

ШУМ ВИПУСКУ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ АВТОМОБІЛЯ

У сучасному автомобілі відсутні агрегати чи вузли, що працюють настільки шумно, заглушивши яких, істотно знизиться рівень зовнішнього шуму. Тому для зменшення зовнішнього шуму до рівня допустимих граничних значень доводиться знижувати рівень шуму багатьох джерел. Одним з них є шум, що виникає під час випуску відпрацьованих газів, що носить аеродинамічний характер. Під час випуску відпрацьованих газів спостерігаються істотні коливання тиску та температури по довжині випускного тракту. Все це зумовлює зміни швидкості звуку від зміни швидкості руху потоку газів.

Враховуючи, що шум випуску є найсильнішим джерелом зовнішнього шуму автомобіля, дослідження стосовно механізму його виникнення проводилися багатьма дослідниками. На думку вчених [1, 2] причиною виникнення шуму випуску є протікання відпрацьованих газів з великою внутрішньою енергією через випускний клапан.

Вторинними є шуми, що виникають під час руху відпрацьованих газів по трубопроводах і внутрішніх каналах глушників. Утворення вихорів у турбулентній течії є причиною появи вказаного шуму. Не слід нехтувати шумом, що виникає в процесі перемішування з різними швидкостями рухомих потоків газу у каналах глушників. Вихідний отвір випускної труби тут виступає випромінювачем шуму випуску в навколишнє середовище. Розрахунок середніх рівнів звукового тиску низькочастотного шуму газів (за умови, що випуск незаглушений) через найпростіший тракт прийнято визначати за виразом [3]:

$$L_{нч} = 20 \lg \frac{\rho \eta_v V_h f^2 \mu T}{\sqrt{2} \cdot r P_o T_o} \text{ дБ}, \quad (1)$$

де ρ - густина повітря, кг/м^3 ; η_v - коефіцієнт наповнення; V_h - робочий об'єм циліндрів, м^3 ; μ - коефіцієнт молекулярної зміни; f - основна частота процесу, Гц; T_o - температура навколишнього середовища, $^\circ\text{К}$; T - температура відпрацьованих газів, $^\circ\text{К}$; r - відстань від випускного отвору, м; P_o - порогове значення звукового тиску.

Якщо прийняти: $\eta_v = 0,86$, $T_o = 293$ $^\circ\text{К}$, $T = 874$ $^\circ\text{К}$, $\rho = 0,001294$ кг/м^3 , $\mu = 1,076$, $P_o = 2 \times 10^{-6}$ кг/м^2 , одержимо на відстані від випускного отвору $r = 0,25$ м для частоти $f = 186$ Гц ($n = 5600$ об/хв) для різних марок двигунів розраховані рівні низькочастотного шуму випуску (табл. 1).

Таблиця 1 – Розрахунковий рівень низькочастотного шуму випуску

Двигун	Renault D4F	MeM3-307	Renault K7J	Renault K4M
Робочий об'єм V_h , см^3	1200	1300	1400	1600
$L_{нч}$, дБ	128,5	129,1	130,1	130,8

Дані табл. 1 свідчать, що рівень низькочастотного шуму випуску є доволі високим. Із зростанням робочого об'єму двигуна на 10% спостерігається приріст рівня шуму на 1 дБ.

Середній рівень високочастотного шуму (за умови, що випуск незаглушений) на відстані r від випускного отвору, може бути визначений:

$$L_{вч} = 10 \lg D \frac{V^6 d^6}{r^2} \text{ дБ}, \quad (2)$$

де D - коефіцієнт подібності; V - середня швидкість потоку повітря, м/с; d - діаметр випускного отвору, м.

Якщо прийняти: $d = 0,04$ м, а $D = 4 \times 10^2$ [3], одержимо на відстані $r = 0,25$ м від випускного отвору розраховані рівні звуку, представлені в табл. 2

Таблиця 2 – Розрахунковий рівень високочастотного шуму випуску

Двигун	Renault D4F	MeM3-307	Renault K7J	Renault K4M
Робочий об'єм V_h , см^3	1200	1300	1400	1600
V , м/с	148,82	155,13	165,88	174,16
$L_{вч}$, дБ	114,6	115,6	117,4	118,6

Порівнюючи дані в таблицях 1 і 2, можна зробити висновок, що сумарний рівень низькочастотного шуму випуску вищий, ніж у високочастотного. Проте, якщо врахувати характеристики А шумоміра, то рівень низькочастотного шуму не визначатиме загальний рівень шуму.

У таблиці 3 зведені результати експериментальних вимірювань шуму випуску відпрацьованих газів для різних двигунів, що працювали по зовнішній швидкісній характеристиці на частоті 5600 об/хв.

Таблиця 3 – Рівень шуму випуску відпрацьованих газів

Робочий об'єм, л			1,2	1,3	1,4
Рівень шуму випуску, дБ	A		129,1	129,8	130,0
	Lin		131,6	132,6	132,8

Порівнюючи дані таблиць 1, 2 і 3, можна стверджувати, найбільший збіг експериментальних і розрахункових даних спостерігається лише для низькочастотного шуму. У зоні високих частот спостерігається розходження даних, оскільки потік газів не є єдиним джерелом високочастотного шуму. Вимірювання показують, що частка високочастотного шуму у формуванні загального рівня шуму, із незаглушеним випуском, набагато істотніша. В цьому плані позитивним є те, що застосування сучасних глушників шуму випуску забезпечує зниження його до практично будь-якого необхідного значення.

Література

1. Луканин В.Н., Гудцов В.Н., Бочаров Н.Ф. Снижение шума автомобиля. Москва: Машиностроение, 1981. 243 с.
2. Петров Л.М., Макаруч В.І., Павлішин П.М., Борисенко Т.М. Дослідження глушників вантажних автомобілів з метою виявлення небезпечних умов їх роботи. Аграрний вісник Причорномор'я. Одеса, 2015. Вип. 78. С. 25-38.
3. Куновский Э.Б. Идентификация источников шума автомобиля. Минск: Технопринт, 2005. 324 с.