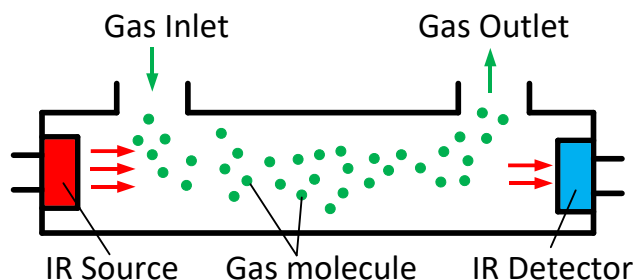


Рис. 2. Принципова схема пробовідбірної камери інфрачервоного газоаналізатора

Інтенсивність інфрачервоного випромінювання I , яке проходить через аналізований газ, визначають за законом Бугера – Ламберта – Бера:

$$I = I_0 \exp(-\varepsilon(\lambda) \cdot c \cdot L), \quad (4)$$

де I_0 – інтенсивність інфрачервоного випромінювання, що проходить через аналізований газ;

$\varepsilon(\lambda)$ – питомий коефіцієнт поглинання для даного газу, що є функцією довжини хвилі λ ;

c – концентрація аналізованого газу, який поглинає випромінювання з довжиною хвилі λ ;

L – довжина поглинального шару аналізованого газу.

Відповідно до виразу (4), концентрацію газу c визначають рівністю:

$$c = -\frac{1}{\varepsilon(\lambda) \cdot L} \cdot \ln \frac{I_0}{I}. \quad (5)$$

Відібраний газ подається в оптичну кювету газоаналізатора, в якій опромінюється інфрачервоним світлом, при цьому на фіксованій, характерній тільки для даного газу довжині хвилі, відбувається поглинання потоку випромінювання залежно від концентрації газу. Інфрачервоний фотоприймач фіксує зміну інтенсивності потоку випромінювання, яка функціонально пов'язана з концентрацією газу. Розділення потоку випромінювання на вході фотоприймача відбувається за допомогою вхідних оптичних інтерференційних фільтрів [15].

Прикладом таких приладів є 102 ФА-04 (Україна), [13], INFRALYT SMART (ФРН) [14] (табл. 6).

Таблиця 6

Технічні характеристики інфрачервоних газоаналізаторів

Назва газоаналізатора	Метод вимірювання, діапазон	Основна приведена похибка	Габарити, вага	Живлення, принтер, індикація, ІБ
102 ФА-04 (Україна)	Недисперсний, інфрачервоний (NDIR) CO – 0...10 %; CH ₄ – 0...5000 ppm; Тахометра: 500...10000 хв ⁻¹ Температура оливи: 0–100 °C	±4 %	Маса – 6 кг. Габаритні розміри: 355x310x185 мм	Мережа 220 В, 50 Гц або постійний струм з напругою 12В Індикація показань – семисегментний індикатор
INFRALYT SMART (ФРН)	Недисперсний, інфрачервоний (NDIR) CO – 0–0 % CO ₂ – 0–20 %. HC – 0–2500 ppm. O ₂ – 0–22 % . Лямбда – 0...9,999. Тахометра: 0...9999 хв ⁻¹ Температура оливи: 0 – 130 °C Робоча температура: 5–45 °C	±4 %	Маса – 6,5 кг. Габаритні розміри: 258x330x203 мм	Мережа 220 В, 50 Гц. Вмонтований принтер. Індикація показань – ЖКІ екран

Аналіз відмінностей та пропозиції щодо вибору стратегії узгодження нормативно-правової бази. Контроль відпрацьованих газів автомобілів є глобальною проблемою і кожна країна створює свої нормативи і стандарти, які регламентують рівні викидів шкідливих речовин. Такі національні стандарти з 2006 року діють і в Україні. В той же час в Європейських країнах розроблені регіональні нормативи «Євро», які послідовно, поетапно регламентують зменшення викидів шкідливих компонентів в часі.

Однією з основних відмінностей українських стандартів ДСТУ 4276-04 та ДСТУ 4277-04 від стандартів «Євро» полягає в підході до проведення екологічних випробувань. Українські стандарти вимагають дотримання екологічних вимог, базуючись на режимах роботи автомобіля, таких як холостий хід і вільне прискорення. Своєю чергою стандарти «Євро» нормують масові викиди забруднюючих речовин (г/км) під час випробувального циклу, що імітує рух автомобіля. Через цю різницю в підходах порівняння національних стандартів і норм «Євро» не має практичного сенсу, оскільки вони оцінюють екологічні показники автомобіля в різних режимах роботи двигуна [6].

Контроль димності, вмісту оксиду вуглецю (CO) та вуглеводнів (CH) в Україні здійснюється при прогрітому двигуні автомобіля. Такі вимірювання можна проводити на станції технічного обслуговування або просто на відкритому повітрі за температури не менше +5 °C. Однак контроль за стандартами «Євро» можливий лише в спеціалізованих лабораторіях і з відповідним обладнанням: комп'ютеризована система з сенсорами та приладами, що входять до спеціалізованого випробувального стенда [3].

Національні стандарти України, як і стандарти «Євро», не лише регламентують рівні викидів, але й встановлюють вимоги до технічних характеристик газоаналізаторів і димомірів, зокрема: методи аналізу, діапазон вимірювання, похибки. В ДСТУ 4277-04, наприклад, передбачено (табл. 5): діапазони вимірювання CO 0–5 % об., CH 0–10 000 ppm, діапазон вимірювання температури оливи (50–150 °C) та частоти обертів двигуна (0–5000 об/хв). Таким чином, газоаналізатори повинні мати канали для вимірювання як газових компонентів, так і параметрів двигуна (температури та обертів). Проте в 2008 році було введено «Технічний регламент щодо суттєвих вимог до засобів вимірювальної техніки» (ТР), що встановлює інші вимоги до газоаналізаторів. У ТР встановлює: діапазони вимірювання для чотирьох газів – CO, CH, CO₂, O₂ (на відміну від двох газів у ДСТУ), поділ газоаналізаторів на два класи за рівнем похибки, відсутність каналів для вимірювання температури оливи та частоти обертів двигуна. Ці нормативи ТР були запозичені з міжнародного стандарту ISO 3930:2000/OIML R 99:2000 «Instruments for measuring vehicle exhaust emissions», з врахуванням європейського досвіду у сфері технічних і метрологічних характеристик обладнання. Таким чином, Україна наразі перебуває у ситуації, коли діють два різні нормативні акти, що суттєво відрізняються між собою за вимогами до газоаналізаторів, їхньою функціональністю та сферою застосування.

Нормативи «Євро» спрямовані насамперед на автовиробників, забезпечуючи їх чіткими екологічними орієнтирами щодо допустимих рівнів викидів і строків їх досягнення. Водночас для автомобілів, що вже перебувають в експлуатації, застосовуються інші – так звані «експлуатаційні» нормативи, які оцінюють відповідність екологічним вимогам під час перевірок на спеціалізованих станціях технічного обслуговування. Таким чином, вимоги до газоаналізаторів та іншого обладнання відрізняються залежно від етапу контролю: на стадії виробництва та сертифікації одні, а під час експлуатації – інші. Одночасна дія в Україні різних нормативів – «Євро», ДСТУ та стандартів ISO – створює проблеми через відсутність уніфікованих вимог до екологічного контролю автомобілів. Для розв'язання цієї проблеми та врахування досвіду країн із високим рівнем автомобілізації пропонується створити такі нормативні стандарти й керівні документи:

1. Державний стандарт, який визначатиме рівні викидів забруднюючих речовин у відпрацьованих газах автомобілів:

- а) на етапі виробництва та випуску на автозаводах;
- б) під час експлуатації, у процесі технічного огляду;

2. Державний стандарт, який регламентуватиме вимоги до технічних і метрологічних характеристик засобів вимірювання: газоаналізаторів, димомірів, газоаналітичних систем і станцій;

3. Державний стандарт, що встановлюватиме методики вимірювання, сфери їх застосування та вимоги до форм протоколів перевірок;

4. До Правил дорожнього руху України внести зміни у процедури технічного огляду автомобілів, з урахуванням вимог державних стандартів до екологічних показників автомобілів.

Висновки. Проблема екологічного контролю автомобілів і зменшення негативного впливу викидів на довкілля потребує об'єднання зусиль представників різних галузей: автовиробників, виробників вимірювального обладнання, метрологів, фахівців з обслуговування автомобілів і екологів. З огляду на інтеграцію України до європейського законодавства, існуючі стандарти ДСТУ 4276-04 і ДСТУ 4277-04 потребують модернізації. На основі досвіду країн із високим рівнем автомобілізації слід розробити національні нормативи, які враховуватимуть: вимоги до рівнів викидів забруднюючих речовин; технічні та метрологічні характеристики засобів вимірювання; методики перевірок, сфери їх використання та уніфіковані протоколи; актуалізацію правил дорожнього руху щодо екологічного стану автомобілів. Запровадження таких нормативів сприятиме гармонізації з європейськими стандартами та ефективнішому контролю екологічної безпеки автотранспорту в Україні.

Список використаної літератури:

1. Geurts D. Mananing Euro IV: Cost – Effective Solution for Emission – Busting Technology / D.Geurts, B.Schreurs, M.Petetrs // *Engine Technology International*. – 1998. – Vol. 2. – P. 23–26.
2. Fuel economy and environmental characteristics of biodiesel and low sulfur fuels in diesel engines / J.Krahl, A.Munack, O.Schroder, A.Hassaneen // *Landbauforschung Volk-enrode*. – 2005. – Vol. 55, No. 2. – P. 72–79.
3. Перевірка технічного стану колісних транспортних засобів. Норми міжнародних договорів України та права Європейського Союзу / А.М. Редзюк, В.Б. Агеев, В.В. Мерзжівський та ін. – К. : ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2008. – 536 с.
4. Редзюк А.М. Нормування екологічних показників ДТЗ: розвиток, стан, перспективи / А.М. Редзюк, Ю.Ф. Гутаревич // *Автошляховик України*. – 2001. – № 4. – С. 2–9.
5. Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників у 6 т. / за ред. проф. А.П. Марченко, проф. А.Ф. Шеховцова. – Харків : Прапор, 2004. – Т. 5 : Екологізація ДВЗ. – 360 с.
6. Екологія та автомобільний транспорт : навч. пос. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін. – К. : Арістей, 2006. – 292 с.
7. Козак Ф.В. Про методи зниження токсичності відхідних газів автомобільних двигунів внутрішнього згоряння / Ф.В. Козак, В.М. Мельник // *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. – 2012. – № 3 (44). – С. 121–127.
8. Оцінка викиду твердих частинок з газами автотракторного дизеля, що відпрацювали / В.А. Звонов, А.П. Марченко, І.В. Парсаданов, А.П. Поливянчук // *Двигуни внутрішнього згоряння*. – 2006. – № 2. – С. 64–67.
9. Парсаданов І.В. Визначення складу твердих частинок складу відпрацьованих газів дизелів / І.В. Парсаданов, І.П. Васильєв // *Двигуни внутрішнього згоряння*. – 2013. – № 2. – С. 97–101.
10. Канило П.М. Інтегральні еколого-хімічні показники автомобілів з поршневыми двигунами / П.М. Канило, М.В. Саратина // *Автомобільний транспорт*. – 2007. – Вип. 20. – С. 68–74.
11. Транспортна екологія : навчальний посібник / О.І. Запорожець, С.В. Бойченко, О.Л. Матвєєва та ін. – Київ, 2017. – 360 с.
12. ТОВ НВФ «Стандарт-М» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.standart-m.com.ua.
13. SAXON Junkalor GmbH [Electronic resource]. – Access mode : www.saxon-junkalor.de.
14. Dunlop dlp smoke meter [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.gemco.co.uk>.
15. Приміський В.П. Сучасні оптико-електронні схеми інфрачервоних газоаналізаторів / В.П. Приміський // *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*. – 2005. – № 1 (9). – С. 77–81.
16. Норми і методи вимірювання димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями : ДСТУ 4276:2004. – К. : Держспоживстандарт України, 2005.
17. Норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, які працюють на бензині або газовому паливі : ДСТУ 4277:2004. – К. : Держспоживстандарт України, 2005.
18. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря : метод. рекомендації / МОЗ України ; затверджено за наказом МОЗ України від 13.04.2007 р. № 184. – Офіційне видання. – 2007. – 28 с.

References:

1. Geurts, D., Schreurs, B. and Petetrs, M. (1998), «Mananing Euro IV: Cost – Effective Solution for Emission – Busting Technology», *Engine Technology International*, Vol. 2, pp. 23–26.
2. Krahl, J., Munack, A., Schroder, O. and Hassaneen, A. (2005), «Fuel economy and environmental charecteristics of biodiesel and low sulfur fuels in diesel engines», *Landbauforschung Volk-enrode*, Vol. 55, No. 2, pp. 72–79.
3. Redziuk, A.M., Aheiev, V.B., Merzhyievskiy, V.V. et al. (2008), *Perevirka tekhnichnoho stanu kolisnykh transportnykh zasobiv. Normy mizhnarodnykh dohovoriv Ukrainy ta prava Yevropeiskoho Soiuzu*, DP «DerzhavtotransNDIproekt», K., 536 p.
4. Redziuk, A.M. and Hutarevych, Yu.F. (2001), «Normuvannia ekolohichnykh pokaznykiv DTZ: rozvytok, stan, perspektyvy», *Avtoshliakhovyk Ukrainy*, No. 4, pp. 2–9.
5. Marchenko, A.P. and Shekhovtsov, A.F. (ed.) (2004), *Dvyhuny vnutrishnoho zghoriannia, seriia pidruchnykiv u 6 t.*, Prapor, Kharkiv, Vol. 5. *Ekolohizatsiia DVZ*, 360 p.
6. Hutarevych, Yu.F., Zerkalov, D.V., Hovorun, A.H. et al. (2006), *Ekolohiia ta avtomobilnyi transport, navch. pos.*, Aristei, K., 292 p.
7. Kozak, F.V. and Melnyk, V.M. (2012), «Pro metody znyzhennia toksychnosti vidkhidnykh haziv avtomobilnykh dvyhuniv vnutrishnoho zghoriannia», *Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch*, No. 3 (44), pp. 121–127.
8. Zvonov, V.A., Marchenko, A.P., Parsadanov, Y.V. and Polyvianchuk, A.P. (2006), «Otsinka vykydu tverdykh chastynok z hazamy avtotraktornoho dyzelia, shcho vidpratsiuvaly», *Dvyhuny vnutrishnoho zghoriannia*, No. 2, pp. 64–67.
9. Parsadanov, I.V. and Vasyliiev, I.P. (2013), «Vyznachennia skladu tverdykh chastynok skladu vidpratsovanykh haziv dyzeliv», *Dvyhuny vnutrishnoho zghoriannia*, No. 2, pp. 97–101.
10. Kanylo, P.M. and Sarapyna, M.V. (2007), «Intehrlni ekoloho-khimichni pokaznyky avtomobiliv z porshnevymy dvyhunamy», *Avtomobilnyi transport*, Issue 20, pp. 68–74.
11. Zaporozhets, O.I., Boichenko, S.V., Matvieieva, O.L. et al. (2017), *Transportna ekolohiia, navchalnyi posibnyk*, Kyiv, 360 p.
12. TOV NVF «Standart-M», [Online], available at: www.standart-m.com.ua
13. SAXON Junkalor GmbH, [Online], available at: www.saxon-junkalor.de
14. Dunlop dlp smoke meter, [Online], available at: <https://www.gemco.co.uk>

15. Prymiskiy, V.P. (2005), «Suchasni optyko-elektronni skhemy infrachervonykh hazoanalizatoriv», *Optyko-elektronni informatsiino-enerhetychni tekhnologii*, No. 1 (9), pp. 77–81.
16. DSTU 4276:2004 *Normy i metody vymiriuvannya dymnosti vidpratsovanykh haziv avtomobiliv z dyzeliamy abo hazodyzeliamy* (2005), Derzhspozhyvstandart Ukrainy, K.
17. DSTU 4277:2004 *Normy i metody vymiriuvannya vmistu oksydu vuhletsiu ta vuhlevodniv u vidpratsovanykh hazakh avtomobiliv, yaki pratsiuiut na benzyni abo hazovomu pal'vyi* (2005), Derzhspozhyvstandart Ukrainy, K.
18. MOZ Ukrainy (2007), *Otsinka ryzyku dlia zdorovia naseleennia vid zabrudnennia atmosferного povitria*, metod. rekomendatsii, zatverdzheno za nakazom MOZ Ukrainy vid 13.04.2007 r. No. 184, Ofitsiine vydannia, 28 p.

Івасенко Віталій Михайлович – кандидат технічних наук, асистент кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського».

<http://orcid.org/0000-0001-8318-7437>.

Наукові інтереси:

- промислова екологія;
- аналітичні прилади.

Приміський Ігор Владиславович – аспірант кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського».

<https://orcid.org/0000-0001-5157-4870>.

Наукові інтереси:

- екологічна безпека;
- сталий розвиток урбанізованих територій.

Ivasenko V.M., Primisky I.V.

Issues of adaptation of European automobile emission standards in Ukraine

The article is devoted to the analysis of adaptation of European environmental standards for automobile emissions in Ukraine. Modern approaches to the rationing and control of automobile exhaust gases in the European Union countries are considered and compared with the current Ukrainian standards. Special attention is paid to the issues of harmonization of Ukrainian legislation with European environmental requirements in the context of reducing the negative impact of transport on the environment and public health.

The composition of automobile exhaust gases, which include carbon dioxide (CO₂), carbon monoxide (CO), nitric oxide (NO_x), hydrocarbons (CnHm), solid particles (PM) and sulfur dioxide (SO₂), is considered. Comparative data on the level of pollutants released during the combustion of gasoline and diesel fuel are presented. Special attention is paid to the harmful effects of these substances on human health and the ecosystem.

European environmental standards known as «Euro» have been studied, ranging from the «Euro 1» Standard (introduced in 1993) to the modern «Euro VII», which will come into force in 2025. The methods used to reduce emissions are analyzed, in particular the use of catalytic converters, fuel injection systems, particulate filters, as well as the use of eco-friendly fuel.

Special attention is paid to the analysis of the current regulations of Ukraine in the field of control of automobile emissions, in particular the standards DSTU 4276-04 and DSTU 4277-04, which regulate the permissible levels of dimension of diesel engines and the content of carbon monoxide and hydrocarbons in the exhaust gases of gasoline engines.

The article analyzes the metrological support of automobile emission control devices, in particular gas analyzers and smoke meters. The principles of operation of these devices, their accuracy requirements, and main technical characteristics are described. The problems associated with the lack of uniform standards for certification of measuring instruments are identified, which complicates their application in Ukraine.

It is noted that it is necessary to modernize Ukrainian environmental standards in accordance with EU requirements. It is proposed to develop new national standards regulating age levels, technical characteristics of measuring devices and methods of their application. They also stressed the importance of making changes to the current legislation to ensure environmental control of vehicles in accordance with modern European requirements.

Keywords: emission; norms; concentration; European standard; gas analyzer; smoke meter; range; error.

Стаття надійшла до редакції 30.04.2025.