

URZĄD PATENTOWY



F164 15/02

RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 27159.

Kl. 47 a, 20.

Dresag A. G.
(Zurych, Szwajcaria).

47a³, 15/02

Urządzenie do tłumienia drgań.

Patent zależny od patentu nr 25491.

Zgłoszono 28 września 1937 r.
Udzielono 24 sierpnia 1938 r.

Wynalazek niniejszy dotyczy urządzenia, służącego do tłumienia drgań ciał stałych, i posiadającego masę tłumiącą, umieszczoną co najmniej w przybliżeniu w miejscu największej amplitudy drgań tychże ciał.

Do tłumienia drgań stosuje się zespoły, wykonane z kilku ogniw, z których każde składa się z bezwładnej masy oraz z ciała sprężystego, np. ze sprężyny. Działanie tłumiące takich mechanicznych zespołów polega na tym, że drgania masy pierwszego ogniwa skutkiem drgań rezonansowych drugiego ogniwa tego zespołu zostają częściowo pochłonięte.

Nie można zaprzeczyć, że urządzenia

te są dosyć dobre w przypadku drgań dowolnych. Wydaje się natomiast wykluczone, by urządzenia te mogły tłumić również szybkie drgania, np. drgania dźwiękowe, choćby dlatego, że trwałe i dokładne dostrajanie takich mechanicznych zespołów do drgań o wielkiej częstotliwości jest bardzo utrudnione, a zwykle nawet niemożliwe.

W celu tłumienia drgań w przewodach napowietrznych, stosuje się umocowane na nich osłony, napełnione częściowo ciałami ciernymi, np. ziarnami metalowymi, wobec czego podczas drgania tych przewodów, ciała cierne w osłonach są zmuszone do współdrżenia, przy czym tarcie ślizgo-

we, wywoływane przez wzajemne ruchy ciał ciernych, pochłania część energii tych drgań.

Podobne urządzenia do tłumienia drgań powolniejszych można łatwo umieszczać na słupach telegraficznych itd., lecz wydaje się niemożliwe, by urządzenia te mogły być zastosowane do tłumienia drgań śmigieł i innych urządzeń, których kształt zewnętrzny nie dopuszcza większych zmian budowy. Okoliczności te ograniczają więc zakres zastosowania podobnych urządzeń.

Wszystkie wady znanych urządzeń tego rodzaju zostają usunięte dzięki urządzeniu według wynalazku, służącemu do tłumienia drgań ciał stałych. Według wynalazku osiąga się to w ten sposób, że masę, tłumiącą drgania, umieszcza się na ciele drgającym tak, aby masa ta dała się nieco przesunąć w kierunku przeciwnym do wychyleń ciała drgającego. Całość wykonuje się w ten sposób, że masa tłumiąca podczas drgania ciała zostaje zmuszona do współdrżania, wskutek czego zmiana kierunku drgań masy tłumiącej zostaje skuteczniejsza dopiero wtedy, gdy ciało drga w kierunku przeciwnym do kierunku odchylenia masy, tak iż ciało drgające i masa tłumiąca przy każdej zmianie kierunku uderzają o siebie, wskutek czego tracą one energię drgania.

Na rysunku przedstawiono kilka przykładów wykonania wynalazku. Fig. 1 przedstawia schematycznie ciało drgające o znanej budowie, umocowane na sprężynie, fig. 2 — to samo ciało w drugim położeniu, fig. 3 — to samo w trzecim położeniu, fig. 4 przedstawia ciało drgające podobne do ciała, przedstawionego na fig. 1 — 3, zajmujące położenie pierwsze, fig. 5 — to samo ciało w położeniu drugim, fig. 6 — w położeniu trzecim, fig. 7 — w położeniu czwartym, fig. 8 — drążek metalowy, umocowany jednostronnie i wyposażony w przyrząd według wynalazku, fig. 9 — przekrój wzdłuż linii IX — IX na fig.

8, fig. 10 — śmigło, zaopatrzone w przyrząd według wynalazku, fig. 11 — przekrój wzdłuż linii XI — XI na fig. 10, fig. 12 — schematyczny widok wału turbiny parowej, zaopatrzonego w takiż przyrząd, fig. 13 — tłumik rury wydechowej do silników spalinowych w przekroju podłużnym, zaopatrzonego w przyrząd według wynalazku, fig. 14 — przekrój tłumika wzdłuż linii XIV — XIV na fig. 13, fig. 15 — przekrój tłumika wzdłuż linii XV — XV na fig. 14, a fig. 16 — przekrój tłumika wzdłuż linii XVI — XVI na fig. 13.

W przykładzie, przedstawionym na fig. 13, cyfra 1 oznacza sprężynę płaską, umocowaną w miejscu A; na drugim końcu sprężyny jest umocowane ciało drgające 2.

Gdy ciało 2 zostanie odchylone do położenia przedstawionego na fig. 1, wówczas działa nań siła, zależna od wielkości wygięcia sprężyny, a powodująca odchylenie się tego ciała po zwolnieniu w kierunku strzałki B (fig. 1). Na fig. 2 sprężyna 1 i ciało rozprężone 2 zajmują położenie normalne; sprężyna 1 jest przy tym rozprężona. Po drodze z położenia, przedstawionego na fig. 1, do położenia, przedstawionego na fig. 2, ciało 2 nabrało pewnej energii kinetycznej, powodującej odchylenie się ciała 2 dalej poza położenie spoczynku w kierunku strzałki C dopóty, dopóki sprężyna 1, przeciwdziałająca temu ruchowi (strzałka C), wskutek wyginania się nie pochłonie kinetycznej energii ciała 2. Gdy to nastąpi, ciało 2 zajmuje położenie spoczynku. W położeniu przedstawionym na fig. 3, napięta sprężyna 1 odchyła ciało 2 w kierunku strzałki D (fig. 3), poza normalne położenie na fig. 2, aby po osiągnięciu położenia, przedstawionego na fig. 1, odchylić się znowu z powrotem itd. Takie zwrotne wahanie ciała trwałoby bez końca, gdyby nie było wewnętrznych tarć cząstek sprężyny i gdyby nie było oporu powietrza, który energię ciała 2 coraz wię-

cej mniejsza, tak iż w końcu ciało to zostaje unieruchomione. Opory te, w przeciwstawieniu do energii poruszanego ciała, są stosunkowo małe, tak iż ciało wykona zawsze stosunkowo dużą liczbę wahań, zanim spocznie. Czas trwania jednego wachania, zależnie od siły sprężyny i ciężaru ciała, jest krótszy lub dłuższy. Gdy np. ciało w ciągu jednej sekundy wykonywa więcej niż 16 wahań, wówczas wahania te odczuwa się jako drgania, oko widzi położenie ciała w postaci nieprzerwanego pasma, ucho zaś chwytą je jako dźwięki.

W drugim przykładzie, przedstawionym na fig. 4 — 7, cyfra 1 oznacza również sprężynę płaską, umocowaną w miejscu A. Na drugim końcu tej sprężyny znajduje się ciało 2. W przeciwieństwie do ciała według fig. 1 — 3 ciało to jest wydrążone i posiada wewnątrz masę tłumiacą w postaci ruchomej kuli 3.

Gdy ciało 2 sprowadzono do położenia, przedstawionego na fig. 4, wtedy kula 3 zajmuje położenie uwidocznione na fig. 4. W razie zwolnienia ciała 2, ciało to pod wpływem napiętej sprężyny 1 porusza się z wzrastającą szybkością w kierunku strzałki B na fig. 4. W położeniu, przedstawionym na fig. 5, szybkość tego ciała 2 oraz kuli 3 osiągnęła największą wartość. Sprężyna 1 jest w tym położeniu zupełnie rozprężona. Kinetyczna energia, nagromadzona przez ciało 2 w drodze z położenia, przedstawionego na fig. 4, do położenia, przedstawionego na fig. 5, powoduje jednak, że ciało 2 waha się dalej poza położenie normalne według fig. 5 w kierunku strzałki C. Po drodze z położenia, przedstawionego na fig. 5, do położenia, uwidocznionego na fig. 6, energię ciała 2 pochłania stopniowo z powrotem sprężyna 1, wskutek czego ruch ciała 2 staje się coraz powolniejszy, tak iż ciało to w położeniu, przedstawionym na fig. 6, dochodzi wreszcie do położenia krańcowego. Odpowiednio do tego kula 3 z szybkością

osiągniętą w położeniu, przedstawionym na fig. 5, porusza się dalej w kierunku strzałki E (fig. 6), odrywa się od ścianki 2a w chwili, kiedy części drgające zajmują położenie, przedstawione na fig. 5, i przesuwa się o pewien kawałek ku środkowi tego ciała 2 do położenia, przedstawionego na fig. 6. Ciało 2, które w położeniu, przedstawionym na fig. 6, zajmowało położenie krańcowe, pod działaniem sprężyny 1 waha się znowu z powrotem, w kierunku strzałki D, podczas gdy kula 3 toczy się dalej w kierunku strzałki E. W położeniu, przedstawionym na fig. 7, ruch wsteczny ciała 2 w kierunku strzałki D osiągnął największą szybkość.

Jeżeli szybkość ta wynosi $v_1 = 2$ m/sek, ciężar zaś ciała 2 wynosi $G_1 = 9,81$ kg, energia kinetyczna ciała 2 w położeniu przedstawionym na fig. 5 wynosi przy $g = 9,81 =$ przyspieszeniu siły przyciągania ziemi w przybliżeniu:

$$L_1 = \frac{G_1 \cdot v_1^2}{g \cdot 2}$$

$$L_1 = \frac{9,81 \cdot 4}{9,81 \cdot 2} = 2 \text{ kgm.}$$

Szybkość v_2 kuli 3 wynosi w chwili uderzenia o ściankę 2b ciała 2 (fig. 7) np. również 2 m/sek, zaś ciężar G_2 kuli wynosi powiedzmy również 9,81 kg. Energia kinetyczna kuli w chwili uderzenia wynosi w przybliżeniu

$$L_2 = \frac{G_2 \cdot v_2^2}{g \cdot 2}$$

$$L_2 = \frac{9,81 \cdot 4}{9,81 \cdot 2} = 2 \text{ kgm.}$$

W położeniu, przedstawionym na fig. 7, kula 3 uderza o ściankę 2b ciała 2, odchylającego się w przeciwnym kierunku. Powstaje przy tym strata energii zarówno

kuli 3 jak i ciała 2. Owa strata energii wynosi w wyżej przytoczonym przykładzie:

$$A = \frac{G_1 \cdot G_2}{G_1 + G_2} \cdot \frac{(v_1 + v_2)^2}{2 \cdot g} \cdot (1 - k^2)$$

Przy tym oznaczają:

$G_1 = 9,81$ ciężar ciała wahliwego w kg,

$G_2 = 9,81$ ciężar kuli w kg,

$v_1 = 2$ szybkość ciała wahliwego w m/sek,

$v_2 = 2$ szybkość kuli podczas uderzenia w m/sek,

$g = 9,81$ przyspieszenie siły przyciągania ziemi (w m/sek²),

$k = 0$ tak zwany współczynnik siły uderzenia, który w przypadku, kiedy kula wykonana jest z praktycznie zupełnie nie sprężystego materiału (np. z ołowiu), może być przyjęty równy zeru.

W ten sposób ogólna strata energii, spowodowana zderzeniem się ciała wahliwego z kulą wynosi:

$$A = \frac{9,81 \cdot 9,81}{19,62} \cdot \frac{16}{2 \cdot 9,81} \cdot 1 = 4 \text{ kgm.}$$

Ponieważ energia kinetyczna ciała wahliwego oraz kuli razem wynosi również 4 kgm, przeto w położeniu, przedstawionym na fig. 7, podczas zderzenia się ciała i kuli, energia ruchu ciała wahliwego i kuli zostaje całkowicie pochłonięta, tak iż w położeniu tym ciało wahliwe i kula pozostają w spoczynku; sprężyna 1 w tym położeniu jest również rozprężona.

Ruch ciała wahliwego 2 w przykładzie według fig. 4 — 7 został wstrzymany już po wykonaniu 3/4 wahan. Wydrążenie ciała 2 względnie droga W (fig. 6), którą kula 3 może przebiec względem ciała 2 w kierunku wychyleń, w przykładzie, przedstawionym na fig. 4 — 7, posiada mniej więcej długość podwójnej amplitudy drgań S.

W przykładzie, przedstawionym na fig.

8 i 9, cyfra 4 oznacza drążek metalowy, umocowany w miejscu A. Na wolnym końcu drążek 4 posiada wytoczenie 4a, w którym osadzona jest masa tłumiąca 5 w postaci wydrążonego cylindra w ten sposób, że może się przesuwać względem drążka 4 w kierunku wahań, oznaczonym strzałkami F, G.

Gdy potrącić drążek 4 w kierunku przeciwnym do osi X — X, drążek zaczyna drgać, przy czym drgania mają największą amplitudę na końcu drążka, obciążonym masą 5. Podczas drgania końca drążka masa tłumiąca 5 jest przerzucana w jedną i drugą stronę. Ponieważ między masą i drążkiem znajduje się mała przestrzeń powietrzna, umożliwiającą przesuwanie się tej masy, zmiana kierunku drgań masy tłumiącej 5 odbywa się zawsze później od zmiany kierunku drgań tego drążka, czyli że masa tłumiąca 5 uderza zawsze o drążek, kiedy drążek ten odchyła się już w kierunku przeciwnym do kierunku poruszania się masy tłumiącej; przy każdym takim zderzeniu, część energii drgań drążka zostaje pochłonięta, tak iż drążek wkrótce zajmuje położenie spoczynku.

Stosunki w tym przypadku są zasadniczo takie same, jak w przykładzie, przedstawionym na fig. 4 — 7, z tą jednak różnicą, że częstotliwość drgań drążka, przedstawionego na fig. 8 i 9, jest znacznie większa od częstotliwości drgań układu, przedstawionego na fig. 4 — 7. Odpowiednio do wykonania i rozmiarów ciała 4, przedstawionego na fig. 8 i 9, odchylenia drgań są znacznie mniejsze niż w przykładzie według fig. 4 — 7. Odpowiednio do tego również i droga względnego przesuwu masy tłumiącej musi być mniejsza. Jak wykazały doświadczenia, dobre wyniki w tłumieniu drgań ciał w zakresie dźwiękowym osiąga się wtedy, jeżeli masa tłumiąca i ciało drgające są dopasowane w granicach ustanowionych tolerancji. W przypadku dokładnego dopasowania

masy tłumiącej do ciała drgającego duża stosunkowo masa powoduje małe zmniejszenie częstotliwości drgań, natomiast w przypadku dopasowania luźnego wystarczy mała już masa tłumiąca, aby natychmiast całkowicie stłumić drgania. Cel ten osiąga się już przy pomocy masy tłumiącej, wynoszącej zaledwie 2 — 5% masy ciała drgającego. Odpowiednio do prawa zderzenia masę wykonywa się najlepiej z możliwie nie sprężystego materiału, np. z ołowiu lub ze stopów ołowiu. Działanie tłumiące można również wzmoczyć, jeżeli masy tłumiące działają w miejscach, w których amplitudy są największe; miejsca te w skomplikowanych przypadkach ustala się najlepiej doświadczalnie. Tak np. w kamertonie drgania zostają natychmiast stłumione, jeżeli co najmniej jedno z ramion otoczyć cienką blaszką ołowianą.

W przykładzie, przedstawionym na fig. 10 i 11, cyfra 6 oznacza śmigło, które na końcach śmig, podobnie do drążka 4 na fig. 8 i 9, posiada po jednym żłobku 6a, w którym założona jest luźno masa tłumiąca 7, przesuwaną się w kierunku drgań, oznaczonym strzałkami *H*, *J*. Podczas drgania śmig w kierunku, prostopadłym do osi *X* — *X*, masy tłumiące 7 również drgają, lecz odbywa się to z pewnym przesunięciem faz względem drgań śmig, podobnie jak wyjaśniono w związku z przykładem, przedstawionym na fig. 8 i 9. Interferencja, wynikająca z tego przesunięcia faz, powoduje natychmiast stłumienie energii drgań śmig, tak iż śmig nie powodują hałasów ani przez własne drgania, ani przez rezonans.

W przykładzie, przedstawionym na fig. 12, cyfra 8 oznacza wał turbiny parowej, osadzony w łożyskach 9 i zaopatrzony w wirnik 10. Piasta tego wirnika posiada z każdej strony tarczy 10a jedno wytoczenie 10b współśrodkowe z wałem 8. W wytoczeniach tych są osadzone luźno masy tłumiące w postaci pierścieni 11;

każda masa przesuwana się w kierunku drgań, oznaczonym strzałkami *K*, *L*.

Podczas poprzecznych drgań wału 8, mających pośrodku wału między obu łożyskami największą amplitudę, pierścienie tłumiące 11 również drgają, lecz, podobnie do mas tłumiących w wyżej opisanych przykładach, drgania te są nieco opóźnione względem drgań wału i koła. Przy tym wskutek zderzania się mas, drgających w kierunkach przeciwnych, drgania wału zostają stłumione względnie pochłonięte.

Na fig. 13 — 16 przedstawiono tłumik rury wydechowej, zaopatrzony w przyrząd według wynalazku i nadający się do silników spalinowych, jak silników samochodowych, silników samolotowych itd. Liczba 12 (fig. 13 i 15) oznacza króciec rury wydechowej, połączony z przewodem wydechowym silnika. Króciec ten jest zaopatrzony w stosunkowo szeroki płaszcz 13, na jednym końcu rozszerzony w postaci lejki 13a i posiadający na drugim końcu, leżącym na jednej wysokości z końcem króćca 12, dyszowe zwężenie 13b. Zarówno króciec 12, jak i płaszcz 13 są utworzone z pustaków w kształcie wycinków 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f (fig. 14 i 16), przy czym między każde dwa pustaki wkłada się ściankę przegradzającą 14, 15, 16, 17, 18, 19, wykonaną z materiału, tłumiącego szmery, np. z azbestu, i przymocowaną do promieniowych ścianek bocznych tych pustaków. Jak widać z fig. 14 i 16, tylko jedna z bocznych ścianek każdego wycinka jest całkowita, podczas gdy druga z tych ścianek posiada szczelinę 20. Płaszcz 13 jest otoczony luźno otuliną 21, wykonaną z mało elastycznego materiału o jak największej gęstości, np. ze stopu miedzi. Otulina ta jest zabezpieczona przed osiowymi przesunięciami za pomocą dwóch pierścieni 22 (fig. 13 i 15), umocowanych na stałe na płaszczu 13.

Ścianki wewnętrzne pustaków 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f, tworzących króciec 12,

są zaopatrzone w szereg otworów 23, wykonanych przez wytłaczanie lub wyginanie małych języczków 24 ze ścianki tych wycinków. Języczki 24 są wygięte w ten sposób, że zakrzywionymi brzegami są one skierowane ku lejowemu rozszerzeniu 13a płaszcza 13.

Poprzeczne drgania tłumika wydechowego, przedstawionego na fig. 13 — 16, zostają natychmiast pochłonięte przez otulinę tłumiącą 21, która wskutek luźnego osadzenia jej na płaszczu 13 drga z pewnym przesunięciem faz. Tłumiące działanie zostaje wzmożone jeszcze przez opisane wykonanie tłumika, a w szczególności przez pośrednie ścianki przegradzające, tłumiące hałasy.

Opisany tłumik silnika montuje się najlepiej w ten sposób, aby oś podłużna $X - X$ leżała w kierunku jazdy pojazdu, zaopatrzonego w ten silnik. Podczas jazdy, prąd powietrza przepływa w kierunku strzałki M (fig. 13) między króćcem i płaszczem 13 i po wyjściu z dyszy 13b wytwarza rozrzedzenie powietrza, które z kolei powoduje przyspieszenie ruchu gazów spalinowych, wypływających w kierunku strzałek M tego króćca 12, względnie powoduje zasysanie tych gazów z króćca. Część powietrza przepływającego przez płaszczyz 13, zostaje uchwycona języczkami 24 względnie skierowana do środka króćca 12, w którym chłodne powietrze miesza się z gorącymi spalinami i ochładza je. Owo ochładzanie spalin powoduje znaczne zmniejszenie objętości gazów spalinowych. Ponieważ zmniejsza się tylko objętość, nie zaś ciężar masy gazowej, zawartej w pewnej chwili w tłumiku, również i energia do-

pływu tej masy gazowej pozostaje niezmieniona, przeto masa gazowa skurczona w tłumiku, wywiera działanie ssawne na słup gazu, znajdujący się między tłumikiem i silnikiem, przyspieszając dodatkowo szybkość wypływu tych gazów. Wszystko to powoduje nie tylko daleko idące zmniejszenie hałasów wylotowych, lecz zapewnia nader dobre przedmuchiwanie i napełnianie cylindrów silnika, oraz ulepsza działanie silnika pod względem wydajności.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Urządzenie do tłumienia drgań masy stałej za pomocą umieszczonej w miejscu największej amplitudy drgań masy tłumiącej, zespolonej luźno z ciałem drgającym i mogącej wykonywać w kierunku drgań względem masy drgającej krótkie skoki, znamienne tym, że skok, który masa tłumiąca może wykonywać względem masy drgającej, odpowiada co najmniej w przybliżeniu podwójnej wartości amplitudy drgań tej ostatniej masy.

2. Urządzenie według zastrz. 1, znamienne tym, że masa tłumiąca jest wykonana z mało sprężystego materiału.

3. Urządzenie według zastrz. 1 i 2, znamienne tym, że masa tłumiąca jest wykonana z materiału o dużym ciężarze gatunkowym.

4. Urządzenie według zastrz. 1 — 3, znamienne tym, że waga masy tłumiącej wynosi około 2 — 5% masy drgającej.

Dresag A. G.

Zastępca: Dr A. Bolland,
rzecznik patentowy.

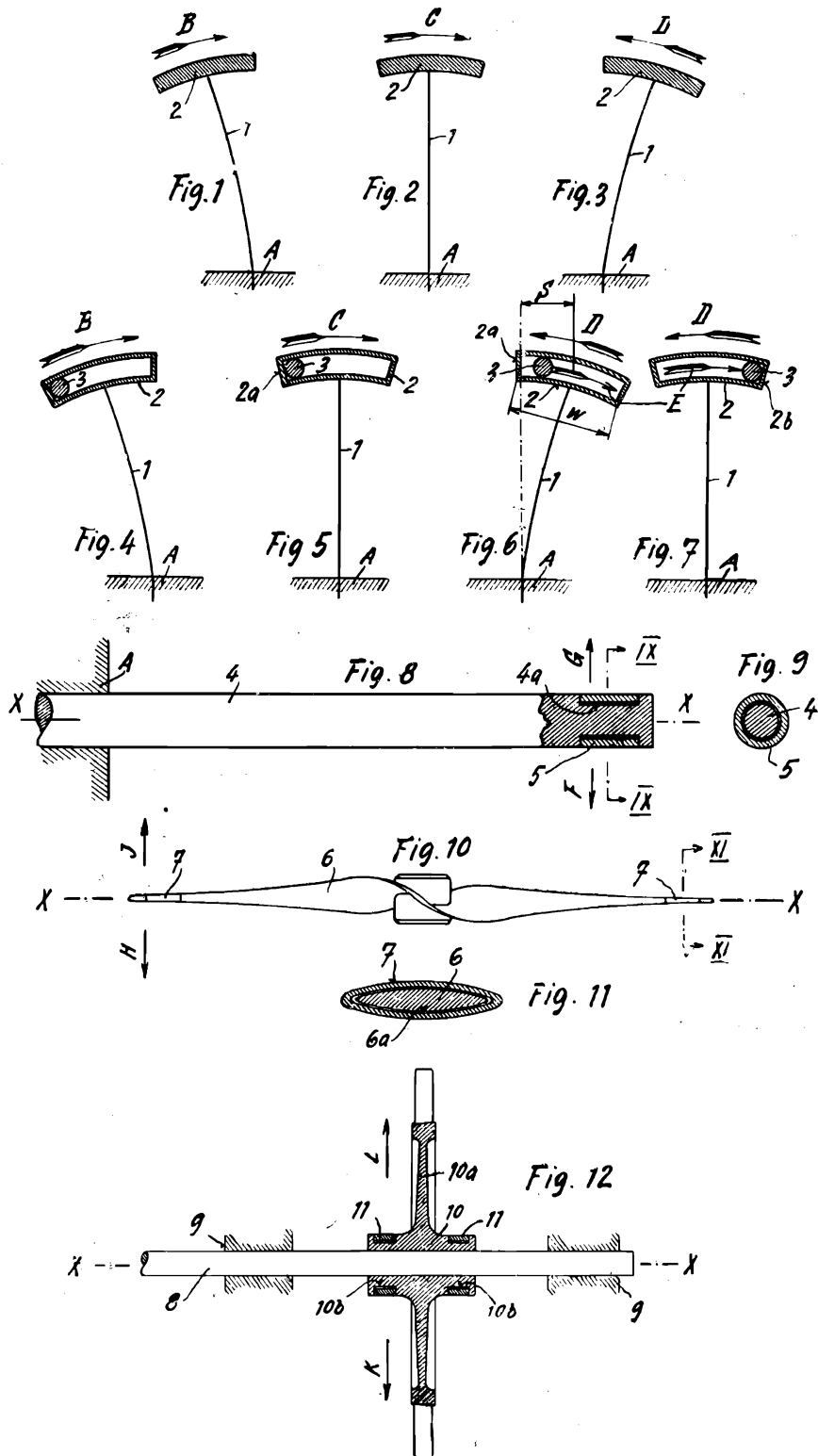


Fig. 13

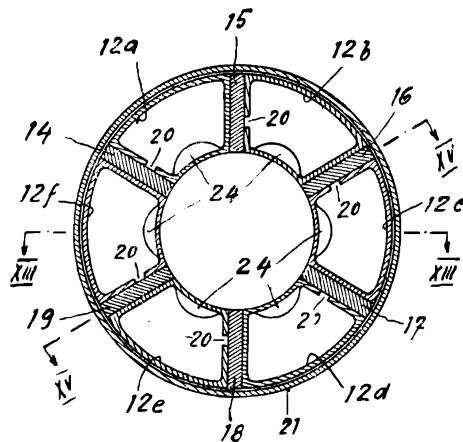
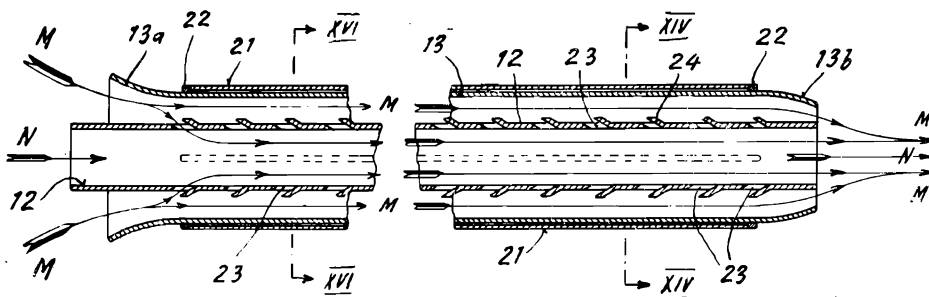


Fig. 14

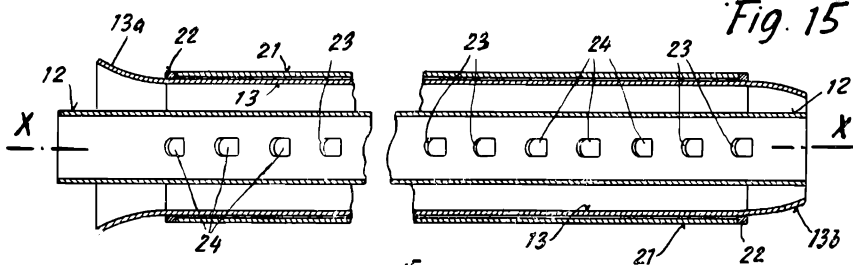


Fig. 15

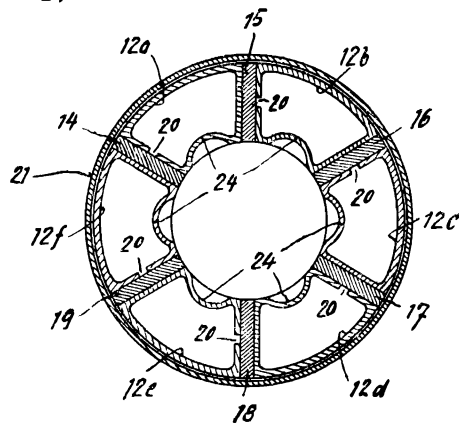


Fig. 16