

## ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ З ДИЗЕЛЬНИМИ ДВИГУНАМИ

*В статті здійснено аналіз токсичних хімічних речовин, що містяться у відпрацьованих газах дизеля, які надають шкідливий вплив на людину і навколишнє середовище при безпосередній взаємодії з ними. Вказані можливі шляхи зниження викидів в атмосферу найбільш токсичних компонентів відпрацьованих газів дизелів.*

*Ключові слова: автомобільний транспорт, дизель, забруднення.*

*The paper analyzes the toxic chemicals contained in the exhaust gases of diesel, which have harmful effects on humans and the environment with direct interaction with them. and listed possible ways to reduce emissions of the most toxic components of exhaust gases of diesel engines.*

*Keywords: motor transport, diesel, contamination.*

**Вступ.** Екологічні проблеми експлуатації вантажних автомобілів з дизельними двигунами обумовлені споживанням природних ресурсів, забрудненням атмосфери шкідливими речовинами, руйнівною дією безпосередньо на організм людини шуму і вібрації, а також тепловим випромінюванням, пов'язаним з їх роботою.

Розвиток автомобільного транспорту висуває на перше місце проблему забруднення атмосферного повітря. Підвищені локальні концентрації токсичних викидів спостерігаються в місцях інтенсивного руху автомобільного транспорту. Шкідливі викиди чинять негативний вплив не тільки на організм людини, а й на навколишнє середовище, у тому числі продукти згоряння палива забруднюють рослинність, воду, ґрунт і споруди. Найбільше забруднене повітря великих міст. Вклад автомобільного транспорту в сумарні викиди шкідливих речовин Києва, Харкова, Полтави та інших міст Україні становить близько 70 % [1, 2], а в районах транспортних магістралей вміст шкідливих компонентів у атмосферному повітрі може перевищувати гранично допустимі концентрації в кілька разів.

Так само як і показники витрати палива, утворення токсичних речовин в циліндрі дизеля знаходиться в безпосередній залежності від організації сумішоутворення і згоряння. Тому заходи, спрямовані на поліпшення паливної економічності, відповідним чином змінюють зміст в відпрацьованих газах різних токсичних компонентів. Рішення проблеми полягає в комплексному підході, обґрунтуванні та практичній реалізації правильного поєднання прийнятих, часто компромісних, заходів, заснованих на теоретичних та експериментальних дослідженнях, доводочних роботах, з перевіркою двигунів на відповідність нормативним вимогам і подальшим впровадженням у виробництво.

У зарубіжній практиці нерідкі випадки, коли забезпечення жорстких норм до токсичності викидів досягається шляхом погіршення паливної економічності дизеля на певних режимах роботи. Враховуючи обмеженість паливних ресурсів, для дизелів українського виробництва такий підхід неприйнятний.

**Основна частина.** Можна розрізнити три рівні заходів, спрямованих на вдосконалення екологічних показників двигунів внутрішнього згоряння за рахунок впливу на сумішоутворення і згоряння. У першу чергу, реалізуються заходи, які забезпечують зниження викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигунів, що знаходяться у виробництві, без значних витрат і в найкоротші терміни. До другого рівня слід віднести заходи, які також стосуються двигунів які випускаються, але потребують значного фінансування на підготовку виробництва. Третій рівень передбачає докорінну модернізацію існуючих або створення та впровадження у виробництво нових двигунів з малотоксичними робочими процесами, що вимагає великих капіталовкладень і термінів освоєння. Причому реалізація будь-якого із зазначених рівнів повинна відповідати умові збереження вихідних значень споживання дизельного палива в експлуатації або їх зменшення.

Відпрацьовані гази дизелів представляють собою гетерогенну суміш різних речовин з різноманітним хімічним і фізичним складом, на 99... 99,98 % складається з продуктів повного згоряння палива і повітря. І тільки решта 0,02... 1 % відпрацьованих газів містять токсичні речовини. Основна маса токсичних компонентів відпрацьованих газів (до 90 %) є газоподібної. Частина виділяється у вигляді твердої і рідкої фаз [3]. Найбільш небезпечні для здоров'я людей, тварин і рослин оксид вуглецю, вуглеводні, бенза-а-пірен, альдегіди, сажа, оксиди азоту, оксиди сірки.

Виділяються при згоранні з відпрацьованими газами дизелів шкідливі речовини можна класифікувати наступним чином:

- речовини, що утворилися в результаті неповного згоряння палива і масла – оксид вуглецю, вуглеводні, сажеві частки;
- оксиди азоту, що утворилися в результаті реакцій окиснення атмосферного азоту;
- оксиди сірки, золи, частки пилу і зносу деталей двигуна;
- діоксид вуглецю.

Нижче наведено короткі характеристики найбільш токсичних компонентів відпрацьованих газів дизелів.

Оксид вуглецю (CO).

Токсична дія CO на організм людини пов'язана зі зміною складу крові і ураженням нервової системи.

Оксид вуглецю утворюється при роботі дизеля на максимальних навантаженнях в зонах камери згоряння з низьким вмістом кисню, а також при роботі на холостому ходу внаслідок зниження температури і уповільнення окислювальних реакцій. Концентрація CO у відпрацьованих газах доведених і правильно відрегульованих дизелів не перевищує 0,05... 0,2 % за об'ємом.

Вуглеводні (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>).

Група вуглеводнів, що містяться в відпрацьованих газах, налічує кілька десятків сполук. Парафінові і олефінові вуглеводи викликають неприємний запах, подразнюючу дію, а також численні хронічні захворювання. Ароматичні вуглеводні, володіючи сильними отруйними властивостями, впливають на кровообіг, центральну нервову і м'язову системи. Найбільшу небезпеку для людини представляють альдегіди і поліциклічні ароматичні вуглеводні – бенз-а-пірен, що володіє канцерогенними властивостями.

Емісія вуглеводнів в відпрацьованих газах дизелів пов'язана з придушенням реакцій окиснення холодними стінками камери згоряння, а також в зазорах між стінками циліндра над першим компресійним кільцем, навколо клапанів, між поверхнею поршня і головкою циліндра [4]. Максимальна кількість вуглеводнів виділяється при роботі двигуна на холостому ходу. Однак у разі поганої організації робочого процесу або при зносі деталей циліндропоршневої групи збільшення викиду вуглеводнів може спостерігатися і при максимальних навантаженнях. Джерелом викиду вуглеводнів з відпрацьованих газів дизеля може бути також підтікання палива з підгольного обсягу розпилювача форсунки. В цьому випадку об'ємне зміст газоподібних вуглеводнів в відпрацьованих газах може досягати 0,1 %.

Бенз-а-пірен утворюється при температурах 400... 700 оС в умовах дефіциту кисню в результаті піролізу важких фракцій палива та мастила. При температурах понад 1000 оС бенз-а-пірен розкладається на водень і сажу, тому його утворення і збереження можливо у відносно холодних пристінкових шарах, покритих масляною плівкою.

Значення мастила в утворенні бенз-а-пірену підтверджується тим, що зі збільшенням зносу циліндропоршневої групи вміст бенз-а-пірену збільшується в багато разів.

Кількість визначеного в відпрацьованих газах дизелів бенз-а-пірену в значній мірі обумовлено вибором місця і методу відбору проб. Залежно від способу охолодження відпрацьованих газів бенз-а-пірен може бути переведений з газоподібного в рідкий і твердий стан. Бенз-а-пірен добре адсорбується і утримується на дизельній сажі.

Альдегіди складають групу кисневмісних вуглеводнів. В відпрацьованих газах, в основному, виявляються формальдегід і акролеїн, які мають загально токсичними властивостями. Найбільші концентрації альдегідів в відпрацьованих газах відзначаються при роботі дизеля на малих навантаженнях і при холодному пуску.

Оксиди азоту (NO<sub>x</sub>).

Оксиди азоту в повітрі взаємодіють з парами води, утворюючи азотну кислоту, яка руйнує легеневу тканину, викликає хронічні захворювання. Поглинаючи природну фонову радіацію в ультрафіолетовій і видимій частині спектру, оксиди азоту знижують прозорість атмосфери і беруть участь в утворенні фотохімічного туману – смог. В відпрацьованих газах дизеля 95... 98 % припадає на оксид NO і 2... 5 % на діоксид NO<sub>2</sub>, які сумарно позначаються NO<sub>x</sub>. Зміст інших оксидів азоту в відпрацьованих газах (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) вкрай незначно. Оксид азоту, потрапляючи в атмосферу, доокислюється до NO<sub>2</sub>.

Головним чином, оксиди азоту, що утворюються в циліндрі дизеля, є продуктом окислення азоту повітря. В даний час розрізняють три види утворення оксидів азоту: термічний, яка у результаті високотемпературного окислення азоту повітря; паливний, що виникає при низькотемпературному окисленні азотовмісних сполук палива; швидкий, який виявляється при зіткненні вуглеводневих радикалів з молекулами азоту в зоні реакцій горіння. Отже, утворення NO<sub>x</sub> залежить від умов згоряння палива в циліндрі. Максимальний об'ємний вміст оксидів азоту в відпрацьованих газах сучасних дизелів вантажних автомобілів не перевищує 0,25 %.

Оксиди сірки (SO<sub>x</sub>).

SO<sub>x</sub> які викидаються в атмосферу, взаємодіючи з повітрям, утворюють ангідрид SO<sub>3</sub>, який з парами води, в свою чергу, утворює сірчисту кислоту, що викликає захворювання дихальних шляхів, що завдає шкоди рослинам. Оксиди сірки є продуктом окислення сірки, що знаходиться в дизельному паливі, тому викид SO<sub>x</sub> пропорційний вмісту сірки в паливі і не може бути компенсований за рахунок поліпшення процесу згоряння.

Сажа.

Сажа складається з частинок твердого вуглецю, що включає в себе водень. Наявність сажі в відпрацьованих газах призводить до забруднення повітря і погіршення видимості. Частинки сажі здійснюють шкідливий вплив на дихальні органи людини.

Механізм утворення сажі складний і пов'язаний з великим числом хімічних реакцій. Відповідно до сучасних уявлень [5] частинки вуглецю утворюються в процесі піролізу молекул в паровій фазі, що відбувається у високотемпературній зоні паливної струї при нестачі кисню. Утворення сажі максимально при температурі горіння близько 1500 оС і зменшується як при зниженні, так і при збільшенні температури.

Утворені на стадії дифузійного горіння частинки сажі на такті розширення і у випускному колекторі при наявності вільного кисню частково вигорають. Вміст сажі в відпрацьованих газах залежить від способу та умов сумішоутворення, режимів роботи двигуна, від типу палива. Як правило, зі збільшенням навантаження виділення сажі зростає. Присутність сажі у відпрацьованих газах обумовлює їх оптичну непрозорість (димність), але найбільшу небезпеку для навколишнього середовища представляє те, що на сажових частинках адсорбуються мутагенні і канцерогенні незгорілі вуглеводні палива і масла [6, 7]. У зв'язку з цим, сучасні методи контролю шкідливих викидів з відпрацьованих газів дизелів поряд з оцінкою димності передбачають визначення та нормування твердих частинок, які поряд з сажовими частками, включають висококиплячі вуглеводні та інші частинки, що викидаються з відпрацьованими газами.

Перераховані токсичні хімічні речовини, що містяться в відпрацьованих газах дизеля, надають шкідливий вплив на людину і навколишнє середовище при безпосередній взаємодії з ними. Однак необхідно обов'язково враховувати і непрямий шлях негативної дії шкідливих викидів, що є можливою причиною глобальних екологічних катастроф, таких як утворення фотохімічного «смогу» і «парникового ефекту».

Фотохімічний «смог» з'являється в результаті вторинного забруднення повітря при розкладанні забруднюючих речовин, у тому числі оксиду вуглецю і оксидів азоту, що викидаються в атмосферу з відпрацьованими газами ДВЗ.

Особливість «парникового ефекту» полягає в тому, що в його утворенні основну роль (поряд з кисневмісних вуглеводнів, метаном і твердими частинками) грає діоксид вуглецю – продукт повного згорання вуглеводневих палив, речовина, яка не є токсичним для організму людини.

Вважається, що парниковий ефект виникає при проникненні сонячної енергії до земної поверхні і віддзеркалення від неї в атмосферу у вигляді інфрачервоного випромінювання. Частина цього випромінювання поглинається парниковими газами, утруднюючи зворотне проникнення його в космос, і тим самим, впливаючи на підвищення температури поверхні Землі. Зі збільшенням викиду CO<sub>2</sub>, пов'язаного з виробленням енергії, можлива зміна клімату та географії планети. Підігрів поверхні може також вплинути на рослинний і тваринний світ, викликати танення полярних льодів і підйом рівня світового океану.

В даний час в усьому світі встановлено більше 500 мільйонів двигунів внутрішнього згорання на автомобільному транспорті і допоміжних агрегатах, які споживають близько 1200 мільйонів тонн палива. В цьому випадку внесок двигунів внутрішнього згорання автомобільного транспорту в викиди діоксиду вуглецю, пов'язаного зі спалюванням нафтопродуктів, може становити 25–30 %.

**Висновки.** Для зниження викиду в атмосферу діоксиду вуглецю необхідне:

- застосування двигунів внутрішнього згорання, які забезпечують в експлуатації максимально можливий коефіцієнт корисної дії;
- раціональне використання автомобільного транспорту;
- застосування альтернативних палив, що скорочують викид CO<sub>2</sub>.

### Література

1. Задніпровський В.В. Стан, проблеми та перспективи екології Харківщини / В.В. Задніпровський, В.В. Максименко // Труды VIII Междунар. науч. – техн. конф. [«Экология и здоровье человека. Охрана воздушного, водного бассейнов, утилизация отходов»]. – Щелкино, АР Крым, 2000. – Т. 2. – С. 10 – 14.
2. Гладков О.А., Лерман Е.Ю. Создание малотоксичных дизелей речных судов / О.А. Гладков, Е.Ю. Лерман. – Л. : «Судостроение», 1990. – 112 с.
3. Звонов В.О. Стан та проблеми екології автомобільного транспорту України / В.О. Звонов, А.М. Редзюк // Автошляховик України. – 1995. – № 4. – С. 17– 19.
4. Элементы системы автоматизированного проектирования ДВС: Алгоритмы прикладных программ : [учеб. пособие для студентов вузов по специальности "Двигатели внутреннего сгорания" / под общей ред. Р.М. Петриченко]. – Л. : Машиностроение, 1990. – 328 с.
5. Малов Р.В. Рабочие процессы и экологические качества ДВС / Р.В. Малов // Автомобильная промышленность. – 1992. – № 9. – С. 10– 15.
6. Каніло П.М. Автомобіль та навколишнє середовище / Каніло П.М., Бей І.С., Ровенський О.І. – Х. : Прапор, 2000. – 304 с.

Надійшла 25.1.2013 р.  
Рецензент: д.т.н. Лисий М.І.