УДК 629.424:[621.436:504.61]

Капіца Михайло, д. т. н.

(професор завідувач кафедри «Локомотиви» ДНУЗТ)

Мартишевський Михайло, к. т. н.

(доцент кафедри «Локомотиви» ДНУЗТ)

Зеленько Юлія, д. т. н.

(професор, завідувача кафедрою «Хімія та інженерна екологія» ДНУЗТ)

Бойченко Андрій

(завідуючий Галузевою науково-дослідною лабораторією «Охорона навколишнього середовища на залізничному транспорті» ДНУЗТ)

Джус Олег, магістр

(завідувач лабораторії залізнично-транспортних досліджень Львівського науково-дослідного інституту судових експертиз)

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ ТЕПЛОВИЗНИМИ ДВИГУНАМИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Особливістю залізничної галузі є цілодобова робота рухомого складу і виробничих об'єктів (вагонних і локомотивних депо, котелень і інших об'єктів), які обслуговують перевізний процес, і є потенційними забруднювачами навколишнього середовища. Результатом такої роботи є погіршення екологічного стану, що формує значні еколого - економічні ризики на фоні посилення екологічних вимог та імплементації природоохоронних директив Європейського Союзу.

Ключові слова: двигуни внутрішнього згорання, рухомий склад, пересувні джерела забруднень, навколишнє середовище, еколого – економічні ризики, екологічні вимоги, тепловозний парк, шкідливі викиди, довкілля, відпрацьовані гази, залізничні пересувні джерела забруднення.

Вступ. Транспортний комплекс в цілому, в тому числі і залізничний транспорт з його інфраструктурами, здійснює негативний вплив на стан навколишнього середовища. При цьому, до основних джерел шкідливих викидів на залізничному транспорті, відносяться як стаціонарне – технологічне обладнання та енергоустановки, так і пересувні джерела – двигуни внутрішнього згорання рухомого складу. При цьому треба зазначити, що частка впливу залізничного транспорту на атмосферу, в порівнянні з автомобільним, суттєво менша, оскільки він є найбільш економічним по витраті палива на одиницю транспортної роботи [1, 2].

DOI: 10.32703/2617-9040-2019-33-1-12

Особливістю залізничної галузі є цілодобова робота рухомого складу і виробничих об'єктів (вагонних і локомотивних депо, котелень і інших об'єктів), які обслуговують перевізний процес і являються потенційними забруднювачами навколишнього середовища. В даний час, незважаючи на високий рівень розвитку екологічно-безпечних технологій, триває інтенсивний вплив господарської діяльності будь-якої галузі на навколишнє середовище. Результатом цього є погіршення екологічного стану, що формує значні еколого – економічні ризики на тлі посилення екологічних вимог та імплементації природоохоронних директив Європейського Союзу.

Постановка проблеми. Компонентний склад відпрацьованих газів дизельних двигунів характеризується сумішшю газів, парів, крапель рідин і дисперсних твердих часток. Всього відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згорання містять близько 280 з'єднань, більшість яких є нетоксичними. Токсичність відпрацьованих газів ДВЗ характеризується наявністю наступних сполук: оксиди азоту NO_x , монооксид вуглецю CO , термічно недоокиснені вуглеводні CH , дисперсні тверді частинки, основним компонентом яких є сажа, а також оксиди сірки, альдегіди, продукти конденсації і полімеризації. Крім продуктів згорання палива, у відпрацьованих газах дизелів присутні продукти згорання мастила і речовини, що утворюються з присадок до палива і мастила.

Серед всіх споживачів палива саме ДВЗ тепловозного парку локомотивного господарства, в першу чергу, в силу специфіки своєї роботи, є головними джерелами шкідливих викидів в навколишнє середовище на залізничному транспорті. На їх частку припадає 30% викидів CO , 42% викидів NO_x , близько 16% викидів SO_x і 21% частинок сажі (в перерахунку на C). Таким чином, основна кількість викидів шкідливих речовин припадає на оксиди азоту.

Отже, проблеми негативного впливу техніки на навколишнє середовище, не дивлячись на постійні намагання конструкторів, технологів та спеціалістів з експлуатації тягового рухомого складу (ТРС), нажаль, не зменшуються.

Мета: розглянути та запропонувати можливі шляхи екологізації тепловозних двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ).

Матеріали та методи дослідження. Причини різні і спеціалістам відомі, але автори своєю статтею хочуть звернути увагу контролюючих органів на необхідність створення методологічного апарату для забезпечення об'єктивності оцінки негативного впливу пересувних джерел на довкілля, зокрема адекватного визначення якісних та кількісних параметрів викидів від ДВЗ локомотивів. Поки що невідомо, в яку сторону зміняться на практиці сумарні абсолютні величини «екологічних відрахувань» відповідних підприємств локомотивного господарства залізниць України, чи промислових підприємств залізничного транспорту (ППЗТ), що експлуатують тепловози. Мова буде йти виключно про об'єктивність кількісної оцінки, без можливих пропозицій активного впливу на технічний стан силових установок тепловозів.

В чому ж складність такої оцінки для тепловозів?

З однієї сторони це велика кількість режимів роботи силової установки з різним рівнем потужності, а з другої – кожний режим характерний різною інтенсивністю шкідливих викидів.

Авторами для практичної демонстрації запропонованої методики наведено інформацію по трьох типах ДВЗ магістральних тепловозів: 14Д40 (тепловози серії

М62), 1А5Д49 (2ТЭ116) і 10Д10 (2ТЕ10В) [3], де всі перелічені, в якості прикладу, тепловози сьогодні експлуатуються.

На рис. 1–4 представлені графіки залежностей величини питомої кількості викидів на одиницю виконаної роботи [$\text{г}/(\text{кВт}\cdot\text{год})$] в відпрацьованих газах дизелів магістральних тепловозів. Для дизелів маневрових тепловозів (наприклад, ЧМЭЗ, ТЭМ2 і інші) графіки будуть мати принципово такий же вигляд. Представлені графіки стосуються викидів вуглецю, окису вуглецю, окису азоту і двоокису азоту.

Кількісна розрахункова оцінка викидів може бути виконана і для інших типів ДВЗ, але отримання залежностей типу (рис. 1–4) вимагає попередніх досліджень на реостатному стенді локомотивного депо або ТРЗ (тепловозоремонтних заводів) з застосуванням відповідної контролюючої апаратури.

Оскільки остаточно інформація стосовно кількості шкідливих викидів повинна мати не питому [$\text{г}/(\text{кВт}\cdot\text{год})$], а абсолютну величину [кг], то в розрахункових математичних виразах присутність таких характерних для ДВЗ параметрів, як «потужність» і «час» має бути обов'язковою.

«Потужність» для тепловозів на графіках подається в вигляді такого аргументу як «позиція КМ» і представляє індивідуальну або усереднену інформацію про конкретний (за номером) чи усереднений (за серією) дизель.

Рис. 1. Питомі викиди вуглецю (С) у відпрацьованих газах

«Час» з точки зору конкретного розподілу бюджету робочого фізичного часу тепловоза має характер статистичного матеріалу стосовно конкретного (за номером) локомотива даної серії.

Специфіка характеру розподілу робочого часу тепловоза у запропонованій методиці не є принциповим параметром, а залежить від роду служби локомотива і під час аналітичної оцінки сприйматися виключно кількісно, у вигляді зафіксованих хронометражем проміжків фізичного часу, віднесених до всього бюджету.

Рис. 2. Питома кількість окису вуглецю (CO) у відпрацьованих газах

Рис. 3. Питома кількість окису азоту (NO) у відпрацьованих газах

Рис. 4. Питома кількість двоокису азоту (NO₂) у відпрацьованих газах

Таким чином, сумарна маса шкідливих викидів (кг) конкретної j -ої речовини може бути визначена за формулою:

$$M_{j\Sigma} = 10^{-3} \cdot \sum_0^k m_i \cdot N_i \cdot \tau_i \quad (1)$$

де $M_{j\Sigma}$ – сумарна маса шкідливих викидів конкретної j -ї речовини за контрольований бюджет робочого часу, год.;

i – номер позиції КМ;

k – кількість позицій КМ підконтрольного тепловоза; для магістральних $k=15$; для маневрових – $k=8$; позиція «0» відповідає режиму холостого ходу;

m_i – питома кількість (інтенсивність викиду) шкідливої речовини на i -й позиції КМ, г/(кВт-год) ;

N_i – потужність дизель-генератора (ЛЕУ) тепловоза на i -й позиції КМ, кВт;

τ_i – фізичний час (згідно з показаннями хронометра) роботи дизеля на i -й позиції КМ, год.

Зазначимо, що в формулі 1 і в таблиці використані вихідні дані двох видів: технічні і статистичні. Вихідні дані технічного характеру можна обрати з паспортних характеристик тепловоза (N_i) конкретної серії або отримати в ході цільової паспортизації (m_i) конкретного дизеля (за номером) або дизелів тепловозного парку (за серією) в ході випробувань на реостатному стенді.

Вихідні дані статистичного характеру (τ_i) можливо отримати реально - шляхом індивідуального встановлення на тепловозах контрольних реєстраційних хронометрів на постійній чи тимчасовій основі.

Приклад демонстраційного розрахунково-експериментального визначення сумарної маси шкідливого викиду за добу (в даному випадку – вуглецю) приведено в таблиці 1.

Вихідні дані стосовно потужності ЛЕУ (кВт) і часу роботи (год.) за позиціями КМ на протязі доби (також за конкретними позиціями) наведені з літературних джерел [4]. В таблиці 1, наприклад, ці дані відносяться до магістрального тепловоза серії 2ТЭ10В.

Слід зазначити, що інтервал «доба» може бути замінено любым контрольованим інтервалом («поїздка», «місяць»).

Наведені дані (табл.1) демонструють, що добовий викид тільки вуглецю (сажі) з вихлопними газами дизеля 10Д100 (силової установки секції магістрального тепловоза 2ТЭ10В), згідно з наявними вихідними даними і результатами аналітичних розрахунків, складе 441 кг. Усереднено інтенсивність викиду вуглецю з вихлопними газами зазначеного тепловозного дизеля складе 18,4 кг/год.

Виникає питання: якого обсягу фінансів повинна вимагати держава від власника ТРС в якості екологічних податків та штрафних санкцій для «компенсації шкоди» навколишньому середовищу?

Таблиця 1. Приклад розрахунку сумарної маси викидів вуглецю дизелем 10Д100 за контрольований бюджет робочого часу (24 год.)

ПКМ	Потужність ЛЕУ, кВт	Час роботи дизеля, год.	Питома кількість (інтенсивність викидів), кг/(кВт·год)	Маса викидів (С), кг
1	2	3	4	5
0 (х.х.)	24	11,96	110	31,6
1	147	0	60	0,0
2	268	0,46	35	4,3
3	430	0,69	34,5	10,2
4	577	0,81	30,2	14,1
5	750	0,58	30	13,1
6	900	0,81	29	21,1
7	1040	0,69	28	20,1
8	1217	1,04	28	35,4
9	1386	1,15	28	44,6
10	1544	1,73	28	74,8
11	1706	1,27	28	60,7
12	1830	0,62	29	32,9
13	1934	0,46	30	26,7
14	2074	0,35	31	22,5
15	2200	0,41	32	28,9
Всього за час роботи:				441

Об'єктивної відповіді чисто економічного характеру, згідно діючого національного законодавства сьогодні не існує, так як поки не можливо формалізувати всі взаємодіючі фактори даної складної системи. Задля вирішення даної проблеми авторами застосовуються принципи системного аналізу з аналітичними та експертними оцінками.

Так, конкретна інформація стосовно викидів вуглецю дизелем 10Д100, що використовується для прикладу розрахунку (рисунок 1) – є усередненою, оскільки парк тепловозів може мати різну якість налаштування силової установки і різний ступінь зносу елементів двигуна внутрішнього згорання.

Якщо прийняти питомі величини викидів за «найкращі», тобто «заводські», то розрахункова величина добового викиду вуглецю (441 кг) при зафіксованому розподілі бюджету робочого часу ЛЕУ буде найменшою. Таке твердження буде справедливим і для інших екологічно шкідливих викидів (CO , NO , NO_2 і т.і.)

Шкідливі речовини, що виділяються при згорянні палива різного якісного складу у двигунах, залежно від механізму їх створення можна розділити на три основні групи [3]:

- 1) продукти повного (діоксиду вуглецю CO_2) та неповного згорання (оксид вуглецю CO , неспалені вуглеводні C_nH_m , в тому числі поліциклічні ароматичні, сажа або тверді частинки);
- 2) оксиди азоту NO_x , механізм створення яких безпосередньо непов'язаний (або

пов'язаний дуже мало) з процесом згоряння палива; викиди NO_x , що обумовлені, головним чином, реакціями окислення атмосферного азоту киснем при високих температурах (за термічним механізмом);

3) речовини, викиди яких пов'язані, головним чином, зі вмістом у паливі сірки, сполук свинцю, золи (що містить різні важкі метали).

Шкідливість і агресивність викидів ДВЗ в залежності від природи виникнення різна.

Так, монооксид вуглецю (CO) дуже токсичний навіть у невеликих концентраціях, оскільки цей чадний газ міцно зв'язується з гемоглобіном крові, позбавляючи його здатності переносити кисень до органів людини. Вміст CO у викидах вважається одним із найважливіших показників технічного рівня й конкурентоздатності ДВЗ (у бензинових двигунах вміст CO у викидах у 10-12 разів вищий ніж у дизельних).

Досить розповсюджені й такі сполуки азоту антропогенного походження, як його оксиди – від закису до двооксиду азоту (в цілому – NO_x), що утворюються при спалюванні палива у камерах згоряння ДВЗ. Чим вища температура робочого тіла у циліндрах двигунів, тим більше в них створюється оксидів азоту. Розчиняючись у вологому середовищі, оксиди азоту утворюють азотну й азотисту кислоти, які у значній мірі впливають на кислотність опадів, погіршуючи екологічну чистоту господарської продукції сільського господарства, призводять до некротичних явищ фітоценозу, спричиняють отруєння, ряд небезпечних захворювань дихальної та імунної системи людини.

Головна мета екологізації ДВЗ – активна спроба збереження екологічної рівноваги. З цієї точки зору, токсичність викидів ДВЗ (токсична характеристика) розглядається, як діагностичний параметр технічного характеру, без оцінки якого саме діагностування неможливе.

Застосування даних табл. 1 (колонки 1 і 5) з похідною гістограмою розподілу викидів (рис. 5), дає можливість візуалізації величини усередненого експлуатаційного впливу тепловозного ДВЗ на навколишнє середовище в частині маси викидів вуглецю. Виявляється, що режими «холостого ходу» (нульова позиція КМ) абсолютно сумарні за кількістю викидів практично з усіма режимами тяги тепловоза.

Рис. 5. Розподіл викидів вуглецю до навколишнього середовища дизелями 10Д100 тепловозів 2ТЭ10В

Одним зі методів оцінки є вимірювання контрольованого параметру з подальшим порівнянням отриманого значення з аналогічним еталонним показником. Більш інформативними є не абсолютні, а питомі значення технічних параметрів: швидкість, потужність, тиск і т. ін.

В нашому випадку, наприклад, це інтенсивність викидів тієї чи іншої шкідливої речовини на одиницю виконаної ЛЕУ роботи [г/(кВт-год)].

Як свідчить досвід провідних фірм з дизелебудування, екологізація ДВЗ виходить за межі власне захисту навколишнього середовища.

Виходячи з проблем екологізації двигунів, можна сформулювати деякі реальні напрямки їх вирішення [5]. Найбільш привабливими з них була б цільова фінансова підтримка з боку держави та залучення сторонніх інвестицій для виконання науково-дослідних та науково-виробничих робіт.

Щодо конкретних еколого-економічних важелів: з 2011 року діє загальнодержавний екологічний податок [6] взамін колишнього збору за забруднення навколишнього природного середовища [7]. Враховуючи останні тенденції в податковій політиці європейських країн щодо необхідності перенесення податкового навантаження на екологічні платежі, у Податковому кодексі збільшено ставки екологічного податку, а також запроваджено оподаткування екологічним податком викидів двоокису вуглецю (п. 243.4 ст. 243 Кодексу), джерелом утворення якого є спалювання всіх видів палива. При цьому спрощено порядок розрахунку екологічного податку шляхом уніфікації системи підвищувальних коефіцієнтів та врахування їх у базових ставках податку; здійснено перехід до стягнення податку з пересувних джерел забруднення через податкових агентів (оптових та роздрібних продавців палива) [8]. Також, до кола платників екологічного податку, окрім суб'єктів, що були платниками збору за забруднення навколишнього природного середовища (наприклад УЗ), включено всіх, хто використовує паливо для транспортних засобів (суб'єкти господарювання, громадяни України, іноземці та особи без громадянства, які користуються транспортними засобами). Податковим кодексом встановлюється сплата податку за викиди в атмосферне повітря забруднювальних речовин пересувними джерелами забруднення через податкових агентів, які здійснюють оптову та роздрібну торгівлю паливом. Отже, екологічний податок сплачується платниками податку під час придбання палива, а податковими агентами, які реалізують паливо, цей податок утримується і сплачується до бюджету.

Разом з цим виникає низка питань щодо об'єктивності методологічного забезпечення на якому базується монетизація реальних збитків довкіллю. Також, слід зазначити, що платники податку у разі використання ними палива не складають звітів з цього податку.

Отже, для обраних типів ДВЗ, застосовуючи вказані вище методики розрахунків еколого-економічні показників отримано наступні результати (табл. 2 – 4).

Як сказано вище, під екологізацією двигунів [5] розуміється – розробка та впровадження ефективних заходів для суттєвого зниження токсичності викидів вихлопних газів сучасних ДВЗ. Проблема екологізації ДВЗ в Україні набула особливої гостроти, оскільки вітчизняні двигуни за еколого - економічними показниками ще суттєво поступаються сучасним двигунам світового рівня.

Як розуміти поняття «суттєво»? Вираз не є технічним і не дозволяє виконати відповідне порівняння. Наскільки досконалими є вітчизняні тепловозні ДВЗ за

критеріями економічності і екологічності? Названі критерії можуть значно відрізнятися в ході їх дослідження «на стенді» і «на полігоні» - це підтверджується широким колом фахівців [9, 10].

Таблиця 2. Розрахунки питомих показників викидів від ДВЗ 14Д40 за основними параметрами

Позиція КМ	Потужність дизеля	Добовий бюджет робочого часу	Питома витрата палива	Витрата палива	Питомий викид (ВУГЛЕЦЬ)	Маса викидів	Плата за викиди	Питомий викид (ОКИС УГЛЕЦЮ)	Маса викидів	Плата за викиди	Питомий викид (ОКИС АЗОТУ)	Маса викидів	Плата за викиди	Питомий викид (ДВООКИС АЗОТУ)	Маса викидів	Плата за викиди
	кВт	год.	к (кВт- год)	кг	г / (кВт- год)	кг	грн.	г / (кВт- год)	кг	грн.	г (кВт- год)	кг	грн.	г (кВт- год)	кг	грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0 (х.х.)	26	11,96	0,251	78	43	13,4	1,24	0	0	0	0	0	0	0,5	0,16	0,38
1	147	0	0,24	0	41	0	0	0	0	0	1	0	0	0,25	0	0
2	250	0,46	0,234	27	47	5,4	0,5	0	0	0	2	0,2	0,56	0,25	0,03	0,07
3	350	0,69	0,23	56	38	9,2	0,85	0	0	0	4	1	2,37	0,25	0,06	0,15
4	450	0,81	0,227	83	37	13,5	1,25	0,01	0	0	7	2,6	6,26	0,25	0,09	0,22
5	560	0,58	0,224	73	36	11,7	1,08	0,2	0,06	0,01	12	3,9	9,56	0,25	0,08	0,20
6	650	0,81	0,222	117	35,5	18,7	1,73	0,04	0,02	0,00	16	8,4	20,65	0,25	0,13	0,32
7	760	0,69	0,22	115	35	18,4	1,7	0,08	0,04	0,00	17,5	9,2	22,50	0,26	0,14	0,33
8	850	1,04	0,218	193	33	29,2	2,69	0,1	0,09	0,01	22,5	19,9	48,77	0,27	0,24	0,59
9	950	1,15	0,217	237	30	32,8	3,03	0,15	0,16	0,02	24	26,2	64,29	0,29	0,32	0,78
10	1040	1,73	0,216	389	30	54,0	4,99	0,18	0,32	0,03	25	45,0	110,28	0,32	0,58	1,41
11	1110	1,27	0,2155	304	30	42,3	3,91	0,19	0,27	0,02	26	36,7	89,87	0,35	0,49	1,21
12	1200	0,62	0,2155	160	30	22,3	2,06	0,2	0,15	0,01	27	20,1	49,25	0,38	0,28	0,69
13	1300	0,46	0,216	129	29,5	17,6	1,63	0,22	0,13	0,01	28	16,7	41,05	0,4	0,24	0,59
14	1400	0,35	0,217	106	29	14,2	1,31	0,4	0,20	0,02	30	14,7	36,04	0,45	0,22	0,54
15	1470	0,41	0,218	131	28	16,9	1,56	0,5	0,30	0,03	33	19,9	48,76	0,5	0,3	0,74
Всього за добу: 23 год				2198		319,44	29,51		1,75	0,16		224,41	550,22		3,35	8,22
Робота дизеля, кВт-год:			10028													
Всього плата за добу (грн.):			588,11													

Таблиця 3. Розрахунок викидів за усередненими питомими показниками, згідно з методикою (наказ Держкомстату № 452)

Найменування забруднюючої речовини	Питомий викид	Витрата палива - 2,198 т/доба	
		Маса викиду	Плата за викиди
	кг/т	кг	грн.
1	2	3	4
Оксид вуглецю -	45	98,91	9,14
Неметалові леткі органічні сполуки	4,65	10,22	1,42
Метан -	0,18	0,40	0,04
Діоксид азоту -	66,5	146,17	358,38
Сажа -	4,58	10,07	0,93
Оксид азоту -	1,24	2,73	6,68
Аміак -	0,007	0,02	0,01
Вуглекислий газ -	3138	6897,32	2,83
Діоксид сірки -	1,2	2,64	6,47
Бенз(а)пірен -	0,03	0,07	205,81
Всього плата за викиди			591,69

Таблиця 4. Розрахунок викидів за методикою обчислення збору за забруднення навколишнього середовища (наказ Мінекобезпеки України № 162/379 від 19.07.99)

Найменування забруднюючої речовини	Дизель 14Д40	
	Витрата палива – 2,198 т доба	
	Маса викиду	Плата за викиди
	кг/доба	гри.
1	3	4
Вуглець (сажа) -	319,44	29,51
Окис вуглецю (оксид вуглецю) -	1,75	0,16
Окис азоту (оксид азоту) -	224,41	550,22
Двоокис азоту (діоксид азоту) -	3,35	8,21
Всього плата за викиди		588,10

Традиційно всі заводи, що виготовляють ДВЗ для тепловозів останні 50–70 років та вводили їх в експлуатацію, брали за основу отримані результати стендових випробувань. Інформація стосовно екологічності вихлопних газів, приведена на рисунках 1-4, теж відноситься, на нашу думку, до стендових. Накопичено значний досвід екологічного вдосконалення ДВЗ, оскільки провідні світові виробники (на жаль, без нас) традиційно ведуть роботи з їх екологізації [9, 10].

Сьогодні Державна екологічна інспекція при перевірці суб'єктів господарювання, власників пересувних джерел робить припис про їх перевірку посиляючись на вимоги ст. 10 Закону «Про охорону атмосферного повітря». При

цьому загально відомо, що для реалізації такого завдання відповідні підзаконні акти відсутні. Відсутні і конкретні рекомендації та методи: як перевіряти, хто має право перевіряти, з якою періодичністю, якими інструментальними засобами? На даний момент відповіді – відсутні.

При цьому, важливим аспектом є те, що підприємство, що має відповідну матеріально-технічну, і в першу чергу, інструментальну базу може самостійно проводити контроль пересувних джерел згідно з ст. 29 Закону «Про охорону атмосферного повітря», яка передбачає виробничий контроль пересувних джерел викидів.

Разом з цим, згідно Статті 3 Закону «Про метрологію і метрологічну діяльність» вимірювання в галузі охорони навколишнього природного середовища є сферою, законодавчо регульованої метрології – контроль пересувних джерел підпадає під дане визначення, необхідно проводити виключно атестованою лабораторією.

Отже, чому автори акцентують увагу на тепловозних ДВЗ?

По-перше, тепловозні ДВЗ за своєю агрегатною потужністю поступаються, мабуть, лише судновим ДВЗ, що перетворило їх в стабільне і потужне «джерело» екологічних проблем; по друге, нових вітчизняних тепловозних ДВЗ залізниці України і парк ППЗТ не отримують, тобто ще певний проміжок часу вони будуть в експлуатації; по третє, у зв'язку з подальшою імплементацією європейських директив і стандартів може настати момент, коли їх подальша експлуатація без суттєвої модернізації стане неможливою.

По-друге, враховуючи технічний і технологічний стан ремонтного господарства локомотивних депо та соціально-економічні фактори, серйозного удосконалення конструкції тепловозних ДВЗ не передбачається. Офіційні інформаційні ресурси [11] підтверджують, що в інвентарному локомотивному парку ПАТ «Укрзалізниця» 609 магістральних вантажних тепловозів різних серій (2ТЕ116, М62, 2М62в/і, 2ТЕ10в/і), зношеність 100%, а середній вік – 31 рік при нормативному терміні служби – 20 років. Необхідно зазначити, що на даний час Укрзалізницею ведеться закупівля закордонного рухомого складу [11].

По-третє, на території України існують «велетні» залізничного машинобудування та наявна база локомотиворемонтних заводів (Дніпропетровський, Запорізький, Львівський, Полтавський, Івано-Франківський, Гайворонський та Ізюмський). При певних зусиллях, ця історично сформована база з науковців і практиків може стати фундаментом відродження локомотивобудування в Україні на світовому рівні.

Висновки. Таким чином, авторами цієї статті пропонується:

- 1) удосконалити методику кількісної експлуатаційної оцінки тепловозних «джерел» шкідливих викидів не залежно від роду виконуваної ними транспортної роботи шляхом реалізації можливості встановлення контрольно-діагностичних паливо-екологічних комплексів (КДПЕК), поставлених в свій час в локомотивні депо;
- 2) провести екологічну оцінку тепловозного парку за місцем їх поточного ремонту (приписки);
- 3) звернути увагу на стендові паливно-вимірювальні комплекси, що мали б обов'язково бути в складі контрольно-вимірювальних комплектів деповських стендів;
- 4) провести порівняльні дослідження відповідності показників стендових контрольно-вимірювальних комплексів до виробничих умов експлуатації та запропонувати показник врахування таких розбіжностей;

5) започаткувати програму з моніторингу та розробки нових підходів щодо зменшення впливу залізничних пересувних джерел забруднення на навколишнє середовище;

6) виконати аналіз діючих європейських стандартів щодо нормування та контролю викидів від тепловозних ДВЗ;

7) виконати аналіз еколого – економічних ризиків для УЗ від майбутньої імплементації вказаних європейських екологічних директив і стандартів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тартаковський Е.Д., Грищенко С.Г., Калабухін Ю.Е., Фалендиш А.П. Методи оцінки життєвого циклу тягового рухомого складу залізниць: Монографія. Луганськ: Ноулідж, 2011. 174 с.
2. Фалендиш А.П., Гатченко В.О., Черняк Ю.В., Клецька О.В. Аналіз нормативних вимог, щодо визначення викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами тепловозних двигунів внутрішнього згорання: зб. наук. праць ДЕТУТ, 2016. Вип. 29, 235 с.
3. Володин А.И., Зюбанов В.З., Кузьмич В.Д. и др. Локомотивные энергетические установки: Учебник для вузов ж.-д. трансп.: ИПК «Желдориздат». 2002. 718 с.
4. Хомич А. З. Топливная эффективность и вспомогательные режимы тепловозных дизелей. 2 изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1987. 271 с.
5. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників у 6 томах. Т. 5. Екологізація ДВЗ. Підручник для студентів ВНЗ, що навчаються за напрямом “Інженерна механіка”, засл. діяча науки України проф. А.Ф. Шеховцова. Харків: Видавничий центр НТУ“ХПІ”, 2004.
6. Бублик М.І., Коропецька Т.О. Екологічний податок: конкурентна стратегія “зеленої” економіки України. Національний університет “Львівська політехніка”, 2011.
7. Інструкція про порядок обчислення та сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища.
8. Наказ Держкомстату України від 13.11.2008 № 452 «Про затвердження Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів»
9. Stawiecki W., Marciniak Z., Pielecha I., Pielecha J.: Problems of exhaust gas emission of modernized diesel locomotives operating in Poland, Combustion Engines 1/2014, pp. 48
10. Szeląg A., Maciołek T.: Rozwiązania techniczne w układach zasilania poprawiające efektywność energetyczną transportu szynowego, Pojazdy Szynowe, 2015
11. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://info.uz.ua>. (дата звернення 04.04.2019).
12. Maciej Andrzejewski, Paweł Daszkiewicz, Jerzy Merksiz, Włodzimierz Stawiecki, Dawid Gallas.: Badanie zużycia paliwa oraz emisji związków toksycznych lokomotyw na oporniku wodnym
13. Закон України про охорону атмосферного повітря.
14. Paweł Daszkiewicz, Dawid Gallas, Maciej Andrzejewski, Agnieszka Merksiz-Guranowska, Łukasz Stawiecki: Ocena wpływu modernizacji lokomotyw spalinowych na emisję zanieczyszczeń,. Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, 2017.
15. Agnieszka Merksiz-Guranowska, Maciej Andrzejewski, Paweł Daszkiewicz, Dawid Gallas, Hanna Stawiecka: The impact of the modernization of imported diesel locomotives on pollutant emissions, Pojazdy Szynowe, 2016.

REFERENCES

1. Tartakovsky E.D., Grishchenko S.G., Kalabukhin Yu.E., & Falendish A.P. (2011). *Metodu ocinku gettevoho cuklu tjahovoho ryhomoho sklady [Methods of estimating the life cycle of traction rolling stock of railways]*. Lugansk: View “Noulig” [in Ukraine].
2. Falendish A.P., Gatchchenko V.O., Chernyak Yu.V., & Kletsk O.V. (2016) *Analiz normativnuh vumoh shchodo vuznachennja vukudiv zabrydnjyjuhuu rechovun z vidpracjovanumu hazamu teplovoznih dvuhyniv vnytrishnjoho zhorannja [Analysis of regulatory requirements for the determination of pollutant emissions with exhaust gases of internal combustion diesel engines]*. Kyiv: Sb. sciences Works DUTUT [in Ukraine].
3. Volodin A.I., Zyubanov V.Z., Kuzmich V.D. (2002). *Lokomotivnue enerheticheskie ystanovki [Locomotive power plants]*. IPC “Zheldorizdat” [in Russian].

4. Khomich A. Z. (1987) *Toplevnaja efektivnostj i vspomahateljnue regumu teplovoznuh dizelej* [Fuel efficiency and auxiliary modes of diesel engines]. M.: Transport [in Russian].
5. Marchenko A.P. (2004) *Dvugynu vnytrishnjoho zhorannja: Ekologizacija DVZ* [Internal combustion engines: series of textbooks in 6 volumes. T.5 Environmentalization of ICE] A.F. Shyhevcov (Ed.). Kharkiv: Publishing Center NTU "KhPI" [in Ukraine].
6. Bublik M.I., & Koropetska T.O. (2011). *Ekologichnij podatok: konkurentna stratehija «zelenoji» ekonomiku Ukrainu* [Ecological tax: competitive strategy of the "green" economy of Ukraine]. National University "Lviv Polytechnic" [in Ukraine].
7. *Instrykcija pro porjadok obchuslennja ta splatu zbory za zabrydnennja navkolushnjoho seredovushcha.*
8. Order of the State Statistics Committee of Ukraine (2008). "On Approval of the Methodology for Calculation of Pollutants and Greenhouse Gas Emissions into the Air from Vehicles".
9. Stawecki W., Marciniak Z., Pielecha I., Pielecha J. (2014). Problems of exhaust gas emission of modernized diesel locomotives operating in Poland, Combustion Engines.
10. Szelaґ A., Maciolek T. (2015): Technological rozwiązania w układach zasilania zaślania na naświadczenia energetyczną transportu zywego, Pojazdy Szynowe
11. Access mode: <https://info.uz.ua>.
12. Maciej Andrzejewski, Paweł Daszkiewicz, Jerzy Merkisz, Włodzimierz Stawecki, Dawid Gallas .: Study of fuel consumption and emission of toxic compounds of locomotives on a water resistor [in Polish].
13. Law of Ukraine on the protection of atmospheric air [in Ukraine].
14. Paweł Daszkiewicz, Dawid Gallas, Maciej Andrzejewski, Agnieszka Merkisz-Guranowska, Łukasz Stawecki (2017). Evaluation of the impact of modernization of diesel locomotives on pollutant emissions. Scientific work of the Warsaw University of Technology[in Polish].
15. Agnieszka Merkisz-Guranowska, Maciej Andrzejewski, Paweł Daszkiewicz, Dawid Gallas, Hanna Stawecka (2016). Impact of the diesel engine on the pollutant emissions [in Polish].

Капица Михаил, д.т.н.

(Профессор заведующий кафедрой «Локомотивы» ДНУЖТ)

Мартишевський Михайл, к.т.н.

(Доцент кафедри «Локомотиви» ДНУЖТ)

Зеленько Юлия, д. т. н.

(Профессор, заведующая кафедрой «Химия и инженерная экология» ДНУЖТ)

Бойченко Андрей

(Заведующий Отраслевой научно-исследовательской лабораторией «Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте» ДНУЖТ)

Джус Олег, магистр

(Заведующий лабораторией железнодорожно-транспортных исследований Львовского научно-исследовательского института судебных экспертиз)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ТЕПЛОВОЗНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Особенностью железнодорожной отрасли является круглосуточная работа подвижного состава и производственных объектов (вагонных и локомотивных депо, котельных и других объектов), обслуживающих перевозочный процесс, которые являются потенциальными загрязнителями окружающей среды. Результатом такой работы является ухудшение экологического состояния, формирует значительные эколого-экономические риски на фоне усиления экологических требований и имплементации природоохранных директив Европейского Союза.

Ключевые слова: двигатели внутреннего сгорания, подвижной состав, передвижные источники загрязнения, окружающая среда, эколого-экономические риски,

экологические требования, тепловозный парк, вредные выбросы, окружающей среды, отработанные газы, железнодорожные передвижные источники загрязнения.

Kapitsa Mykhailo, Dr. Sc. (professor head of the department "Locomotives" DNUZT)

Martyshevsky Mikhail, Ph.D. (associate professor of the department "Locomotives" DNUZT)

Zelenko Yuliya, Dr. Sc.(professor, head of the department "Chemistry and Engineering Ecology" DNUZT)

Boychenko Andrey(Head of the Branch Research Laboratory "Environmental Protection in Railway Transport", DNUZT)

Dzhus Oleh, Master(Head of the Laboratory of Railway Transport Research Lviv Research Institute of Forensic Expertise)

DETERMINING THE AMOUNT OF HARMFUL EMISSIONS OF DIESEL INTERNAL COMBUSTION ENGINES

The authors insist on creating a methodological apparatus to ensure an objective assessment of the negative impact of mobile sources on the environment, in particular, an adequate determination of the qualitative and quantitative parameters of emissions from internal combustion engines of locomotives. It is not yet known in what direction the absolute values of the «ecological deductions» of the corresponding enterprises of the locomotive facilities of the Ukrainian railways, or industrial railway transport enterprises operating the locomotives will change in practice. The talk is exclusively about the objectivity of the quantitative assessment, without possible proposals of an active influence on the technical condition of the power plants of diesel locomotives. The authors proposed to improve the technique of quantitative operational assessment of diesel “sources” of harmful emissions, regardless of the type of transport work they perform, by implementing the possibility of installing control and diagnostic fuel-ecological complexes (CDFEC) at the time installed in locomotive depots, to carry out an environmental assessment of the diesel locomotive fleet their maintenance (registration), pay attention to the bench fuel-measuring complexes, which must necessarily be composed with control and measuring facilities of depot stands, conduct comparative studies on the conformity of bench test and measurement complexes to the production conditions of operation and propose an indicator to take into account such differences, start a monitoring program and develop new approaches to reduce the impact of railway mobile sources of pollution on the environment; analysis of the current European standards for rationing and monitoring emissions from diesel locomotives and to perform analysis of ecologic - economic risks for in the future implementation of these EU environmental directives and standards.

Keywords: *internal combustion engines, rolling stock, mobile sources of pollution, environment, environmental and economic risks, environmental requirements, diesel locomotive facility, harmful emissions, environment, exhaust gases, railway mobile sources of pollution.*