

Список литературы

1. Борзилов И.Д., Петухов В.М. Выбор автоматизированных средств контроля перегрева букс вагонов в пути следования// Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті.—2006. – №2. – С.48-51.
2. Борзилов И.Д., //Сб. наук. праць. - Донецьк: ДонІЗТ. – 2006. – Вып.7. – С.58-61.
3. Н.В.Смирнов, И.В. Дунин-Барковский Курс теории вероятности и математической статистики для технических приложений.—М.: Наука, 1965.—511с
4. Барабаш Ю. Л. и др. Вопросы статистической теории распознавания. М., «Советское радио», 1967, 400 с.
5. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. М: Высшая школа, 1977.-222 с.

УДК 504:621.436

*Каграманян А.О., к.т.н., доцент (УкрДАЗТ)
Онищенко А.В., інженер (УкрДАЗТ)
Рукавишников П.В., інженер (УкрДАЗТ)*

**НОРМУВАННЯ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД
ТЕПЛОВИХ ДВІГУНІВ**

Вступ. На цей час основним виробником механічної енергії на транспорті є ДВЗ. Відповідно до законів термодинаміки в цих теплових машинах відбувається перетворення хімічної енергії палива в теплову з подальшим її перетворенням у механічну роботу на валу двигуна. При спалюванні органічних палив у ДВЗ відбувається викид забруднюючих речовин до атмосфери.

До основних шкідливих складових випускних газів відносяться оксиди (NO), двоокис (NO₂) та оксиди азоту (NO_x), монооксид (CO) та двоокис вуглецю (CO₂), вуглеводні C_nH_m, сажа. Остання не токсична, але її частки сорбують канцерогенний бензопирен і переносять його до живих кліток організму людини. CO₂ підсилює парниковий ефект в атмосфері, а також стимулює виділення окису азоту в крові й завдає шкоди нервовій системі людини. Зокрема, вихлопні газы, тепловозів являють собою дрібнодисперсний аерозоль, що складається з дисперсного середовища й дисперсної фази. В останню входять краплі води, палива, масла, тверді

частки сажових утворень. Склад дисперсного середовища містить у собі CO_2 , H_2O , CO , CH (пароподібна фаза незгорілі палива й масла, проміжні й кінцеві продукти окислювання палива), оксиди азоту, одноатомні C , H , O та двоатомні гази O_2 , H_2 , N_2 .

Як відомо, атмосферне повітря є життєво важливим компонентом навколишньої природи, невід'ємною частиною середовища перебування людей, тварин, рослин. Щоб запобігти шкоді, що може бути заподіяний навколишньому природному середовищу, здоров'ю й генетичному фонду людини, стандартами на нові техніку, технологію й матеріали, речовини, які можуть зробити шкідливий вплив на атмосферне повітря, встановлюються вимоги охорони атмосферного повітря.

Для визначення критеріїв безпеки й нешкідливості впливу хімічних, фізичних і біологічних факторів на людей, рослини й тварин, особливо природні території й об'єкти, які охороняються, а також з метою оцінки стану атмосферного повітря встановлюються й переглядаються гігієнічні й екологічні нормативи якості атмосферного повітря й гранично припустимі рівні впливу на нього.

Державне регулювання викидів до атмосферного повітря ґрунтується на встановлених технічних нормативах і гранично припустимих викидів.

Основний матеріал дослідження. Україна потрапила в десятку країн - найбільших забруднювачів повітря на ряді з такими країнами як США, Росія, країни ЄС та ін. Але перш ніж говорити про нормування забруднюючих речовин у нашій країні розглянемо основні напрямки в цій області в провідних країнах світу, таких як Євросоюз і США [1,2,3].

Вихлопна емісія від дизельних двигунів - один з важливих екологічних аспектів рухомого складу, що представляє високий суспільний інтерес у країнах Євросоюзу. Особливо питання викиду легко видимих часток і негативний вплив для жителів, що проживають біля гарячих точок (затемнення будинків, вікон і т.п.). На додаток існує зростаюче занепокоєння із причин здоров'я.

Хоча немає ніякого обов'язкового врегулювання, у цей час є зростаючий тиск на встановлення все більше й більше строгої межі нормування на європейському рівні. У середніх і довгострокових перспективах емісія вихлопу дизельних двигунів на залізницях повинна буде бути прирівняна до таких як для дорожніх транспортних засобів. У плані відносно строгих існуючих європейських рівнів емісії для дорожнього транспорту і їхнього подальшого скорочення це вимагає більших спільних зусиль у межах цілого залізничного сектора, щоб підтримувати на потрібному рівні екологічні експлуатаційні показники. Ці зусилля повинні бути засновані на

довгостроковій стратегії по скороченню емісії з порівняно строгими граничними величинами.

В UIC і його учасників протягом багатьох років для залізничних дизельних одиниць була санкціонована процедура у вигляді обов'язкового технічного бюлетеня UIC 624 що представляє поточний статус по нормуванню викидів забруднюючих речовин.

Граничні норми UIC обміряні, використовуючи Цикл F Міжнародної Організації по Стандартизації (холостий хід - 60 %, 15 % - перехідні режими , 25% номінальна потужність). Деякі залізниці також використовують винятково європейський цикл і як у ЄВРО обмежують граничні величини емісії для того, щоб забезпечити залізниці своїм стандартом по нормуванню емісії шкідливих речовин.

У квітні 2004 переглянута директива 97/68/ЄС, виправлена через директиву 2004/26/ЄС8 про «заходи проти емісії газоподібних та твердих часток забруднення від двигунів внутрішнього згорання, які будуть установлені в не залізничних пересувних засобах. Це встановлює норми емісії для дизельних двигунів, які використовуються на залізниці. На противагу граничним нормам UIC, ці норми будуть скріплені законом. Директива повинна бути прийнята державами-членами та переведена до статусу державного закону. Граничні норми, дані в директиві, були закріплені з 2005 по 2006 р. для двигунів дрезин і менших локомотивних двигунів і з 2008 по 2009 р. для потужніших локомотивних двигунів. І найбільше ймовірно будуть додатково встановлені для всіх класів потужностей з 2011 по 2012 рік. Граничні норми 2011/2012 були піддані технічному огляду в 2007, що визначив технічне виконання даних обмежень, і були дані рекомендації з ослаблення або жорсткості граничних норм, відповідно. Огляд також ідентифікує будь-які зміни, які необхідні, для досягнення міжнародного вирівнювання інструкцій.

Спеціальна увага повинне бути звернене на той факт, що директива не тільки посилається на нові транспортні засоби, але також і на ремоторизованні (заміна двигуна). Таким чином, більше строгі граничні норми, які можуть бути застосовні, повинні бути розглянуті як при придбанні нового рухливого складу, так і для майбутніх замін двигунів. Отже, важливо зробити проектні умови, які враховували б необхідні модернізації (наприклад, достатній простір у локомотивах для установки фільтрів твердих часток).

Крім вищезгаданої певної для залізниці директиви існує директива ЄС 1999/30/ЄС на якість навколишнього повітря, що буде найбільше ймовірно мати ефект на викиди дизеля і їхнє регулювання. Директива не

має наміри специфікувати джерела викидів для транспортних засобів, промисловості або домашнього господарства, але встановлює повсюдну якість навколишнього повітря. Директива встановлює граничні норми й аварійні пороги для двоокису сірки, двоокису азоту й окису азоту, твердих часток (PM10) і свинцю. Граничні норми набули чинності з 1-ого січня 2005 з перехідними періодами для двоокису азоту й окису азоту. Директива буде найбільше ймовірно переглянута по ходу введення другої стадії після 2010 року. У другій стадії передбачаються більше строгі граничні норми для твердих часток (PM10) і будуть впроваджені граничні величини викидів для PM2.5. Граничні норми для свинцю піддадуться перегляду, що визначить можливість для додавання або заміни їх за допомогою класифікації граничних припустимих величин для головних джерел емісії (наприклад, промислові площадки). Це може також торкнутися сортувальні станції залізниці й залізниці з високим обсягом перевезень і простір, що їх оточує.

Місцеві влади відповідають за дотримання, і вживання заходів, по виконанню установлених норм. Цього також можна чекати в певних гарячих точках з високим місцевим забрудненням, де тиск громадськості стане дуже сильним примусом співтовариство діяти швидко. Заборона вантажівок без установлених фільтрів часток у межах центрального району міста вже піддано обговоренню для деяких європейських міст. Хоча індустріальні забруднювачі й приватний транспорт може бути більше в центрі уваги, є істотний шанс, що окремі міста значно піднімуть стандарти для дизельної емісії від залізничних транспортних засобів. Щодо цього це може бути стратегічно доцільним для придбання нового рухливого складу, і прагнення до більше строгих норм викидів, чим у цей час обов'язково, відповідно до директиви 2004/26/EC ЄС.

UIC.

Звід правил UIC 624 (виданий в 2002, після її попередника 623) робить обов'язковими стандарти по нормуванню емісії для учасників UIC, але там немає активно діючого механізму перевірки на відповідність компаній цим правилам.

Австрія.

ОБВ установлює граничні норми згідно 1997 ERRI і додаткові норми відповідно до ЄВРОIII (in "Technische Ausschreibungsbedingungen für Diesel-Lokomotiven" OBV).

Скандинавське Керівництво.

Скандинавське керівництво не дає докладних граничних норм (тільки для складів з механічною тягою), але дає існуючу європейську норму як орієнтовну.

Німецьке Екологічне Агентство (UBA).

Німецьке федеральне Екологічне Агентство (UBA) розробило рекомендовані обмеження викидів як складову частину німецького закону.

У Сполучених Штатах Керування по охороні навколишнього середовища (EPA) установило стандарти емісії для тепловозів, які приблизно відповідають до рекомендованого UIC стандарту. Точне порівняння між нормами UIC і нормами EPA проблематично тому що обидва іспитових цикла зовсім різні. Американські іспитові цикли розрізняються між маневровими (switch) й магістральними (line-haul) експлуатаційними умовами.

Крім певних для залізниці стандартів по викидам шкідливих речовин дизелів там існують Національні Стандарти по Якості Навколишнього Повітря для твердих часток (PM NAAQS), які є аналогом європейському законодавству щодо якості навколишнього повітря. Однак на відміну від Європейської директиви стандарт для дрібних твердих часток (PM_{2.5}) діє з 1997 року.

Деякі залізничні компанії приймають стандарти по викидам у їхніх інструкціях на придбання нового рухливого складу. Іноді це обмежується максимальною величиною, але іноді й більше строгими величинами за бажанням замовника.

Для більше наочного подання використовуємо графіки. Граничні величини показані в одному графі по забруднюючій речовині. У порівнянні беруть участь норми по викидах австрійського законодавства, запропонованого EU-TSI, законодавство США, рекомендації UIC, і рекомендації UBA. Як посилання також дані європейські норми від ЄВРО III до ЄВРО V для вантажівок. Відзначимо, що порівнянність граничних величин обмежена, тому що вони посиляються до різних іспитових циклів. UIC, UBA і OBB/Austria визначають граничні величини за методом Міжнародної Організації по Стандартизації (ISO) 8178 іспитових циклів F. Європейські граничні норми ставляться до А циклів для автомобілів. Граничні величини шкідливих викидів американського EPA розрізняють між магістральними (switch) й маневровими (line-haul) умовами. Відповідний іспитовий цикл визначення норм викидів ЄС був застережений у процесі перегляду директиви 2004/26/EC.

Граничні величини CO

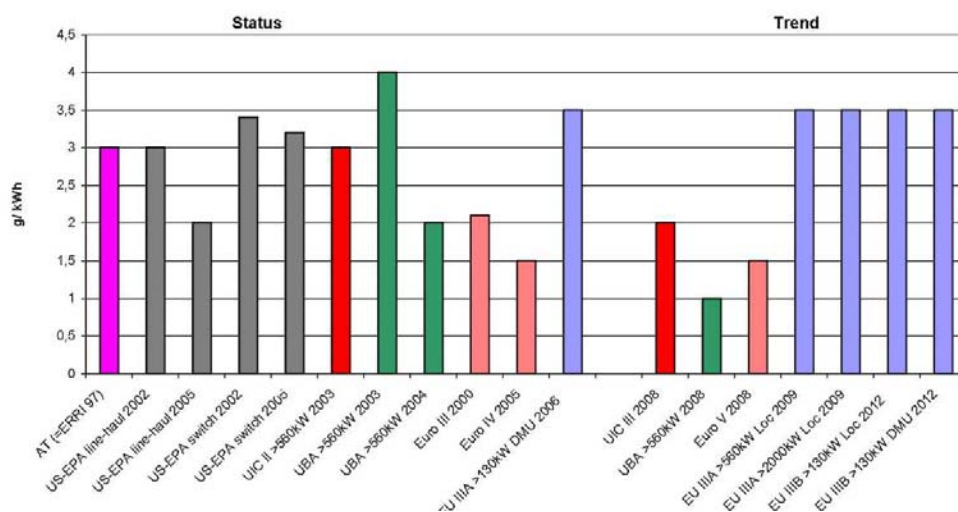


Рисунок 1-Граничні величини викидів забруднюючих речовин (P>560 кВт)
Примітка: граничні величини відповідають різним циклам завантаження.

EU посилається на директиву 2004/26/ЕС. Це не зменшує граничну величину CO, але розширює цю границю 3,5 г/кВт·год до потужніших двигунів на протязі додаткового часу. Граничні величини ЄВРО III, більше ніж подвоюється в ЄВРО IV.

Граничні величини NOx

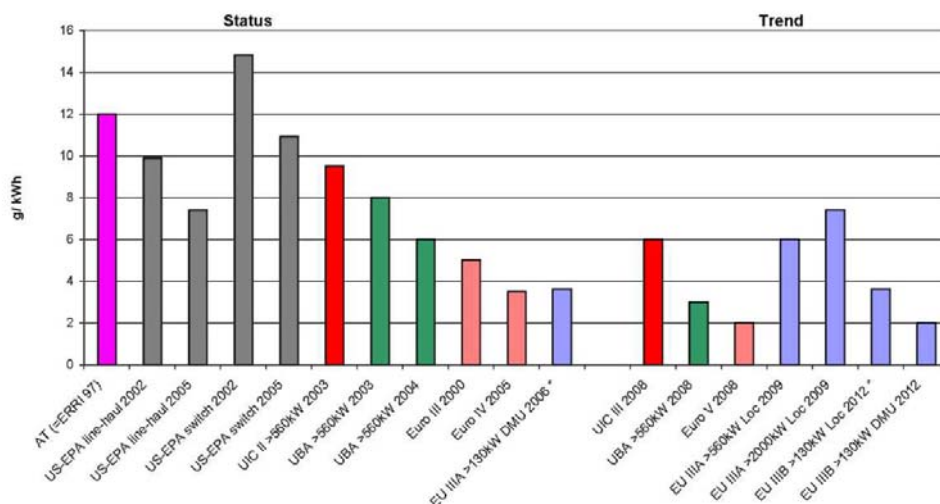


Рисунок 2 - Граничні величини емісії NOx (P> 560 кВт)

Примітки: EU IIIB (для DMU> 130 кВт в 2006 і DMU> 130 кВт в 2012) дає об'єднана межа величин для NOx і HC (4 г/кВтч), що був розділений для кращої порівняльності в графах; граничні величини ставляться до різних циклів завантаження (див. вище)*.

У EU IIIВ гранична величина NO_x для DMUs в 2012 році еквівалентна ЄВРО V (2008)

Граничні величини вуглеводнів HC

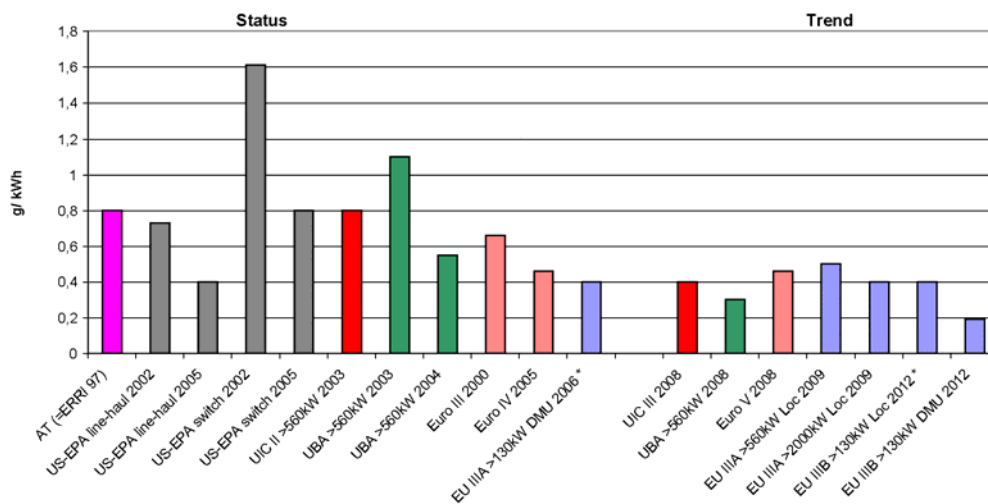


Рисунок 3 - Граничні величини емісії вуглеводнів (HC) (P > 560 кВт)

Примітки: EU IIIВ (для DMU > 130 кВт в 2006 і DMU > 130 кВт в 2012) дає об'єднана межа величин для NO_x і HC (4 г/кВтч), що був розділений для кращої порівнянності в графах; граничні величини ставляться до різних циклів завантаження (див. вище)*.

В EU IIIВ граничні величини HC знижуються для DMU в 2012 у зрівнянні з ЄВРО V (2008)

Граничні величини твердих часток

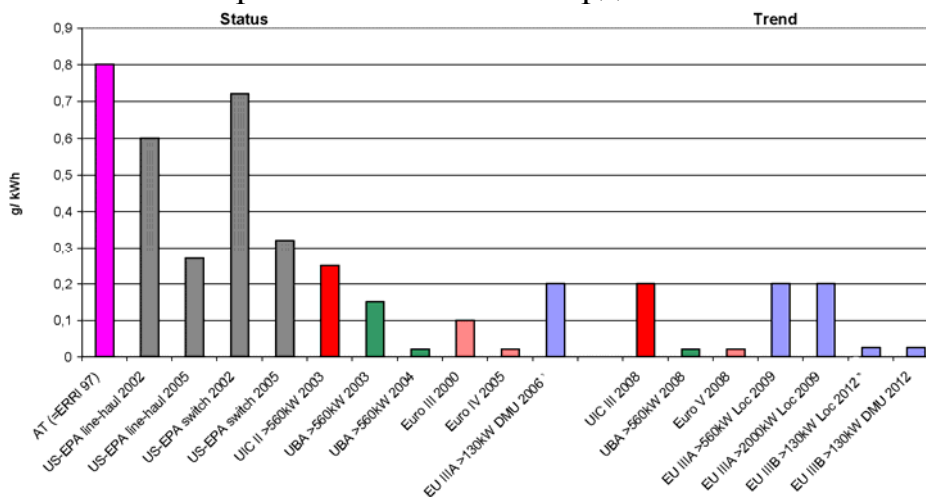


Рисунок 4 Граничні величини емісії часток (P > 560 кВт)

Примітка: граничні величини ставляться до різних циклів завантаження.

РУХОМИЙ СКЛАД

У EU IIIВ граничні величини для емісії частки в 2012 році складуть (0,025 г/квтч), що трохи вище граничних величин у порівнянні з 0,02г/квтч ЄВРО V 2008.

Таблиця 1 - Граничні величини викидів забруднюючих речовин

Країна / Організація	CO	NO _x	HC+NO _x	HC	PT
AT (=ERRI 1997)	3	12		0,8	0,8
AT recom. (= EURO 3)	2,1	5		0,66	0,1
EU 2004/26 >130k DMU 2006	3,5		4		0,2
EU 2004/26 <560k Loc 2007	3,5		4		0,2
EU 2004/26 >560k Loc 2009	3,5	6		0,5	0,2
EU 2004/26 >2000k Loc 2009	3,5	7,4		0,4	0,2
EU 2004/26 >130k Loc 2012	3,5		4		0,025
EU 2004/26 >130k DMU 2012	3,5	2		0,19	0,025
Euro III 2000	2,1	5		0,66	0,1
Euro IV 2005	1,5	3,5		0,46	0,02
Euro V 2008	1,5	2		0,46	0,02
US-EPA line-haul 2002	3	9,9		0,73	0,6
US-EPA line-haul 2005	2	7,4		0,4	0,27
US-EPA switch 2002	3,4	14,8		1,61	0,72
US-EPA switch 2005	3,2	10,9		0,8	0,32
UIC II <560k 2003	2,5	6		0,6	0,25
UIC II >560k 2003	3	9,5		0,8	0,25
UIC III 2008	2	6		0,4	0,2
UBA prop. <560k 2003	4	7		1,1	0,15
UBA prop. >560k 2003	4	8		1,1	0,15
UBA prop. <560k 2004	2	5		0,55	0,02
UBA prop. >560k 2004	2	6		0,55	0,02
UBA prop. <560k 2008	1	2,5		0,3	0,02
UBA prop. >560k 2008	1	3		0,3	0,02

Граничні величини викидів забруднюючих речовин UIC посиляються на Міжнародну Організацію по Стандартизації (ISO) 8178 іспитових циклів F. Існують більші відхилення, можливі між теоретичними й фактичними профілями роботи. Ці розходження роблять ще більший вплив на викиди забруднюючих речовин, ніж на споживання енергії.

У процесі перегляду директиви EU 2004/26/EC граничні величини викидів будуть обмірювані для локомотивів, використовуючи цикл ISO 8178 F, а також використовуючи цикл ISO 8178 C1 для DMUs.

Далі розглянемо напряму в нормуванні викидів таких країн як Японія, Індія й Росія.

У цей час у Японії, немає ніяких стандартів у місцях, що мають відношення до емісії від залізничних локомотивів. Таке спостереження було зроблено, тому що в Японії широко поширена електрифікація й існує тільки приблизно 2 800 залізничних транспортних засобів, приведених у дію дизелем (які є головним чином пасажирськими дрезинами DMU, що включають встановлені під підлогою двигуни типу вантажівки з більш низькими потужностями), тому залізнична дизельна емісія не проблема.

Тому що емісія NO_x є самою проблематичною для дизельних двигунів, перше зусилля, почате індійськими Залізницями відбулося в листопаді 1996. Воно полягало в тому, щоб виміряти тільки емісію NO_x економічного 6-ти циліндрового двигуна на іспитовому стенді RDSO, використовуючи встаткування Thermo Electric (базується на Хемілюмінесцентному принципі датчика). Виміри й обчислення дали величину NO_x у межах 11,09 гр/кВт·год.

Для вимірів на 12-ти й 16-ти циліндрових двигунах, було використано портативне вимірювальне встаткування, у листопаді 2000 року. Вони дають деяке уявлення про діапазон, у якому варіюється емісія від локомотивів. Устаткування також корисно у визначенні порівняльної роботи двигунів з погляду емісії.

Так як портативне устаткування не пристосоване для виміру твердих часток, були виконані тільки виміри газоподібної емісії на різних конфігураціях двигунів.

Навіть притому, що немає тепер ніякого законодавства в країні для того, щоб обмежити емісію від локомотивів, індійські залізниці приймають ініціативу, по настроюванню комплексів в RDSO для того, щоб вимірювати емісію від їхніх локомотивів відповідно до міжнародних стандартів.

Дотримуючись детального плану дій індійських Залізниць необхідно виміряти емісію й зменшити її до меж, установлених у міжнародних стандартах.

Іспитові стенди Управління розвитком двигунобудування RDSO у найближчий термін збирається обладнати спеціалізованими пристроями по визначенню масової емісії, здатне вимірювати відповідно до міжнародних

стандартів. Робота з виміру емісії відповідно до Міжнародних Стандартів, повинна привести її до скорочення до рівнів, визначених в ЕРА й стандартах UIC.

Так як зміна конструкції компонентів двигуна й удосконалення палива й специфікацій машинного масла може посприяти в скороченні емісії, були проведені обговорення з більшістю постачальників головних компонентів двигунів, а так само постачальниками палива й машинного масла. У результаті якої всі погодилися зв'язатися з індійськими залізницями й забезпечити технічну підтримку, для досягнення однієї мети - відповідність міжнародним стандартам норм емісії шкідливих речовин.

У другій фазі індійські залізниці планують настроїти комплекси для виміру емісії безпосередньо на стадії тестування двигунів у майстернях по всій країні. Подібні комплекси вже доступні в Південно-Західному Науково-дослідному інституті (SWRI), Техас, США й відповідно до вимог, визначеними стандартами ЕРА, будуть розвиватися згідно наміченого плану.

Що ж стосується нашої ближньої сусідки Російської Федерації, то там діє ГОСТ Р 51249-99 [4] область застосування якого поширюється на суднові тепловози й промислові дизелі й установлює норми й методи визначення викидів шкідливих речовин з газами, що відробили, при стендових випробуваннях нових або капітально відремонтованих дизелів. Допускається застосування справжнього стандарту в умовах експлуатації установок з дизелями суднового, тепловозного, промислового призначення. Стандарт не поширюється на санітарно-гігієнічні норми шкідливих викидів дизелів. Вимоги даного стандарту спрямовані на забезпечення життя, здоров'я населення й охорони навколишнього середовища і є обов'язковими.

Нормованим параметром є питомий середньозважений викид і-тої шкідливої речовини з вихлопними газами дизеля, що виражає кількість цієї шкідливої речовини в грамах, приведеної на 1кВт·год ефективної роботи дизеля, зробленої їм при виконанні повного іспитового циклу, що імітують типові умови експлуатації. Гранично припустимі значення питомих середньозважених викидів шкідливих речовин знову виготовлених дизелів суднових, промислових і тепловозних при їхніх стендових випробуваннях повинні відповідати наведеним у таблиці 2.

Таблиця 2 - Гранично припустимі значення питомих середньозважених викидів шкідливих речовин

Найменування, нормованого параметра	Позначення	Призначення дизеля	Норма питомих середньозважених викидів	
			Випуск до 2000 р.	Випуск із 2000 р.
Питомий середньозважений викид оксидів азоту (NO _x) приведеного до NO ₂ , г/(кВт· год)	e_{NOx}^P	Тепловозний	18,0	12,0
		Промисловий	16,0	10,0
		Судновий	17,0	17, 0-9,8
Питомий середньозважений викид оксиду вуглецю (CO), г/(кВт· год)	e_{CO}^P	Будь-яке	6,0	3,0
Питомий середньозважений викид вуглеводнів(CH) приведених до CH _{1,85} , г/(кВт· год)	e_{CH}^P	Будь-яке	2,4	1,0

У нашій країні з 1994 року існує галузевий стандарт України ГСТУ 32.001-94 [7], який регламентує викиди забруднюючих речовин з випускними газами, тепловозних дизелів. Область застосування якого поширюється на тепловозні дизелі, що перебувають в експлуатації, і встановлює питомі норми й методи визначення викидів забруднюючих речовин до атмосфери з випускними газами при випробуваннях на реостатних пунктах локомотивних депо й станціях випробування дизелів тепловозремонтних заводів. Норми викидів забруднюючих речовин згідно даного ГСТУ представлені в таблиці 3.

На жаль в Україні після 1994 року активних робіт з питань нормування викидів шкідливих речовин з випускними газами не проводилися. Однак зі вступом нашої країни у ВТО та її прагнення до вступу в Європейський союз питання про нормування викидів забруднюючих речовин від транспортних засобів, у тому числі й від тепловозів підніметься на новий рівень. Так як вже було сказано вище з кожним роком норми викидів забруднюючих речовин у країнах Євросоюзу значно скорочуються, а штрафи за не виконання цих стандартів значно зростають.

Таблиця 3 - Норми викидів забруднюючих речовин згідно даного ГСТУ

Найменування ЗР	Норми викидів	
	дизель в експлуатації до 2-х років	дизель в експлуатації більше 2-2-
Оксиди азоту (у перерахуванні на двоокис азоту)	18	18
Оксид вуглецю	10	12
Вуглеводні	4	4,5

Можна сказати, що ще одним з негативним фактором в Україні є відсутність нормування твердих часток. А так як дані норми присутні у ЄС та США виникає новий напрямок для розвитку більш досконалого стандарту, що за своїми показниками ні чим не поступався би міжнародним.

На додаток можна сказати, як в Україні, так і в усьому світі зміст сірки у відпрацьованих газах не нормується. Однак загальновідомо, що величина викидів також залежить від початково використаного палива й мастильних матеріалів, що вже не однократно вказувалося в даній статті. На жаль у нашій країні використовується паливо за стандартом у якому зміст сірки варіюється від 0,05% до 0,50% залежно від виду палива, що є не дуже гарним показником у порівнянні зі світовими стандартами. Коли в тім же США зміст сірки в паливі становить уже тисячні відсотка.

Висновки

1. Необхідно розробити новий більше ефективний Державний стандарт України про нормування викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами, куди необхідно також включити статтю про нормування викидів твердих часток. При цьому необхідно використовувати кращі як вітчизняні так і закордонні розробки, методи, процеси по визначенню, нормуванню шкідливих речовин.

2. Посилити заходи за недотримання державного стандарту на рівні Закону України.

3. Удосконалювати старі й розробляти нові заходи щодо зниження викидів шкідливих речовин, а також їхньої утилізації.

Список літератури

1. Review of Memorandum of Understanding Between Environment Canada and The Railway Association of Canada Regarding Railway Locomotive Emissions. Transportation Systems Branch_ Publications - Emissions Monitoring in Other Jurisdictions.htm
2. <http://www.epa.gov/oms/locomotv.htm>
3. http://www.ec.gc.ca/cleanair-airpur/CAOL/transport/publications/mou/eng/c4_e.htm
4. ГОСТ Р 51249-99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения
5. ГОСТ Р 51250-99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Дымность отработавших газов. Нормы и методы определения
6. ГОСТ Р 52408-2005 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. ВЫБРОСЫ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ С ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ
7. ГОСТ 32.001-94 Викиди забруднюючих речовин з відпрацьованими газами тепловозних дизелів. Норми та методи визначення. - Введ. 01.01.95. Наказ Міністерства транспорту України № 524 від 10.06.94. – Л., 1994.- 17с.