



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 105110

(13) C2

(51) МПК

F01N 1/02 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2013 01784	(72) Винахідник(и):	Федоров Володимир Вікторович (UA)
(22) Дата подання заявки:	13.02.2013	(73) Власник(и):	НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Суворова, 1, м. Київ-10, 01010 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.04.2014	(74) Представник:	Краснокутська Зоя Ігорівна
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.07.2013, Бюл.№ 14	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 79047 C2, 10.05.2007 RU 2131046 C1, 27.05.1999 RU 2362892 C2, 27.07.2009 SU 1420200 A1, 30.08.1988 JPH 01273816 A, 01.11.1989 DE 102011119196 A1, 31.05.2012 JPH 06137127 A, 17.05.1994 RU 2240427 C2, 20.11.2004 KR 20040059520 A, 06.07.2004 US 2005194207 A1, 08.09.2005 JPS 61129414 A, 17.06.1986
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.04.2014, Бюл.№ 7		

(54) КОМПЛЕКСНИЙ РЕЗОНАНСНИЙ ГЛУШНИК ШУМУ

(57) Реферат:

Комплексний резонансний глушник шуму, який містить вхідний та вихідний патрубки, розміщений між ними газопровід з приєднаними до нього резонансними камерами різного об'єму регульованої величини в кількості, що дорівнює сумі основної та, важливих для конкретного джерела шуму, вищих гармонік, а регулятори об'ємів камер зв'язані із задатчиком частоти основної та вищих гармонік, наприклад з колінчастим валом двигуна внутрішнього згорання, при цьому резонансні камери виконані з параметрами, які дозволяють регулювати їх власну частоту коливань в межах зміни частот відповідних гармонік, і виконані у вигляді циліндрів з поршнями, встановленими під певними кутами до газопроводу, наприклад, перпендикулярно, а привід поршнів кінематично, з регулюванням передаточного відношення, зв'язаний із задатчиком частот, наприклад з колінчастим валом двигуна внутрішнього згорання. Для підвищення ефективності глушника шуму відпрацьованих газів шляхом забезпечення збігу піку ефективності шумозаглушення глушника з піком шуму привід поршнів виконаний у вигляді електроomeханічного регулятора і системи визначення положення штока поршня.

UA 105110 C2

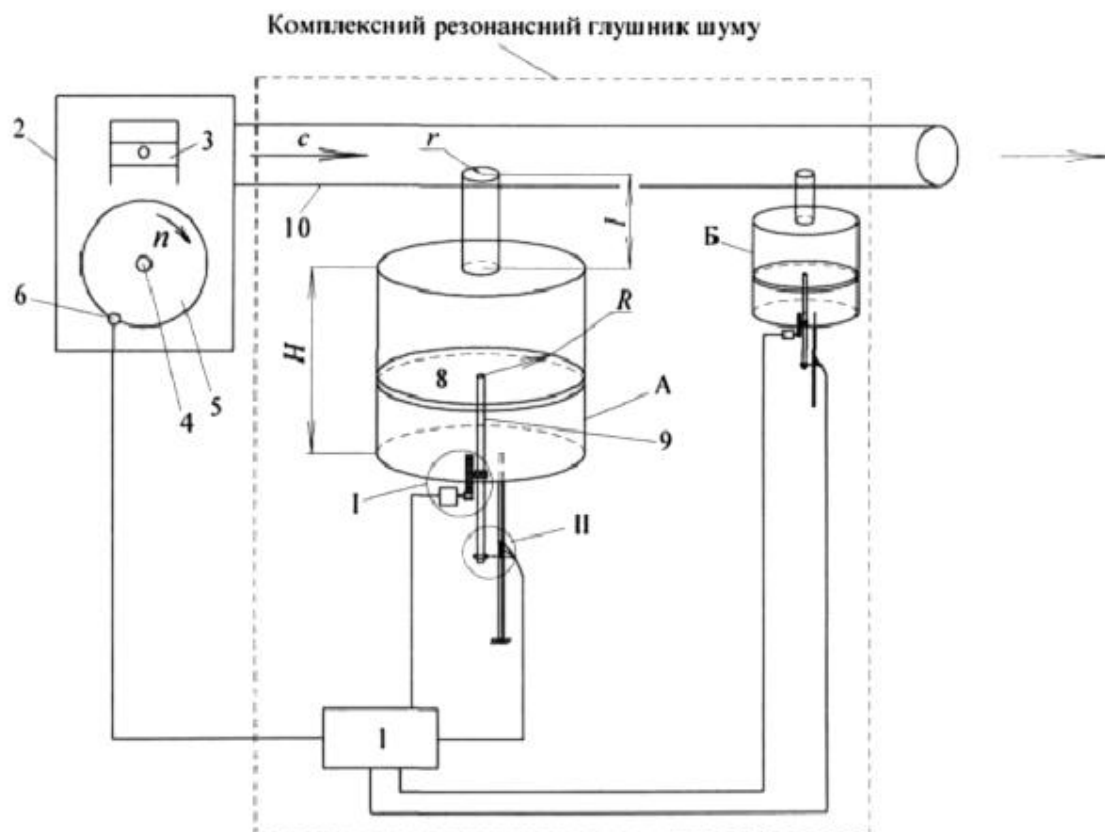


Fig. 1
Комплексний резонансний глушник шуму ДВЗ

Винахід належить до машинобудування, зокрема двигунобудування, а саме - до глушників шуму двигунів внутрішнього згорання. Винахід може бути використаний також в інших галузях техніки, наприклад, для глушіння шуму вентиляторів, компресорів і т. п.

Основні джерела шуму двигуна: шумова вібрація поверхонь; шум впуску повітря; шум випуску відпрацьованих газів.

Існує багато типів глушників шуму вихлопу двигунів внутрішнього згорання. Але переважна більшість заснована на принципі дроселювання газів, їх завихреннях і т. д., що створює значний аеродинамічний опір, тобто відчутну втрату потужності двигуна.

Відомий, вибраний нами як найближчий аналог, резонансний глушник шуму [1], який містить вхідний та вихідний патрубки, розміщений між ними газопровід з приєднаними до нього резонансними камерами різного об'єму регульованої величини в кількості, що дорівнює сумі основної та, важливих для конкретного джерела шуму, вищих гармонік, а регулятори об'ємів камер зв'язані із задатчиком частоти основної та вищих гармонік, наприклад з колінчастим валом двигуна внутрішнього згорання, при цьому резонаторні камери виконані з параметрами, які дозволяють регулювати їх власну частоту коливань в межах зміни частот відповідних гармонік, і виконані у вигляді циліндрів з поршнями, встановленими під певними кутами до газопроводу, наприклад перпендикулярно газопроводу, а привід поршнів кінематично, з регулюванням передаточного відношення, зв'язаний із датчиком частот, наприклад з колінчастим валом двигуна внутрішнього згорання.

Недоліком відомої конструкції є недостатня її ефективність, оскільки піки ефективності заглушення шуму та піки спектрів шуму практично не збігаються при різних режимах роботи двигуна, оскільки, по-перше, змінюються по-різному, і, по-друге, ці піки надто вузькі. Це різко зменшує ефективність глушника шуму відпрацьованих газів.

Задачею винаходу є підвищення ефективності глушника шуму відпрацьованих газів шляхом забезпечення збігу піку ефективності шумозаглушення глушника з піком шуму.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому глушнику шуму, який містить вхідний та вихідний патрубки, розміщений між ними газопровід з приєднаними до нього резонансними камерами різного об'єму регульованої величини в кількості, що дорівнює сумі основної та, важливих для конкретного джерела шуму, вищих гармонік, а регулятори об'ємів камер зв'язані із задатчиком частоти основної та вищих гармонік, наприклад з колінчастим валом двигуна внутрішнього згорання, при цьому резонаторні камери виконані з параметрами, які дозволяють регулювати їх власну частоту коливань в межах зміни частот відповідних гармонік, і виконані у вигляді циліндрів з поршнями, перпендикулярними газопроводу, а привід поршнів кінематично, з регулюванням передаточного відношення, зв'язаний із датчиком частот, наприклад з колінчастим валом двигуна внутрішнього згорання, привід поршнів виконаний у вигляді електромеханічного регулятора і системи визначення положення штока; при цьому електромеханічний регулятор виконаний у вигляді електродвигуна і редуктора, взаємодіючих із штоком поршня резонансної камери, а система визначення положення поршня виконана у вигляді датчика переміщення і стержня з набором світлочутливих елементів.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де: на фіг. 1 зображений комплексний глушник шуму ДВЗ; на фіг. 2 - електромеханічний регулятор (виноска I на фіг. 1); на фіг. 3 - система визначення положення штока поршня (виноска II на фіг. 1); на фіг. 4 - збірне креслення комплексного резонансного глушника.

Комплексний резонансний глушник складається із декількох одиночних резонансних глушників А, Б і т.д., електромеханічного регулятора I, системи визначення положення штока II і блока керування 1.

Двигун внутрішнього згорання 2 має і циліндрів 3. Колінчастий вал двигуна 4 обертається з частотою n , хв.⁻¹. На маховику двигуна 5 встановлений датчик визначення частоти обертання колінчастого вала 6.

Резонансний глушник А має порожнину у вигляді циліндра 7 з висотою H і радіусом R , горловину у вигляді циліндра з висотою l і радіусом r . Дно циліндра являє собою поршень 8 радіуса R . Положення поршня 8 коректується за допомогою штока 9. Відпрацьовані гази рухаються від двигуна по вихлопному трубопроводу 10.

Електромеханічний регулятор I складається з електродвигуна 11, редуктора 12 і штока 9.

Система положення штока поршня II складається із датчика переміщення 13, стержня 14 і набору світлочутливих елементів 15.

Примітка. Ми виконали позначення по трьох окремих групах:

перша: А, Б, ... - одиночні резонансні глушники;

друга: I, II - комплекси деталей, які виконують певну функцію (I - електромеханічний регулятор, II - система визначення положення штока поршня);

третя: окремі деталі глушника шуму.

Комплексний резонансний глушник шуму працює наступним чином.

Двигун 2 під час роботи виділяє відпрацьовані гази, в яких рухаються акустичні хвилі (шум) зі швидкістю c (фіг. 1). Відпрацьовані гази разом із шумом рухаються по вихлопному трубопроводу 10, до якого вмонтований комплексний резонансний глушник шуму у вигляді серії 5
одиночних резонансних глушників А, Б... Кількість одиночних резонансних глушників визначається в залежності від спектра шуму відпрацьованих газів двигуна та вимог по зменшенню шуму. Кожен із одиночних резонансних глушників налаштований на одну гармоніку спектра шуму. Принцип дії глушника в цілому розглянемо на одному одиночному резонансному 10
глушнику, який наприклад, буде гасити першу гармоніку шуму відпрацьованих газів. До речі, її погасити найважче, оскільки вона найнижчої частоти. Тому перший одиночний резонансний глушник буде мати найбільші габаритні розміри, кожен наступний - менші у порівнянні з попереднім.

Сигнал з датчика визначення частоти обертання колінвала 4 надходить на блок керування 15
1, в якому вираховується частота обертання колінчастого вала ДВЗ n (хв.⁻¹), порівнюється з положенням датчика переміщення 6 в системі визначення положення штока поршня II та подається керуючий сигнал на електромеханічний регулятор I. Цим самим підбирається відповідний об'єм порожнини одиночного резонансного глушника.

Декілька слів про електромеханічний регулятор I (фіг. 2) та системи визначення положення штока поршня II (фіг. 3). Електромеханічний регулятор I складається з електродвигуна 11, редуктора 12 та штока 9. Система визначення положення штока поршня II складається з датчика переміщення 13 (наприклад, джерело лазерного променя), який закріплений на штоці 9 (фіг. 2) та стержня 14 (фіг. 3), який жорстко зв'язаний з корпусом резонансного глушника. На стержні 14 знаходиться набір світлочутливих елементів 15 (фіг. 3), які фіксують сигнал з датчика 25
переміщення та передають його на блок керування 1 (фіг. 1). В залежності від того, який саме елемент зафіксував сигнал з датчика переміщення 13, електродвигун 11 піднімає шток 9 поршня 8 або опускає, отримуючи керуючий сигнал з блоку управління 1.

Зробимо розрахунок одиночного резонансного глушника для першої гармоніки шуму двигуна.

ДВЗ випромінює шум, перша гармоніка якого має частоту:

$$f_1 = \frac{ni}{60\tau},$$

де τ - коефіцієнт тактності частоти (для чотиритактних ДВЗ $\tau = 2$).

При частоті колінвала $n = 1200$ хв.⁻¹ частота першої гармоніки шуму буде становити

$$f_1^{\text{ш}} = \frac{1200 \times 8}{60 \times 2} = 80 \text{ Гц.}$$

Частота резонанса резонансного глушника знаходиться за формулою (3.2) [2], яка після 35
ряду перетворень та з врахуванням позначень фіг. 1 прийме наступний вигляд:

$$\frac{S}{IV} = \left(\frac{2\pi f_1^p}{c} \right)^2, \quad (1)$$

де: S - площа перерізу циліндра;

I - висота циліндра;

V - об'єм циліндра;

f_1^p - резонансна частота першого резонансного глушника комплексного глушника;

c - швидкість звуку у відпрацьованих газах.

Для $f_1^p = 80$ Гц маємо:

$$\frac{S}{IV} = \left(\frac{2\pi f_1^p}{c} \right)^2 = 219, \quad (2)$$

Необхідно вибрати ефективні параметри циліндра першого резонансного глушника: l , S , V . При цьому вони повинні бути зв'язані між собою рівністю (1). Нехай радіус отвору горловини $r = 0,01$ м, тоді:

$$S = \pi r^2 = \pi 0,01^2 = 3,14 \times 10^{-4} \text{ м}^2.$$

5 Нехай довжина горловини становить $l = 0,05$ м. Тоді, враховуючи (2):

$$V = \frac{S}{2,19l} = \frac{3,14 \times 10^{-4}}{2,19 \times 0,05} = 2,87 \times 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Нехай висота циліндра $H = 0,1$ м, тоді площа циліндра глушника:

$$S^u = \frac{V}{H} = \frac{2,87 \times 10^{-3}}{0,1} = 2,87 \times 10^{-2} \text{ м}^2$$

Звідси маємо радіус циліндра глушника R :

$$10 \quad R = \sqrt{\frac{S^u}{\pi}} = \sqrt{\frac{2,87 \times 10^{-2}}{\pi}} = 9,56 \times 10^{-2} \text{ м}.$$

Очевидно, що для більш низької частоти потрібні більші ефективні параметри циліндра глушника. Але враховуючи мінімальну частоту обертання колінчастого вала двигуна, можна стверджувати, що принципової різниці між цими параметрами не буде.

3 [2] маємо формулу для резонансної частоти резонансного глушника:

15

$$f_p = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{k_r}{V}}, \quad (3)$$

де: c - швидкість звуку в середовищі;

k_r - провідність горла отвору, який з'єднує газопровід з резонаторною камерою;

$$k_r = \frac{F}{l_{\text{отв}} + 0,8d_{\text{рез}}} \quad (\text{тут } F - \text{площа перерізу горла резонатора; } l_{\text{отв}} - \text{довжина горла резонатора;}$$

20 $d_{\text{рез}}$ - діаметр горла резонатора);

V - об'єм резонансної камери.

Взагалі з формули (3) після ряду перетворень, з врахуванням (1), можна отримати наступну залежність для першої гармоніки резонансної частоти:

$$f_1^p = \frac{cr}{2\pi R} \frac{1}{\sqrt{H(l + 1,57r)}}, \quad (4)$$

25

Із (4) маємо залежність висоти циліндра глушника H від частоти обертання колінчастого вала n' (Гц):

$$H = \left[\frac{2cr}{\pi R n' i} \right]^2 \frac{1}{4(l + 1,57r)}.$$

30 Простіше кажучи, висота циліндра глушника H є функцією лише частоти колінчастого вала n' (Гц):

$$H = C_1 \left(\frac{1}{n'} \right)^2,$$

$$\text{де } C_1 = \left[\frac{2cr}{\pi R i} \right]^2 \frac{1}{4(l + 1,57r)}.$$

Врахування ефекта Допплера та інших факторів відбувається під час налаштування резонансного глушника для конкретного ДВЗ.

35 Отже, запропонована конструкція комплексного глушника шуму є незрівнянно ефективнішою свого механічного прототипу, оскільки в ньому пік шуму в будь-який момент збігається з піком ефективності шумоглушіння.

Джерела інформації:

40 1. Федоров В.В., Сахно В.П., Федоров В.А. Резонансний глушник шуму. Патент на винахід № 79047, бюлетень "Промислова власність" № 6, 10.05.2007 р.

2. Алексеев С.П., Казаков А.М., Колотилев Н.Н. Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении // "Машиностроение". - М.: 1970. - 208 с.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

5

1. Комплексний резонансний глушник шуму, який містить вхідний та вихідний патрубки, розміщений між ними газопровід з приєднаними до нього резонансними камерами різного об'єму регульованої величини в кількості, що дорівнює сумі основної та, важливих для конкретного джерела шуму, вищих гармонік, а регулятори об'ємів камер зв'язані із задатчиком частоти основної та вищих гармонік, наприклад з колінчастим валом двигуна внутрішнього згорання, при цьому резонансні камери виконані з параметрами, які дозволяють регулювати їх власну частоту коливань в межах зміни частот відповідних гармонік, і виконані у вигляді циліндрів з поршнями, встановленими під певними кутами до газопроводу, наприклад, перпендикулярно, а привід поршнів кінематично, з регулюванням передаточного відношення, зв'язаний із задатчиком частот, наприклад з колінчастим валом двигуна внутрішнього згорання, який **відрізняється** тим, що привід поршнів виконаний у вигляді електромеханічного регулятора і системи визначення положення штока поршня.

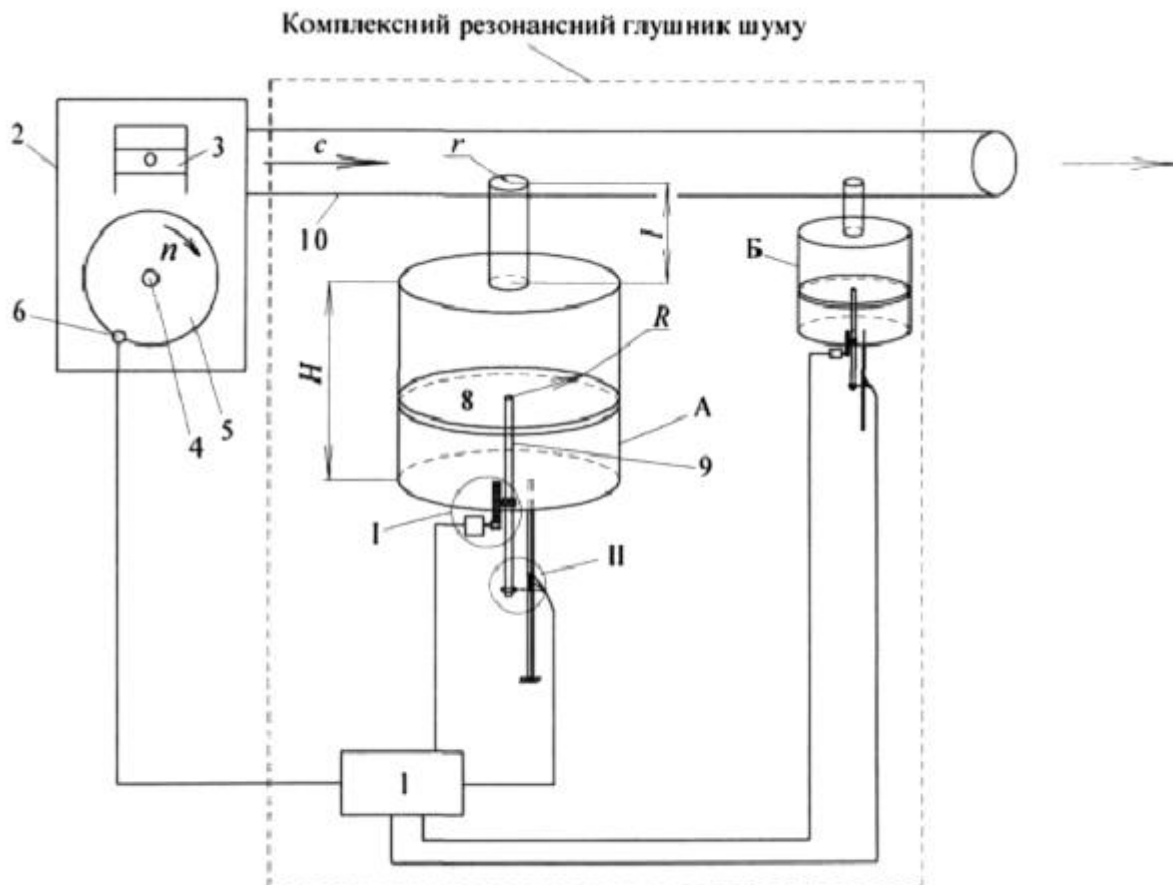
10

2. Глушник за п. 1, який **відрізняється** тим, що електромеханічний регулятор виконаний у вигляді електродвигуна і редуктора, взаємодіючих із штоком поршня резонансної камери.

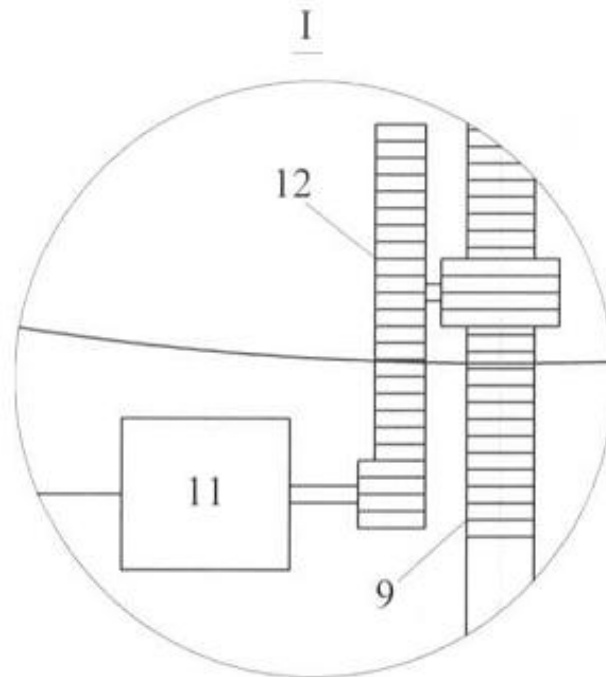
15

20

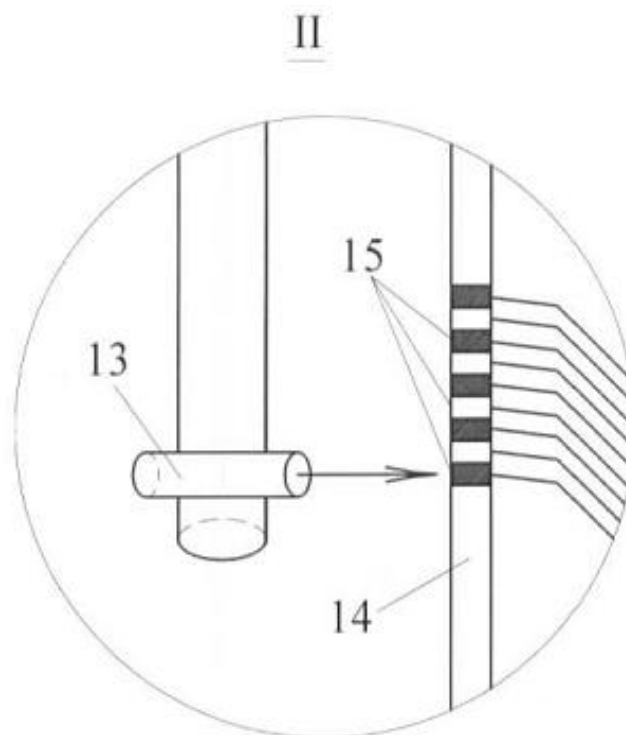
3. Глушник за будь-яким з пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що система визначення положення поршня виконана у вигляді датчика переміщення і стержня з набором світлочувливих елементів.



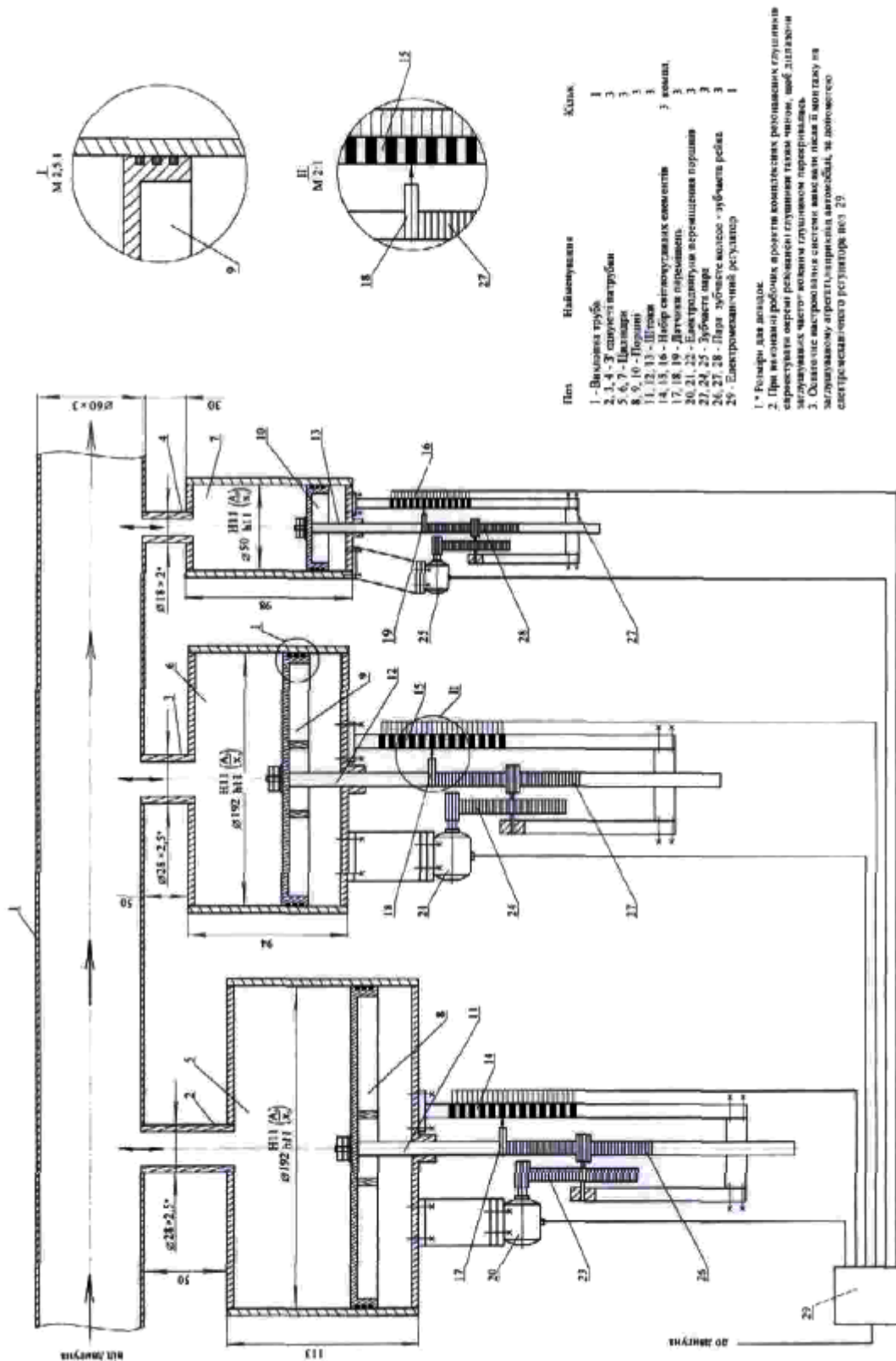
Фіг. 1
Комплексний резонансний глушник шуму ДВЗ



Фіг. 2
Електро механічний регулятор (виноска I Фіг. 1)



Фіг. 3
Системи визначення положення штока поршня (виноска II Фіг. 1)



Фіг. 4

Збірне креслення комплексного резонансного глушника шуму

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601