

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

123 472



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 10.05.77 (P. 198 005)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 12.02.79

Opis patentowy opublikowano: 25.06.1985

Int. Cl.³

F16F 9/30

B61G 11/00

Twórca wynalazku: Jeremi Maciejewski

Uprawniony z patentu: Instytut Chemii Przemysłowej, Warszawa (Polska)

Urządzenie do absorpcji energii mechanicznej, zwłaszcza energii bardzo silnych uderzeń

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do absorpcji energii mechanicznej, zwłaszcza energii bardzo silnych uderzeń.

Urządzenie takie stosowane jest do pochłaniania energii uderzeń w pojazdach szynowych, pojazdach samochodowych, w budowie armat i wyrzutni rakietowych itp., jako ogranicznik ruchu wind, suwnic, dźwigów i innych ruchomych urządzeń i elementów maszyn oraz do tłumienia drgań powstających w czasie ruchu pojazdów, pracy maszyn i urządzeń.

Urządzenie będące przedmiotem wynalazku przystosowane jest do spełniania równocześnie dwóch wymienionych funkcji.

Znane urządzenia do absorpcji energii mechanicznej charakteryzują się ściśle określonym przeznaczeniem, o ściśle określonej wartości absorbowanej energii. W przypadku przekroczenia tych wartości nie spełniają swojej roli ulegając zniszczeniu, natomiast dla niższych wartości energii zachowują się jak ciała sprężyste przenosząc działające siły na urządzenia, na których są zainstalowane. Z tego powodu znane absorbery energii uderzeń nie mogą spełniać jednocześnie roli tłumika drgań, a znane urządzenia tłumiące drgania nie spełniają równocześnie roli absorberów energii uderzeń.

Ponadto znane rozwiązania mają tę wadę, że pod wpływem zmian temperatury otoczenia, bądź wskutek podnoszenia się temperatury absorbera w wy-

2

niku przemiany absorbowanej energii na ciepło, następuje wydatna zmiana ich charakterystyki. W obniżonych temperaturach poniżej -30°C absorbery tego typu tracą swoje właściwości wskutek krzepnięcia płynów czy smarów, natomiast w temperaturach powyżej $+30^{\circ}\text{C}$ lepkość płynów i smarów obniża się, przez co zdolność pochłaniania energii absorbera ulega znacznemu zmniejszeniu.

W znanych urządzeniach energię mechaniczną absorbują zespoły sprężyn stalowych, wkładki ze zwulkanizowanych gum organicznych, a w tłumikach drgań media typu alkoholi alifatycznych, glikoli, olejów mineralnych i silikonowych, a także różne pasty sporządzone na bazie żywic, olejów i mineralnych wypełniaczy.

Znane np. z polskiego opisu patentowego nr 73 176 urządzenia do amortyzowania bardzo silnych uderzeń i przeznaczane dla pojazdów szynowych zbudowane jest z dwóch współosiowych cylindrów, między które wsuwa się trzeci zakończony pierścieniem elipsoidalnym o większej średnicy niż odstęp między tymi cylindrami. Energia uderzenia pochłaniana jest wskutek odkształcenia współosiowych cylindrów i tarcia pierścienia. Urządzenie to przy niższych energiach uderzeń zachowuje się jako ciało sztywne, natomiast przekroczenie dopuszczalnej energii niszczy absorber. Ponadto absorber ten nie tłumii drgań. Znany z polskiego opisu patentowego nr 69 315 tłumik drgań składa

się z dwu pierścieni przedzielonych elastyczną wkładką. Uderzenie może tłumić drgania, natomiast energia uderzeń odkształca elastyczną wkładkę, co powoduje konieczność jej wymiany.

Znane również z polskiego opisu patentowego nr 83 615 wibroizolatory z wiskotycznym tłumikiem drgań zbudowane są z cylindra i tłoka, między którymi znajduje się ciecz o wysokiej lepkości typu parafiny czy oleju silikonowego. Tłumik taki nie absorbuje energii uderzeń, a przy wzroście amplitudy i częstości drgań znacznie zmniejsza się ilość pochłoniętej energii, szczególnie gdy medium tłumiącym jest olej silikonowy.

Znane jest z francuskiego opisu patentowego nr 2 197 432 urządzenie amortyzujące, w którym jako medium zastosowano jednakowy bliżej nie określony elastomer wypełniający duży cylinder i poruszający się w nim mały cylinder z umieszczonym wewnątrz tłokiem. Jest to znany w technice sposób amortyzacji dużych i małych energii poprzez dostosowanie objętości elastomeru do wielkości działających sił. Urządzenie to amortyzuje działające siły, jednak nie jest zdolne do równoczesnego spełniania funkcji tłumika drgań i ogranicznika ruchu, gdyż zawiera w obu cylindrach jednakowy sprężysty elastomer.

Znane są też z opisu patentowego RFN nr 2 256 201 różne urządzenia, różnie zbudowane, przedstawiające tłumik hydrauliczny wspomagany amortyzującą sprężyną, z cylindrem wypełnionym medium o własnościach lepkich, oraz urządzenia zawierające jako medium amortyzujące tworzywa spienione, a także zawierające jako medium tłumiące substancje sproszkowane. Każde z wymienionych rozwiązań przez zastosowanie bądź medium lepkiego, takiego jak ciecz lub substancje sproszkowane, bądź sprężystego tworzywa spienionego nie jest zdolne do równoczesnego spełniania funkcji absorbera energii i tłumika drgań bądź ogranicznika ruchu, szczególnie gdy przemiennie działają duże lub małe siły.

Przedstawione wyżej znane urządzenia do absorpcji energii uderzeń, bądź do tłumienia drgań spełniają jedną ściśle określoną funkcję i przeznaczone są dla ściśle określonych warunków ich eksploatacji. Wszystkie odchylenia od tych warunków powodują konieczność zmiany konstrukcji tych urządzeń oraz zastosowania różnych mediów dla tłumienia drgań, bądź absorpcji energii uderzeń. Płynne przejście od funkcji tłumika drgań do ogranicznika ruchu i dalej absorbera energii uderzeń w urządzeniach tych nie jest możliwe do osiągnięcia. Ponadto w znanych urządzeniach nie można uzyskać wzrostu chłonności energii wraz ze wzrostem ilości dostarczonej energii dla powtarzających się w krótkich odstępach czasu silnych uderzeniach i drganiach o zmieniającej się amplitudzie.

Celem wynalazku jest opracowanie urządzenia pozbawionego wyżej wymienionych niedogodności użytkowych.

Urządzenie według wynalazku, służące do absorpcji energii mechanicznej, zwłaszcza energii bardzo silnych uderzeń, zbudowane jest ze znanego układu złożonego z cylindra nieruchomego os-

adzonego na pojeździe lub maszynie oraz jednego lub wielu cylindrów z dnem wsuwających się współosiowo do cylindra nieruchomego oraz tłoka wsuwającego się współosiowo do skrajnego cylindra przejmującego energię uderzeń.

Istotą wynalazku jest wypełnienie pustej przestrzeni, powstałej po nieznacznym wsunięciu się cylindrów jeden w drugi i tłoka w skrajny cylinder, materiałem zdolnym do przejmowania energii mechanicznej różnym w poszczególnych cylindrach i różniącym się zdolnością rozpraszania energii.

W cylindrze nieruchomym znajduje się materiał wysokosprężysty, a w cylindrze skrajnym materiał lepko-sprężysty o dużym udziale własności lepkich. W cylindrze lub cylindrach pośrednich, gdy urządzenie jest wielocylindrowe, znajduje się materiał lepko-sprężysty o wzrastającej sprężystości w kierunku do cylindra nieruchomego.

Okazało się, że funkcje absorbera energii, tłumika drgań i ogranicznika ruchu spełnia urządzenie składające się co najmniej z cylindra nieruchomego wypełnionego materiałem sprężystym oraz współosiowo wsuwającego się drugiego cylindra, wypełnionego materiałem lepko-sprężystym, w który wsuwa się tłok przejmujący energię uderzeń.

Stwierdzono, że od wielkości energii uderzeń i wielkości energii drgań, oraz od długości drogi hamowania (amplitudy) przy ograniczaniu (hamowaniu) przez urządzenie ruchu pojazdu lub elementu maszyny zależą wymiary cylindrów i niezbędne ilości materiałów absorbujących energię mechaniczną. Ponadto stwierdzono, że długość cylindrów jest ściśle związana z drogą hamowania działających sił i ściśle zależy od przeznaczenia urządzenia.

W przypadku, gdy urządzenie jest wielocylindrowe stosunek średnic D cylindrów do średnic wewnętrznych d cylindrów, w które wsuwają się cylindry o odpowiednich średnicach zewnętrznych D , może wynosić od 0,001 do 0,999, a stosunek objętości V pustych przestrzeni pomiędzy kolejnymi cylindrami może wynosić od 0,001 do 1000.

Stwierdzono również, że korzystnie jako materiały wysokosprężyste znajdujące się w cylindrze nieruchomym stosuje się materiały na bazie polimerów polisiloksanowych o module sprężystości wyższym od 10^4 N/m^2 , a jako materiały lepko-sprężyste znajdujące się w skrajnym cylindrze stosuje się materiały na bazie polimerów polisiloksanowych o średniej lepkości wyższej od 10^3 cP .

Urządzenie według wynalazku, dzięki zastosowanej konstrukcji i użyciu w poszczególnych cylindrach jako pochłaniacza energii materiałów o odpowiednio dobranych własnościach, może jednocześnie spełniać funkcje tłumika drgań o różnej amplitudzie i częstotliwości, ogranicznika ruchu i absorbera energii uderzeń o chłonności wzrastającej ze wzrostem ilości dostarczanej energii.

Wynalazek jest objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym przedstawiono przekrój urządzenia trójcylindrowego w ujęciu schematycznym.

Do cylindra 4 o średnicy wewnętrznej $d_1 = 200 \text{ mm}$, w którym przestrzeń V_1 o objętości 2200 cm^3 wypełniona jest wysokosprężystym polimerem poli-

siloksanowym 1 o module sprężystości 10^7N/m^2 , wsunięty jest cylinder 5 o średnicy zewnętrznej $D_2=170 \text{ mm}$, wewnętrznej $d_2=150 \text{ mm}$ i objętości $V_2=2600 \text{ cm}^3$, wypełniony lepko-sprężystym polimerem polisiloksanowym 2 o module sprężystości 10^6N/m^2 i lepkości 10^7cP . Polimer ten jest utrzymywany w stanie naprężonym przez uszczelkę 11 dociskaną sprężyną 10. Do cylindra 5 wsunięty jest cylinder 6 o średnicy zewnętrznej $D_3=120 \text{ mm}$ i wewnętrznej $d_3=100 \text{ mm}$. Do cylindra 6 wchodzi tłok 7 o średnicy zewnętrznej $D_4=50 \text{ mm}$. W cylindrze 6 znajduje się lepki polimer polisiloksanowy 3 o lepkości 10^6 cP i module sprężystości 10^5N/m^2 wypełniający przestrzeń $V_3=1200 \text{ cm}^3$. Polimer ten utrzymywany jest w stanie naprężonym przez uszczelkę 9 dociskaną sprężyną 8. Cylindry 4, 5, 6 wykonane są z niskowęglowej stali chromowanej galwanicznie a tłok 7 ze stali konstrukcyjnej. Uszczelki 9 i 11 wykonane są z polichlorofluoroetyleny a sprężyny 8 i 10 ze stali zapewniającej możliwie niskie odkształcenie trwałe w czasie wieloletniej eksploatacji urządzenia. Przy wystąpieniu drgań o niewielkiej amplitudzie tłok 7 wsuwa się do materiału 3, który hamuje jego ruch dzięki czemu wsuwa się ze zmniejszającą się częstotliwością, co daje wygaszenie sinusoidy drgań. Drgania o dużej amplitudzie wytłumiane są przez zespół cylindrów 5 i 6.

W przypadku, gdy urządzenie spełnia funkcje ogranicznika ruchu, w momencie uderzenia jego energię przejmuje częściowo materiał 2, następnie pochłania ją materiał 3, a w końcowej fazie hamowania ruchu cylinder 6 wsuwa się w materiał 2.

W przypadku znacznego zwiększenia się masy, której ruch jest hamowany (np. suwnica z ładunkiem) tłok 7 opiera się o cylinder 6, wsuwa go w cylinder 5 i cały zespół opiera się w końcowej fazie ruchu o materiał 1.

Przy wystąpieniu silnego uderzenia bezwładność urządzenia powoduje, że energię przejmuje materiał 2 zachowując się jak ciało sprężyste, następnie materiał 1, po tym znów materiał 2 jako ciało o zmniejszającej się sprężystości i wzrastającej lepkości w miarę pochłaniania energii. Następnie materiał 3 spełnia rolę ogranicznika ruchu wskutek zanurzenia się tłoka 7. W przypadku gwałtownego uderzenia o energię wielokrotnie większej niż zakładana uderzenie przyjmuje materiał 2 ulegając rozdarciu na drobne fragmenty, następnie materiał 1, a po tym znów materiał 2, którego

struktura uległa już odbudowie i zaczyna pracować jako substancja lepka. Powrót cylindrów do stanu wyjściowego następuje w ciągu kilkunastu sekund po uderzeniu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do absorpcji energii mechanicznej, zwłaszcza energii bardzo silnych uderzeń złożone z cylindra nieruchomego osadzonego na pojeździe lub maszynie oraz jednego lub wielu cylindrów z dnem wsuwającym się współosiowo do cylindra nieruchomego oraz tłoka wsuwającego się współosiowo do skrajnego cylindra i bezpośrednio przejmującego energię uderzeń, **znamiennie tym**, że pusta przestrzeń powstała po nieznacznym wsunięciu się cylindrów (4, 5, 6) jeden w drugi i tłoka (7) w skrajny cylinder (6) wypełniona jest materiałem (1, 2, 3) zdolnym do przejmowania energii mechanicznej różnym w poszczególnych cylindrach i różniącym się zdolnością rozpraszania energii, przy czym w cylindrze nieruchomym (4) znajduje się materiał wysokosprężysty (1), a w cylindrze skrajnym (6) znajduje się materiał lepko-sprężysty (3) o dużym udziale własności lepkich, natomiast w cylindrach pośrednich (5) znajduje się materiał lepko-sprężysty (2) o wzrastającej sprężystości w kierunku do cylindra nieruchomego (4).

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że złożone jest co najmniej z cylindra nieruchomego (4) wypełnionego materiałem sprężystym (1) oraz współosiowo wsuwającego się drugiego cylindra (5) wypełnionego materiałem lepko-sprężystym (2), w który wsuwa się tłok (7) przejmujący energię uderzeń.

3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że stosunek średnic ($D_2:d_1$) i dalszych ($D_3:d_2$; $D_4:d_3$) cylindrów (4, 5, 6) i tłoka (7) wynosi od 0,001 do 0,999.

4. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że stosunek objętości pustych przestrzeni ($V_1:V_2$) i dalszych ($V_2:V_3$) pomiędzy cylindrami (4, 5, 6) i tłokiem (7) wynosi od 0,001 do 1000.

5. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że jako materiał wysokosprężysty (1) stosuje się materiały na bazie polimerów polisiloksanowych o module sprężystości wyższym od 10^4N/m^2 .

6. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że jako materiał lepko-sprężysty (2, 3) stosuje się materiały na bazie polimerów polisiloksanowych o średniej lepkości wyższej od 10^6cP .

