

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **234219**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **419285**

(22) Data zgłoszenia: **28.10.2016**

(51) Int.Cl.

F16F 9/02 (2006.01)

F16F 9/32 (2006.01)

F16F 9/06 (2006.01)

F15B 21/14 (2006.01)

(54) **Absorber pneumatyczny o adaptowalnej charakterystyce odpowiedzi, wypełniony powietrzem atmosferycznym, zwłaszcza do łagodzenia przyziemienia zrzucanych ładunków**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

09.09.2019 BUP 19/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.01.2020 WUP 01/20

(73) Uprawniony z patentu:

**INSTYTUT PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW
TECHNIKI POLSKIEJ AKADEMII NAUK,
Warszawa, PL**

**ADAPTRONICA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Łomianki, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

RAMI FARAJ, Warszawa, PL

CEZARY GRACZYKOWSKI, Warszawa, PL

JAN HOLNICKI-SZULC, Warszawa, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Mariusz Kondrat

PL 234219 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest absorber pneumatyczny o adaptowalnej charakterystyce odpowiedzi, wypełniony powietrzem atmosferycznym, zwłaszcza do łagodzenia przyziemienia zrzucanych ładunków. Proponowane urządzenie należy do grupy rozwiązań, które umożliwiają łagodzenie skutków udarów mechanicznych poprzez sprężanie powietrza (absorpcja energii uderzenia) i następnie jego upust (dyssypacja zakumulowanej energii).

Znany jest z. amerykańskiego opisu patentowego US5884734 siłownik pneumatyczny zawierający dwie komory, których połączenie może być otwarte lub zamknięte, przy czym połączenie to jest zależne od pozycji elementu uszczelniającego znajdującego się pomiędzy komorami.

Wynalazek US6705642B1 stanowi rozwiązanie umożliwiające sterowanie otwarciem wypływu gazu z poduszki powietrznej poprzez usunięcie połączeń mechanicznych w tkaninie poduszki. Element upustowy ma formę połączenia opartego na zasadzie działania zamka błyskawicznego sterowanego poprzez usunięcie cięgna. Rozwiązanie to, nie umożliwia zamknięcia uprzednio otwartego przepływu.

Patent EP00423981A opisuje niesterowalne zawory upustowe do poduszek gazowych, których otwarcie inicjowane jest ciśnieniem gazu poprzez uniesienie elementu konstrukcyjnego zaworu, który ma postać cienkościenną, podatną membrany. Przekroczenie progowego ciśnienia wewnętrznego powoduje stopniowe unoszenie części membrany powodując zwiększenie wypływu gazu. Rozwiązanie to nie umożliwia sterowania procesem wypływu medium.

Opis patentowy EP00592879A1 opisuje rozwiązania sterowalnych zaworów upustowych, w których regulacja przepływu gazu realizowana jest przez wzajemne przemieszczenie elementów posiadających ukształtowane kanały przelotowe. W stanie zamkniętym elementy przysłony zaworu zasłaniają światło kanału blokując przyływ gazu. Wymuszone przemieszczenie przysłony powoduje otwarcie przepływu gazu w kanałach przelotowych. Opisywana grupa zaworów charakteryzuje się relatywnie dużą masą i niską zwartością konstrukcji oraz potencjalnie dużymi czasami aktywacji.

Z polskiego patentu PL214845 znany jest adaptacyjny sposób dyssypacji energii uderzenia oraz absorber pneumatyczny. W powyższym sposobie dyssypacji energii na podstawie zidentyfikowanej masy i prędkości uderzającego obiektu wyznacza się optymalny przebieg opóźnienia uderzającego obiektu i odpowiadającej mu siły wywieranej na tłok amortyzatora. Podczas procesu dyssypacji energii uderzenia, po osiągnięciu wymaganej wartości siły utrzymuje się tę siłę na stałym poziomie poprzez sterowany zaworem elektrycznym przepływ powietrza następujący aż do chwili, gdy tłok osiągnie położenie krańcowe. Utrzymanie w przybliżeniu stałej wartości siły działającej na tłok realizowane jest przez naprzemienne otwieranie i zamykanie zaworu elektrycznego lub regulowanie wielkości otworu przelotowego zaworu. Przedmiotem wynalazku jest również absorber pneumatyczny wyposażony w czujniki ciśnienia znajdujące się w każdej z komór, czujniki przyspieszenia i siły kontaktowej zamocowane do tłoczyska oraz sterowalny zawór kontrolujący przepływ powietrza.

Opracowane zostały także rozwiązania dedykowane pewnym aplikacjom jak np. absorber pneumatyczny z patentu US4030715 przeznaczony do zastosowania w samochodach i innych pojazdach. Z polskiego, patentu PL187957 znana jest natomiast konstrukcja amortyzatora pneumatycznego przeznaczonego w szczególności do roweru.

Istnieją koncepcje i prototypy adaptacyjnych amortyzatorów pneumatycznych, które niestety wymagają zastosowania szybkich zaworów o ciągłym zasilaniu prądem elektrycznym i ciągłym trybie pracy podczas procesu absorpcji i dyssypacji uderzenia. Amortyzatory gazowe ze sterowalnym upuszczaniem powietrza do atmosfery oraz sterowalnym przepływem pomiędzy komorami (absorbery dwukomorowe) były analizowane w kontekście efektywnego tłumienia drgań. Ponadto, proponowane było zastosowanie pneumatycznego tłumika do łagodzenia odpowiedzi dynamicznej budynków poddanych obciążeniu sejsmicznemu. W literaturze naukowej stosunkowo szeroko przedstawiany jest temat zastosowania zaworów piezoelektrycznych do sterowania przepływem gazu, gdzie jednym z ich zastosowań było tłumienie drgań w podwoziu małego samolotu.

Zadaniem wynalazku jest akumulacja energii uderzenia poprzez sprężanie powietrza i dyssypację zgromadzonej energii poprzez upust powietrza. Zarówno sprężanie jak i upust powietrza odbywają się w ściśle zaprojektowany sposób, co umożliwia efektywne zastosowanie absorbera pneumatycznego o adaptowalnej charakterystyce odpowiedzi do zabezpieczenia konstrukcji podlegających udarowi mechanicznemu. Wynalazek składa się z dwóch jednostronnie otwartych cylindrów wstępnie nasuniętych na siebie. Zewnętrzny cylinder jest otwarty od góry i posiada co najmniej jeden poziomy, korzystnie podłużny otwór. Wewnętrzny, otwarty od dołu cylinder posiada taką samą liczbę otworów co cylinder

zewnątrzny, a pionowe osie symetrii otworów w tych cylindrach pokrywają się. Przed uderzeniem cylindry są nasunięte na siebie w taki sposób, że otwory cylindrów nie pokrywają się co uniemożliwia upust powietrza. Względne przemieszczanie cylindrów pod wpływem działającego obciążenia powoduje sprężanie powietrza do wyznaczonej, optymalnej wartości ciśnienia. Odpowiednia wartość ciśnienia powietrza wewnątrz cylindrów uzyskiwana jest dla ściśle określonego przemieszczenia względnego cylindrów. Dalsze przemieszczanie cylindra górnego względem cylindra dolnego prowadzi do nasuwania się otworów cylindrów i umożliwia upust powietrza. Optymalny kształt otworów zapewnia wykorzystanie całego skoku absorbera przy utrzymaniu stałej wartości generowanej siły reakcji. Kształt otworów cylindra wewnętrznego wyznaczany jest poprzez rozwiązanie zadania odwrotnego dynamiki absorbera dla przewidywanych warunków uderzenia. W przypadku, gdy absorber jest używany dla różnych warunków udaru, wystarczy zmienić jedynie wewnętrzny cylinder na cylinder o kształcie otworów dedykowanym dla innych warunków obciążenia. W efekcie uzyskiwane jest pasywne, ale adaptowalne urządzenie o quasi-optymalnej charakterystyce równoważnej zastosowaniu sterowalnych aktywnie zaworów upustowych. Wzajemne usytuowanie i kształt otworów zapewnia utrzymanie stałej siły reakcji absorbera dla określonej charakterystyki udaru, na którą składają się m.in. masa obiektu, prędkość początkowa kontaktu z podłożem oraz jego rodzaj.

Przedmiot wynalazku w przykładowym wykonaniu został przedstawiony na rysunkach. Fig. 1 przedstawia rzut izometryczny absorbera pneumatycznego, Fig. 2 stanowi rzut płaski absorbera uwiadaczający usytuowanie komponentów absorbera względem siebie.

W przykładzie wykonania absorber pneumatyczny o adaptowalnej charakterystyce odpowiedzi według wynalazku składa się z cylindra **1** dolnego, otwartego od góry oraz cylindra **2** górnego, otwartego od dołu. Cylinder **2** jest umieszczony przesuwnie w cylindrze **1**, przy pomocy rowków **3** znajdujących się w cylindrze **2** i wpustów **4** znajdujących się w cylindrze **1**. Cylinder **1** posiada co najmniej jeden poziomy, korzystnie podłużny otwór **5**, a cylinder **2** co najmniej jeden otwór **6**. W początkowej konfiguracji urządzenia otwory **5** i **6** nie nachodzą na siebie, a odległość między dolną krawędzią otworu **6** a górną krawędzią otworu **5** wynosi d . Odległość d równa jest względnemu przemieszczeniu cylindrów **1** i **2** powodującemu sprężenie powietrza znajdującego się w cylindrach do optymalnej wartości, przy której stała siła reakcji absorbera generowana w dalszej fazie pracy urządzenia, tzn. podczas pokrywania się otworów **5** i **6**, zapewnia wykorzystanie całego skoku absorbera równego sumie długości otworu **6** i odległości d między krawędziami otworów **5** i **6**.

W przykładzie wykonania w cylindrze **1** dolnym zamontowane są dźwignie **7** przy pomocy trzpieni **8**. Dźwignie **7** połączone są z cięgnami lub linkami **9**, na których końcach znajdują się kołki **11**, umieszczone w uchach **12** na górze cylindra **2** górnego. Cięgna lub linki **9** są podparte prowadnicami **10** zamocowanymi u szczytu cylindra **1**.

Kształt otworu **6** oraz wymiary otworu **5** są tak dobrane dla przewidywanych warunków uderzenia, aby zapewnić utrzymanie stałej siły reakcji absorbera podczas upustu powietrza spowodowanego nachodzeniem na siebie otworów podczas absorpcji i dyssypacji energii udaru. Praca urządzenia rozpoczyna się podczas kontaktu dźwigni **7** z gruntem. Kontakt ten powoduje obrót dźwigni wokół osi trzpieni **8**, co w konsekwencji powoduje pociąganie napiętych cięgien lub linek **9** i wysunięcie się kołków **11** z uch **12** górnego cylindra **2**. Pozwala to na względne przemieszczenia cylindrów. Ruch względny cylindrów powoduje sprężanie powietrza znajdującego się wewnątrz nich, aż do momentu, gdy otwory **5** i **6** zaczynają na siebie nachodzić. Następuje wtedy upust powietrza, aż do całkowitego wyhamowania ruchu względnego cylindrów. Dobrany w procesie optymalizacji kształt otworów **6** i wymiary otworów **5** zapewniają uzyskanie stałej siły reakcji absorbera i wykorzystanie całego skoku absorbera równego sumie długości otworu **6** i odległości d między krawędziami otworów **5** i **6**.

Cechą charakterystyczną rozwiązania jest optymalne sprężenie i upust powietrza zapewniające absorpcję i dyssypację energii uderzenia przy zachowaniu stałej siły reakcji absorbera. Optymalność dyssypacji energii uzyskana jest poprzez odpowiedni dobór względnego usytuowania i kształtu par otworów. Kształt otworów wewnętrznego cylindra i ich usytuowanie względem otworów zewnętrznego cylindra zależy od charakterystyki uderzenia i wyznaczane są poprzez rozwiązanie odwrotnego zadania dynamiki absorbera.

Zastrzeżenia patentowe

1. Absorber pneumatyczny o adaptowalnej charakterystyce odpowiedzi, wypełniony powietrzem atmosferycznym, zwłaszcza do łagodzenia przyziemienia ładunków, **znamienny tym**, że posiada otwarty od góry cylinder **1** dolny z co najmniej jednym poziomym, korzystnie podłużnym otworem **5**, w którym to cylindrze **1** umieszczony jest przesuwnie, otwarty od dołu cylinder **2** górny z co najmniej jednym otworem **6**, znajdującym się w odległości **d** od otworu **5**.
2. Absorber pneumatyczny o adaptowalnej charakterystyce odpowiedzi, wypełniony powietrzem atmosferycznym zwłaszcza do łagodzenia przyziemienia ładunków zgodnie z zastrz. 1, **znamienny tym**, że cylinder **1** dolny posiada zamocowane na trzpieniach **8** dźwignie **7** z cięgnami lub linkami **9** przechodzącymi prowadnicami **10**, a na końcu tych cięgien lub linek są kołki **11** umieszczone początkowo w uchach **12** przymocowanych do szczytu cylindra **2** górnego.
3. Absorber pneumatyczny o adaptowalnej charakterystyce odpowiedzi wypełniony powietrzem atmosferycznym, zwłaszcza do łagodzenia przyziemienia ładunków zgodnie z zastrz. 1, **znamienny tym**, że osie pionowe otworów **5** i **6** pokrywają się.
4. Absorber pneumatyczny o adaptowalnej charakterystyce odpowiedzi wypełniony powietrzem atmosferycznym, zwłaszcza do łagodzenia przyziemienia ładunków zgodnie z zastrz. 1, **znamienny tym**, że odległość początkowa **d** pomiędzy krawędzią dolną otworu **6** cylindra **2** i krawędzią górną otworu **5** cylindra **1** równa jest względnemu przemieszczeniu cylindrów **1** i **2** powodującemu sprężenie powietrza znajdującego się w cylindrach do optymalnej wartości, przy której stała siła reakcji absorbera podczas pokrywania się otworów **5** i **6** zapewnia wykorzystanie całego skoku absorbera równego sumie długości otworu **6** i odległości **d** między krawędziami otworów **5** i **6**.
5. Absorber pneumatyczny o adaptowalnej charakterystyce odpowiedzi wypełniony powietrzem atmosferycznym, zwłaszcza do łagodzenia przyziemienia ładunków zgodnie z zastrz. 1, **znamienny tym**, że kształt otworów **6** i wymiary otworów **5** zapewniają uzyskanie stałej wartości siły reakcji absorbera i wykorzystanie całego skoku absorbera równego sumie długości otworu **6** i odległości **d** między krawędziami otworów **5** i **6**.

Rysunki

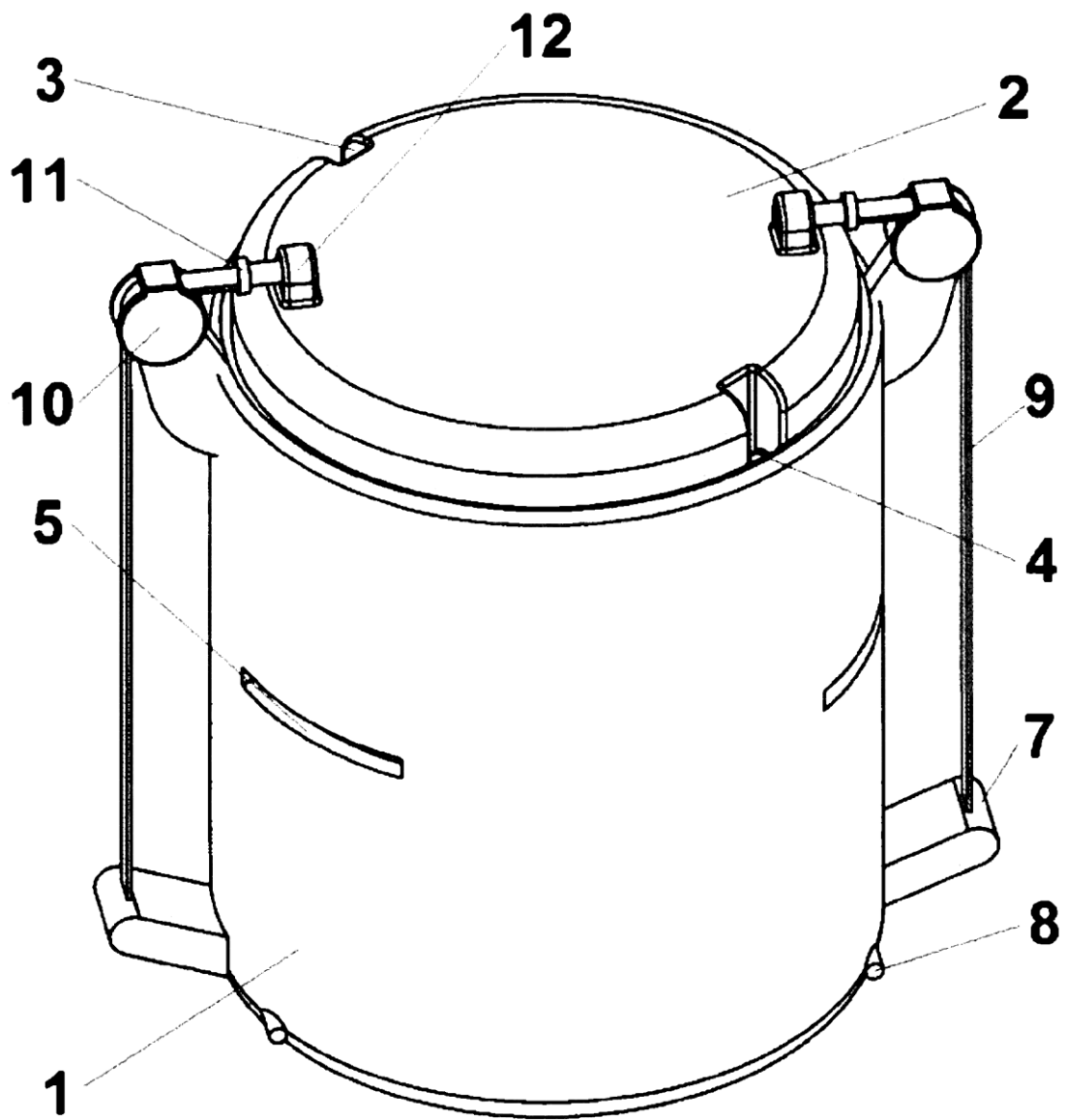


Fig. 1

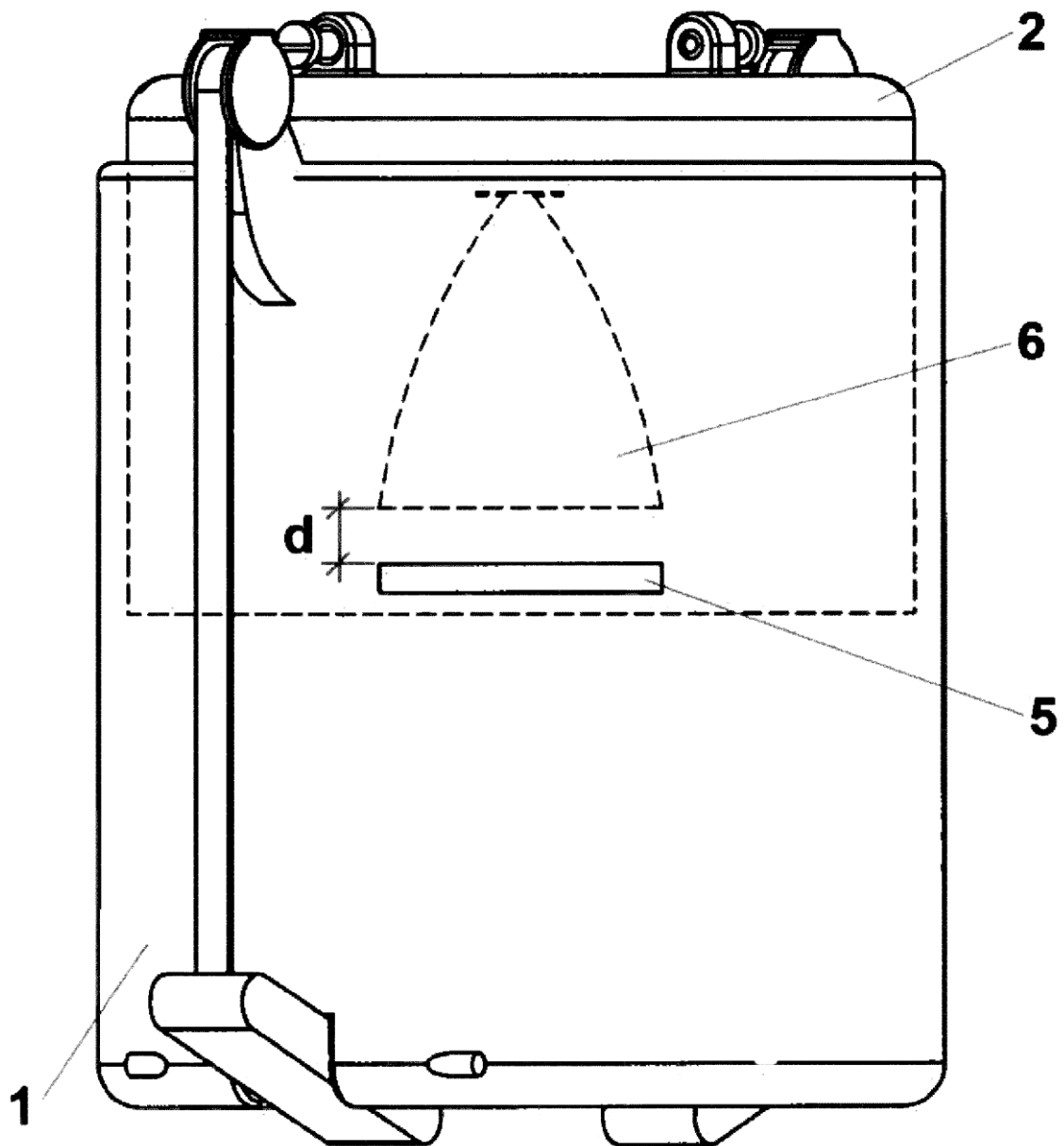


Fig. 2