

І.В. Парсаданов, І.В. Рикова

УРАХУВАННЯ ШКІДЛИВОЇ ДІЇ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ПРИ КОМПЛЕКСНІЙ ОЦІНЦІ ВИТРАТИ ПАЛИВА І ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

За останні десятиріччя дослідження процесів згоряння в двигунах внутрішнього згоряння, додаткова обробка відпрацьованих газів привели до скорочення шкідливих викидів (оксиду азоту NO_x , незгорілих вуглеводнів C_nH_m , оксиду вуглецю CO і твердих частинок $ТЧ$). Однак особисту занепокоєність у науковців і міжнародної спільноти викликає збільшення при експлуатації енергетичних установок викиду в навколишнє середовище діоксиду вуглецю CO_2 , що сприяє підвищенню «парникового ефекту». Для визначення ефективних технічних рішень із удосконалення дизельних двигунів з метою зниження витрати палива та викидів шкідливих речовин з відпрацьованими на кафедрі двигунів внутрішнього згоряння Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» запропонований безрозмірний комплексний критерій паливної економічності і токсичності відпрацьованих газів, який надає інформацію щодо економічної і екологічної досконалості дизельних двигунів. Проте цей критерій не враховує дію на навколишнє середовище викидів CO_2 .

В роботі розглянуті умови урахування шкідливої дії CO_2 з використанням методу комплексної оцінки витрати палива і токсичності відпрацьованих газів. Масовий викид CO_2 для кожного режиму роботи дизельного визначається, якщо відомі елементарний склад палива, його молекулярна маса, теплота згоряння і витрата, склад і витрата повітря, а також параметри навколишнього середовища. Для забезпечення об'єктивної оцінки дії CO_2 , що викидається із ВГ дизелів, на людину і навколишнє середовище необхідно впроваджувати відповідні поправки, які характеризують його показник відносної агресивності. В першу чергу, це поправка, що враховує дію CO_2 на різні реципієнти, крім людини, та поправка, що враховує можливість накопичення речовини в компонентах навколишнього середовища та в ланцюгах живлення, а також надходження його в організм людини неінгаляційним шляхом. Для обґрунтування і впровадження введення таких поправок необхідний об'єктивний науковий підхід, що враховує усі складові щодо визначення негативного впливу CO_2 на людину і навколишнє середовище: парниковий ефект, зміна клімату як при безпосередньому впливі, так і довгостроковій перспективі.

Ключові слова: діоксид вуглецю; паливно-екологічний критерій; витрата палива; токсичність відпрацьованих газів

Вступ

В останні роки найбільш важливими для людства стають проблеми споживання органічних енергоносіїв, в першу чергу, нафтового палива та забруднення навколишнього середовища. До одних з основних споживачів палива та забруднювачів навколишнього середовища відносять дизельні двигуни, які встановлюються на автомобільний, залізничний, морський транспорт, сільгоспмашини, дорожно-будівельну та іншу техніку. Тому практично всіма країнами світу планується зниження споживання нафтових моторних палив, включаючи їх заміщення альтернативними енергоносіями, а також зниження викиду токсичних речовин з відпрацьованими газами (ВГ) двигунів. При цьому необхідно відмітити, що оцінка негативного впливу двигунів на людей і навколишнє середовище у порівнянні із іншими енергетичними установками традиційно проводиться головним чином на стадії експлуатації не включаючи інші стадії повного життєвого циклу, таких як видобуток сировини, виробництва конструктивних та експлуатаційних матеріалів, виготовлення деталей та агрегатів, складання та утилізація двигунів після експлуатації.

До токсичних речовин ВГ, які при експлуата-

ції наносять як прямий, так і непрямий негативні впливи на людину або навколишнє середовище відносять оксиди азоту (NO_x), незгорілі вуглеводні (C_nH_m), оксид вуглецю (CO) і тверді частинки ($ТЧ$). Перелічені токсичні речовини є продуктами окислення азоту атмосферного повітря, неповного згоряння палива, а також сажовими частинками, оксидами сірки, з'єднаннями свинцю, золи, утворення яких пов'язано із складом палива, а також із попаданням мастила та частинок зношування деталей двигуна в камеру згоряння.

В останні десятиріччя особисту занепокоєність у науковців і міжнародної спільноти викликає збільшення при експлуатації енергетичних установок викиду в навколишнє середовище діоксиду вуглецю (CO_2), що сприяє підвищенню «парникового ефекту». При експлуатації двигунів CO_2 потрапляє в навколишнє середовище із ВГ, вплив його має свої особливості і його класифікують, як непрямий негативний [1, 2, 3].

Визначення ефективних технічних рішень із удосконалення дизельних двигунів з метою зниження витрати палива та викидів шкідливих речовин з (ВГ) вимагає комплексного підходу. На кафедрі двигунів внутрішнього згоряння Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ») запропонований безрозмірний комплексний критерій паливної економічності і токсичності ВГ [3, 4], який дозволяє враховувати ступінь навантаження і тривалість роботи двигуна на найбільш представницьких режимах експлуатації. Використання такого критерію надає інформацію щодо економічної і екологічної досконалості дизельних двигунів при відносно простих і доступних обсягах випробувань. Проте цей критерій не враховує дію на навколишнє середовище викидів CO_2 .

Ціллю даної роботи є визначити умови ураження шкідливої дії діоксиду вуглецю при комплексній оцінці витрати палива і токсичності відпрацьованих газів дизельних двигунів.

Особливості шкідливої дії діоксиду вуглецю(вуглекислого газу) на організм людини та навколишнє середовище

Діоксид вуглецю (CO_2) одна із складових повітря і не вважається отруйним для організму людини. Тільки підвищені його концентрації у повітрі до 0,2–0,4 % (2000–4000 ppm) та більше вказаного рівня, що можливе при окремих видах виробництва, викликає у людини задушливий ефект і слабкість. Тому діоксид вуглецю відносять до шкідливих речовин IV класу небезпеки.

Відповідно діючих міжнародних стандартів нормальний рівень CO_2 у повітрі складає 300 – 400 ppm, а максимальний рівень CO_2 не повинен перевищувати 900 – 1000 ppm.

Проте відомо, що викиди діоксиду вуглецю із ВГ двигунів внутрішнього згорання і, відповідно, дизельних двигунів, пов'язані із деградаційними процесами переходу «матерія – енергія». Наслідком таких переходів є парниковий ефект [5, 6], як фактор глобального порушення екологічної рівноваги, пов'язаний із глобальним потеплінням. Тобто однією із особливостей «парникового ефекту» є те, що в його утворенні певну роль (поряд з кисневмісними вуглеводнями, метаном і твердими частинками) грає діоксид вуглецю – продукт повного згорання вуглеводневих палив. Якщо безпечна межа викидів CO_2 , пов'язана з виробленням енергії, буде перевищена, то підігрів поверхні планети Земля може вплинути на рослинний і тваринний світ, викликати танення полярних льодів, що в свою чергу призведе до зміни клімату планети.

Глобальне потепління, його можливі причини та методи боротьби з ним, вплив ДВЗ на парниковий ефект викликають в цей час серйозні суперечки як серед наукової і не наукової спільноти, так і се-

ред політиків [7, 8] потребує окремого вивчення і в даній роботі не розглядаються.

Відмітимо тільки той визначений факт, що збільшення рівнів викидів CO_2 з продуктами спалювання вуглеводневих палив за останні п'ятирічні цикли становить в середньому менше 6% від відповідного зростання вмісту CO_2 у тропосфері [6, 7, 8]. Також слід зазначити, що якби "умовно" людство змогло знизити споживання викопних палив до рівня 1970 р., то зростання середньорічної глобальної температури повітря при сучасному стані екосфери тривало би ще багато десятиліть і можливо лише трохи відсунуло би за часом глобальне потепління як результат діяльності людства [5].

Проте спеціалістам в галузі теплової енергетики необхідно прагнути до реалізації напрямків щодо скорочення як забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами, так і викидами CO_2 усіма видами енергетичних установок, важливою складовою яких є дизельні двигуни. Поліпшення експлуатаційної паливної економічності, удосконалення систем нейтралізації ВГ, поширення застосування альтернативних палив, масштабне використання відновлюваних джерел енергії, поширення застосування гібридних двигунів – є невідкладною для вирішення задачею.

Важливим фактором скорочення забруднення навколишнього середовища є економне та розумне споживання енергії.

Врахування шкідливої дії діоксиду вуглецю відпрацьованих газів ДВЗ на людину і навколишнє середовище

Для визначення шкідливої дії на організм людини та навколишнє середовище діоксидів вуглецю ВГ дизельних двигунів розглянемо можливість використання методу комплексної оцінки витрати палива і токсичності [4]. Цей метод заснований на визначенні паливо-екологічного критерію, який розроблено на основі накопиченої і вивченої науково-технічної інформації, заснованої на збереженні природних паливно-енергетичних ресурсів і зменшенні забруднення атмосферного повітря при експлуатації дизельних двигунів різного призначення.

Паливно-екологічний критерій враховує ступінь навантаження дизельного двигуна в експлуатації і фактор часу, що характеризує тривалість роботи двигуна на фіксованому режимі, та надає інформацію про сумарні витрати на паливо і відшкодування збитку від шкідливого впливу токсичних викидів ВГ на навколишнє середовище. Оцінка експлуатаційних показників паливної економічності та токсичності викидів ВГ надається за результатами стендових випробувань при мінімальному їхньому обсязі.

Для визначення паливно-екологічного критерію пропонується використовувати формулу

$$K_{ПЕ} = \eta_{е.екс} \cdot \beta. \quad (1)$$

У формулі (1) $\eta_{е.екс}$ – експлуатаційний ефективний ККД дизельного двигуна, а β – коефіцієнт відносних експлуатаційних екологічних витрат, які, в свою чергу, визначаються як

$$\beta = (B_{ПЕ} - B_E) / B_{ПЕ}, \quad (2)$$

де $B_{ПЕ}$ – сумарні витрати на паливо та на відшкодування екологічного збитку при експлуатації двигуна, B_E – витрати на відшкодування екологічного збитку при експлуатації двигуна.

При використанні критерію враховується вплив на навколишнє середовище нормованих для дизельних двигунів шкідливих речовин – NO_x , C_nH_m , CO і $TЧ$. Оцінка двигунів як джерел забруднення навколишнього середовища проводиться з урахуванням масового викиду цих токсичних компонентів, їх агресивності і шкоди, що ними завдається. В свою чергу, агресивність токсичних компонентів рівень шкоди, що ними завдається, визначається значенням гранично допустимої за санітарними нормами концентрації конкретної речовини в атмосферному повітрі. Тобто показник відносної агресивності залежить від ступеня його впливу на людину і навколишнє середовище і може бути уточнений в міру накопичення знань про ці впливи. За нормативний еталон приймається, як правило, оксид вуглецю. Для оцінок нормованих складових шкідливих викидів ВГ дизельних двигунів в даний час приймаються такі показники відносної агресивності: $a_{CO} = 1$; $a_{C_nH_m} = 3,16$; $a_{NO_x} = 41,1$; $a_{TЧ} = 200$ [2, 3].

Відповідно до методики, наведеної у роботі [4] сумарні витрати на відшкодування екологічного збитку від шкідливого впливу на навколишнє середовище ВГ при спалюванні палива, що віднесені до одиниці потужності, для усіх представницьких фіксованих режимів моделі експлуатації двигуна визначаються у наступній послідовності.

Якщо відомі показник відносної агресивності (a) та масовий викид для кожної із врахованих шкідливих речовин ВГ дизельного двигуна, то є можливість визначити приведенний масовий викид шкідливих речовин $G_{ШВпр}$, який буде дорівнювати

$$G_{ШВпр} = \sum_{k=1}^N (a_k G_k), \quad (3)$$

де a_k – показник відносної агресивності k -го компонента токсичних викидів; G_k – масовий викид k -го компоненту; N – загальна кількість врахованих то-

ксичних компонентів, які викидаються в навколишнє середовище з ВГ.

Тоді для будь-якого джерела забруднення абсолютний збиток в одиницю часу, який завдається шкідливими викидами можна визначити за формулою

$$V = \delta \sigma f G_{ШВпр}, \quad (4)$$

де δ – розмірний коефіцієнт, який призначений для переводу бальної оцінки збитку, що завдається шкідливими викидами навколишньому середовищу, в вартісну;

σ – безрозмірний показник відносної небезпеки забруднення для різних територій;

f – безрозмірний коефіцієнт, що враховує характер розсіювання ВГ в атмосфері.

Сумарні витрати на відшкодування екологічного збитку від шкідливого впливу на навколишнє середовище ВГ при спалюванні палива, що віднесені до одиниці потужності для усіх представницьких фіксованих режимів моделі експлуатації двигуна, будуть дорівнювати

$$B_E = \frac{\sum_{i=1}^z (G_{Пi} \cdot \overline{V_{Ei}} \cdot P_i)}{\sum_{i=1}^z (N_{Ei} \cdot P_i)}, \quad (5)$$

де z – кількість представницьких фіксованих режимів моделі експлуатації двигуна.

У нашому випадку при використанні запропонованої методики для визначення $G_{ШВпр}$ і, відповідно, V та B_E дизельного двигуна, розглянемо можливість окрім NO_x , C_nH_m , CO і $TЧ$ додатково враховувати шкідливу дію викидів з ВГ CO_2 .

Визначення масового викиду та показника відносної агресивності діоксиду вуглецю, як шкідливого викиду, в навколишнє середовище з відпрацьованими газами дизельних двигунів.

Для оцінки впливу на навколишнє середовище діоксиду вуглецю необхідно мати данні щодо масового викиду оксиду вуглецю (CO_2) на кожному з режимів моделі експлуатації та визначити для нього показник відносної агресивності.

Масовий викид діоксиду вуглецю для кожного з представницьких фіксованих режимів моделі експлуатації дизельного двигуна при повному згорянні палива визначається якщо відомі елементарний склад палива, його молекулярна маса, теплота згоряння і витрата, склад і витрата повітря, а також параметри навколишнього середовища. Ці дані не складно одержати при проведенні стендових випробувань двигуна.

Показник відносної агресивності діоксиду вуглецю (a_{CO_2}), тобто рівень шкоди, що ним завдається, буде визначатися, як і для інших шкідливих ре-

човин, показником відносної небезпеки присутності даної речовини в повітрі (умов.кг/кг) [3], що вдихається людиною (a_{CO_2}), та відповідними поправками.

Показник a_{CO_2} характеризується значеннями гранично допустимої концентрації цього газу у робочій зоні (ГДК_{рз}) і середньо добової концентрації (ГДК_{сд}) та визначається відносно оксиду вуглецю (СО), як найбільш широко вивченої за впливом на організм людини та навколишнє середовище шкідливо речовиною. Таким чином, визначається у скільки разів аналізований забруднювач (в даному випадку – СО₂) більш небезпечний при пот-

раплянні в атмосферу, ніж оксид вуглецю СО. При цьому концентрація у робочій зоні буде характеризувати вплив СО₂ безпосередньо на людину в даній конкретний час, а середньодобова концентрація – ступень забруднення повітря протягом тривалого періоду.

$$a_i = \sqrt{\frac{\text{ГДК}_{\text{с.д.СО}} \cdot \text{ГДК}_{\text{р.з.СО}}}{\text{ГДК}_{\text{с.д.СО}_2} \cdot \text{ГДК}_{\text{р.з.СО}_2}} \quad (6)$$

Значення гранично допустимих концентрацій і показника відносної агресивності нормованих шкідливих викидів ВГ дизельних двигунів і діоксиду вуглецю наведені у таблиці.

Таблиця. Допустимі концентрації і показники відносної агресивності нормованих шкідливих викидів ВГ і діоксиду вуглецю для дизельних двигунів

Шкідливі викиди ВГ дизельних двигунів	ГДК, мг/м ³		Показник відносної агресивності (a_i)
	В робочій зоні	Середньодобова	
Оксид вуглецю	20	3	1
Вуглеводні	100	1,5	0,63
Оксиди азоту	2	0,04	27,4
Тверді частинки	–	–	200
Діоксиду вуглецю	1830	730	0,00012

Примітки:

1. При визначенні a_{CO_2} значення ГДК в робочій зоні і середньодобової ГДК для діоксиду вуглецю приймалися максимальними відповідно до рівня міжнародних стандартів.

2. Не зважаючи на те, що забруднення повітря ТЧ є серйозною проблемою на цей час ГДК для ТЧ відпрацьованих газів транспортних дизельних двигунів не існують. Це пов'язано із складною і неоднозначними їхньої фракційною структурою і впливом на людину. Проте, враховуючи сумарний високий рівень токсичності, значення показника відносної агресивності для ТЧ приймається рівним 200.

Тобто, якщо орієнтуватися на значення ГДК, то вплив діоксиду вуглецю в порівнянні із іншими шкідливими речовинами край незначний.

Враховуючи напрямки шкідливої дії діоксиду вуглецю на людину і навколишнє середовище, до таких поправок можуть бути віднесено [2,3]:

α_i – поправка, що враховує можливість накопичення речовини в компонентах навколишнього середовища та в ланцюгах живлення, а також надходження її в організм людини неінгаляційним шляхом;

β_i – поправка на ймовірність утворення за участю вихідних речовин, викинутих в атмосферу, вторинних забруднювачів, небезпечніших за вихідні;

δ_i – поправка, що враховує дію речовини на різні реципієнти, крім людини;

λ_i – поправка на ймовірність вторинного закидання речовини в атмосферу після осідання.

Так для оксидів азоту поправка, що враховує дію речовини на різні реципієнти, крім людини $\delta_{NOx} = 1,5$, а для вуглеводнів поправка, що враховує ймовірність утворення за участю вихідних речовин, викинутих в атмосферу, вторинних забруднювачів, небезпечніших за вихідні $\beta_{CnHm} = 5$.

Виходячи з цього для забезпечення об'єктивної оцінки дії діоксиду вуглецю, що викидається із ВГ дизелів, на людину і навколишнє середовище необхідно впроваджувати відповідні поправки, які характеризують його показник відносної агресивності. В першу чергу, це поправка, що враховує дію діоксиду вуглецю на різні реципієнти, крім людини – δ_i , та поправка, що враховує можливість накопичення речовини в компонентах навколишнього середовища та в ланцюгах живлення, а також надходження його в організм людини неінгаляційним шляхом α_i .

Для обґрунтування і впровадження введення таких поправок необхідний об'єктивний науковий

підхід, що враховує усі складові щодо визначення негативного впливу діоксиду вуглецю (CO₂) на людину і навколишнє середовище: парниковий ефект, зміна клімату як при безпосередньому впливі, так і довгострокової перспективі.

Висновки

До невідкладних проблем сучасності, що потребує вирішення відноситься значне збільшення споживання органічних енергоносіїв, в першу чергу, нафтового палива та забруднення навколишнього середовища. Викид із відпрацьованими газами дизельних двигунів діоксиду вуглецю оказує негативний вплив на навколишнє середовище, сприяє підвищенню «парникового ефекту».

1. Для урахування шкідливої дії діоксиду вуглецю, що викидається в навколишнє середовище при експлуатації дизельних двигунів розглянуто можливість використання методу комплексної оцінки витрати палива і токсичності відпрацьованих газів, який засновано на визначенні паливо-екологічного критерію.

2. Визначення масового викиду діоксиду вуглецю для кожного режиму роботи дизельного визначається, якщо відомі елементарний склад палива, його молекулярна маса, теплота згорання і витрата, склад і витрата повітря, а також параметри навколишнього середовища.

3. Для показника відносної агресивності діоксиду вуглецю не можна орієнтуватися на значення ГДК, а необхідно впроваджувати поправки, які враховують дію діоксиду вуглецю на різні реципієнти, крім людини та можливість накопичення речовини в компонентах навколишнього середовища, в ланцюгах живлення, а також надходження його в організм людини неінгаляційним шляхом.

4. Обґрунтування і впровадження вказаних поправок повинно бути забезпечено на основі об'єктивного наукового підходу, що враховує усі складові негативного впливу діоксиду вуглецю на людину і навколишнє середовище: парниковий ефект, зміна клімату як при безпосередньому впливі, так і довгострокової перспективі.

Список літератури:

1. Канило П.М. Глобальное потепление климата. Антропогенно – экологическая реальность: монография / П.М. Канило. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 312 с. 2. Марченко А.П., Парсаданов І.В., Товажнянський Л.Л., Шеховцов

А.Ф. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників у 6 томах, Т. 5 Екологізація ДВЗ – 2-е видання / За редакцією проф. А.П. Марченко. – Х.: Видавничий центр НТУ "ХПІ", 2014.– 348 с. 3. Звонов В.А. Образование загрязнений в процессах сгорания / В.А. Звонов – Луганск: Издательство Восточноукраинского государственного университета, 1998.– 126 с. 4. Parsadanov I. Complex assessment of fuel efficiency and diesel exhaust toxicity / I. Parsadanov, A. Marchenko, M. Tkachuk, S. Kravchenko, A. Polyvianchuk, A. Strokov, I.V. Gritsuk, I. Rykova, A. Savchenko, O. Smirnov, Y. Postol, V.Savchuk // SAE Technical Papers 2020-01-2182. – 2020. 5. Глобальні енерго-еколого-кліматичні проблеми та невідкладність їх вирішення: підручник / П.М. Канило, А.М. Туренко, А.В. Грещенко, Н.В. Внукова. – Харків: ХНАДУ, 2020.– 388 с. 6. Канило П.М. Тепловая энергетика ДВС и глобальное потепление климата / П.М. Канило, А.П. Марченко, И.В. Парсаданов // Двигатели внутреннего сгорания. –2015. – №2. – С.57-69. 7. Reitz R. D., Ogawa H., Payri R., Fansler T., ... Wagner R. M. & Zhao, H. IJER editorial: The future of the internal combustion engine // International Journal of Engine Researc. – 2020. – Vol.21, iss.1. – p. 3-10. 8. Liu, Zongwei&Hao, Han & Cheng, Xiang & Zhao, Fuquan, Critical issues of energy efficient and new energy vehicles development in China // Energy Policy. –2018. – vol. 115(C). – p. 92-97.

Bibliography (transliterated):

1. Kaniilo, P.M. (2015). Global climate warming. Anthropogenic - ecological reality: monograph [Hlobalnoe poteplyeniye klymata. Antropohenno – ekologicheskaya realnost: monografiya], Kh.: KhNADU, 312 p. 2. Marchenko, A.P., Parsadanov, I.V., Tovazhnyansky, L.L., Shekhovtsov, A.F. (2014), Internal combustion engines: A series of textbooks in 6 volumes. V.5. The Environmentalization of ICE. 2nd ed. Kharkov [Dvyhuny vnutrishnoho zghorianniia: Seriiia pidruchnykyv u 6 tomakh, T. 5 Ekolohizatsiia DVZ – 2-e vydannia], NTU "KPI" publishing center, 348p. 3. Zvonov, V.A. (1998), Formation of pollution in combustion processes [Obrazovanye zahriaznieni v protsessakh shoranyia], Lugansk: East Ukrainian State University Publishing House, – 126 p. 4. Parsadanov, I., Marchenko, A., Tkachuk, M., Kravchenko, S., Polyvianchuk, A., Strokov, A., Gritsuk, I.V., Rykova, I., Savchenko, A., Smirnov, O., Postol, Y., Savchuk, V. (2020), Complex assessment of fuel efficiency and diesel exhaust toxicity, SAE Technical Papers 2020-01-218, DOI:10.4271/2020-01-2182. 5. Kaniilo, P.M., Turenko, A.M., Gritsenko, A.V., Vnukov, N.V. (2020), Global energy-environmental-climatic problems and inconsistency of their manifestations: assistant [Hlobalni enerho-ekoloho-klimatychni problemy ta nevidkladnist yikh vyrishennia: pidruchnyk], Kharkiv: KhNADU, 388 p. 6. Kaniilo, P.M., Marchenko, A.P., Parsadanov, I.V. (2015), "Thermal power engineering of internal combustion engines and global warming", Internal combustion engines, ["Teplovaia enerhetyka DVS y hlobalnoe poteplyeniye klymata", Dvyhately vnutrenneho shoranyia], No. 2, p.p.57-69. 7. Reitz, R. D., Ogawa, H., Payri, R., Fansler, T., ... Wagner, R. M. & Zhao, H. (2020), "IJER editorial: The future of the internal combustion engine", International Journal of Engine Researc, Vol.21, iss.1, p.p. 3-10, DOI: 10.1177/1468087419877990. 8. Liu, Zongwei&Hao, Han & Cheng, Xiang & Zhao, Fuquan (2018), Critical issues of energy efficient and new energy vehicles development in China, Energy Policy, vol. 115(C). p.p. 92-97. DOI: 10.1016/j.enpol.2018.01.006.

Надійшла до редакції 08.06.2022 р.

Парсаданов Ігор Володимирович – доктор техн. наук, проф., головний наук. співр. кафедри двигунів та гібридних енергетичних установок Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна, e-mail; pasadanov@kpi.kharkov.ua, <http://orcid.org/0000-0003-0587-4033>.

Рикова Інна Віталіївна – канд. техн. наук, с.н.с., старший наук. співр. кафедри двигунів та гібридних енергетичних установок Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна, <http://orcid.org/0000-0002-5348-8199>.

ACCOUNTING FOR THE HARMFUL EFFECT OF CARBON DIOXIDE IN COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF FUEL CONSUMPTION AND EXHAUST GASES TOXICITY DIESEL ENGINES

I.V. Parsadanov, I.V. Rykova

Over the past decades, research into combustion processes in internal combustion engines, additional processing of exhaust gases has led to a reduction in harmful emissions (nitrogen oxide NO_x , unburned hydrocarbons C_nH_m , carbon monoxide CO and particulate matter). However, personal concern among scientists and the international community is caused by the increase in CO_2 carbon dioxide emissions into the environment during the operation of power plants, which contributes to the increase of the "greenhouse effect". In order to determine effective technical solutions for improving diesel engines with the aim of reducing fuel consumption and emissions of harmful substances with exhaust gases, the Department of Internal Combustion Engines of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" proposed a dimensionless complex criterion of fuel economy and exhaust gas toxicity, which provides information on the economic and environmental perfection of diesel engines. However, this criterion does not take into account the environmental impact of CO_2 emissions. The work considers the conditions for taking into account the harmful effects of CO_2 using the method of comprehensive assessment of fuel consumption and exhaust gas toxicity. The mass emission of CO_2 for each mode of diesel operation is determined if the elemental composition of the fuel, its molecular weight, heat of combustion and consumption, composition and consumption of air, as well as environmental parameters are known. In order to provide an objective assessment of the effect of CO_2 emitted from HG diesels on humans and the environment, it is necessary to introduce appropriate corrections that characterize its relative aggressiveness indicator. First of all, this is a correction that takes into account the effect of CO_2 on various recipients, in addition to humans, and a correction that takes into account the possibility of accumulation of the substance in the components of the environment and in food chains, as well as its entry into the human body by non-inhalation. An objective scientific approach is necessary for the justification and implementation of the introduction of such amendments, which takes into account all the components of determining the negative impact of CO_2 on humans and the environment: the greenhouse effect, climate change both in terms of direct impact and in the long-term perspective.

Keywords: carbon dioxide; fuel and ecological criterion; fuel consumption; toxicity of exhaust gases

UDC 504.064.4 : 621.431 : 389.14 : 528.088

DOI: 10.20998/0419-8719.2022.1.06

O. M. Kondratenko, V. A. Andronov, T. R. Polishchuk, N. D. Kasionkina, V. A. Krasnov

ACCOUNTING THE EMISSIONS OF ENGINE FUEL VAPORS IN THE CRITERIA-BASED ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL SAFETY LEVEL OF POWER PLANTS WITH RECIPROCATING ICE EXPLOITATION PROCESS

This study proposed the approach and method on its basis for carrying out of the calculated assessment of the values of the comprehensive fuel and environmental criterion of Prof. I. Parsadanov as the indicator of the ecological safety level of the exploitation process of power plants with diesel reciprocating internal combustion engine, considering the mass hourly emissions of engine fuel vapor caused by the phenomena of large and small breathing of reservoirs. The purpose of the study is to develop the method for taking into account the parameters of pollutant emissions into the environment, such as motor fuel vapors due to the phenomena of large and small breathing of the power plant fuel tanks, as an independent factor of ecological safety. The calculated assessment according to the proposed method is carried out considering the properties of engine fuel, degree of a fuel tank filling, features of model of the engine operation, daily difference of atmospheric air temperature and settings of the respiratory valve of the tank. It is found that considering the emission of engine fuel vapors caused by the phenomenon of small breathing has almost no effect on the level of environmental safety, but for the option of taking into account the effect of the phenomenon of large breathing, such an effect is significant. The scientific novelty of the obtained results is that for the first time a method for considering the emission of engine fuel vapors caused by large and small breathing of fuel tanks of reciprocating internal combustion engines in complex criteria-based assessment of ecological safety. The practical value of the obtained results is that they are suitable for quantitative and qualitative assessment of the studied effects and development on this basis of technical solutions and organizational measures to reduce or eliminate them by developing appropriate environmental protection technology with actuators on a methodological basis of environmental safety management system, including the use of other steady standardized testing cycles as models of engine operation.

Key words: environment protection technologies; ecological safety; power plants; internal combustion engines; criteria-based assessment; emission of fuel vapor; large reservoir breathing; small reservoir breathing.