



УКРАЇНА

(19) UA (11) 93846 (13) C2  
(51) МПК  
F01N 1/04 (2011.01)  
F01N 1/10 (2011.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ГЛУШНИК ШУМУ

1

(21) а201008571  
(22) 08.07.2010  
(24) 10.03.2011  
(46) 10.03.2011, Бюл.№ 5, 2011 р.  
(72) ФЕДОРОВ ВОЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ  
(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
(56) RU 2299997 C1, 27.05.2007;  
US 2567568 A, 11.09.1951;  
US 1162064 A, 30.11.1915;  
UA 90816 C2, 25.05.2010;  
UA 1988 U, 15.09.2003;  
RU 2131046 C1, 27.05.1999;  
SU 1236122 A1, 07.06.1986;  
SU 1170181 A, 30.07.1985;  
US 2190396 A, 13.02.1940;  
US 1024688 A, 30.04.1912;  
GB 707621 A, 21.04.1954;  
GB 712134 A, 21.07.1954;

2

GB 1306400 A, 07.02.1973;  
GB 1466512 A, 09.03.1977;  
JP 1211610 A, 24.08.1989;  
(57) 1. Глушник шуму, який містить вхідний та вихідний патрубки, між якими співвісно розміщено набір блоків, кожний з яких складається з циліндра, зрізаного конуса, розміщеного меншою основою назустріч руху газів, і кільцевої стінки, який **відрізняється** тим, що циліндр кожного наступного блока з'єднаний своїм торцем з отвором кільцевої стінки в основі зрізаного конуса попереднього блока, а внутрішні поверхні циліндра, зрізаного конуса та кільцевої стінки покриті звукопоглинаючим матеріалом, наприклад склом.  
2. Глушник по п. 1, який **відрізняється** тим, що кільцева стінка виконана плоскою або конусоподібною.  
3. Глушник по п. 1, який **відрізняється** тим, що блоки виконані різних розмірів.

Винахід відноситься до машинобудування, в першу чергу - до двигунобудування, а саме - до глушників шуму відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання.

При створенні глушників постає два завдання: по-перше, забезпечити найбільшу ефективність шумоглушіння; по-друге, добитися найменшої втрати потужності на глушнику двигуна внутрішнього згорання. На задоволення цих двох, протилежних одна одній, вимог направлені зусилля конструкторів та винахідників.

Відомий, вибраний як аналог, глушник шуму випуску [1], який містить циліндричний корпус, вхідний та вихідний патрубки, встановлені на внутрішній поверхні корпусу і споряджені конічними перфорованими частинами, які звужуються, звернені одна до одної і з'єднані між собою за допомогою проміжного циліндричного патрубка, причому вхідний патрубок підключений до вихідної магістралі, а його конічна частина виконана з діаметром отворів перфорації більшим діаметром отворів перфорації конічної частини вихідного патрубка, а сумарна площа отворів перфорації конічної части-

ни вхідного патрубка і отворів проміжного патрубка виконана більшою площею отвору випускної магістралі.

Завдяки струменям, які формуються із коаксіального струменя за допомогою отворів перфорованої конічної частини вихідного патрубка, руйнується хвилеутворення в центральному струмені. Це приводить до дроблення самого центрального струменя і до підвищення частоти звукових коливань. Оскільки на створення коливань високої частоти витрачається більша енергія, ніж на створення коливань низької частоти, як по спектру впливу, так і по рівню звуку в даному глушнику досягається значна ефективність шумоглушіння.

З іншого боку, наявність центрального струменя в цілому зменшує гідравлічний опір на шляху газового потоку. Це приводить і до зменшення потужності, яка затрачується на проштовхування газу через глушник.

Недоліком відомого глушника є його недостатня акустична ефективність, зумовлена спрощеним шляхом розгалужень газових струменів.

(13) C2

(11) 93846

(19) UA

Відомий, вибраний як аналог, глушник шуму двигуна внутрішнього згорання [2], який містить корпус, споряджений впускним і випускним патрубками і розділений за допомогою першої, другої та третьої перфорованих перегородок на камери, причому перша перегородка виконана у вигляді зрізаного конуса, зверненого малою основою в бік випускного патрубка і спряженого більшою основою з впускним патрубком; друга перегородка виконана у вигляді зрізаного конуса, спряженого малою основою з першою перегородкою, а більшою основою з корпусом; третя перегородка виконана у вигляді конуса, зверненого вершиною в бік впускного патрубка і спряженого основою з корпусом, а її перфорація виконана на периферійній частині конусної поверхні.

При роботі двигуна потік газів поступає через впускний патрубок, першу і другу перфоровані перегородки в перші дві камери. В першій камері відбувається зниження швидкості потоку і згладжування пульсацій. З другої камери потік газів направляється на третю перфоровану перегородку, яка змінює його напрямок за рахунок наявності неперфорованої зони в області вершини конуса. Через третю перегородку газовий потік поступає в третю камеру і далі через випускний патрубок виходить в атмосферу.

Недоліком описаного глушника є значні втрати енергії на проходження через нього газів, хоча це і забезпечує значну акустичну ефективність.

Отже, якщо порівняти два згадані глушники, то побачимо, що перший забезпечує менші втрати енергії двигуна при незначній акустичній ефективності, а другий має значну акустичну ефективність, але, на жаль, і значні втрати енергії двигуна.

Відомий, вибраний як аналог, резонансний глушник шуму [3], який містить конічний корпус у вигляді конфузора, звуження якого в напрямку газового потоку дорівнює куту повного внутрішнього відбиття для звукових хвиль нормованого спектру частот, основа конуса закрита зйомною кришкою з отвором по осі, а внутрішня поверхня покрита звукопоглиначем, вхідні та вихідні патрубки.

Звукопоглинач виконаний у вигляді суцільно розміщених торів із звукопоглинаючого матеріалу, а самі торі сполучаються із газовим потоком, що проходить через глушник, через отвори в конфузори по всій довжині тора.

Позитивними властивостями даного глушника є те, що він забезпечує одночасне поглинання широкого спектру звукових коливань.

Недоліками відомого глушника є його складність, істотний опір рухомим газам із-за складок внутрішньої поверхні у вигляді торів та дискретність заглушуваних частот із-за дискретності шумоглушіння резонансними звукопоглиначами.

Відомий, вибраний як прототип, глушник шуму [4], який містить набір блоків із циліндра 2 і конуса 1, розміщеного вершиною назустріч руху газів (дифузори). В циліндрах 2, крім першого 2 А, виконані дроселюючі отвори 6. При цьому частина циліндра з отворами розміщена в розширеній (нижній) частині конуса попередньої пари. Передній (по ходу газу) торець кожного циліндра 2, крім першо-

го 2 А, закритий кришкою 4, а основа конуса 1 з'єднана з циліндром 2 кільцевою стінкою 13. В циліндр 2 А першої пари входить вихлопна труба 7, а в отвір кільцевої стінки 13 останнього блоку входить хвостова труба 11. Всі деталі в місцях дотику герметично з'єднані зварювальними швами.

Шумоглушіння в даній конструкції глушника відбувається за рахунок двох ефектів: а) розширення газів у конусі 1 та б) дроселювання газів через отвори 6.

Недоліками конструкції є недостатня ефективність шумоглушіння з-за невикористання всіх наявних можливостей для цього, а також значні втрати енергії потоку при відбитті його від кільцевих стінок 13 та при дроселюванні через отвори 6.

Задачею винаходу є збільшення акустичної ефективності глушника і зменшення його аеродинамічного опору.

Поставлена задача досягається тим, що циліндр кожного наступного блоку з'єднується своїм торцем з кільцевою стінкою конуса попереднього блоку, а внутрішні поверхні циліндра і конуса покриті звукопоглинаючим матеріалом, наприклад склом; при цьому для розширення діапазону особливо ефективно заглушуваних частот блоки можуть бути виконані різних розмірів, а кільцева стінка може бути виконана плоскою, як у прототипі, або, для підвищення акустичної ефективності, конусоподібною.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де: на фіг. 1 схематично зображений запропонований глушник: показаний принцип його дії; на фіг. 2 - схематично зображений глушник з плоскою основою підвищеної технологічності; на фіг. 3 - схематично зображений глушник з конічною основою; на фіг. 4 - розйомна конструкція заявленого глушника; на фіг. 5 - технологічний блок багатопорожнинного глушника по фіг. 4.

Глушник складається (фіг. 1) з вхідного патрубка 1, конічного корпусу 2, основи 3, проміжного патрубка (проміжних патрубків) 4 і вихідного патрубка 5. Внутрішні поверхні перерахованих елементів мають звукопоглинаюче покриття у вигляді скла: покриття вхідного патрубка 6, покриття корпусу 7, покриття основи 8, покриття проміжного патрубка 9 і покриття вихідного патрубка 10.

Основа 3 може бути виконана плоскою (фіг. 2) або конічною (фіг. 3). Виконання основи 3 конічною хоча і менш технологічне в порівнянні з виконанням її плоскою, зате збільшує акустичну ефективність глушника за рахунок збільшення кількості відбиттів, а, отже, збільшення кількості поглинань.

Оскільки нульові (паралельні осі глушника) хвилі можуть пройти перший глушник без заглушення (крім тих, яких «повернуло» вбік аеродинамічне збурення), то роблять набір із кількох аналогічних глушників. Їх кількість повинна забезпечити повне глушіння шуму і залежить від джерела шуму, характеру його звукового випромінювання.

Конструктивно вигідніше виготовляти як одну зварювальну одиницю не весь глушник, а блоки, де (фіг. 4) спочатку (по ходу газів та звукової хвилі) іде основа 3, з'єднана через проміжний патрубок 4 з корпусом 2. В цьому випадку внутрішнє скляне

покриття 7, 8 і 9 є зовнішнім і легко складається в блок та піддається необхідному обробленню (фіг. 5).

Глушник працює наступним чином.

Звукові хвилі потрапляють у глушник через вхідний патрубок 1 (фіг. 1). Рухаючись по порожнині глушника до основи 3, звукові хвилі поступово (завдяки формі корпусу глушника) збільшують звуковий фронт, тим самим зменшуючи щільність звукової енергії. До виходу з першої порожнини глушника (до покриття основи 8) дійдуть звукові хвилі, щільність яких зменшиться в  $m$  раз. Причому,

$$m = \frac{S_2}{S_1},$$

де  $S_1$  - площа отвору вхідного патрубка;

$S_2$  - площа поперечного перерізу глушника в основі конуса.

Та частина енергії, яка не потрапила у вихідний (проміжний) патрубок, впаде на скляне покриття 8 (фіг. 1). При цьому близько половини енергії буде поглинуто, а решта, відбившись від покриття 8, впаде на покриття 7, де також відбудеться високоефективне поглинання. В результаті таких відбиттів до вихідного (проміжного) патрубка звукові хвилі, що не попали до нього напряду, практично не дійдуть.

Наступні блоки необхідні для поглинання лише тієї частини звукових хвиль, які пройшли через проміжний патрубок 9 першого блоку при прямому падінні.

Отже, конструкція виконана таким чином, що забирає максимум енергії звукових хвиль, і мінімум - енергії звукового потоку.

Застосування скла як звукопоглинаючого матеріалу має наступні переваги.

1. Скло має рівну і тверду поверхню. Тому, в порівнянні із пористими матеріалами, воно практично не чинить опору заглушеним газам.

2. Скло не боїться впливу різних шкідливих речовин. Саме тому воно є основним матеріалом посуду для різних хімічних речовин.

3. Скло не змінює своїх властивостей з часом. Адже воно не має пор, які можуть забиватися. Тому наявність у заглушуваному газоподібному середовищі дрібних часток не загрожує гладкості та чистоті внутрішньої поверхні глушника.

4. Скло як звукопоглинач працює зовсім за іншим принципом, ніж волокнисті звукопоглинаючі матеріали (ВЗМ), навіть якщо їх волокна - скляні. У ВЗМ звукова енергія гаситься за рахунок тертя повітря між волокнами [5] (волокна нагріваються, енергія звуку переходить в теплову). Повітря заходить в міжволоконний простір завдяки наявності так званого «звукового вітру» (його легко можна спостерігати, піднісши руку до гучномовця, який голосно працює). Звукова хвиля, що падає на ВЗМ, заставляє повітря зайти всередину матеріалу, а потім «висмоктує» це ж повітря назад. Рухаючись туди-сюди, повітря забирає енергію у звукової хвилі. Так ось, якщо ці пори чимось (пиллом, засмальцюванням тощо) закрити, то повітря не зможе заходити між волокнами, а значить не відбуватиметься поглинання звукової енергії ВЗМ.

Зовсім інша ситуація при поглинанні звукової енергії склом. Скло - твердий матеріал, що не має пор, і поглинає звук аналогічно іншим твердим матеріалам - на рівні молекулярної взаємодії матеріалу з енергією звуку. Різниця між склом та іншими твердими (не пористими) матеріалами - в ефективності, що буде показано нижче. Якщо ж на скло попадає пил, засмальцювання тощо, то це ніяк не впливає на звукопоглинаючі властивості скла, оскільки пил і йому подібний бруд є акустично прозорим: звукові хвилі з легкістю проходять через них до скла (а повітря не може зайти у простір між волокнами ВЗМ, якщо там є пил і йому подібний бруд).

5. Скло має досить високі звукопоглинаючі властивості, які роблять його придатним саме для використання як звукопоглинаючого матеріалу. Звукопоглинаючі властивості оцінюються через коефіцієнт звукопоглинання (КЗП). Коефіцієнт звукопоглинання  $\alpha$  - це відношення енергії звуку, яка поглинулась перешкодою,  $E_{\text{погл}}$  до повної енергії звукової хвилі, яка падає,  $E_{\text{пад}}$ . Тобто у «формульному» вигляді:

$$\alpha = \frac{E_{\text{погл}}}{E_{\text{пад}}}.$$

Згідно [6], скло має КЗП в залежності від частоти, Гц, представлені в табл. 1. Більш того, для порівняння в табл. 1 представлені КЗП такого широко вживаного (при створенні шумозахисних споруд) матеріалу як бетон. Очевидно, що за КЗП бетон принципово уступає склу.

Таблиця 1

Коефіцієнт звукопоглинання поглиначів

Поглинач	КЗП в залежності від частоти, Гц						
	125	250	500	1000	2000	4000	6000
Скло ординарне	0,30	0,42	0,50	0,50	0,50	0,51	0,52
Бетонна поверхня	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,03	0,07

Також необхідно підкреслити, що скло має високий КЗП в області низьких частот (табл. 1), що робить його особливо цінним при створенні шумозахисних споруд, враховуючи спектри джерел шуму (автомобілів, трамваїв). Особистий досвід (підкріплений експериментальними дослідженнями)

автора свідчить, що трамвайні потяги випромінюють шум, значна частина енергії якого знаходиться саме в низькочастотній області.

6. Скло має високі звукоізоляційні властивості. Звукоізоляцію оцінюють у відносному (логарифмі-

чному, «децибельному») виді через рівень звукоізоляції  $R$ , дБ:

$$R = 10 \lg \frac{E_{\text{пад}}}{E_{\text{пр}}},$$

де  $E_{\text{пад}}$  - енергія звукової хвилі, яка впала на шумозахисну споруду (екран);

$E_{\text{пр}}$  - енергія звукової хвилі, яка пройшла через шумозахисну споруду.

Тобто, явище акустичної звукоізоляції полягає у властивості конструкції (матеріалу, акустичного екрану) ослаблювати звукову хвилю, що впала на

неї. Екран сам випромінює енергію з боку, який є протилежним у відношенні хвилі, яка впала на екран.

В табл. 2 представлено звукоізоляцію одно- і двостінних конструкцій, дБ [7]. Для порівняння надано такі матеріали як сталь і залізобетон. Звукоізоляція матеріалу в 20 дБ є достатньою, а тому збільшувати товщину матеріалу надалі (лише для покращення його звукоізоляційних властивостей) є економічно і конструктивно неоправданим.

Таблиця 2

Звукоізоляцію одно- і двостінних конструкцій, дБ

Матеріал	Товщина, мм	Маса 1 м <sup>2</sup> полотна, кг	Частоти октавних смуг, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Скло	3,0	7,5	14	18	22	26	30	34	29	38
	5,0	12,5	17	21	25	29	33	30	36	41
Залізобетон	20,0	52,0	27	31	36	40	35	41	45	49
Сталь	1,0	7,8	12	16	20	24	29	33	36	34
	2,0	15,6	16	20	24	29	36	36	34	34

7. Скло у поєднанні з деяким матеріалом (матеріалами) утворить достатньо міцну конструкцію. Наприклад, поєднання скла з металом (шляхом склеювання).

8. Нарешті, скло має достатньо високу температуростійкість.

Марка скла вибирається в залежності від умов застосування глушника. Так, в хімічному виробництві - це скло, стійке в умовах конкретних агресивних середовищ. Для автомобільних глушників - в першу чергу термостійке. Якщо ж, на погляд замовника, термостійке скло надто дороге, то можна використати дешеве скло, стійке до середніх температур, але між двигуном і глушником розмістити охолоджувач.

Джерела інформації:

1. Тарханов О.В. Глушитель шума выпуска. Авт. свид. СССР № 1170181 от 28.02.1983 г. МКИ F01N 1/08. БИ № 28 от 30.07.1985 г.

2. Даммер В.Х., Бычков В.П., Конев Е.А. Глушитель шума двигателя внутреннего сгорания. Авт. свид. СССР № 1236122 от 25.12.1984 г. МКИ F01N 1/08. БИ № 21 от 07.06.1986 г.

3. Торопов В.А. Резонансный глушитель шума. Пат. РФ № 2131046 от 21.11.1997 г. МКИ F01N 1/02. БИ № 15 от 27.05.1999 г.

4. Патент США № 2567568 від 11.09.1951 р., НКВ 187-57. Дроселюющий тип глушника с численными расширяющимися порожнинами.

5. Алексеев С.П., Казаков А.М., Колотиллов Н.Н. Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1970. - 208 с.

6. Иофе В.К., Корольков В.Г., Сапожников М.А. - М.: Связь, 1979. - 312 с.

7. Справочник по судовой акустике / Под ред. И.И. Ключина, И.И. Боголепова. - Л.: Судостроение, 1978. - 504 с.

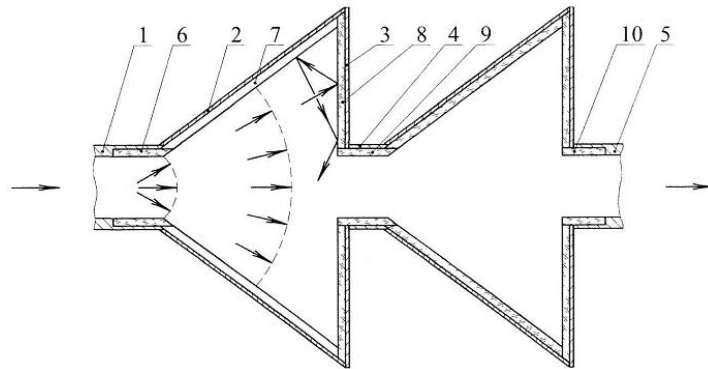


Fig. 1

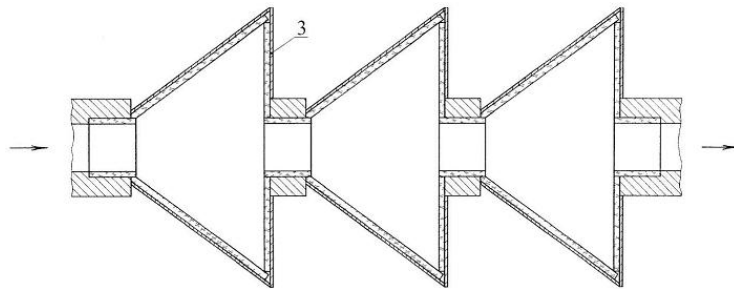


Fig. 2

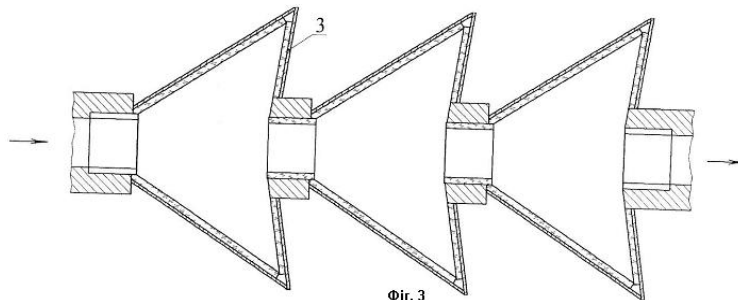


Fig. 3

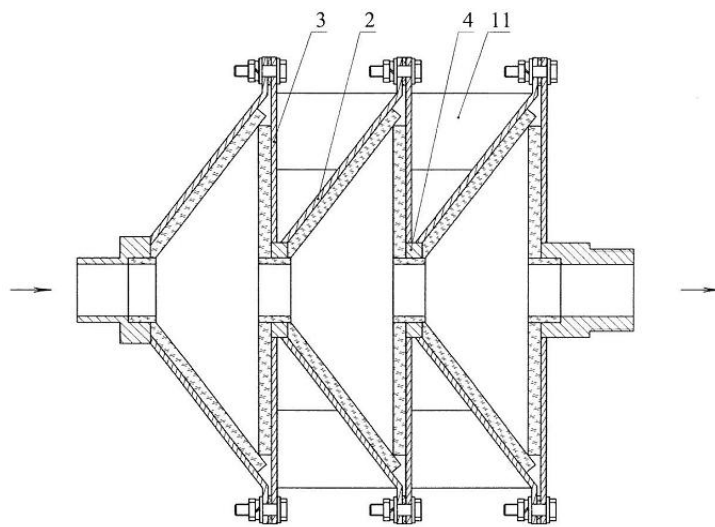


Fig. 4

