

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 41728

Kl. 21 a², 13/02

Deutscher Demokratischer Rundfunk
Betriebslaboratorium für Rundfunk und Fernsehen

Berlin-Adlershof, Niemiecka Republika Demokratyczna

Układ do mechanicznego tłumienia głośników

Patent trwa od dnia 17 stycznia 1957 r.

Wynalazek dotyczy układu materiałów porowatych (tkanin porowatych), warstw włóknistych, plecionek materiałów piankowych, płyt porowatych do mechanicznego tłumienia głośników o odpowiedniej oporności jednostkowej przepływu i odpowiednim powierzchniowym dozowaniu.

Ze względu na wygładzanie charakterystyki głośnika w funkcji częstotliwości, a więc na jego subiektywne brzmienie, szczególne znaczenie posiada dostateczna tłumienność drgań membrany, do których zwłaszcza należy zaliczyć rezonans charakterystyczny zamocowania membrany (rezonans podstawowy).

Rezonans podstawowy uwydatnia się z różną siłą w zależności od pola magnetycznego, mechanicznych właściwości układu centrowania i właściwości membrany oraz elektrycznych właściwości dopasowania wyjścia wzmacniacza do cewki drgającej. Przerost prędkości drgań membrany, zachodzący przy rezonansie, oddziałuje w większym lub mniejszym stopniu na przebieg charakterystyki wypromieniowanej mocy akustycznej w funkcji częstotliwości w zależności od wiel-

kości i warunków montażu układu odgrody dźwiękowej lub osłony. Jednak nawet wtedy, gdy przyrost krzywej wypromieniowanej mocy akustycznej jest niedostrzegalny wobec złych warunków promieniowania, głośnik na skutek występowania słyszalnych procesów wyrównawczych może posiadać głuche brzmienie, jeżeli prędkość drgań membrany jest niedostatecznie tłumiona. Przyrost prędkości drgań membrany występujący w rezonansie podstawowym można regulować za pomocą specjalnych sposobów.

Pierwszy sposób polega na wzmocnieniu pola magnetycznego w szczelinie powietrznej.

Drugi sposób polega na tym, iż zawieszenie cewki drgającej jest umieszczone w tłumiącym ośrodku, będącym mieszaniną tłuszczów.

Trzeci sposób polega na tym, iż membrana jest otoczona koszykiem, w którym za pomocą pewnej liczby drobnych umieszczonych na powierzchni tłumików objętość powietrza, poruszana przez membranę, ulega zgęszczeniu i rozrzedzeniu tak, iż powstają tłumiące wiry powietrzne.

Czwarty sposób polega na doprowadzeniu oporności wyjściowej, wzmacniacza mocy do szczególnie małych lub nawet ujemnych wartości za pomocą ujemnego sprzężenia zwrotnego.

Piąty sposób to szereg rozwiązań, według których głośnik jest zaopatrzony w szczelnie zamknięty koszyk membranowy, a przestrzeń powietrzna między koszykiem membranowym i membraną jest wypełniona materiałem, tłumiącym drgania.

Szósty sposób to wielorakie stosowanie membran o zwiększonym tarciu wewnętrznym lub powlekanie powierzchni membrany materiałem o dużym współczynniku tarcia.

Ostatni sposób to różnego rodzaju umieszczanie na brzegu membrany materiału tłumiącego.

Wszystkie te rozwiązania nie działają na ogół w sposób wystarczający, gdyż nie pozwalają na optymalne dozowanie tłumienia lub też nie zapewniają równomiernego rozłożenia działania na powierzchnię membrany albo też, w przypadku tłumienia za pomocą wirów powietrznych, wprowadzają zniekształcenia nieliniowe.

Istnieje bowiem pewne optimum dla wymagającego stopnia ogólnego tarcia, zależne od ogólnej sztywności i ogólnej masy danego układu łącznie z układem zawieszenia. Optimum to wynika z wymagania możliwie najbardziej liniowego przebiegu promieniowania mocy w zakresie rezonansu własnego i wystarczająco małych nie słyszalnych procesów wyrównawczych.

Wady sposobów wymienionych wyżej usuwa wynalazek.

Optymalne tłumienie, działające na całą powierzchnię membrany, osiąga się według wynalazku w ten sposób, że w odległości d , wystarczająco małej w porównaniu z długością fali λ od membrany d ($d < \lambda$), albo w lekkim zetknięciu z membraną umieszczona jest przed nią albo za nią porowata tkanina lub porowaty materiał, o odpowiedniej wartości tarcia względnie oporności jednostkowej przepływu w sposób uniemożliwiający drgania, tak iż powietrze poruszane przez membranę przepływa przez tkaninę, dzięki czemu występuje tłumienie wskutek tarcia w materiale. Wobec małej odległości między materiałem tłumiącym i membraną wielkość tarcia układu prawie dodaje się do mechanicznej wartości tarcia układu membranowego. Wynalazek umożliwia jednocześnie tłumienie wyższych drgań własnych membrany, o ile odległość między warstwą tłumiącą i membraną jest mała wobec długości fali.

Wynalazek może być zastosowany już podczas budowy układu lub też wprowadzony do dowol-

nego wykonanego układu np. w ten sposób, że materiał nakłada się na otwory koszyka względnie wewnątrz koszyka pomiędzy membraną i koszykiem, przy czym w celu wyznaczenia optymalnego działania tarcia części otworów koszyka albo poszczególne otwory koszyka w całości mogą być zamknięte na stałe w sposób uniemożliwiający drgania. Inna możliwość polega na tym, że materiał umieszcza się w przestrzeni powietrznej, zamkniętej przez membranę, bądź też bezpośrednio przed otworem głośnika lub też w otworze.

W przypadku prostego układu drgającego, jaki otrzymuje się przy zmontowaniu głośnika na przegrodce dźwiękowej lub w zamkniętej skrzynce, można łatwo przeprowadzić analizę zachodzących zjawisk. Działanie fizyczne takiego układu opisano poniżej.

Każdy oscylator membranowy posiada dolną granicę częstotliwości (częstotliwość rezonansową), powyżej której promieniowanie mocy w zakresie warunków drgania membrany tłokowej aż

do wartości $\frac{2 \pi R}{\lambda} < \lambda/R =$ promień skuteczny układu promieniującego), jest niezależne od częstotliwości, a poniżej której promieniowanie mocy maleje w stosunku 10^{-4} . W obszarze tej częstotliwości granicznej ruch membrany i tym samym prędkość membrany przebiega według krzywej rezonansowej, której szerokość połowkowa zależy od tłumienia całego układu mechanicznego, składającego się z układu zawieszenia membrany i zamocowania brzegowego, z oporu promieniowania zależnego od warunków montażu, oraz z tłumienia magnetycznego, wynikającego z indukcji szczelinowej i z oporu źródła zastosowanego wzmacniacza i elektrycznych właściwości cewki drgającej.

Prędkość drgań membrany jest wyrażona następującą zależnością.

$$\hat{V} = \frac{\hat{U}_0 \cdot B \cdot l}{Z_e \left[Z_m + \frac{(B l)^2}{Z_c \cdot 10^9} \right]} \cdot 10^{-1} \left[\frac{\text{cm}}{\text{sek}} \right] \quad (1)$$

gdzie U_0 oznacza napięcie biegu jałowego wzmacniacza [wolt]

B — indukcję w szczelinie [gauss]

l — długość drutu cewki głośnikowej [cm]

$Z_e = R + i X$ ogólna zespolona oporność elektryczną obwodu głośnikowego [omy]

$Z_n = r + i \left(\omega m - \frac{s}{\omega} \right) =$ zespolony mechaniczny opór wypadkowy $\left[\frac{g}{\text{sek}} \right]$

przy czym r, m, s oznaczają wypadkowe wartości tarcia, masy i sztywności.

Wprowadzając częstość rezonansową przedkości można równanie powyższe przekształcić

jak następuje: $\omega_r = \sqrt{\frac{s}{m_1}}$

$$\hat{V} = \frac{\hat{U}_0 \cdot B \cdot l}{Z_e \left[r + i \left(\omega - \frac{\omega_r^2}{\omega} \right) m \right]} \cdot 10^{-1} \quad (2)$$

W zakresie niskich częstotliwości można na ogół aż do kilkuset Hz przyrównać wartość oporu Z_e do sumy z oporu prądu stałego R_i wyjścia wzmacniacza i oporu prądu stałego cewki głośnikowej R_{sp} ($Z_e \sim R \sim R_i + R_{sp}$).

Moc wypromieniowana przez głośnik ma wówczas wartość

$$N = \frac{1}{2} \frac{\hat{U}_0^2 (B l)^2 \omega^2}{R^2 \left[r + \frac{(B l)^2}{10^9 R} + i \left(\omega - \frac{\omega_r^2}{\omega} \right) m \right]^2} \text{const.} \quad (3)$$

Człon $\frac{(B l)^2}{10^9 R}$ można traktować jako tarcie magnetyczne, tak iż w postaci równania (3) tarcie ogólne jest przedstawione jako suma tarcia mechanicznego i magnetycznego.

Jeżeli nie występuje zwarcie akustyczne to maksimum wypromieniowanej mocy zachodzi przy wartości:

$$\omega^2 = \omega_r^2 \frac{1}{1 - \frac{1}{2} \frac{r + \frac{(B l)^2}{10^9 R}}{m^2 \omega_r^2}} \quad (4)$$

Gdy tarcie ogólne jest małe, to maksimum mocy wypada przy wartości $\omega = \omega_r$. Dobierając tarcie wypadkowe równe $m \omega_r$ otrzymuje się maksimum mocy przy $\omega = 1,4 \omega_r$. Jeżeli zaś dobrać się ogólne tarcie $> m \omega_r$, wówczas maksimum mocy zachodzi przy jeszcze wyższych częstotliwościach i wreszcie dąży teoretycznie do ∞ dla wartości $1,4 \omega_r$. Z powyższych równań widać, że pożądane tarcie ogólne powinno leżeć w pobliżu $m \omega_r$, gdy z jednej strony ($r \ll m \omega_r$) nie powinny występować żadne zakłócające procesy wyrównawcze, a z drugiej strony ($r \gg m \omega_r$) nie powinno mieć miejsca w krzywej promieniowania znaczne przesunięcie maksimum mocy w kierunku wyższych częstotliwości, a tym samym znaczne pogorszenie przebiegu częstotliwości w zakresie niskich częstotliwości.

Dokładne przeliczenie wykazuje, że dla uzyskania optymalnego przebiegu krzywej mocy w funkcji częstotliwości tarcie ogólne powinno być doprowadzone do wartości $1,1 m \omega_r$, co w szczególności uwidacznia wykres na fig. 5. Na

osi odciętych odłożono stosunek zmiennej częstotliwości do częstotliwości rezonansowej $\frac{\omega}{\omega_r}$, a na osi rzędnych — moc względną jako parametr czynnika $\frac{r}{m \omega_r}$.

Odchylenie od średniego przebiegu ($\omega > \omega_r$) wynosi wówczas przy $-0,75$ dB i przy maksimum mocy $+0,75$ dB. Dopuszczając odchylenie $\pm 1,5$ dB od średniego przebiegu należy utrzymać tarcie ogólne między wartościami $0,95 m \omega_r$ i $1,2 m \omega_r$. Dla tarcia optymalnego otrzymuje się dekrement tłumienia $\delta = 3,45$, tzn. w przypadku drgań stosunek amplitud dwóch wychyleń zachodzących w odstępie jednego okresu wynosi ~ 30 , co oznacza, że już nie występują subiektywnie słyszalne procesy wyrównawcze. W praktyce nie zawsze jest konieczne aby optymalny dekrement tłumienia wynosił $\delta = 3,45$. Często już wystarcza dekrement o wartości $\delta \geq 2,2$, aby na tyle złagodzić zakłócając procesy wyrównawcze, że uzyskuje się znaczne polepszenie brzmienia subiektywnego, w każdym razie biorąc pod uwagę znaczniejsze odchylenie krzywej mocy od przebiegu liniowego.

Na ogół zwykły handlowy układ głośnikowy nie wykazuje optymalnego tarcia ogólnego o wartości $1,1 m \omega_r$ lub $1,1 \sqrt{\frac{r}{m \omega_r}}$ co wynika z następującego przykładu:

W głośniku czterowatowym o średnicy koszyka 200 cm zmierzono lub wyliczono następujące wartości:

Indukcja szczelinowa	$B = 10000$ [gausów]
Długość drutu cewki	$l = 360$ [cm]
Oporność dla prądu stałego zastosowanego wzmacniacza	$R_i = 2$ [Ω]
Oporność prądu stałego cewki głośnikowej	$R_{sp} = 5$ [Ω]
Częstotliwość rezonansowa	$f_r = 60$ [Hz]
Masa układu głośnikowego (membrana + centrowanie)	$m_m = 9$ [g]
Masa powietrzna włączona przed membraną głośnikową wyliczona według Raleigh'a	$m_L = 4$ [g]
Masa ogólna	$m = 13$ [g]
Tarcie magnetyczne	$\frac{(B l)^2}{10^9 R} = 1,85 \cdot 10^3 \left[\frac{g}{\text{sek.}} \right]$
Mechaniczne tarcie strat układu	$= 0,22 \cdot 10^3 \left[\frac{g}{\text{sek.}} \right]$
Tarcie promieniowania według Raleigh'a	$= 0,15 \cdot 10^3 \left[\frac{g}{\text{sek.}} \right]$

Z powyższego wynika że tarcie ogólne wynosi $2,025 \cdot 10^3 \frac{g}{sek.}$, jednakowoż dla optymalnego tłumienia wymagane jest tarcie ogólne 1,1

$$\omega_m = 1,1 \cdot 2 \pi \cdot 60,13 = 5,4 \cdot 10^3 \left[\frac{g}{sek.} \right]$$

braku-
jąca więc wartość tarcia wynosi $3,3 \cdot 10^3 \left[\frac{g}{sek.} \right]$

Brakujące tarcie można uzyskać według wynalazku stosując porowaty materiał lub materiał o odpowiedniej oporności przepływu. Materiał ten musi być niezdolny do drgania w rozważonym zakresie drgań względnie powinien być uczyniony niezdolnym do drgania tak, aby stanowił tylko czysty opór tarcia.

Na fig. 1—4 przedstawiono schematycznie przykładowe rozwiązania układu według wynalazku w widoku i w przekroju. Jak uwidacznia fig. 1 można umieścić materiał oporowy 1 np. między porowatymi względnie sztywnymi płytkami 2 lub kratami 3. Stopień dziurkowania można dobrać odpowiednio do wielkości dodatkowego tłumienia, potrzebnego dla określonego typu głośnika. Jak uwidacznia fig. 2 i 3 prawidłowe wymiary można uzyskać w ten sposób, że do regulowania optymalnego działania tarcia, w celu dopasowania do określonego układu głośnikowego, zasłania się część zastosowanego materiału oporowego 1, za pomocą obrotowych przesłon 4 lub przesuwanych przesłon 5. Jako sposób do uzyskania dodatkowego tłumienia można stosować mankiety z elastycznego materiału piankowego o odpowiedniej oporności przepływu, naciągane na koszyk i czynne otwory głośnika.

Według fig. 4 można również użyty materiał 1 przy zastosowaniu urządzenia o odpowiedniej konstrukcji doprowadzić przez ściśnięcie np. za pomocą śrub 6 do wymaganej wielkości tarcia, ponieważ oporność przepływu zależy również od stopnia ścisłania.

Nastawienie optymalnego tłumienia według wynalazku można kontrolować przez pomiary oporu na cewce głośnikowej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do mechanicznego tłumienia głośników za pomocą materiału porowatego o odpowiedniej oporności przepływu i odpowiednim powierzchniowym dozowaniu, znamieny tym, że materiał umieszcza się w niedużej odległości od membrany głoś-

nika lub w lekkiem zetknięciu z membraną przy odpowiednim zabezpieczeniu materiału od drgań własnych.

2. Układ według zastrz. 1, znamieny tym, że zastosowany materiał jest dobrany pod względem jego powierzchni i jednostkowej oporności przepływu tak, aby wartość ogólna tarcia tłumionego głośnika była w przybliżeniu $\geq 0,7$ -krotnej wartości (odpowiednio do dekrementu $\geq 2,2$) iloczynu masy ogólnej (włącznie z bezwładną masą powietrzną) i częstotliwości układu nie tłumionego.
3. Układ według zastrz. 1 i 2, znamieny tym, że materiał jest umieszczony na otworach lub w otworach koszyka, przy czym w celu optymalnego ustalenia wielkości działania tarcia, części otworów koszyka lub nawet poszczególne otwory w całości mogą być zamknięte na stałe i w sposób uniemożliwiający drgania.
4. Układ według zastrz. 1 i 2, znamieny tym, że materiał jest utrzymywany za pomocą ramki uchwytywnej wewnątrz koszyka pomiędzy membraną i koszykiem.
5. Układ według zastrz. 1 i 2, znamieny tym, że materiał jest umieszczony w przestrzeni powietrznej, objętej powierzchnią membrany głośnika, albo bezpośrednio przed otworem głośnika lub w jego otworze.
6. Układ według zastrz. 1 i 2, znamieny tym, że materiał jest zamocowany w porowatych płytkach lub ramkach.
7. Układ według zastrz. 1, 2 i 6, znamieny tym, że otwory w koszyku głośnika zasłania się za pomocą materiału zamocowanego w dziurkowanych płytkach lub między tymi płytkami.
8. Układ według zastrz. 1, 2 i 6, znamieny tym, że materiał zamocowany między dziurkowanymi płytkami lub ramkami jest umieszczony między membraną i koszykiem membrany.
9. Układ według zastrz. 1, 2 i 6, znamieny tym, że materiał, zamocowany między dziurkowanymi płytkami lub sztywnymi kratami, jest umieszczony w komorze powietrznej, zamkniętej przez powierzchnię membrany albo przed otworem głośnika lub w jego otworze.
10. Układ według zastrz. 1—9, znamieny tym, że materiał jest naciągany na koszyk głoś-

nika w postaci elastycznych mankietów (materiał piankowy).

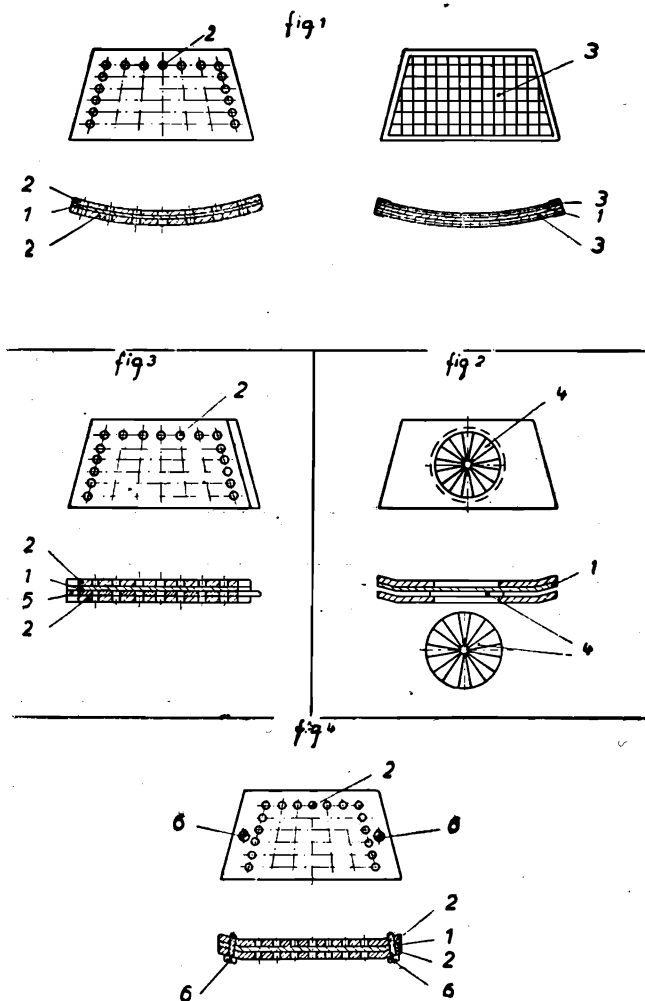
11. Układ według zastrz. 1—10, znamieny tym, że wielkość czynnej powierzchni tarcia jest regulowana za pomocą przesłon obrotowych lub przesuwanych.

12. Układ według zastrz. 1—11, znamieny tym, że dobieranie optymalnej wielkości tarcia

odbywa się przez ściśnięcie materiału za pomocą odpowiednich konstrukcji.

Deutscher Demokratischer
Rundfunk Betriebslaboratorium
für Rundfunk und Fernsehen

Zastępca: Kolegium Rzeczników Patentowych



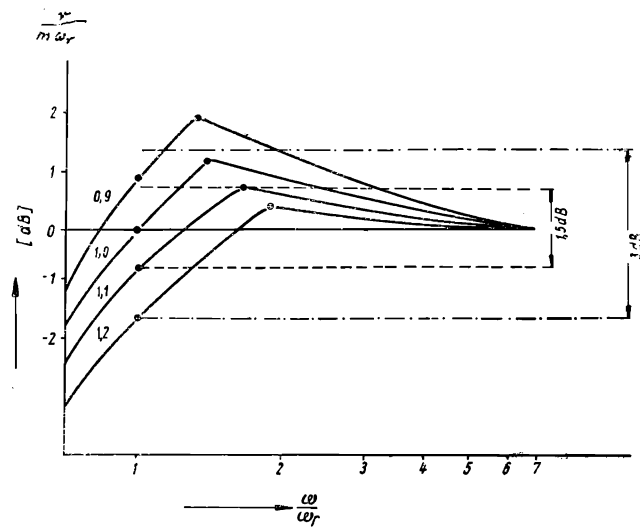


Fig. 5