

**Шелудченко Леся**

к. т. н., доцент

**Кобринська Людмила**

асистент

Подільський державний аграрно-технічний університет

м. Кам'янець-Подільський

**Вознюк Світлана**

головний спеціаліст

Кам'янець-Подільська районна рада

м. Кам'янець-Подільський

## ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕРІАЛЬНОГО БАЛАНСУ СИСТЕМИ “ПАЛИВО – ВИКИДИ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ”

Перетворення хімічної енергії транспортних палив в роботу [1, 2] призводить до утворення токсичних газових викидів. Тому, оцінка матеріального балансу “паливо – викиди автотранспортних засобів” є надзвичайно важливою з точки зору визначення рівнів екологічної безпеки автотранспортних комплексів, розробки заходів захисту придорожніх територій та екологічної раціоналізації природно-техногенних геоекосистем сільськогосподарського використання.

“Умовну молекулу” рідкого палива можна представити в загальному вигляді як  $C_xH_yO_z$ . В цьому випадку матеріальний баланс палива формується через масовий вміст його окремих елементів і може бути визначений як [3, 4]:

$$w_C + w_H + w_O = 1 \quad (1)$$

Маса кисню, яка споживається з атмосферного повітря для повного згоряння палива (кг/ кг палива) становитиме:

$$m_{O_2} = 0,23 \cdot \alpha \cdot l_0 \quad (2)$$

де  $l_0$  – стехіометричне число;

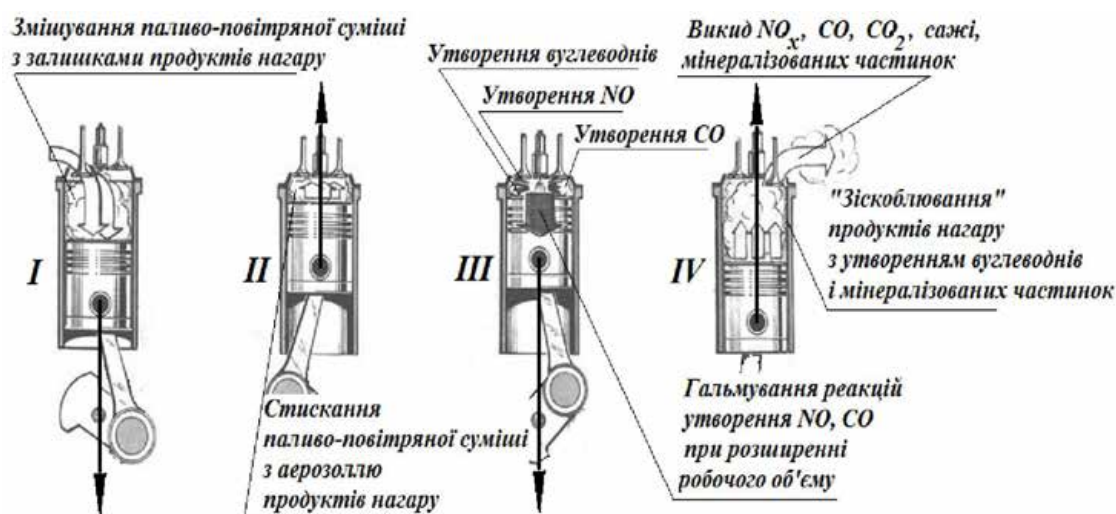
$\alpha$  – коефіцієнт надлишку повітря в паливо-повітряній суміші.

На рис. 1 наведено принципову схему утворення токсичних та шкідливих викидів автотранспортним засобом, який обладнано чотиритактним двигуном внутрішнього згоряння.

Якщо  $\alpha=1$ , то паливо-повітряна суміш має стехіометричний (теоретичний) склад, якщо  $\alpha>1$  – суміш є збідненою, а якщо  $\alpha<1$ , то суміш збагачена паливом. Для дизельних двигунів номінальний режим роботи характеризується показником  $\alpha=1,4\dots2,2$  [3].

У випадку, коли кількість кисню буде меншою за стехіометричну, окислення буде неповним: частина вуглецю окислиться лише до  $CO$ , а частина водню взагалі не згорить. В продуктах згоряння палива в цьому випадку

виявляються незгорівший водень ( $N_{H_2}$ ) та оксид вуглецю ( $N_{CO}$ ).



**Рис. 1.** Принципова схема утворення токсичних та шкідливих викидів автотранспортним засобом, який обладнано чотиритактним двигуном внутрішнього згорання: I, II, III, IV – порядок робочих тактів двигуна

Результати інвентаризації газових викидів автотранспортними потоками в залежності від їх інтенсивності та категорії автомобільної, визначені на підставі виразу, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

**Обсяги газових викидів автотранспортними потоками, кг/год.×км**

Інтенсивність автотранспортного потоку, авт./добу	Забруднюючий інгредієнт	Частка вантажних автомобілів і автобусів у автотранспортному потоці		
		$S < 5\%$	$5\% < S < 25\%$	$S \geq 25\%$
> 10000	CO	9,25	15,13	17,59
	CO <sub>2</sub>	145,89	238,72	278,51
	N <sub>x</sub> O <sub>y</sub>	0,97	1,59	1,86
	Вуглеводні	1,52	2,48	2,90
3000 – 10000	CO	6,45	10,55	12,31
	CO <sub>2</sub>	102,12	167,11	194,96
	N <sub>x</sub> O <sub>y</sub>	0,68	1,11	1,30
	Вуглеводні	1,06	1,74	2,03
1000 – 3000	CO	1,84	3,01	3,65
	CO <sub>2</sub>	29,18	47,75	55,71
	N <sub>x</sub> O <sub>y</sub>	0,20	0,32	0,37
	Вуглеводні	0,31	0,50	0,59
150 – 1000	CO	0,55	1,02	1,08
	CO <sub>2</sub>	8,75	14,32	16,71
	N <sub>x</sub> O <sub>y</sub>	0,06	0,09	0,11
	Вуглеводні	0,09	0,15	0,17
< 150	CO	0,09	0,15	0,18
	CO <sub>2</sub>	1,46	2,39	2,78
	N <sub>x</sub> O <sub>y</sub>	0,01	0,02	0,02
	Вуглеводні	0,02	0,02	0,03

Із зменшенням кількості кисню в продуктах згоряння збільшується вміст  $CO$  та  $H_2$ , а вміст  $H_2O$  та  $CO_2$  – зменшується. За умови  $w_1=w=1$  в продуктах згоряння буде міститись лише  $CO$  та незгорівший водень  $H_2$  [5].

Шкідливі і токсичні гази у викидах двигунів внутрішнього згоряння можна поділити на такі групи:

- вуглецевмісні речовини – продукти повного та неповного згоряння палив ( $CO_2$ ,  $CO$ , вуглеводні, в тому числі ароматичні та поліциклічні);
- оксиди азоту ( $N_xO_y$ ), які, як правило, приведені до  $NO$ ;
- речовини, утворення яких пов'язане з наявністю домішок у паливі (сполуки сірки, важких металів та їх оксидів).

Результати аналітичного оцінювання обсягів газових викидів автотранспортними засобами, які рухаються в складі потоків дозволяють встановити, що їх обсяги визначаються в першу чергу інтенсивністю і часткою вантажних автомобілів у транспортному потоці, режимом руху транспортних засобів та обсягами витрат палива. При цьому, обсяги викидів токсичних і шкідливих речовин для автомобільних доріг категорій I-а і I-б по окремих інгредієнтах можуть досягати:  $CO$  – 17,59 кг/год.×км,  $CO_2$  – 278,51 кг/год.×км,  $N_xO_y$  – 1,86 кг/год.×км, вуглеводням – 2,90 кг/год.×км.

### Список використаних джерел

1. Бабков В. Ф., Андреев О. В. Проектирование автомобильных дорог. Ч. 1. : Учеб. для вузов. М. : Транспорт, 1979. 367 с.
2. Бабков В. Ф., Андреев О. В. Проектирование автомобильных дорог. Ч. 2. : Учеб. для вузов. М.: Транспорт, 1987. 415 с.
3. Луканин В. Н., Трофименко Ю. В. Промышленно-транспортная экология : учеб. для вузов. Под ред. В.Н.Луканина. М. : Высш. шк., 2001. 273 с.
4. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів. Затверджено: Наказ Держкомстату України. – 13.11.2008 №452. URL : <http://ukrstat.org/>.
5. Ямборак Р. С., Шелудченко Б. А., Шелудченко І. А. Інженерна екологія. Ч.4. Хімічна екологія : навч. посібник. За ред. Б.А. Шелудченка. Кам'янець-Подільський : В-во ФОП Сисин О.В., 2011. 164 с.

