

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

67033

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 17.IV.1969 (P 141 113)

Pierwszeństwo:

Opublikowano: 31.I.1973

Kl. 14k,1/06

MKP F01n 1/06

UKD

Twórca wynalazku: Leszek Bonikowski

Właściciel patentu: Wytwórnia Silników Wysokoprężnych „Delta — Andrychów”
Przedsiębiorstwo Państwowe, Andrychów (Polska)

Sposób tłumienia dźwięków towarzyszących wypływowi nieustalonego strumienia gazu oraz tłumik do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób tłumienia dźwięków towarzyszących wypływowi nieustalonego strumienia gazu, zwłaszcza hałasu wylotu silników spalinowych, oraz tłumik do stosowania tego sposobu, umożliwiający skuteczne tłumienie dzięki wytworzeniu warunków dla dysypowania energii akustycznej w materiale absorpcyjnym ze zwiększoną intensywnością.

Znane metody wykorzystujące dla tłumienia dźwięków zjawiska akustyczne oparte są na teorii drgań liniowych, która to teoria jest ważna dla małych amplitud ciśnienia. Tłumiki (filtry akustyczne) spełniają swe zadanie, gdy długość fali akustycznej jest znacznie większa niż wymiary tłumika. Znany sposób tłumienia przez interferencję destruktywną polega na wzajemnym wygaszaniu się fal biegnących w tym samym kierunku i mających taką samą częstotliwość, jeśli nakładają się one na siebie z przesunięciem fazowym równym połowie długości fali. Znany jest również sposób tłumienia absorpcyjnego polegający na zamianie energii akustycznej fal dźwiękowych na ciepło wskutek mechanicznego tarcia drgających cząstek gazu o porowaty materiał absorpcyjny.

Znane tłumiki refleksyjne mają postać rezonatorów szeregowych i bocznikowych. Rezonator szeregowy, zwany również filtrem niskiej częstotliwości, którym jest komora usytuowana szeregowo w stosunku do rury, przepuszcza wszystkie dźwięki o częstotliwości mniejszej niż jego własna częstotliwość. Działanie jego jest tym skuteczniejsze im większa jest częstotliwość wygaszanych dźwięków w stosunku do własnej częstotliwości

2

rezonatora. Konieczne w praktyce, przy tłumieniu hałasu wylotu silnika spalinowego, tłumienie dźwięków o niskich częstotliwościach wymaga dużych objętości komór rezonatora szeregowego.

5 Rezonatorem bocznikowym, zwanym inaczej filtrem wysokiej częstotliwości a tłumiącym dźwięki w wąskim zakresie częstotliwości bliskiej jego własnej częstotliwości, jest komora usytuowana bocznikowo w stosunku do przelotowej rury. Komora ta ma połączenie przelotową rurą jednym lub wieloma otworami wykonanymi w tej rurze. Rezonator bocznikowy nadaje się dla tłumienia drgań o małej amplitudzie, jest więc nieskuteczny w przypadku zastosowania go w układach wylotowych silników pracujących przy średnim i dużym obciążeniu.

15 Znane tłumiki interferencyjne są układami przewodów i występują w dwu odmianach a mianowicie: układ z zamkniętym odgałęzieniem oraz układ z odgałęzieniem otwartym. W przypadku układu z odgałęzieniem zamkniętym tłumienie uzyskuje się w ten sposób, że fala odbita od zamkniętego końca rury powraca do odgałęzienia przelotowego, z dobranym przesunięciem fazowym, i oddziaływa tłumiąco na fale przemieszczające się w tym odgałęzieniu przelotowym.

20 W układzie z odgałęzieniem otwartym oddziaływanie fali wracającej do odgałęzienia przelotowego na fale w nim biegnące uzyskuje się dzięki zróżnicowaniu — o połowę długości wygaszanej fali — dróg przemieszczania się tych fal we współpracujących odgałęzieniach tłumika. Jedno odgałęzienie zapewnia tłumienie dźwięków tylko o częstotliwości podstawowej i nieparzystych wyż-

szych jej harmonicznych. Dla niskich częstotliwości podstawowych, jak w przypadku tłumienia hałasu wylotu silnika spalinowego, różnice pomiędzy długościami odgałęzień są rzędu kilku metrów. Ponadto, ponieważ sprawność tłumienia interferencyjnego zależy od dokładności przesunięcia fazy, wymagany jest utrzymanie stałości prędkości dźwięku. Prędkość dźwięku zależna między innymi od temperatury przepływającego gazu w warunkach rzeczywistych jest różna we współpracujących odgałęzieniach tłumika mających niejednakową długość, ze względu na odmienne warunki ich chłodzenia.

Znany absorpcyjny tłumik dźwięku składa się z jednego lub kilku przelotowych przewodów perforowanych umieszczonych wewnątrz obudowy wypełnionej materiałem pochłaniającym. Materiały pochłaniające mało skutecznie tłumią dźwięki o częstotliwości poniżej 500 Hz. Również przepływ gazów w miarę wzrostu ich prędkości powoduje obniżanie skuteczności tłumienia absorpcyjnego. Wymienione cechy tłumików absorpcyjnych ograniczają ich zastosowanie i powodują, że spotyka się je tylko w tłumikach zespolonych jako sekcje absorpcyjne współpracujące z układami refleksyjnymi lub refleksyjno-interferencyjnymi.

Celem wynalazku jest poprawienie skuteczności absorpcyjnego tłumienia dźwięku. Zadanie techniczne prowadzące do osiągnięcia tego celu polega na opracowaniu: sposobu zmiany charakteru ruchu falowego i fizycznych parametrów fal akustycznych powstających podczas przepływu nieustalonego strumienia gazu, oraz tłumika do stosowania tego sposobu.

Sposób tłumienia dźwięków towarzyszących wpływowi nieustalonego strumienia gazu, według wynalazku, jest następujący. Gaz rozdzielany jest na parami jednakowe strumienie, które następnie są prowadzone do miejsca ich zderzania się z symetrycznymi przewodami o kształcie i wymiarach geometrycznych dostosowanych dla uzyskania zjawiska dyfrakcji akustycznej. Przemieszczające się w strumieniach gazu fale nakładają się na siebie mając jednakowe energie i częstotliwości natomiast przeciwne kierunki prędkości. W wyniku takiego nakładania się fal następuje zmiana charakteru ruchu falowego i powstają stojące fale akustyczne o długości równej odległości pomiędzy sąsiednimi miejscami zderzania się strumieni gazu.

Energia akustyczna powstałych fal stojących jest w większości zatrzymywana w ogniwie dzięki zjawisku dyfrakcji i dysypowana ze zwielokrotnioną intensywnością w materiale absorpcyjnym. Tłumik do stosowania sposobu według wynalazku składa się z perforowanych rurowych przewodów mających postać symetrycznych ogniw o obwodzie zamkniętym, przy czym ogniwa te są umieszczone w materiale absorpcyjnym i zamknięte wewnątrz obudowy. Ogniwa są połączone z sobą w ten sposób, że tworzą układ łańcuchowy, przy czym osie złączonych z sobą przewodów przecinają się.

Zmiana charakteru ruchu falowego dzięki sposobowi według wynalazku, dająca w efekcie zwiększenie częstotliwości drgań cząstek gazu, do wysokości odpowiadającej maksymalnym współczynnikom pochłaniania dźwięku przez materiał absorpcyjny, zwielokrotnia skuteczność tłumienia absorpcyjnego. Dzięki zastosowaniu w tłumiku według wynalazku sposobu zatrzymywania większości energii akustycznej w ogniwie niezależnie, efekt tłumienia absorpcyjnego od prędkości prze-

plywu gazu. Sposób tłumienia według wynalazku umożliwił również czterokrotne zmniejszenie objętości tłumika w stosunku do objętości tłumików działających w oparciu o znane sposoby tłumienia. Ponadto dzięki sposobowi tłumienia według wynalazku efekt tłumienia jest niezależny od amplitudy fal. Długość stojącej fali akustycznej równa długości połówki ogniwa jest wielokrotnie mniejsza od długości fali odpowiadającej częstotliwości podstawowej silnika dzięki czemu jedno ogniwo tłumika według wynalazku jest już tłumikiem dla wszystkich częstotliwości podstawowych i ich harmonicznych, zastosowanie zaś następnych ogniw kaskaduje proces tłumienia.

Przedmiot wynalazku jest wyjaśniony na przykładach jego zastosowania dla tłumienia wylotu silników spalinowych i zobrażowane na rysunku na którym fig. 1 przedstawia tłumik w widoku z częściowym przekrojem po zdjęciu połowy obudowy, fig. 2 przedstawia odmianę tłumika w przekroju wzdłużnym.

W sposobie tłumienia według wynalazku dla zatrzymywania większości energii akustycznej w ogniwie jego wymiary geometryczne muszą być tego samego rzędu co długość fal, te zaś powinny mieć jak największą częstotliwość. Osie zaś połączonych z sobą ogniw powinny przecinać się pod kątem 90°. Zmniejszenie długości fal do wielkości równej długości połówek ogniw osiągnięto przez nakładanie na siebie z przeciwnymi kierunkami prędkości fal o jednakowych parametrach powodując powstawanie akustycznych fal stojących. Warunkiem powstawania fal stojących jest pełna symetria ogniw zapewniająca równy rozdział strumienia gazu oraz większy od czterech stosunek długości połówki ogniwa do jego średnicy. Korzystnym jest zarówno dla przebiegu zjawisk akustycznych jak i dynamicznych aby połówka ogniwa była wykonana w postaci przewodu dwustożkowego zwężającego się w kierunku połączeń.

Tłumik według wynalazku składa się z zamkniętego wewnątrz obudowy 1 umieszczonego w materiale absorpcyjnym 2, łańcuchowego układu A perforowanych przewodów rurowych stanowiących parami ogniwa. Do łańcuchowego układu ogniw A gazy wpływają rurą dopływową 3 i łącznikiem wejściowym 4, a odpływają łącznikiem wyjściowym 5 i rurą odpływową 6. Ogniwa stanowiące elementy łańcuchowego układu A składają się z symetrycznych perforowanych przewodów rurowych 7 i 8, 9 i 10, 11 i 12, 13 i 14, 15 i 16 połączonych trwale łącznikami krzyżakowymi 17, 18, 19 i 20 oraz trójramiennymi łącznikami wejściowym 4 i wyjściowym 5.

Tłumik według wynalazku działa w ten sposób, że nieustalony strumień gazu, dopływający do łańcuchowego układu ogniw A umocowaną w obudowie 1 rurą 3, rozdziela się w łączniku wejściowym 4 na dwa jednakowe strumienie, które przepływają tworzącymi ogniwo pierwsze przewodami rurowymi 7 i 8 a następnie zderzają się w krzyżakowym łączniku 17. W łączniku 17 gazy ponownie rozdziela się na dwa strumienie wpływając do przewodów 9 i 10 ogniwa drugiego, aby zderzyć się w krzyżakowym łączniku 18 i po raz trzeci rozdzielić się w nim wpływając do przewodów 11 i 12 stanowiących trzecie ogniwo.

Strumienie płynące ogniwem trzecim zderzają się po raz trzeci i rozdziela się po raz czwarty w łączniku 19 wpływając do przewodów 13 i 14 ogniwa czwartego. Z ogniwa czwartego gazy przepływają, zderzając się po raz czwarty i rozdziela się po raz piąty w łączniku 20

do ogniwa piątego utworzonego przez przewody 15 i 16. Strumień gazu płynący w ogniwie piątym zderza się w łączniku wyjściowym 5 po raz piąty, następnie wpływają na zewnątrz tłumika umocowaną w jego obudowie 1 rurą odpływową 6. Jest oczywiste, że ilość ogniw tłumika według wynalazku dobierana jest zależnie od wymaganej skuteczności wytłumienia dźwięków.

Odmiana tłumika według wynalazku jest łańcuchowym układem B przewodów rurowych utworzonych przez ogniwo wejściowe 21 w dwu miejscach połączone z ogniwem wyjściowym 22. Oba ogniwa, po przeciwnych stronach wzajemnych połączeń, są wykonane z rurowego przewodu perforowanego i osłonięte szczelnie rurowymi płaszczami 23 i 24, przy czym przestrzeń wewnątrz tych płaszczów wypełniona jest materiałem absorpcyjnym 25, 26 i 27. Po przeciwnych stronach połączeń ogniw 21 i 22 rurowy przewód ogniwa wejściowego 21 jest zaopatrzony w rurę 28 doprowadzającą gazy do tłumika, natomiast rurowy płaszcz 24, części ogniwa wyjściowego 22, ma rurę 29 odprowadzającą gazy na zewnątrz tłumika.

Odmiana tłumika według wynalazku działa w ten sposób, że nieustalony strumień gazu dopływający rurą 28 do ogniwa 21 rozdziela się w nim na dwie równe części, z których jedna płynie prawą, a druga lewą częścią tego ogniwa, aż do miejsca jego połączeń z ogniwnem wyjściowym 22. W nieosłoniętej płaszczem 23 części ogniwa 21 ograniczonej połączeniami z ogniwnem 22 następuje zderzanie się strumieni gazu. Gazy płynące dwoma strumieniami w ogniwie 21 wpływają do ogniwa 22 w miejscu połączeń tych ogniw, przy czym strumień płynący lewą częścią ogniwa 21 wpływa do prawej części ogniwa 22, a strumień płynący w prawej części ogniwa 21 wpływa do lewej części ogniwa 22. Strumień gazu płynący w ogniwie 22 zderza się z sobą w sąsiedztwie rury 29, a następnie perforacjami w ogniwie 22 wpływają do niewypełnionej materiałem absorpcyjnym objętości zamkniętej płaszczem osłaniającym 24 i dalej rurą 29 odpływają na zewnątrz tłumika.

Tłumik według wynalazku w którym tłumienie ruchu falowego nie ogranicza przepływu gazu, umożliwia dobranie najkorzystniejszego oporu przepływu warunkującego poprawną wymianę ładunku w silniku. Zastosowanie tłumika według wynalazku w układzie wylotowym 6-cio cylindrowego silnika z zapłonem samoczynnym o objętości skokowej 6,5 dcm³, który ma czterokrotnie mniejszą objętość od znanych tłumików, dało przykładowo przy prędkości obrotowej momentu maksymalnego równej 1500 min⁻¹ oraz przy pełnym obciążeniu sil-

nika obniżenie poziomu głośności dominującego w charakterystyce hałasu pasma częstotliwości podstawowej o 34 dB, nie wpływając ujemnie na wskaźniki robocze silnika.

Wynalazek obejmuje również inne rodzaje zastosowań tego sposobu tłumienia, oraz technicznych rozwiązań przedstawionego tłumika.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób tłumienia dźwięków towarzyszących wpływowi nieustalonego strumienia gazu, przez nakładanie na siebie fal przemieszczających się w rozdzielonych strumieniach gazu i zamianę energii drgań ruchu falowego na ciepło w materiale absorpcyjnym, **znamienny tym**, że gaz rozdzielany jest na parami jednakowe strumienie, które następnie są prowadzone do miejsc ich zderzania się symetrycznymi przewodami o kształcie i wymiarach geometrycznych dostosowanych dla uzyskania zjawiska dyfrakcji akustycznej, przy czym w miejscach zderzeń strumieni przemieszczające się w tym strumieniach gazu fale nakładają się na siebie mając jednakowe energie i częstotliwości natomiast przeciwne kierunki prędkości, a energia akustyczna powstałych fal stojących jest dysypowana w materiale absorpcyjnym.

2. Tłumik do stosowania sposobu według zastrz. 1, zawierający umieszczone w materiale absorpcyjnym perforowane przewody rurowe, **znamienny tym**, że przewody mają postać symetrycznych ogniw o obwodzie zamkniętym, przy czym ogniwa połączone są z sobą w łańcuchowy układ (A), (B).

3. Tłumik według zastrz. 2, **znamienny tym**, że układ łańcuchowy (A) składa się z ukształtowanych kabłąkowato perforowanych przewodów rurowych (7) i (8), (9) i (10), (11) i (12), (13) i (14), (15) i (16) połączonych trwale parami ramion łączników krzyżakowych (17), (18), (19) i (20) oraz ramionami trójramiennymi łączników wejściowego (4) i wyjściowego (5).

4. Odmiana tłumika według zastrz. 2, **znamienna tym**, że łańcuchowy układ (B) składa się z połączonych z sobą trwale w dwu miejscach kołowych rurowych przewodów wejściowego (21) i wyjściowego (22) perforowanych na odcinkach osłoniętych płaszczami (23) i (24) wypełnionymi materiałem absorpcyjnym (25), (26) i (27), przy czym do rurowego przewodu (21) gaz dopływa przewodem doprowadzającym (28), natomiast z osłaniającego przewód (22) płaszcz (24) gaz wypływa rurą odprowadzającą (29).

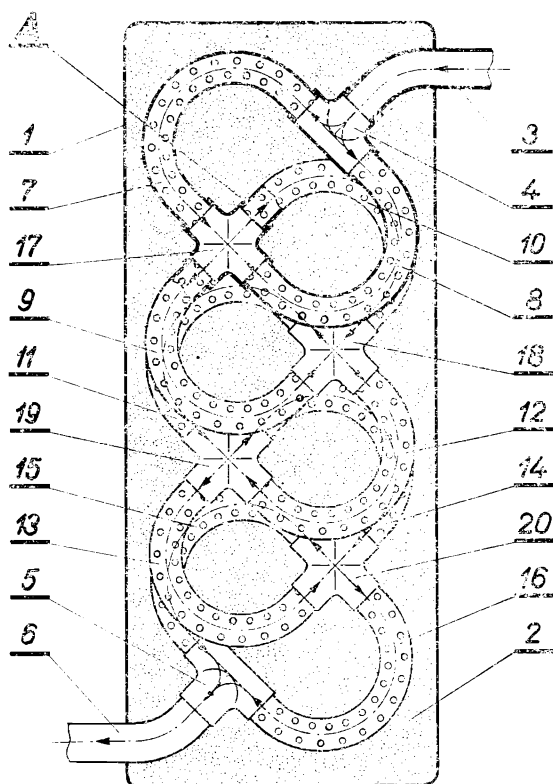


Fig. 1

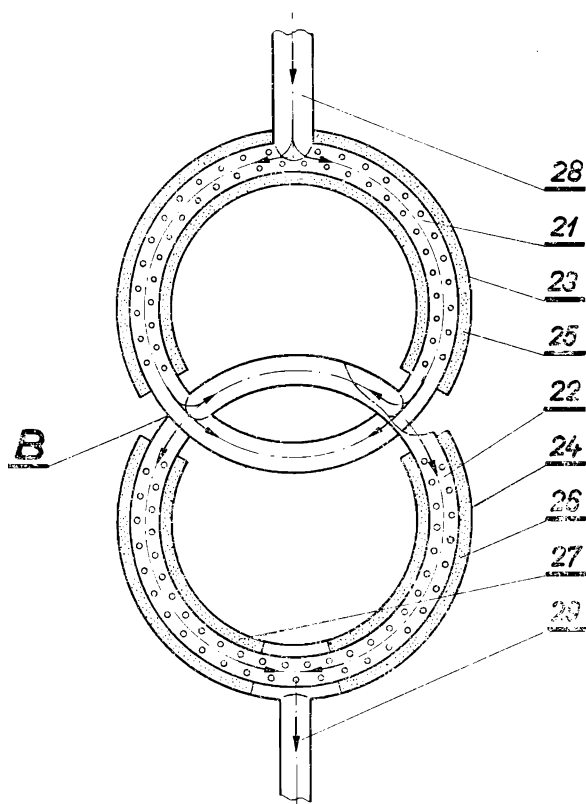


Fig. 2