

Винахід відноситься до машинобудування, зокрема двигунобудування - до глушників шуму двигунів внутрішнього згорання.

Основні джерела шуму двигуна: шумова вібрація поверхонь; шум впуску повітря; шум випуску відпрацьованих газів. Наш винахід направлений на зменшення шуму впуску повітря і випуску відпрацьованих газів.

Відомо [1], що у випускній системі, безпосередньо за клапаном, формується хвиля стиску-розрідження, яка (в залежності від типу двигуна і режиму роботи) може мати значну амплітуду. Хвиля з перепадом тиску відпрацьованих газів ще не є звуковою. Але на певній віддалі від циліндра в середовищі відпрацьованих газів утворюються звукові хвилі, які відділяються від хвиль тиску (механізм відділення ще остаточно не встановлений). Це шум випуску відпрацьованих газів.

При впуску повітря у впускному тракті двигуна створюється шум всмоктування, який в деяких випадках більший, ніж шум випуску.

З шумовою вібрацією корпусу двигуна борються з допомогою нанесення на корпус вібропоглинаючих покриттів.

Шум всмоктування в двигунах внутрішнього згорання зменшують за допомогою повітроочисника, а якщо цього недостатньо - ще й за допомогою глушників. Шум випуску зменшують в основному тільки за допомогою глушників, а іноді додатково - за допомогою газоочисних пристроїв.

З шумом відпрацьованих газів борються різними способами. Але всі вони направлені на зменшення швидкості потоку, його енергії, а головне - перепадів тиску.

Відомі, вибрані як аналоги, глушники шуму [2, 3], в яких потоки газу розширюються в кінчних корпусах, дроселюючись на шляху через пори або безліч дрібних отворів перегородок. Швидкість і тиск газу падають завдяки збільшенню перерізу, а перепади тиску зменшуються, практично вирівнюючись, завдяки розділенню потоку порами або отворами на безліч дрібних струмочків.

Недоліком відомих конструкцій є велика втрата енергії з-за великого опору дроселювання робочого середовища через створи або пористе тіло.

Відомий, вибраний як аналог, спосіб глушіння та пристрій для його здійснення [4], згідно якого глушіння шумів відбувається в наступній послідовності: раптове розширення вихлопних газів в порожнині великого об'єму (реактивний глушник), багаторатне відбиття звукових хвиль від еліптичних поверхонь, дроселювання через численні отвори, проходження по хвилеподібних каналах з багаторатним відбиттям, виведенням широким фронтом через сопло, яке розширюється до виходу. Основні шуми глушить реактивний глушник, а ті частоти, які не підпадають під його дію - решта елементів.

Недоліком згаданого способу та пристрою є пониження акустичної ефективності на частотах, які не підпадають під дію реактивного глушника.

Найближчим по технічній суті до заявленого глушника шуму двигуна внутрішнього згорання, прототипом, є пристрій для зниження шуму газового потоку [5], який містить канал, з'єднаний з ним компенсаційну камеру, виконану, наприклад, у вигляді циліндра, встановленого перпендикулярно каналу і спорядженого поршнем, жорстко зв'язаним з приводом, що керується блоком управління.

Поршень приводиться в коливання таким чином, що створювані ним хвилі розрідження-стиску зустрічаються з хвилями розрідження-стиску каналу в момент, коли різниця фаз цих хвиль стає рівною 180° , тобто коли хвилі знаходяться в протифазі. При цьому амплітуда тиску сумарної хвилі буде найменша.

Недоліком відомого пристрою для зменшення шуму газового потоку є те, що, по-перше, його недоцільно застосовувати для зменшення шуму двигуна внутрішнього згорання, а, по-друге, те, що він зменшує вже створений джерелом шуму, наприклад двигуном, шум, а не запобігає його виникненню. Тобто, головним недоліком відомого пристрою (як і всіх інших пристроїв зменшення шуму) є те, що він спочатку допускає створення хвиль розрідження-стиску, відділення від них звукових хвиль, а вже потім - заспокоює робоче середовище і зменшує коливання тиску та шум.

Метою винаходу є створення такого пристрою, який запобігав би виникненню хвиль розрідження-стиску від джерела шуму, наприклад, двигуна внутрішнього згорання.

Поставлена мета досягається тим, що відомий пристрій для зменшення шуму, виконаний у вигляді з'єднаної з каналом газового середовища компенсаційної камери, наприклад циліндричної, встановленої під певним кутом (як варіант, перпендикулярно) до каналу і спорядженої поршнем, жорстко зв'язаної з приводом, що керується блоком управління, розміщений у безпосередній близькості біля джерела шуму - циліндра двигуна внутрішнього згорання, а приводом поршня компенсаційної камери є колінчастий вал двигуна. Блоком управління приводом поршня може бути кулачок, насаджений на вал, кінематично зв'язаний з колінчастим валом двигуна і взаємодіючий з роликотом штоку поршня. При цьому форма кулачка виконана у відповідності до зміни витрати заглушуваного робочого середовища, наприклад, відпрацьованих газів або всмоктуваного повітря, таким чином, щоб сумарна витрата робочого середовища і середовища компенсатора залишалася незмінною.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де:

на Фіг.1 зображена схема глушника шуму вихлопу, такт випуску;

на Фіг.2 - схема комбінованого глушника шуму всмоктування і випуску, такт впуску;

на Фіг.3 - схема комбінованого глушника, такт випуску;

на Фіг.4 - діаграма тиску у вихлопній системі без глушника;

на Фіг.5 - діаграма тиску у вихлопній системі з глушником.

Глушник шуму містить (Фіг.1) пристосування для згладжування пульсацій тиску рухомого газового середовища в газовому каналі: циліндр 1, поршень 2 і шток 3 компенсаційної камери, яка встановлена в безпосередній, конструктивно мінімальній, близькості до циліндра 4 двигуна внутрішнього згорання, а саме: віддаль від циліндра двигуна (клапана вихідного патрубка 17) до циліндра 1 повинна бути меншою, ніж віддаль, на якій відбувається перехід хвилі стиску-розтягу відпрацьованих газів у звукову хвилю в даному виді газів (відпрацьованих газах), і при цьому знаходитися в межах: 1мм-500мм. На штоку 3 закріплена чашка 5,

між якою і дном циліндра 1 встановлена пружина 6. На валу 7, розміщеного під циліндром 1 співвісно з ним, закріплений кулачок 8. Шток 3 взаємодіє з кулачком 8 через ролик 9. На валу 7 закріплена зірочка (шків) 10, зв'язана ланцюгом (пасом, шестернею) 11 із зірочкою (шківом, шестернею) 12, закріпленою на колінчастому валу 13 двигуна. Таким чином, поршень 2 компенсаційної камери через шток 3, ролик 9, кулачок 8, вал 7, зірочку (шків, шестерню) 10, ланцюг (пасок, шестерню) 11, зірочку (шків, шестерню) 12, колінчастий вал 13, шатун 14 жорстко зв'язаний з поршнем 15 циліндра 4 двигуна внутрішнього згорання. Циліндр 4 двигуна має вхідний 16 для повітря (у дизеля) /пальної суміші (у карбюраторному двигуні) та вихідний 17 для відпрацьованих газів патрубку. Вихідний патрубок 17 через канал (газопровід) 18 зв'язаний з колектором 19.

З протилежного боку (Фіг.2) циліндра 4 двигуна може бути встановлена компенсаційна камера впуску (позначена поз.1-3, 5-16 аналогічні позначенням елементів компенсаційної камери відпрацьованих газів), з'єднана з каналом 20, по якому повітря, попередньо пройшовши через повітряний фільтр 21 з навколишнього середовища, поступає в циліндр 4 дизеля або карбюратор 22 карбюраторного двигуна. В даному випадку віддаль від клапана вхідного патрубка 16 до циліндра 1 пристосування всмоктування повинна бути меншою, ніж віддаль, на якій відбувається перехід хвилі стиску-розтягу всмоктування повітря в звукову хвилю, і при цьому знаходиться в межах: 5мм-500мм. Під час витискання повітря поршнем 2 з компенсаційної камери впуску клапан 23 забезпечує перекриття зворотнього шляху в повітряний фільтр.

Кулачки 8 приводу поршнів 2 компенсаторів виконані з робочою формою, яка забезпечує перемінну швидкість поршня з метою забезпечення незмінності витрати робочого середовища через переріз каналів - подачі повітря в циліндр двигуна дизеля /карбюратор карбюраторного двигуна та виведення відпрацьованих газів.

Глушник шуму двигуна внутрішнього згорання працює наступним чином.

При такті впуску як у дизелі, так і в карбюраторному двигуні поршень 2 компенсаційної камери впуску (Фіг.2, зліва) виштовхує з камери порцію повітря, взяту «про запас» раніше, забезпечуючи цим раптове введення в циліндр 4 дизеля /карбюратор 22 карбюраторного двигуна за короткий проміжок часу необхідної кількості повітря. Оскільки «постачальником» повітря є компенсаційна камера, то витрати через вхідний отвір всмоктування повітря не буде, а, значить, не буде і шуму.

В цей час з компенсаційної камери випуску (Фіг.2, справа) поршень 2 витискує в колектор 19 відпрацьовані гази, які він взяв «про запас» під час такту випуску. При цьому також забезпечується рівномірна витрата відпрацьованих газів через вихідний отвір, що різко зменшує шум.

При такті випуску (Фіг.1, 3) поршні 2 обох компенсаційних камер ідуть вниз. Оскільки клапан впуску в циліндр 4 двигуна закритий, то компенсаційна камера впуску набирає повітря «про запас». А в цей момент компенсаційна камера випуску вбирає необхідну частину відпрацьованих газів з циліндра 4 в себе, зменшуючи їх витрату через вихідний отвір.

Таким чином, як при всмоктуванні повітря для подачі в циліндр двигуна /карбюратор, так і при випуску відпрацьованих газів робоче середовище (повітря, відпрацьовані гази) рухається по каналах рівномірно, з однаковою швидкістю, оскільки завдяки компенсаційним камерам забезпечується їх постійна витрата.

На Фіг.4 показана діаграма тиску у вихлопній системі без запропонованого глушника шуму. Видно різкі «сплески» тиску, які викликають створення потужної звукової хвилі. На Фіг.5 показана діаграма тиску у випускній системі із запропонованим глушником. На ній видно тільки невеликі «горбики» тиску - наслідок недосконалості реальних кулачків. Але такі «горбики» тиску робочого середовища нездатні викликати звукову хвилю.

Як варіант, можливе створення по одній компенсаційній камері впуску та випуску на два циліндри двигуна, такти яких збігаються. При цьому досягається певний вииграш у габаритних параметрах глушника за рахунок деякого зменшення його акустичної ефективності.

Щоб зменшити або й взагалі унеможливити утворення щонайменшого шуму, необхідно на вхідних та вихідних трубопроводах застосовувати сопла великого перерізу [4], а на вихідному (вихлопному) трубопроводі - ще й газовий екран [6]. При цьому нагадаємо [7], що шум рухомого потоку пропорційний його швидкості у восьмій степені. Загальний вираз для потужності звуку W , випромінюваного елементарним об'ємом струменю dV , може бути зображений у вигляді:

$$dW = k \frac{\rho_c^2 v_c^8}{\rho_0 v_0^5} f(\eta) \frac{dv}{x},$$

де k - коефіцієнт, ρ_c - густина струменю; v_c - швидкість витікання; ρ_0 - густина оточуючого середовища; v_0 - швидкість розповсюдження звуку; $f(\eta)$ - функція, яка описує розподіл пульсуючих швидкостей в зоні змішування; η - безрозмірна координата; x - віддаль вздовж струменю, яка відраховується від площини зрізу сопла.

Отже, зменшивши швидкість спокійного, без істотних перепадів тиску потоку, ми зведемо до мінімуму появу найслабших звукових хвиль.

Таким чином, переваги запропонованого глушника наступні:

1. Всі існуючі системи шумоглушіння двигунів внутрішнього згорання, в першу чергу - шуму відпрацьованих газів, побудовані на наступних принципах: а) з циліндра двигуна виходять хвилі тиску; б) на певній віддалі від циліндра в середовищі утворюються звукові хвилі, які відділяються від хвиль тиску (механізм відділення ще остаточно не встановлений); в) в глушнику шуму, встановленому на певній віддалі від циліндрів (від колектора) відбувається глушіння виниклого шуму; г) за допомогою різних конструктивних прийомів (косий зріз вихлопного трубопроводу, сопло з розширенням на виході і т.п.) добиваються остаточного зменшення шуму на виході із вихлопної системи.

В запропонованому пристрої (глушнику шуму) шум придушують в зародку - йому взагалі не дають можливості утворитися, згладжуючи пульсації тиску у вихлопній системі зразу ж після виходу газу із двигуна внутрішнього згорання, а на всмоктуванні просто не дають цим пульсаціям утворитися.

Аналогічні процеси відбуваються при всмоктуванні повітря, яке тепер поступає у всмоктуючий трубопровід

не порціями, а рівномірно впродовж без малого всього циклу.

2. Всі ефективні системи шумоглушіння розраховані на певну частоту або смугу частот всмоктування і випуску. (Всечастотні звукопоглинаючі матеріали мають неприйнятні для двигуна внутрішнього згорання недоліки: а) великі габарити, адже товщина шару звукопоглинаючого матеріалу повинна бути не менше чверті довжини звукової хвилі; б) закоксовування пор звукопоглинаючого матеріалу). Двигун же на практиці працює в широкому діапазоні частот. Отже, в багатьох випадках глушники малоефективні.

В нашому ж випадку між джерелом шуму та елементами глушіння існує жорсткий механічний зв'язок: з абсолютним збігом із зміною частоти обертання колінчастого валу змінюється частота роботи об'ємних компенсаторів.

Джерела інформації

1. Луканин В.Н., Гудцов В.Н., Бочаров Н.Ф. Снижение шума автомобиля. - М.: Машиностроение, 1981. - 158с.

2. Евстратов В.Н., Панчишин В.М., Пелах П.А., Шипов Р.А. Глушитель шума газового потока. Авт. свид. СССР №1301996 от 04.11.1985г, МКИ F01N1/08, БИ №13 от 07.04.1987г.

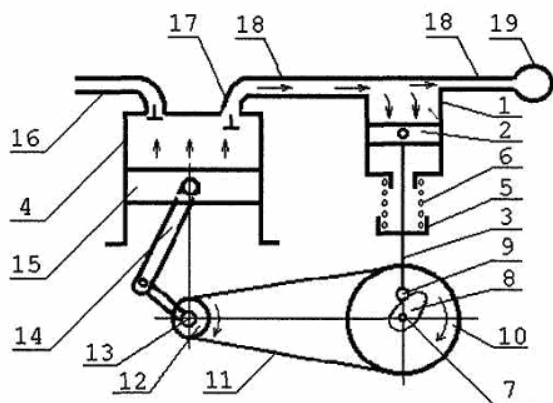
3. Смирнов С.Г., Баланцев С.К., Белов С.В., Шелег В.К., Капцевич В.М., Лазаревич В.Л. Глушитель шума. Авт. свид. СССР №1453054 от 01.04.1987г., МКИ F01N1/00, БИ №3 от 23.01.1989г.

4. Федоров В.В., Сахно В.П., Капко А.О., Федоров В.А. Спосіб глушіння шумів та пристрій для його здійснення. Деклараційний патент України №31715А, бюлетень "Промислова власність" №7-II, 15.12.2000р.

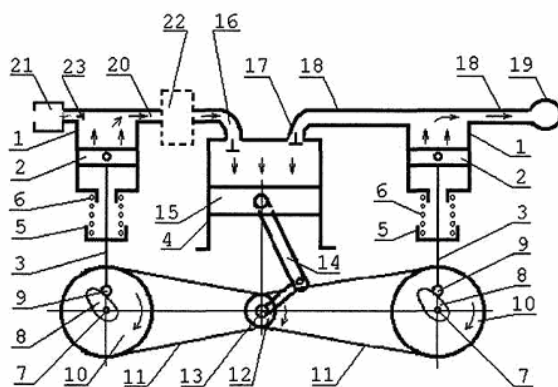
5. Коробочко А.М. Устройство для снижения шума газового потока. Авт. свид. СССР №1420200 от 15.12.1986г., МКИ F01N1/18, 9/00, БИ №32 от 30.08.1988г.

6. Федоров В.В., Сахно В.П., Терещенко В.П. Спосіб глушіння шумів та пристрій для його здійснення. Деклараційний патент №61608 А, бюлетень "Промислова власність" №11, 17.11.2003р.

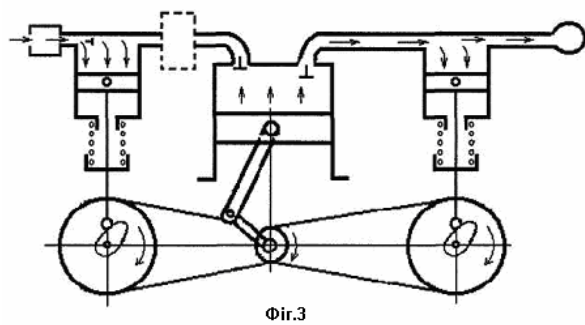
7. Кузнецов В.М., Мунин А.Г. Шум соосных струй. Изотермические струи. «Акустический журнал». -1978. - том 24, вып. 6. - С.878÷886.



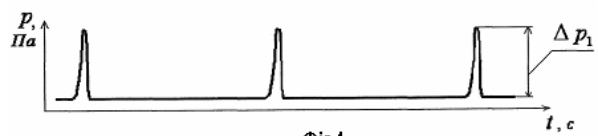
Фиг.1



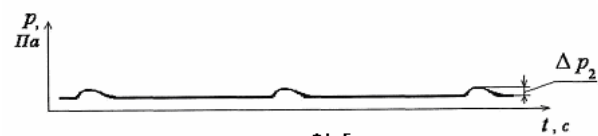
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5