

УДК 65.011.54:621.311.23

Зубченко О.М.**Покусаєва А.О.****Фоменко П.О.***(Національний авіаційний університет,)***Коваль О.Д.***(Національний технічний університет України НТУУ «КПІ»)*

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

In a given article the method of purification of internal combustion engine's exhausted gases is represented, that is based on the passing of gas stream through the strong electric field, and as a result the particles of combustion products receive an electric charge and acceleration which results in their moving along the force line of the field with succeeding precipitation on electrodes.

В данном статье представлен способ очищения отработанных газов двигателя внутреннего сгорания, основанный на пропуске газового потока через сильное электрическое поле, вследствие чего частички продуктов сгорания получают электрический заряд и ускорение, которые приводит к перемещению их вдоль силовой линии поля с дальнейшим осаждением на электродах

Вступ

Внаслідок широкого застосування двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) автомобільний транспорт поступово займає перше місце по викидах шкідливих речовин в атмосферу. Проблема зниження токсичності відпрацьованих газів (ВГ) набуває все більшої актуальності в зв'язку з погіршенням стану навколишнього середовища. Утворення шкідливих речовин у ВГ автомобільних двигунів є складний фізико-хімічний процес. Причини, які обумовлюють цю складність, приховані в спеціальних умовах утворення токсичних речовин та закономірності їх виникнення, а також в умовах утворення оксидів. Це перш за все відноситься до вуглеводнів, які не згоряють та оксидів вуглецю. З кожним роком до транспортних засобів з ДВЗ висуваються все більш жорсткі норми, які вимагають створення відповідно екологічно чистого двигуна, що поступово досягається за допомогою підвищення ефективності і повноти згорання палива.

Основна частина

Розрізняють такі способи зменшення токсичності, як каталітичне допалювання, адсорбція в рідинних середовищах, адсорбція на поверхнево-активних речовинах, фільтрація твердих частинок, а також вприскування у випускную систему спеціальних емульсій, які реагують з певними хімічними речовинами ВГ і знижують їх токсичність. Також токсичність ВГ можна знизити, при застосуванні альтернативних добавок до газоподібних палив: природного газу і водню, метанолу, аміаку та інших рідинних синтетичних палив.

Розроблення, дослідження та втілення ефективних способів зниження токсичності ВГ, які дозволитимуть знижувати питомі витрати вуглеводневих палив, а також не погіршувати енергетичні та економічні характеристики ДВЗ - одна з найважливіших задач науковців технічної та екологічної галузей на сучасному етапі.

Реалізація поставленої задачі можлива тільки в нерівномірному електричному полі, тобто коли градієнт напруженості не рівний нулю. Згідно рекомендацій [1] оптимальним є такий розподіл напруженості поля, коли вона буде у одного з електродів (центрального) значно більшою, чим у іншого (зовнішнього).

Оскільки визначаючими параметрами якості очищення ВГ є час перебування та кількість шкідливих речовин в електросепараторі, то для того, щоб пристрій мав

працездатний стан необхідно забезпечити певні динамічні параметри протікання процесу. Через це крім характеристик напруженості електричного поля та його напрямку потрібно розрахувати геометричні розміри електросепаратора, які будуть залежати від кількості (об'єму) ВГ чи загальної витрати палива. При розрахунках важливим є також хімічний склад компонентів, який в ДВЗ постійно змінюється завдяки руху транспортного засобу.

Тому необхідно розрахувати пристрій електричного очищення такої конфігурації і розмірів, які б забезпечували оптимальний розподіл напруженості поля в міжелектродному просторі. В якості аналога була запропонована авторами конструкція електросепаратора рідких пально-мастильних матеріалів [2], можливі конфігурації поперечного перетину якого приведені на рис. 1.

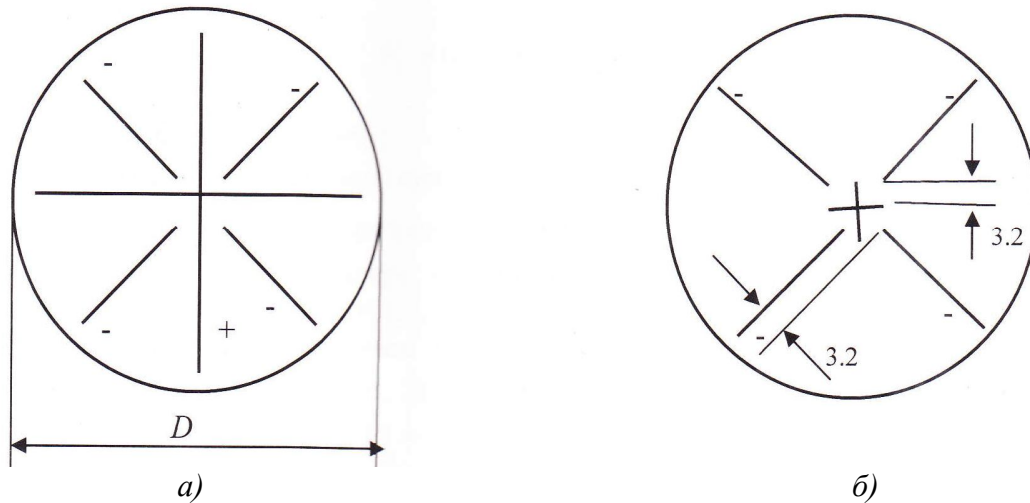


Рис. 1. - Схематичне зображення перетину електросепаратора

На рисунку показані конструкції з чотирма парами електродів. У процесі математичних розрахунків розглядалися ще конструкції з шістьма та вісьмома парами електродів. Методика дослідження була аналогічна прийнятою авторами в роботі [3], тобто складалося і вирішувалося диференціальне рівняння руху частинки забруднення вигляду.

$$m\ddot{x} = F_k + F_n - F_c, \quad (1)$$

де m - маса частинки;

F_k - кулонівська сила;

F_n - пондеромогорна сила;

F_c - сила Стоксієвського опору.

Як відомо,

$$F_k = qE_{oc}, \quad (2)$$

де q - заряд частинки;

E_{oc} - напруженість електричного поля в зоні осадження.

За даними [1] для звичайних умов роботи електрофільтру можна користуватися спрощеним виразом для визначення величини заряду малих частинок:

$$q = 2 \times 10^8 r e, \quad (3)$$

де r - радіус частинки;

$e = 1.6 \times 10^{-19} K$ - заряд електрона;

K - рухливість іонів, за нормальних умов для окислу вуглецю величина

$$K \times 10^4 = 1.11 - 1.15 \frac{M^2}{V \times c}. \quad (4)$$

Отже, $e = (1,77-1,84) \times 10^{-23}$, $q = (3,34 - 3,68) \times 10^{-15} r$, $F_k = (3,54 - 3,68) \times 10^{-15} r E_{oc}$.



Вираз для F_n має вигляд

$$F_n = 2\pi\varepsilon \frac{d^3}{8} \times \frac{\varepsilon_r - \varepsilon}{\varepsilon_r + 2\varepsilon} \text{grad}E_{oc}, \quad (5)$$

де ε - діелектрична проникність повітря; ε_r - діелектрична проникність частинки; d - діаметр частинки;

$$F_C = 6\pi u V_g, \quad (6)$$

де u - динамічний коефіцієнт в'язкості; V_g - т.з. швидкість дрейфу частинки (швидкість відносного руху).

Закон зміни E_{oc} та $\text{grad}E_{oc}$, розраховувалися по картинах електричного поля, побудованою на електропровідному папері за допомогою інтегратора ЕГДА-9/60 [4] по методиці, аналогічній, наведеній в роботі [2].

Розрахунки рівняння (1) проводились для значення $D = 40, 60, 90$ мм, внаслідок чого було отримано час осадження частинки. Знаючи швидкість V_z руху газу через пристрій (розглядалися 2 режими: ($V_z = 7$ см/с та $V_z = 17$ см/с), можна визначити потрібну довжину L пристрою за формулою

$$L = V_z t \quad (7)$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 1 та 2.

Таблиця 1

Розрахункові дані основних параметрів електросепаратора двох типів перетину при однаковій кількості пар електродів

Тип перетину	D (мм)	V_z (см/с)	L, (см)	Z
А	40	7	1610	4
		17	3800	
	60	7	1834	
		17	4454	
	90	7	2100	
		17	5100	
В	40	7	2290	
		17	5560	
	60	7	2400	
		17	5838	
	90	7	2610	
		17	6340	

Таблиця 2

Залежність зміни довжини (L) в залежності від кількості пар електродів (Z)

Z	Тип перетину	L
4	А	1610-5100
	В	2290-6340
6	А	1200-3400
	В	1600-4200
8	А	1050-3100
	В	1450-3650

Таким чином, із розглянутих, найбільш прийнятним є перетин типу А з вісьмома парами електродів (рис.2), який може бути рекомендований для використання на практиці.

Також слід зазначити, що показником ефективності очищення є коефіцієнт очищення η , який визначається за формулою, що приводиться методикою розрахунку [1].

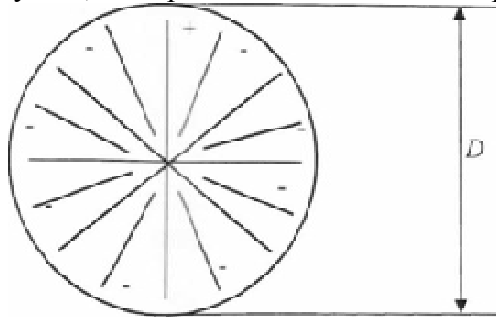


Рис. 2. - Схематичне зображення оптимальної кількості пар електродів

Таким чином, із розглянутих, найбільш прийнятним є перетин типу А з вісьмома парами електродів (рис.2), який може бути рекомендований для використання на практиці.

Також слід зазначити, що показником ефективності очищення є коефіцієнт очищення η , який визначається за формулою, що приводиться методикою розрахунку [1].

$$\eta = 1 - e^{-\frac{2V_g l}{V_r R}}, \quad (8)$$

де $e = \exp$, $R = \frac{D}{2}$.

Швидкість дрейфу V_g може бути знайдена як перша похідна в результаті рішення (1) для перетину, наведеного на рис. 2, якщо

$$\begin{aligned} V_z &= 7 \text{ см/с}, \eta \approx 0,1; \\ V_z &= 17 \text{ см/с}, \eta \approx 0,17. \end{aligned}$$

Жорсткі вимоги щодо токсичності ВГ ДВЗ, які обмежують викиди оксидів вуглецю, вуглеводнів і оксидів азоту, вимагають удосконалення існуючих та розробки нових пристроїв, які зменшують токсичність ВГ. При розробці таких пристроїв головним чином приділялась увага нейтралізації ВГ, в яких мати місце окислювальні та відновні реакції. Необхідно зазначити що ці реакції проходили тільки за наявності каталізаторів, які в основному являються благородними металами, через це використання такого процесу потребувало значних капіталовкладень, що призводило до підвищення собівартості транспортного засобу.

Висновок

У даній роботі представлені результати очищення відпрацьованих газів за допомогою електричного поля. Аналізуючи хімічний склад компонентів відпрацьованих газів та режими його руху у випускному колекторі, розроблена конструкція електросепаратору. На основі математичних розрахунків запропоновано принципову оптимальну модель очисника відпрацьованих газів, яка включає чотири пари електродів. Враховуючи кількість та час перебування відпрацьованих газів у випускному колекторі, запропоновано оптимальну довжину електросепаратору.

Література

1. Старк СБ. Пылеулавливание и очистка газов в металлургии. - М.: Металлургия, 1993. - 328 с.
2. Зубченко А.Н., Манзий В.С., Нікітін А.Г., Шевчук В.С. О выборе конструкций рабочей части электросепаратора авиационных ГСП // Вопросы авиационной химмотологии: Сб.научн.тр. - Киев.: КНИГА, 1989.-С. 51-54.
3. Зубченко А.Н., Манзий В.С., Нікітін А.Г., Шевчук В.С. Расчет траектории движения частицы загрязнения в электросепараторе рабочей жидкости гидросистем летательных аппаратов // Оценка технического состояния и диагностирование планера и систем воздушных судов ГА: Сб.научн. тр. -Киев.: КНИГА, 1994. - С. 98-101.
4. А.Фільчаков П.Ф., Панчишин В.И. Интеграторы ЭГДА. Моделирование потенциальных полей на электропроводной бумаге. - Киев, 2001. - 172 с.