

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS OCHRONNY**  
**WZORU UŻYTKOWEGO** (19) **PL** (11) **71034**

(21) Numer zgłoszenia: **126349**

(22) Data zgłoszenia: **12.05.2017**

(13) **Y1**

(51) Int.Cl.  
**G10K 11/16 (2006.01)**  
**E04B 1/86 (2006.01)**  
**G10K 11/178 (2006.01)**

(54)

**Aktywny układ dźwiękoizolacyjny**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**19.11.2018 BUP 24/18**

(45) O udzieleniu prawa ochronnego ogłoszono:

**31.10.2019 WUP 10/19**

(73) Uprawniony z prawa ochronnego:

**CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY  
PRACY – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY,  
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wzoru użytkowego:

**LESZEK MORZYŃSKI, Sieciechów, PL**  
**TOMASZ KRUKOWICZ, Starachowice, PL**  
**GRZEGORZ SZCZEPAŃSKI, Warszawa, PL**

**PL 71034 Y1**

## Opis wzoru

Przedmiotem wzoru użytkowego jest aktywny układ dźwiękoizolacyjny do ograniczania hałasu transmitowanego przez przegrody, zaprojektowany do wykorzystania z zastosowaniem techniki mikrofonu wirtualnego.

Znane i powszechnie wykorzystywane są pasywne obudowy i przegrody dźwiękoizolacyjne służące do ograniczania hałasu wytwarzanego przez maszyny i urządzenia. W najprostszym przypadku obudowa dźwiękoizolacyjna zbudowana jest z paneli blaszanych połączonych na obrzeżu ze sobą lub z ramą obudowy – jednak rozwiązanie takie cechuje się niską izolacyjnością akustyczną. W celu zwiększenia izolacyjności akustycznej stosuje się układy wielowarstwowe, przykładowo układ dwóch paneli blaszanych oddzielonych przestrzenią powietrzną. Pomiędzy panelami można stosować materiały dźwiękoizolacyjne i dźwiękochłonne. Tego typu rozwiązania pasywne mają dużą dźwiękoizolacyjność w zakresie wyższych częstotliwości akustycznych, jednak słabo tłumią niskie częstotliwości akustyczne, a ponadto cechują się dość dużą masą i izolacyjnością cieplną, co ogranicza możliwości ich zastosowania.

Znane są również aktywne strukturalno-akustyczne metody redukcji hałasu, przykładowo takie jak opisano w publikacjach Hansen C., Snyder S., Qiu X., Brooks L., Moreau D. „Active control of noise and vibration” (CRC Press, 2012), czy Pawełczyk M. „Reduction of Machinery Noise by Controlling Vibration of Its Whole Casing” (Int. J. of Acoustic and Vibration 21 (1), 2016). W metodach tych w sposób aktywny redukuje się powstające pod wpływem hałasu ze źródła drgania paneli tworzących układ dźwiękoizolacyjny tak, aby nie emitowały one hałasu do otoczenia. Efektem takiego postępowania jest zwiększona dźwiękoizolacyjność układu, szczególnie w zakresie niższych częstotliwości. Aktywne strukturalno-akustyczne układy redukcji hałasu zbudowane są z detektora sygnału odniesienia (w postaci mikrofonu lub czujnika drgań), przetworników wykonawczych (czyli wzbudników drgań przymocowanych do panelu układu dźwiękoizolacyjnego i oddziałujących na jego drgania), przetworników pomiarowych (przetworników drgań lub mikrofonów) oraz układu sterującego drganiami panelu w oparciu o zadany algorytm sterowania.

Przykładowe rozwiązania takich układów aktywnych, różniące się rodzajem i sposobem umieszczenia przetworników pomiarowych czy też zastosowanymi strategiami sterowania opisano w publikacjach: K. Mazur, M. Pawełczyk „Internal Model Control for a Light-Weight Active Noise-Reducing Casing” (Archives of Acoustics 41 (2), 2016), Gardonio P., Bianchi E., Elliott S. J. „Smart panel with multiple decentralized units for the control of sound transmission. Part I: theoretical predictions” (Journal of Sound and Vibration, 274, 2004), Pietrzko S. „Contributions to noise and vibration control technology” (Akademia Górniczo-Hutnicza, 2009).

Jednym z istotnych zagadnień wpływających na właściwości dźwiękoizolacyjne układu aktywnego jest rodzaj i sposób umieszczenia przetwornika pomiarowego (lub przetworników pomiarowych) sygnału błędu w połączeniu z wykorzystywaną strategią sterowania. Najlepsze rezultaty osiągnane są przy zastosowaniu mikrofonu pomiarowego umieszczonego w pewnej odległości od panelu układu dźwiękoizolacyjnego. Jest to jednak rozwiązanie niepraktyczne lub niemożliwe do zastosowania w warunkach rzeczywistych, ze względu na potrzebę stałego umieszczenia mikrofonu w pewnej odległości od układu dźwiękoizolacyjnego. Innym rozwiązaniem jest zastosowanie przetworników drganiowych umieszczonych bezpośrednio na powierzchni panelu układu dźwiękoizolacyjnego. Takie rozwiązanie pozbawione jest niedogodności w postaci dodatkowych elementów wystających poza obręb układu dźwiękoizolacyjnego, jednak cechuje się gorszą skutecznością ze względu na gorszą obserwowalność obiektu sterowania. Znany rozwiązaniem tego problemu jest zastosowanie techniki tzw. mikrofonu wirtualnego, w której sygnał mikrofonowy jest ekstrapolowany w oparciu o sygnały z przetworników drganiowych, jak opisano w publikacjach D. P. Dasa, D. J. Moreaub, B. S. Cazzolato „Nonlinear active noise control for headrest using virtual microphone control” (Control Engineering Practice, 21 (4), 2013), D. Moreau, B. Cazzolato, A. Zander, C. Petersen „A Review of Virtual Sensing Algorithms for Active Noise Control” (Algorithms, 1, 2008). Znane są różne rozwiązania techniki mikrofonu wirtualnego, jednak w większości z rozwiązań mogących mieć szerokie zastosowanie praktyczne w pierwszym etapie działania algorytmu sterowania konieczne jest zastosowanie rzeczywistego mikrofonu w celu określenia zależności pomiędzy sygnałem z mikrofonu a sygnałami z przetworników drganiowych.

Celowym byłoby opracowanie układu dźwiękoizolacyjnego, który byłby co najmniej częściowo pozbawiony opisanych powyżej niedogodności.

Przedmiot wzoru użytkowego został przedstawiony na rysunku, na którym:

Fig. 1 przedstawia układ dźwiękoizolacyjny w pierwszej postaci w widoku z ukosa;

Fig. 2 przedstawia układ dźwiękoizolacyjny w pierwszej postaci w widoku z przodu;

Fig. 3 przedstawia układ dźwiękoizolacyjny w pierwszej postaci w widoku z góry;

Fig. 4 przedstawia układ dźwiękoizolacyjny w drugiej postaci w widoku z góry;

Fig. 5 przedstawia układ dźwiękoizolacyjny w trzeciej postaci w widoku z góry.

Układ dźwiękoizolacyjny według wzoru użytkowego ma sztywną ramę 1, w której zamontowany jest podatny na drgania element płytowy 2. Na pierwszej stronie 2a elementu płytowego 2 zamontowane są drganiowe przetworniki pomiarowe 4, natomiast na drugiej stronie 2b elementu płytowego zamontowane są drganiowe przetworniki wykonawcze 5 (tj. wzbudniki drgań). Ponadto, z pierwszej strony 2a do ramy 1 zamocowane jest ramię 7, na którego końcu znajduje się mikrofon 8 sygnału błędu. Mikrofon 8 sygnału błędu, gdy ramię 7 jest w pozycji roboczej, znajduje się na linii prostopadłej do pierwszej strony 2a w punkcie środka geometrycznego elementu płytowego 2 w odległości nie większej niż połowa długości najdłuższego boku elementu płytowego 2.

Elementem płytowym 2 podatnym na drgania może być pojedynczy panel blaszany lub dwa oddzielne, oddalone od siebie panele blaszane.

Po drugiej stronie 2b elementu płytowego 2 jest umieszczony, w dowolnym miejscu, zgodnie ze znanymi rozwiązaniami, detektor 3 sygnału odniesienia. Detektor 3 sygnału odniesienia, przetworniki pomiarowe 4, przetworniki wykonawcze 5 i mikrofon 8 sygnału błędu są połączone z układem sterującym 6. Układ sterujący 6, na podstawie znanych technik mikrofonu wirtualnego, steruje przetwornikami wykonawczymi 5 w zależności od wskazań detektora 3 sygnału odniesienia, przetworników pomiarowych 4 i mikrofonu 8 sygnału błędu. Połączenia pomiędzy poszczególnymi układami a układem sterującym 6 nie mają wpływu na istotę wzoru użytkowego.

Mikrofon 8 sygnału błędu, który w technice mikrofonu wirtualnego jest stosowany przede wszystkim w początkowym etapie pomiaru, może być, w zależności od postaci wzoru, umieszczony na ramieniu 7, które jest składane lub demontowane. Dzięki temu uproszczona może zostać procedura uruchamiania aktywnego strukturalno-akustycznego układu redukcji hałasu, jak również w zależności od istniejących możliwości może być zmieniany algorytm sterowania z wykorzystującego technikę mikrofonu wirtualnego na bardziej skuteczny, wykorzystujący bezpośredni pomiar mikrofonowy.

W pierwszej postaci wzoru, jak pokazano na Fig. 3, ramię 7 zamocowane jest do ramy 1 na przegubie 9, który umożliwia złożenie ramienia 7 z pozycji roboczej do pozycji kompaktowej 7a, w której ramię 7 przylega do ramy układu. W szczególności, może to być przegub 9 o jednym stopniu swobody (zawias) umożliwiający składanie ramienia w kierunku równoległym do jednego z boków elementu płytowego 2, jak przedstawiono w pozycji 7a na Fig. 2.

W drugiej postaci wzoru, jak pokazano na Fig. 4, ramię 7 jest połączone z ramą 1 złączem 10 mechaniczno-elektrycznym, którego gniazdo znajduje się w ramie 1 a wtyk na ramieniu 7. Złącze 10 mechaniczno-elektryczne zapewnia rozłączne połączenie mechaniczne ramienia 7 z ramą 1, a jednocześnie połączenie elektryczne mikrofonu 8 sygnału błędu z układem sterującym 6. Złącze 10 umożliwia odłączenie (demontaż) ramienia 7 wraz z mikrofonem 8 sygnału błędu od ramy układu 1 do pozycji rozłączonej wskazanej jako 7b.

W trzeciej postaci wzoru, jak pokazano na Fig. 5, ramię 7 ma na końcu przegub 9 taki jak na Fig. 3, który jest połączony z ramą 1 złączem 10 takim jak na Fig. 4. W zależności od potrzeb, ramię 7 może być składane z pozycji roboczej do pozycji kompaktowej wskazanej jako 7a lub odłączane do pozycji rozłączonej wskazanej jako 7b.

## Zastrzeżenia ochronne

1. Układ dźwiękoizolacyjny zawierający sztywną ramę (1), w której znajduje się podatny na drgania element płytowy (2), na którego pierwszej stronie (2a) znajdują się drganiowe przetworniki pomiarowe (4), a na drugiej stronie (2b) znajdują się drganiowe przetworniki wykonawcze (5), **znamienny tym**, że od pierwszej strony (2a) elementu płytowego (2) do ramy (1) zamocowane jest ramię (7), na którego końcu znajduje się mikrofon (8), który dla pozycji roboczej ramienia znajduje się na linii prostopadłej do elementu płytowego (2) w punkcie środka geometrycznego elementu płytowego (2) w odległości nie większej niż połowa długości najdłuższego boku elementu płytowego (2).
2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że element płytowy (2) zawiera dwa oddalone od siebie panele blaszane.

3. Układ dźwiękoizolacyjny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ramię (7) jest zamocowane do ramy (1) za pośrednictwem przegubu (9).
4. Układ dźwiękoizolacyjny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ramię (7) jest zamocowane do ramy (1) za pośrednictwem rozłącznego złącza (10) mechaniczno-elektrycznego.
5. Układ dźwiękoizolacyjny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ramię (7) ma na jednym końcu przegub (9), który jest zamocowany do ramy (1) za pośrednictwem rozłącznego złącza (10) mechaniczno-elektrycznego.

### Rysunki

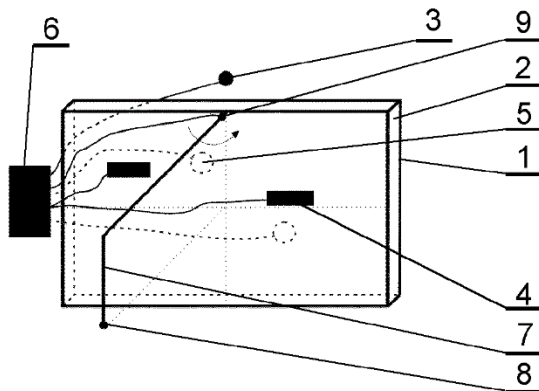


Fig. 1

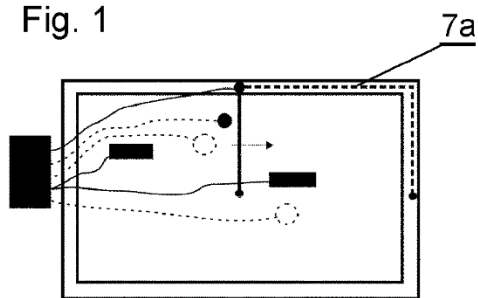


Fig. 2

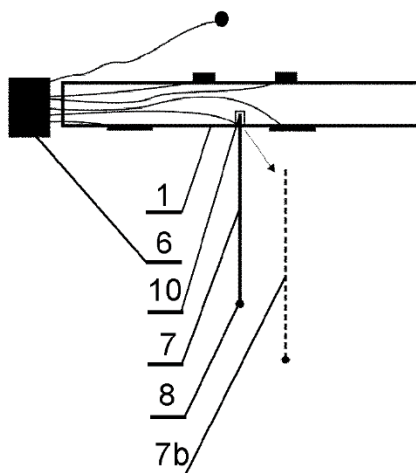


Fig. 4

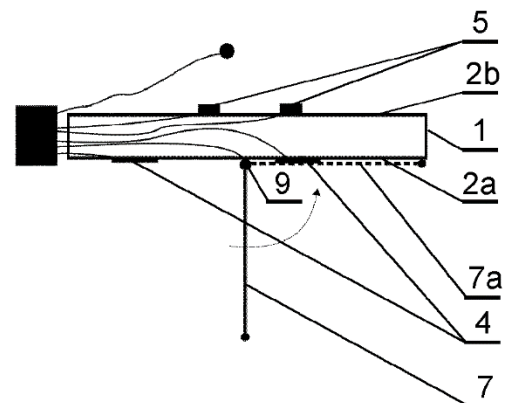


Fig. 3

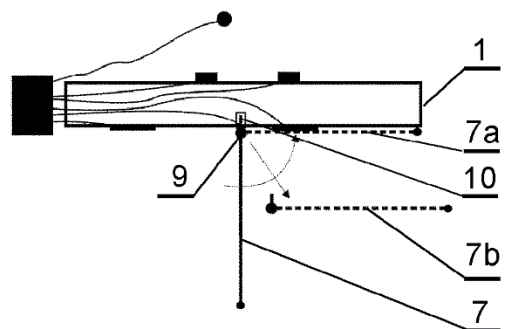


Fig. 5