

Warszawa, 11 stycznia 1939 r.

URZĄD PATENTOWY



F 16 8 9/00 2

RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ OPIS PATENTOWY

Nr 27556.

~~Kl. 47 a, 20.~~

S. Smith & Sons (Motor Accessories) Limited
(Londyn, Wielka Brytania).

47e³ 8/00

Urządzenie do tłumienia drgań.

Zgłoszono 13 lipca 1937 r.

Udzielono 12 listopada 1938 r.

Wynalazek niniejszy dotyczy urządzenia do tłumienia drgań, a zwłaszcza takiego, które nadaje się do przyrządów lub tablicy instrumentowej np. w samolocie. Wynalazek może mieć jednak i szersze zastosowanie. W urządzeniach tego rodzaju stosuje się zwykle sprężyny, posiadające giętkość we wszystkich kierunkach oraz o takiej podatności, że naturalna częstotliwość drgań przyrządu lub innego umocowanego na nich aparatu jest mniejsza od największej częstotliwości drgań samolotu lub innej maszyny, ponieważ te drgania o większej częstotliwości, działające na umocowany przyrząd, mogą go uszkodzić wskutek wywołania dużych przyspieszeń.

W przypadkach, w których zachodziła potrzeba ochrony przed drganiami przyrządów różnej wagi, stosowano zwykle urządzenia, posiadające sprężyny, których podatność dobierano odpowiednio do poszczególnych podpieranych przez nie ciężarów. Pociągało to za sobą konieczność posiadania dużego zapasu sprężyn o różnej podatności.

W myśl niniejszego wynalazku otrzymuje się urządzenie, w którym te same sprężyny mogą służyć do podpierania przyrządów o różnej wadze i posiadać pomimo tego tę samą naturalną częstotliwość drgań całego układu bez względu na ciężar, oczywiście w pewnych granicach.

W tym celu podatność sprężyny musi być proporcjonalna do ciężaru, odpowiednio do następującego równania:

$$S = \frac{4\pi^2 f^2}{g} \cdot L \quad (1)$$

gdzie S oznacza podatność, f — żądana częstotliwość drgań, a L — ciężar. Równanie powyższe można również wyrazić jako funkcję podatności i uginania w następujący sposób.

Ponieważ $S = \frac{dL}{dD}$, gdzie D oznacza ugięcie, przeto powyższe równanie można wyrazić:

$$\frac{dL}{dD} = \frac{4\pi^2 \cdot f^2}{g} \cdot L$$

Całkując to równanie, otrzymuje się następujący wynik:

$$L = L_0 e^{\frac{4\pi^2 \cdot f^2}{g} \cdot D} \quad (2)$$

gdzie L_0 oznacza dolną granicę ciężaru, przy której jest utrzymana żądana częstotliwość i który to ciężar daje podstawowe położenie sprężyny, od którego mierzy się ugięcie.

Przez wstawienie w równanie (2) wartości L , otrzymanego z równania (1), otrzymuje się następujące równanie:

$$S = \frac{4\pi^2 \cdot f^2}{g} \cdot L_0 e^{\frac{4\pi^2 \cdot f^2}{g} \cdot D} \quad (3)$$

W niektórych przypadkach może zająć potrzeba, aby naturalna częstotliwość drgań w kierunkach poziomych stale różniła się od częstotliwości drgań w kierunku pionowym.

W myśl wynalazku urządzenie do tłumienia drgań, zaopatrzone w sprężynę, umieszczoną między ustaloną podporą i wspornikiem dźwiganego przyrządu, pole-

ga na tym, że kształt sprężyny i jej podpór są tak dobrane, iż podatność sprężyny zmienia się odpowiednio do ugięcia według równania 3, przez co naturalna częstotliwość swobodnych drgań podpartego przyrządu pozostaje zasadniczo stała, bez względu na masę podpartego przyrządu.

Na rysunku przedstawiono przykład wykonania urządzenia według wynalazku.

Fig. 1 przedstawia przekrój urządzenia do tłumienia drgań według jednej postaci wykonania wynalazku; fig. 2 — to samo urządzenie w widoku z boku z częściowym przekrojem u góry, a fig. 3 i 4 przedstawiają szczegóły wykonania.

Urządzenie do tłumienia drgań składa się z cylindrycznej osłony metalowej 1 z kołnierzem 2. Względem osłony 1 jest osiowo osadzony trzpień 3, na którego dolnym nagwintowanym końcu jest osadzona nakrętka 4. Gumowa tulejka 5, zaopatrzona na końcach w kołnierze 6 i 7, obejmuje trzpień 3. Do osłony 1 jest przymocowana w poniżej opisany sposób pierścieniowa płytką 8 (fig. 1 i 3), posiadająca wygięty do góry brzeg 9. Między końcem lub wierzchem 10 osłony 1 i trzpieniem 3 jest osadzona stożkowa zwojowa sprężyna druciana 11, której wierzchołek, utworzony przez prostą część drutu, wchodzi w głęboki stożkowy otwór w trzpieniu 3.

Urządzenie jest przymocowane za pomocą nakrętki 4 do podstawy 12 (zaznaczonej liniami przerywanymi), która może być np. wspornikiem na samolocie. Przez tulejkę 5 i trzpień 3 przechodzi otwór 13, w który można wsunąć zatyczkę, zapobiegającą obracaniu się trzpienia 3 podczas przykręcania nakrętki 4. Tablicę instrumentową lub inny przyrząd, który ma być zabezpieczony od drgań podstawy 12, przymocowuje się do osłony 1. W tym celu w kołnierzu 2 są wykonane otwory 14, a w płytce 8 — otwory 15. Przez otwory te przechodzą śruby, wkręcone w podpórkę 20 (zaznaczoną liniami przerywanymi), do

której jest przymocowana tablica instrumentowa. Dzięki temu urządzeniu płytka 8 jest również przymocowana do osłony 1, jak wspomniano wyżej.

Ruch pionowy osłony 1 względem trzpienia 3 i podstawy 12 jest ograniczony przez kołnierze 6 i 7 tulejki 5, obejmujące płytkę 8, a ruch boczny również jest ograniczony przez tulejkę 5, stykającą się z krawędzią otworu w płycie 8.

Dla względnie lekkiego przyrządu płytka 8 może być umieszczona jak wskazano na fig. 1, lecz dla większych ciężarów płytka 8 może być odwrócona do góry względem osłony 1, przy czym w tym przypadku początkowy nacisk sprężyny 11 jest większy.

Kilka takich urządzeń, np. trzy, można użyć do podtrzymania tablicy instrumentowej za pomocą oparcia 16 bez pomocy jakichkolwiek innych narządów podpierających.

W miarę gdy podparty ciężar wzrasta, coraz to więcej zwiększa się zwoje lub zwiększa ich ilość zaczyna się stykać z wierzchem lub końcem 10 osłony 1, a wskutek tego podatność sprężyny wzrasta dla drgań pionowych przyrządu, jak również dla drgań w każdym innym kierunku.

Jeżeli chodzi o sprężynę, wykonaną z drutu o równomiernym przekroju poprzecznym i opierającą się w wyżej opisany sposób o płaską powierzchnię, to istnieje kilka możliwych postaci sprężyn, utrzymujących częstotliwość drgań całego układu na stałym poziomie (w pewnych granicach), bez względu na podparte ciężary. Jedną taką postać przedstawia spiralna sprężyna ślimakowa, której zwoje są jednakowo od siebie odległe w kierunku osiowym, gdy sprężyna znajduje się w stanie nieobciążonym; odległość między tymi zwojami oznaczono poniżej literą P . Rzut prostokątny tej sprężyny na płaszczyznę przedstawia spiralę równokątną lub logarytmiczną, wyrażoną przez równanie

$$R = R_0 e^{-\mu \theta},$$

w którym R i θ oznaczają współrzędne biegunowe, R_0 — promień wodzący zewnętrznego końca spirali, e — stałą wykładniczą, a μ — funkcję częstotliwości drgań f , wspomniana zaś odległość P jest wyrażona przez równanie $\mu = \frac{4\pi f^2 P}{6g}$. Rozu-

mie się, że przy największym obciążeniu, przy którym sprężyna ma utrzymać częstotliwość na stałym poziomie, niektóre ze zwojów mogą się jeszcze nie stykać z powierzchnią oporową. Ponieważ sprężyna nie powinna się więcej ugiąć, przeto zwoje te mogą posiadać żądany kształt. Skuteczną podatność sprężyny względem drgań bocznych można regulować przez zmianę długości prostej części wierzchołka sprężyny, przy czym długość tę można wyznaczyć na podstawie doświadczeń.

Przy obliczaniu sprężyny według równań 1, 2 i 3, należy przyjąć, że posiada ona równomierną podatność.

Podatność S sprężyny pod obciążeniem L , powodującym ugięcie D , równa się

$$S = \frac{L}{D} \quad \text{i} \quad D = \frac{L}{S}$$

Sprężyna, wykonana według wynalazku, powinna działać w granicach największego i najmniejszego obciążenia L_0 i L_M . Podatność S_0 sprężyny na obciążenie L_0 można określić na podstawie równania 1, z którego wynika, że

$$S_0 = \frac{4\pi^2 f^2}{g} \cdot L_0$$

Jeżeli np. żądana częstotliwość f wynosi 420 drgań na minutę, wówczas $\frac{4\pi^2 f^2}{g} = 60$.

Jeżeli $L_0 = 0,45$ kg, to $S_0 = 90$ kg/m. Ponieważ L_0 jest najmniejszym podpieranym ciężarem, przeto podatność nie powin-

na być mniejsza niż S_0 w zwykłych warunkach, tak że dobiera się sprężynę o podatności S_0 w stanie nieobciążonym.

Najprostszym sposobem zwiększania podatności na ugięcie przez ciężar jest zmniejszenie niepodpartej długości sprężyny w czasie jej ugięcia. W ten sposób sprężyna będzie posiadać część swobodną i część podpartą. Całkowite ugięcie sprężyny z jej stanu nieobciążonego pod wpływem ciężaru L wynosi $D_0 + D$, gdzie D_0 jest ugięciem sprężyny pod wpływem ciężaru L_0 , a D jest dalszym ugięciem od wyjściowego położenia sprężyny, t. j. od położenia, jakie sprężyna zajmuje pod wpływem obciążenia L_0 .

Przy stałym obciążeniu statycznym L , t. j. gdy sprężyna nie drga, ugięcie swobodnej części sprężyny wynosi $\frac{L}{S}$. Z równania

$$(1) \frac{L}{S} = \frac{g}{4\pi^2 f^2}. \text{ Podobnie } \frac{L_0}{S_0} = \frac{g}{4\pi^2 f^2} = D_0.$$

Jest to stan, w którym częstotliwość f jest stałą, a ponieważ π i g są również stałe, przeto ugięcie swobodnej części sprężyny $\frac{L}{S}$ dochodzi do wielkości D_0 .

Ponieważ całkowite ugięcie wynosi $D_0 + D$, przeto ugięcie podpartej części sprężyny jest równe ugięciu D i to właśnie ugięcie D musi być użyte, aby spowodować oparcie się odpowiedniej części sprężyny na podstawie.

$$\text{Ponieważ } S_0 = \frac{4\pi^2 f^2}{g} L_0, \text{ a}$$

$$D_0 = \frac{g}{4\pi^2 f^2},$$

przeto równanie (3) można przestawić

$$S = S_0 e^{\frac{D}{D_0}}$$

$$\text{Wskutek tego } D = D_0 \log_e \frac{S}{S_0}. \quad (A)$$

Przyjawszy, jak przed tym, że żądana częstotliwość wynosi 420, wówczas gdy L_0 jest równe 0,45 kg, a S_0 jest równe 60, to

D_0 będzie równe 5 mm. W ten sposób można łatwo narysować krzywą a , odpowiadającą D i S stosownie do równania A.

Oczywiście, podatność S jest funkcją długości l swobodnej części sprężyny, tak że skalę podatności dla krzywej można zastąpić przez skalę, wskazującą swobodną długość sprężyny. Skala taka będzie również tworzyć skalę podpartej długości sprężyny, tak że daje się wyznaczyć ugięcie w każdym punkcie podpartej długości części sprężyny, a zatem i odległość, o jaką ta część sprężyny musi się przesunąć zanim zostanie podpartą.

Jeżeli zastosowano sprężynę spiralną o równomiernym przekroju poprzecznym, wówczas jej podatność na skręcenie wynosi $\frac{K}{l}$, gdzie K jest wielkością stałą, zależną od materiału i przekroju poprzecznego drutu. W tych warunkach

$$\frac{S}{S_0} = \frac{K \text{ funkcja } l}{K \text{ funkcja } l}$$

Krzywą L , odpowiadającą ugięciu przy swobodnym końcu sprężyny i podpartej części sprężyny można również wyznaczyć. Według tej krzywej można wykonać każdą sprężynę zwojową, mającą drgać z częstotliwością 420 drgań na minutę pod każdym obciążeniem, naturalnie w pewnych granicach, przyjawszy np. sprężynę spiralną, posiadającą pewną liczbę zwojów o stopniowo wzrastającej długości.

Sprężynę można przeznaczyć dla współdziałania z płaską podstawą, w którym to przypadku skok zwojów musi się tak zmieniać, aby skok każdego zwoju stanowił różnicę między ugięciem na początku i na końcu każdego zwoju. Wartości ugięcia dla każdego zwoju można wyznaczyć na podstawie ostatniej krzywej b przez odmierzenie wzdłuż podziałki swobodnej długości zwojów i zakreślenie na krzywej ugięć na końcach tych długości. Należy zazna-

czyć, że skok może się ciągle zmieniać, tak że może zająć potrzeba obliczenia skoków połowy zwojów, a nawet ćwierci zwojów, jak również końców pełnych zwojów.

Skok każdego zwoju może być stały, a promień zwojów może się zmieniać; w tym przypadku podstawa musi być odpowiednio ukształtowana, aby posiadać gniazda dla kolejnych zwojów. Krzywiznę podstawy w płaszczyźnie, zawierającej oś sprężyny, można wyznaczyć w następujący sposób, który nadaje się dla płaszczyzny, zawierającej początek i koniec każdego zwoju. Skok zwojów może być większy niż skok pierwszego zwoju. Trzecią krzywą c rysuje się przede wszystkim przez ustalenie punktów, w których zwoje stykają się ze wspomnianą płaszczyzną, gdy sprężyna jest nieobciążona. Należy przyjąć, że zwój o największym promieniu znajduje się u dołu i że sprężyna jest podparta od dołu. Najniższy ustalony punkt, który odpowiada zetknięciu najniższego zwoju z powyższą płaszczyzną, tworzy najniższy punkt krzywej podstawy. Od punktu, przyległego do najniższego punktu, odmierza się w dół, w kierunku równoległym do osi sprężyny, linię, równą pod względem długości ugięciu pierwszego zwoju sprężyny, otrzymanemu na podstawie drugiej krzywej b , wspomnianej powyżej. Od następnego przyległego punktu odmierza się odległość, równą ugięciu drugiego zwoju i t. d. Następnie rysuje się gładką krzywą c przez dolne końce wspomnianych linii. Krzywiznę w innych płaszczyznach można wyznaczyć w podobny sposób. Należy przy tym zastosować zwykłą poprawkę dla średnicy drutu, tworzącego sprężynę.

Należy zaznaczyć, że w szczególnym przypadku sprężyna według wynalazku posiada długość jednego zwoju tak obraną, że ugięcie każdego zwoju jest równe jego skokowi, tak że można zastosować płaską podstawę.

Można, oczywiście, również zastosować

sprężynę zwojową, której zwoje posiadają jednakową średnicę, tak, że każdy zwój spoczywa na zwoju, znajdującym się poniżej. W tym przypadku $\frac{S}{S_0} = \frac{Kl_0}{Kl} = \frac{l_0}{l}$.

Skok każdego zwoju jest równy jego ugięciu powiększonemu o średnicę drutu, tak, że skok zwoju n — tego jest równy ugięciu n zwojów minus ugięcie $n - 1$ zwojów. Jeżeli np. jest 10 zwojów, ugięcie dla różnej liczby podpartych zwojów można łatwo odczytać na podstawie stożka c , ponieważ każdy zwój wynosi 0,1 długości. Odpowiednie podziałki można zastosować dla innych liczb zwojów.

W końcu należy jeszcze rozpatrzeć przypadek, gdy sprężyna w postaci pręta jest nieruchomo umocowana na jednym końcu i dźwiga ciężar na drugim końcu. Wzór na taki pręt przedstawia się następująco: $D = \frac{Ll^3}{3El}$. Podatność na obciążenie stałe podaje wzór $S = \frac{L = L \cdot 3E}{D \quad Ll^3}$.

Wobec tego

$$\frac{S}{S_0} = \frac{3El}{L^3} \times \frac{l_0}{3El} = \left(\frac{l_0}{l}\right)^3$$

Wstawiając tę wartość $\frac{S}{S_0}$ w równanie na D , podane poprzednio, otrzymujemy $D = D_0 \log. \left(\frac{l_0}{l}\right)^3$. Można więc narysować

krzywą, wskazującą związek między ugięciami i swobodną częścią sprężyny, którą można użyć dla rozwinięcia krzywej dla podstawy sprężyny przez ustalenie różnych wartości ugięcia od linii, przedstawiającej sprężynę nieugiętą, biorąc pod uwagę, że każdy punkt na sprężynie porusza się podczas uginania wzdłuż znanej krzywej.

Następujący przykład dotyczy spręży-

ny stożkowej, dla której jest miarodajne wspomniane równanie $R=R_0e^{-\mu\theta}$, i która

nadaje się do podpierania przyrządu, obciążającego sprężynę ciężarem 0,45 — 3,6 kg, tak że częstotliwość drgań podpartego przyrządu jest utrzymana zasadniczo na poziomie 540 drgań na minutę. Sprężyna jest wykonana z drutu stalowego o średnicy 1,6 mm. Odległość P między zwojami wynosi 2,5 mm, osiowa długość swobodnej części sprężyny wynosi 12,5 mm, a promień zewnętrznego końca spirali wynosi 15 mm. Długość prostej części przy wewnętrznym końcu spirali wynosi 5 mm.

Wierzch lub koniec 10 osłony 1, zamiast być płaskim, jak wskazano, może posiadać inny kształt, np. stożkowy lub inaczej wypukły. Następnie sprężyna może również posiadać inny kształt, np. może posiadać postać ślimaka o dużej średnicy na jednym końcu, o zmniejszającej się średnicy ku środkowi. Budowa taka pozwala na zmniejszenie największej średnicy sprężyny.

Przyrząd według wynalazku może, oczywiście, mieć różne postacie wykonania, opisaną powyżej postać podano jedynie jako przykład.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Urządzenie do tłumienia drgań, np. przyrządów, posiadające sprężynę, umieszczoną między nieruchomą podstawą i wspornikiem dźwiganego przyrządu, znamienne tym, że kształt sprężyny i jej oparcie są tak dobrane, iż podatność S sprężyny zmienia się odpowiednio do jej ugięcia według równania

$$S = \frac{4\pi^2 \cdot f^2}{g} \cdot L_0 e^{\frac{4\pi^2 \cdot f^2}{g} \cdot D},$$

w którym f oznacza żadaną częstotliwość drgań, a L ciężar, przez co naturalna czę-

stotliwość swobodnych drgań podpartego przyrządu pozostaje zasadniczo stała, bez względu na ciężar podpartego przyrządu.

2. Urządzenie do tłumienia drgań według zastrz. 1, znamienne tym, że jego sprężyna posiada kształt stożkowo-spiralny, a oparcie posiada powierzchnię, która umożliwia zetknięcie się ze wzrastającą długością zwojów sprężyny podczas jej ściskania.

3. Urządzenie do tłumienia drgań według zastrz. 2, znamienne tym, że posiada taką sprężynę, której rzut na płaszczyznę prostopadłą do jej osi określa przy płaskim oparciu równanie

$$R = R_0 e^{-\mu\theta}$$

w którym R i θ oznaczają współrzędne biegunowe, R_0 — promień wodzący zewnętrznego końca spirali, e — stałą wykładniczą, μ — funkcję częstotliwości drgań f .

4. Urządzenie do tłumienia drgań według zastrz. 1 — 3, znamienne tym, że sprężyna posiada na jednym końcu prosty odgięty wierzchołek osiowy.

5. Urządzenie do tłumienia drgań według zastrz. 1 — 4, znamienne tym, że zaopatrzone jest w zatrzym lub zatrzymy, ograniczające amplitudę drgań podpartego przyrządu.

6. Urządzenie do tłumienia drgań według zastrz. 1 — 5, znamienne tym, że posiada zatrzym do ograniczania amplitudy drgań sprężyny, umożliwiające zastosowanie urządzenia do podpierania przyrządów o różnej wadze.

S. Smith & Sons
(Motor Accessories)
Limited.
Zastępca: Inż. S. Pawlikowski,
rzecznik patentowy.

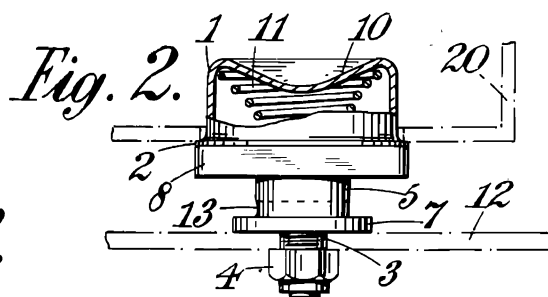
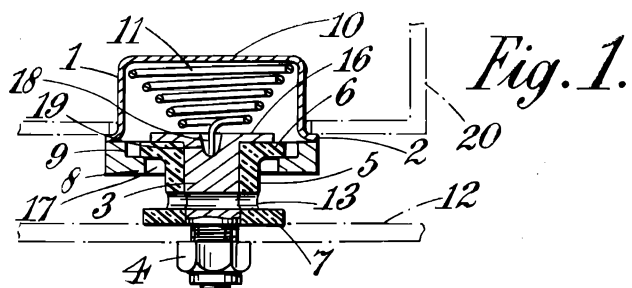


Fig. 3.

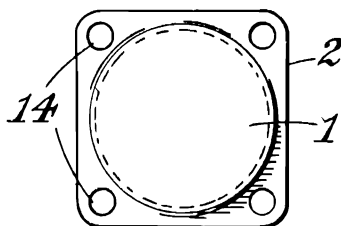


Fig. 4.

