

УДК 621.43.06: 502.3

## ТОКСИЧНІСТЬ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ ТА ЇХ АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

**Г.О. Аржаєв**, голова циклової комісії спецдисциплін «Машинобудування та матеріалобробка», викладач вищої категорії, викладач-методист  
Миколаївський будівельний коледж Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Миколаїв, Україна

**М.М. Балака**, асистент кафедри будівельних машин  
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: [balaka\\_maxim@ukr.net](mailto:balaka_maxim@ukr.net)

**В.В. Слободчиков**, завідувач денним відділенням «Механізація та інформаційні технології», викладач спецдисциплін  
Миколаївський будівельний коледж Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Миколаїв, Україна

**Анотація.** В роботі наведено склад відпрацьованих газів автомобільних двигунів, а також токсичність і концентрація їх складових компонентів. Описано шкідливий вплив компонентів відпрацьованих газів на організм людини і навколишнє середовище.

*Ключові слова:* шкідливі речовини, двигун внутрішнього згорання, відпрацьовані гази, токсичність, концентрація, організм людини, навколишнє природне середовище.

## TOXICITY OF EXHAUST GASES OF AUTOMOBILE ENGINES AND THEIR MAN IMPACT ON THE NATURAL ENVIRONMENT

**G. Arzhaev**, Presiding Commissioner of Mechanical Engineering and Materials Processing Special Disciplines, Lecturer of Highest Category, Lecturer-methodologist  
Mykolaiv Building College of Kyiv National University of Construction and Architecture, Mykolaiv, Ukraine

**M. Balaka**, Assistant of Building Machinery Department  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: [balaka\\_maxim@ukr.net](mailto:balaka_maxim@ukr.net)

**V. Slobodchikov**, Chief of Mechanization and Information Technology Day Department, Lecturer of Special Disciplines  
Mykolaiv Building College of Kyiv National University of Construction and Architecture, Mykolaiv, Ukraine

**Abstract.** The paper presented the composition of the exhaust gases of automobile engines, as well as toxicity and concentration of complex components. Described the harmful effects of the component exhaust gases on the human organism and the environment.

*Keywords: harmful substances, internal combustion engine, exhaust gases, toxicity, concentration, human organism, natural environment.*

**Вступ.** Внаслідок виробничої діяльності різноманітних наземних транспортно-технологічних засобів (автомобілів різного призначення, будівельно-дорожніх, гірничорудних, лісотехнічних, сільськогосподарських машин та спецтехніки), які обладнано автомобільними двигунами, насамперед, двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ), здійснюється активне забруднення навколишнього природного середовища токсичними речовинами, що викидаються з відпрацьованими газами і паливними випаровуваннями. При цьому викиди шкідливих речовин негативно впливають на організм людини, а також порушують динамічну рівновагу біосфери нашої планети.

**Мета роботи.** Проаналізувати склад відпрацьованих газів автомобільних двигунів, а також токсичність складових компонентів і гранично допустимі концентрації відпрацьованих газів. Описати вплив компонентів відпрацьованих газів на організм людини і навколишнє середовище в цілому.

**Матеріал та результати досліджень.** На прикладі легкового автомобіля з бензиновим карбюраторним ДВЗ (рис. 1) показано, що до шкідливих речовин відносяться відпрацьовані гази (ВГ) та картерні гази (КГ), пари палива з баку і карбюратора. Основна частка викидів шкідливих речовин ДВЗ потрапляє в атмосферу з ВГ (55% об.), а з КГ і парами палив – 45% об. [1, 2].

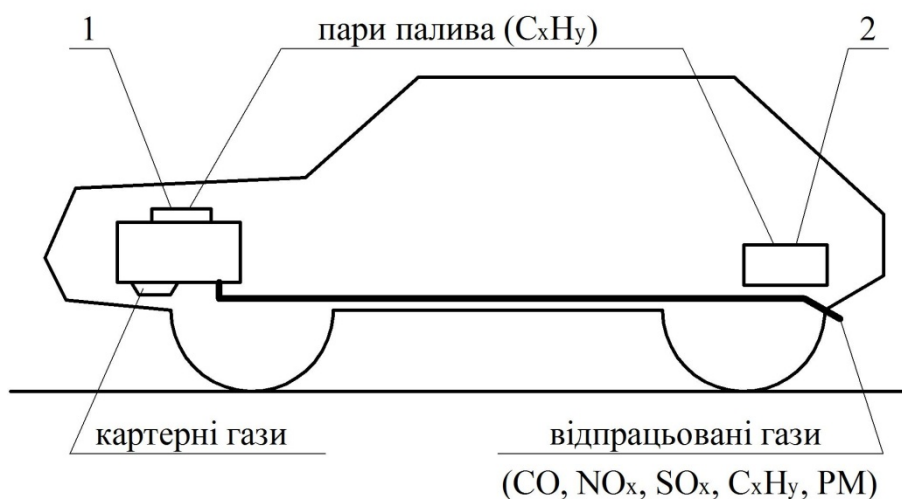


Рисунок 1 – Джерела утворення шкідливих викидів під час роботи легкового автомобіля з бензиновим карбюраторним ДВЗ:

1 – карбюратор; 2 – паливний бак

До продуктів повного згоряння паливноповітряної суміші (ППС) відносяться карбон (IV) оксид – вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>) та вода (H<sub>2</sub>O).

Продуктами неповного згоряння ППС є вуглеводні, що не згоріли (парафіни, олефіни, ароматичні вуглеводні – C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>); вуглеводні, що згоріли не повні-

стю (альдегіди –  $C_xH_y \cdot CHO$ , карбонові кислоти –  $C_xH_y \cdot COOH$ , карбон (II) оксид – CO); продукти термічного розпаду та їх похідні (поліциклічні вуглеводні, карбон – С у вигляді сажі, ацетилен –  $C_2H_2$ , етилен –  $C_2H_4$ , водень –  $H_2$  тощо).

До побічних продуктів згоряння ППС можна віднести: нітроген оксиди –  $NO_x$  від атмосферного азоту; плюмбум оксиди –  $PbO_x$  і галогеніди плюмбуму –  $PbHal_x$  від паливних присадок при застосуванні етилованих бензинів; сульфур оксиди –  $SO_x$  від забруднень палива.

Під впливом сонячного світла на ВГ утворюються наступні окисники: органічні пероксиди, озон і пероксіяцетил-нітрати.

До основних компонентів ВГ відносяться азот, карбон (IV) оксид ( $CO_2$ ) та водяні пари – всі вони нетоксичні, однак викиди  $CO_2$  впливають на явище парникового ефекту, зменшуючи шари атмосфери.

Влив ВГ на організм людини призводить до респіраторних захворювань, бронхіту та легеневої недостатності. Відпрацьовані гази ДВЗ містять надзвичайно токсичні речовини, що руйнують легені та порушують координацію, серед яких найбільш токсичними і подразнюючими компонентами слід вважати нітроген оксиди –  $NO_x$  (50...250 частин/млн.), карбон (II) оксид – CO (5...1500 частин/млн.), вуглеводні (20...400 частин/млн.), сульфур (IV) оксид –  $SO_2$  (10...150 частин/млн.) та тверді частки ( $0,25...0,1 \text{ г/м}^3$ ) [3].

Нітроген (II) оксид – безбарвний газ без смаку і запаху. В повітрі він поступово окислюється до нітроген (IV) оксид ( $NO_2$ ) – отруйного газу червоно-бурого кольору. Виявлені у ВГ концентрації NO призводять до подразнення слизової оболонки очей, горла, носа; NO і  $NO_2$  зазвичай об'єднуються під загальною назвою нітроген оксиди ( $NO_x$ ).

Карбон (II) оксид – безбарвний газ без смаку і запаху. Присутність його у повітрі в об'ємній концентрації 0,3% об. може призвести до смерті людини за 30 годин [1]. Особливо велика концентрація CO у ВГ під час роботи ДВЗ на холостому ході, при цьому необхідно виключити роботу ДВЗ у закритому приміщенні. Оксид вуглеводню вступає в реакцію з гемоглобіном крові, наступає кисневе голодування, що уражує кору головного мозку і викликає розлад нервової діяльності.

Вуглеводні виявлені у ВГ в різних формах. Під впливом сонячного світла та при взаємодії з нітроген оксидами вони в результаті хімічних реакцій утворюють окисники, які можуть бути джерелами подразнення слизової оболонки очей, горла, носа, а деякі вуглеводні (табл. 1–3 [4]) є канцерогенними речовинами. Більшу небезпеку несуть ароматичні вуглеводні, які в умовах острого впливу на теплокровні істоти уражують центральну нервову систему, викликаючи сонливість, в'ялість, судороги. В умовах хронічної інтоксикації проявляють політропний вплив, уражуючи ряд органів і систем [3].

Таблица 1 – Вміст у ВГ метаналу, етаналу і 2-пропеналу, мг/км

Умови руху	Бензин	СПГ*	КПГ*	Дизельне паливо
Міський цикл	3,9	2,4	1,2	30,0
Непрогрітий двигун	4,4	3,6	0,9	33,0
Прогрітий двигун	2,3	0,4	0,1	22,0
Траса	3,9	2,4	0,4	32,0
Пробка	5,4	6,3	3,2	96,0

\*СПГ – скраплений природний газ; КПГ – компримований природний газ.

Таблица 2 – Вміст у ВГ поліциклічних ароматичних вуглеводнів, мг/км

Транспорт	Бензин	СПГ	КПГ	Дизельне паливо
Легковий	9,0	5,5	4,0	62,0
Легкий вантажний	19,0	6,5	4,5	68,0

Таблица 3 – Вміст у ВГ бензену, толуену і ксиленів, мг/км

Транспорт	Бензин	СПГ	КПГ	Дизельне паливо
Легковий	42,0	3,0	2,0	4,0
Легкий вантажний	53,0	4,0	3,0	4,0

Поліциклічні ароматичні вуглеводні, що містяться у відпрацьованих газах, а також бензен, толуен і ксилени при довготривалому впливі на організм людини призводять до онкологічних захворювань [1].

Тверді частки – всі речовини, які за звичайних умов знаходяться у ВГ в твердому (попіл, сажа) або рідкому стані. Частки мають дуже складний склад і можуть містити до 43% сажі, до 10% розчинних фракцій палива, до 5% нерозчинних фракцій моторної оливи і до 13% сульфатів та парів води [1, 3]. Найбільшу небезпеку несуть дрібні частки діаметром менше 50 нм, відомі як наночастки, що здатні проникати глибоко в легені людини і сприяти появі ракових захворювань в більшій степені, ніж великі утворення.

Сульфур (IV) оксид – безбарвний негорючий газ з різким запахом. SO<sub>2</sub> викликає захворювання дихальних шляхів, легенево-серцеву недостатність, розлад серцево-судинної системи, порушує діяльність нирок; проявляє виразну токсичну дію на рослини та ґрунт, знижуючи його родючість внаслідок окислення, однак, у ВГ концентрація SO<sub>2</sub> зазвичай невелика. Зниження викидів двоокису сірки досягається зменшенням її вмісту в паливі.

Концентрація викидів шкідливих речовин у ВГ значно залежить від режиму роботи транспортно-технологічного засобу [2], табл. 4.

Таблиця 4 – Концентрація викидів шкідливих речовин з ВГ в залежності від режиму роботи машини

Компонент ВГ, % об.	Режим роботи			
	холостий хід	постійна швидкість	прискорення (0...40) км/год	гальмування (40...0) км/год
CO	0,5...8,5	0,3...3,5	2,5...5,0	1,8...4,5
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,003...0,12	0,02...0,6	0,12...0,17	0,23...0,44
NO	0,005...0,1	0,10...0,20	0,12...0,19	0,003...0,005

**Висновки.** Відпрацьовані гази різноманітних автомобільних двигунів, насамперед, двигунів внутрішнього згорання наземних транспортно-технологічних засобів, в силу значної кількості та високої токсичності надзвичайно небезпечно впливають на організм людини і навколишнє природне середовище. Проведений аналіз токсичності відпрацьованих газів показав, що до найбільш токсичних та подразнюючих компонентів відносяться нітроген оксиди – NO<sub>x</sub>, карбон (II) оксид – CO, вуглеводні, сульфур (IV) оксид – SO<sub>2</sub> та тверді частки у вигляді попелу або сажі. Тому на сьогодні однією з важливих проблем є розробка конструктивних заходів, які забезпечили б максимально можливу екологічну безпеку, а саме створення методів зменшення викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами автомобільних двигунів та засобів зниження їх токсичності, діагностування агрегатів і систем транспортного засобу, від яких залежить склад відпрацьованих газів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Хіммотологія наземних транспортно-технологічних засобів / В. М. Коваленко, Л. Є. Пелевін, Г. О. Аржаєв, В. В. Слободчиков. – К. : Аграр Медіа Груп, 2012. – Ч. I : Палива моторні. – 300 с.
2. Полянський С. К. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин / С. К. Полянський, В. М. Коваленко. – К. : Либідь, 2005. – 504 с.
3. Канило П. М. Автомобиль и окружающая среда / П. М. Канило, И. С. Бей, А. И. Ровень. – Харьков : Прапор, 2000. – 304 с.
4. Емельянов В. Е. Альтернативные экологически чистые виды топлива для автомобилей. Свойства, разновидности, применение / В. Е. Емельянов, И. Ф. Крылов. – М. : Изд-во Астрель, АСТ, 2004. – 128 с.