

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **241328**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **430951**

(51) Int.Cl.

F16F 7/12 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **26.08.2019**

(54)

Absorber automatyczny do dyssypacji energii kinetycznej

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

08.03.2021 BUP 05/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

12.09.2022 WUP 37/22

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA RZESZOWSKA
IM. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA, Rzeszów, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

IGOR LABUDA, Kolbuszowa, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Henryk Pisiński

PL 241328 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest absorber automatyczny do dyssypacji energii kinetycznej mający zastosowanie zwłaszcza jako element zderzaków w pojazdach mechanicznych, środek do ochrony zawieszenia samochodów, pojazdów bezzalogowych oraz urządzeń latających i statków powietrznych, ochrony statków wodnych oraz nadbrzeży, a także ochrony ruchomych elementów maszyn przed zniszczeniem.

Ze stanu techniki znane są absorbery hydrauliczne, których działanie opiera się na dławionym przepływie cieczy. Tłok lub nurnik tłoczy olej z jednej komory do drugiej przez odpowiednie zawory. Powrót tłoka do pozycji wyjściowej zapewnia sprężyna. Położenie tłoka monitoruje łącznik krańcowy, wyzwalany przez nacisk obudowy tłoczyska lub krzywkę liniową. Absorbery hydrauliczne adaptacyjne lub wielozaworowe umożliwiają dyssypację dużo większej energii lub zmniejszenie siły zatrzymania lub szybsze zatrzymanie w porównaniu do tych z jednym dławikiem hydraulicznym. W amortyzatorach hydraulicznych adaptacyjnych możliwe jest sterowanie siłą amortyzatora przez zamykanie lub otwieranie zaworów albo sterowanie polem elektromagnetycznym w obszarze tłoczyska. Zasada ich działania jest oparta na sterowaniu lepkością specjalnej cieczy – przykładowo oleju z drobkami ferromagnetycznymi – o zmiennym polu elektromagnetycznym, co wpływa na jej prędkość przepływu. Ciecze te zmieniają swoje właściwości mechaniczne pod wpływem zewnętrznego pola magnetycznego. Są to ciecze inteligentne z niekoloidalną zawiesiną cząstek ferromagnetycznych lub cząstek wykazujących polaryzację elektryczną w cieczy bazowej. W zależności od wartości prądu sterującego mniej lub bardziej lepki płyn magnetyczny przepływa szybciej lub wolniej przez kanały tłoczyska. Umożliwia to szybką zmianę siły tłumienia amortyzatora. Absorbery hydrauliczne działają tylko w określonym przedziale prędkości uderzenia. Energia kinetyczna uderzeń z prędkością mniejszą lub większą niż zakładany przedział nie zostanie zabsorbowana. Są one skuteczne w absorbowaniu uderzeń o prędkościach nieprzekraczających 15–20 m/s. Granicę tą wyznacza odporność elementów absorbera hydraulicznego na wysokie ciśnienie cieczy w jego wnętrzu oraz mechanika przepływu płynów. W razie przekroczenia dopuszczalnej prędkości uderzenia następuje silne odbicie. W niektórych przypadkach ciśnienie, które powstaje w środku amortyzatora hydraulicznego, pod wpływem zbyt dużego nacisku, może go uszkodzić. Strumień cieczy, przepływając przez otwór, zawęża się i w efekcie przepływ cieczy zmniejsza się – dla otworu o przekroju kołowym nawet o 60%. Rozkład prędkości cieczy przez rurkę, w przekroju, ma kształt paraboli z największą prędkością w środku otworu a najmniejszą przy jego brzegach. W przemyśle stosuje się prędkość liniową cieczy rzędu 0,5–3 m/s, a par i gazów 10–25 m/s, a dla pary przegrzanej 30–50 m/s. Wraz ze wzrostem prędkości cieczy przepływ traci charakter laminarny i staje się przepływem turbulentnym. Prędkość, powyżej której przepływ cieczy traci charakter laminarny, zwana jest prędkością krytyczną i określają liczbą Reynoldsa. Przy przepływie turbulentnym cieczy w rurze bardzo silnie wzrasta opór stawiany ruchowi cieczy przez ścianki rury. Przy dużych prędkościach przepływu cieczy efektem niepożądanym jest także zjawisko kawitacji. Implozje powodowane przez zapadające się bańki próżni mogą uszkadzać nawet metalowe elementy urządzeń. W dużej mierze wytrzymałość absorberów hydraulicznych zależy od wytrzymałości zaworów i uszczelnień tłoka. Przy dużej masie – przykładowo 2000 kg – i prędkości – przykładowo 30 m/s – ciśnienie cieczy, które powstanie w środku amortyzatora hydraulicznego, zniszczy najpierw delikatniejsze elementy wewnątrz amortyzatora takie jak uszczelnienia czy zawory, a następnie jego korpus. W związku z omówionymi zjawiskami amortyzatory hydrauliczne nie są stosowane do amortyzacji uderzeń z wyższymi prędkościami – przekraczającymi 20 m/s czyli 72 km/h – z tego powodu nie są wykorzystywane w motoryzacji do absorbowania energii zderzeń. Absorbery hydrauliczne nie działają zarówno przy zbyt wysokiej jak i zbyt niskiej prędkości uderzenia. Przy niskiej prędkości przepływu cieczy – przepływ laminarny – ścianki zaworu stawiają jej mniejszy opór, co przekłada się na wydajność absorbera hydraulicznego.

Z amerykańskiego opisu wynalazku US 20060163016 A znany jest hydrauliczny absorber energii kinetycznej, który ma zewnętrzny korpus z centralnym kanałem. Urządzenie ma pierwszy tłok, który jest przyjmowany w środkowym otworze sąsiadującym z jego zamkniętym końcem i ma zasadniczo pierścieniowy kształt z wewnętrzną powierzchnią wyznaczającą centralny kanał tłoka i zewnętrzną powierzchnią umieszczoną w sąsiedztwie bocznej ściany centralnego otworu korpusu, tworząc otwór dozujący o pierścieniowym kształcie. Drugi tłok urządzenia jest teleskopowo umieszczony w centralnym otworze pierwszego tłoka, a jego zewnętrzna powierzchnia, wraz z wewnętrzną powierzchnią tłoka, tworzą drugi pierścieniowy otwór dozujący. Płyn hydrauliczny jest umieszczony w centralnym kanale tłoka pomiędzy jego zamkniętym końcem a tłokami, tak że siła uderzenia skierowana na tłoki przesuwa płyn hydrauliczny przez otwory dozujące i jest stopniowo tłumiona.

Znane są absorbery pneumatyczne, których działanie opiera się na dławionym przepływie gazu. Tłok tłoczy gaz z jednej komory do drugiej poprzez zawory. Powrót tłoka do pozycji wyjściowej zapewnia znajdujący się w komorze sprężony gaz i dodatkowa sprężyna. Absorbery pneumatyczne działają jedynie w określonym przedziale prędkości uderzenia. Absorbery pneumatyczne nie działają zarówno przy zbyt wysokiej jak i zbyt niskiej prędkości uderzenia. Przy niskiej prędkości przepływu gazu – przepływ laminarny – ścianki zaworu stawiają jej mniejszy opór, co przekłada się na wydajność absorbera pneumatycznego. Przy wysokich prędkościach wytrzymałość absorberów pneumatycznych zależy głównie od wytrzymałości zaworów i uszczelnień tłoka. Energia kinetyczna uderzeń z prędkością mniejszą lub większą niż zakładany przedział nie zostanie zabsorbowana. W porównaniu do absorberów hydraulicznych wykazują one szereg wad: przy jednakowych maksymalnych siłach reakcji rozpraszają one tą samą energię na większych skokach tłoka, w posuwie powrotnym tłoka oddają więcej energii zgromadzonej w sprężonym w cylindrze gazie; mają mniejszą o około 40% sprawność.

Do ochrony osób stosowane są poduszki powietrzne. Ich działanie opiera się na właściwościach gazu, którego objętość znacznie maleje przy sprężaniu, absorbując energię kinetyczną. Właściwość ta pozwala na stosunkowo łagodne wyhamowywanie rozpędzonych obiektów. Wadą tego rozwiązania jest konieczność zapewnienia przestrzeni na znaczną objętość poduszki po wypełnieniu. Kolejną wadą jest konieczność uruchomienia poduszki powietrznej przed zderzeniem, ponieważ wymaga ona czasu na wypełnienie gazem. Poduszki te niejednokrotnie ratują życie ludzi podczas wypadków samochodowych, jednak zdarza się, że aktywują się niepotrzebnie, powodując obrażenia u pasażerów a czasem także uszkodzenia pojazdów.

Z brytyjskiego opisu wynalazku GB 2287435 A znane jest zastosowanie poduszki powietrznej wewnątrz zderzaka pojazdu. W rozwiązaniu tym przewidziano możliwość sterowania parametrami poduszki powietrznej przez regulację zaworu. Przy dużej sile i prędkości zderzenia istnieje ryzyko niekontrolowanego rozszczelnienia zbiornika wypełnionego gazem pod wysokim ciśnieniem, co może prowadzić do jego dezintegracji i powodować zagrożenie dla pasażerów a w szczególności dla osób znajdujących się w pobliżu.

W zderzakach kolejowych wykorzystywane są najczęściej sprężyny, taśmowe stożkowe, metalowe sprężyny pierścieniowe oraz pierścienie elastomerowe. W sprężynach pierścieniowych zespół pierścieni zewnętrznych oparty jest o płytę zderzakową – tarczę – a drugi zespół pierścieni jest oparty o pierścień oporowy. Zdolność do rozpraszania energii przez wymienione sprężyny wynika z pracy tarcia wewnętrznego w sprężynie. Miarą tego tarcia jest pole pętli histerezy. Za sprawą efektu histerezy praca tarcia stanowi miarę amortyzacji. Z tego względu do tłumienia drgań i łagodzenia uderzeń stosowane są sprężyny o dużej pracy tarcia i znacznym polu pętli histerezy – takie jak przykładowo sprężyny pierścieniowe, sprężyny talerzowe, sprężyny taśmowe stożkowe. Duże tarcie powodujące rozproszenie energii występuje również na styku powierzchni pierścieni. W wyniku tarcia część energii uderzenia jest rozpraszana w otoczeniu w postaci ciepła.

Niestety pomimo tarcia wewnętrznego i zewnętrznego sprężyn po ich kompresji następuje ich rozprężenie, które powoduje silne odbicie. W efekcie przy uderzeniach lub zderzeniach z dużą prędkością powstają duże przeciążenia niebezpieczne dla elementów pojazdów a szczególnie zdrowia pasażerów.

W motoryzacji do absorbowania energii kinetycznej zderzeń wykorzystywane są strefy kontrolowanego zgniotu w postaci tak zwanych crash-boxów złożonych z pudełka z profili cienkościennych, które może być wypełnione innymi cienkościennymi profilami lub materiałami porowatymi. Crash-boxy są montowane w autach przykładowo na przedłużeniu podłużnicy, przed zderzakiem. W tym przypadku mają one za zadanie chronić podłużnicę przed uszkodzeniem w trakcie zderzenia. Są to elementy jednorazowe. Wadą stosowanych w motoryzacji stref zgniotu jest ich ograniczona skuteczność przy uderzeniach o dużej sile, waga materiału i wielkość przestrzeni koniecznej do ich zastosowania.

Między innymi z polskiego opisu patentowego PL 219735 B1 oraz niemieckiego opisu patentowego DE 11 2005 001 941 B4 znane są urządzenia do przejmowania energii kinetycznej i zamiany jej w energię kinetyczną mas wirujących. Urządzenia te zamieniają energię kinetyczną uderzenia na ruch obrotowy wirnika – koła zębatego. W momencie zderzenia jego energia kinetyczna zostaje przekazana na sprężynę, która następnie przekazuje ją do elementu bijakowego z zębatką, potem za pomocą tej zębatki i koła zębatego jest ona przekazywana na wirnik, który zamienia ją na energię kinetyczną ruchu obrotowego. Obracający się wirnik stopniowo wytraca prędkość, rozpraszając energię w wyniku tarcia o element łączący go z urządzeniem oraz oporu aerodynamicznego, jaki stawia mu otaczający go gaz – przykładowo powietrze. Niewątpliwą zaletą tego urządzenia jest możliwość odzyskania części energii kinetycznej zderzenia z rozpędzonego wirnika. Do rozpoczęcia pracy urządzenie to,

w momencie szybkiego uderzenia, wymaga sprężyny chroniącej przed uszkodzeniem zębów elementu bijakowego, zębów przekładni i zębów koła zębatego – wirnika. Sprężyna stanowi przedłużenie elementu bijakowego i jest konieczna do działania urządzenia szczególnie w trakcie uderzeń z dużą prędkością. Elementy te wydłużają drogę hamowania konieczną do bezawaryjnego działania tego urządzenia. Mimo to istnieje możliwość uszkodzenia zębów elementu bijakowego, zębów przekładni i zębów koła zębatego w trakcie absorbowania uderzeń o dużej sile i prędkości. Problemem aplikacji tego rozwiązania do absorbowania dużych energii, takich jak występujące przy zderzeniach pojazdów – może być też duża masa wirnika lub zespołu wirników. W razie dezintegracji tego urządzenia, w trakcie uderzenia o prędkości przewyższającej planowaną, jego elementy – przykładowo wirnik – mogą stanowić dodatkowe zagrożenie dla pasażerów pojazdu i otoczenia. Z powodu wyżej wymienionych aspektów możliwości zastosowania tego urządzenia w motoryzacji są ograniczone.

W stanie techniki nie są znane urządzenia, które zapewniają skuteczne przejmowanie energii kinetycznej i jej dyssypację podczas zderzeń i uderzeń z różną siłą i prędkością, także powyżej 20 m/s. Istnieje potrzeba opracowania nowego rozwiązania, które umożliwiłoby ochronę zdrowia kierowców i pasażerów pojazdów w trakcie zderzeń i uderzeń oraz ochronę samych pojazdów.

Absorber automatyczny do dyssypacji energii kinetycznej zawierający tłok z tłoczyskiem oraz tuleję, przy czym tłok jest w cylindrycznej komorze tej tulei, a komora tulei na jednym końcu jest zaślepiona, a na drugim ma wylot z blokadą mechaniczną zabezpieczającą tłok przed wysunięciem z komory, według wynalazku charakteryzuje się tym, że na obwodzie jego tulei jest zamontowany współosiowo co najmniej jeden pierścieniowy regulator za pomocą połączenia rozłącznego, a ponadto tuleja na swoim obwodzie, w miejscu zamontowania regulatora, ma co najmniej trzy otwory, zaś regulator zawiera dociski w liczbie odpowiadającej liczbie otworów, przy czym dociski regulatora są wystające przez te otwory do wnętrza komory, tworząc odcinkowe zwężenie komory, a pomiędzy tłokiem a dociskami co najmniej jednego regulatora w komorze tulei są kule o średnicy mniejszej od średnicy komory, na tym odcinku, przy czym odległość pomiędzy spodem komory tulei, utworzonym przez jej zaślepienie, a dociskami jest równa lub większa od średnicy jednej kuli z tolerancją 15%, a na tulei pomiędzy regulatorem a jej wylotem jest obwodowy wypust, zaś tłoczysko po stronie przeciwnej do tłoka zakończone jest pierwszą tarczą, przy czym pomiędzy tym wypustem a pierwszą tarczą jest pierwsza sprężyna naciskowa, natomiast wewnątrz komory pomiędzy jej spodem a regulatorem jest druga sprężyna naciskowa.

Korzystnie regulator absorbera jest połączony z tuleją połączeniem gwintowym.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeśli regulator absorbera ma obwodowy kołnierz, a dociski regulatora są docisnięte do otworów tulei wewnętrzną powierzchnią tego kołnierza, przy czym na wewnętrznej powierzchni kołnierza regulatora jest warstwa absorbująca energię kinetyczną z elastycznego albo plastycznego materiału.

Następne korzyści uzyskuje się, jeśli na wewnętrznej powierzchni kołnierza jego regulatora jest wkładka z materiału rozszerzalnego objętościowo, korzystnie piezoelektrycznego.

Kolejne korzyści uzyskiwane są, jeżeli absorber zawiera system sterowania, a jego wkładka jest podłączona do jego systemu sterowania, przy czym jego system sterowania zawiera silnik, do którego podłączony jest regulator, zaś na wale silnika oraz na zewnętrznej powierzchni regulatora jest uzębienie, a regulator jest podłączony do wału silnika przekładnią.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeżeli wewnętrzna powierzchnia kołnierza jego regulatora ma średnicę zwiększającą się wzdłuż osi komory tulei, korzystnie wewnętrzna powierzchnia kołnierza jego regulatora ma kształt ściętego stożka.

Następne korzyści uzyskuje się, jeśli dociski absorbera są w postaci kulek, przy czym otwory na jego tulei mają średnicę większą od średnicy kulek, a od strony komory mają przewężenie, w obszarze którego ich średnica jest mniejsza od średnicy kulek.

W wariantcie wykonania absorber zawiera trzy regulatory połączone rozłącznie z jego tuleją oraz ułożone w szeregu, a jego kule są pomiędzy tłokiem a co najmniej jednym regulatorem.

W wariantcie wykonania pierwsza tarcza tłoczyska absorbera od strony jej połączenia z tłoczyskiem jest połączona z rurą, która jest współosiowa z tłoczyskiem, które jest wewnątrz tej rury, a wewnętrzna średnica rury jest większa od zewnętrznej średnicy tulei.

Kolejne korzyści uzyskuje się, jeśli jego tuleja od strony przeciwnej w stosunku do jej wylotu jest zakończona drugą tarczą albo uchwytem.

Następne korzyści uzyskiwane są, jeśli kula absorbera położona najbliżej regulatora ma mniejszą średnicę od pozostałych kul.

Dalsze korzyści uzyskuje się, jeśli kule absorbera mają zróżnicowaną względem siebie średnicę i ułożone są od najmniejszej do największej pomiędzy tłokiem a co najmniej jednym regulatorem, przy czym najmniejsza kula jest położona najbliżej tego regulatora.

Kolejne korzyści uzyskuje się, jeśli wypust jest w postaci mufy nakręconej na tuleję, zaś wewnątrz komory współosiowo do tulei zamocowany jest do spodu tej komory trzpień, o długości mniejszej niż połowa odległości pomiędzy spodem komory a dociskami regulatora najdalej położonego od tego spodu.

Następne korzyści uzyskiwane są, jeśli wewnątrz komory pomiędzy drugą sprężyną a dociskami ma tulejowy suwak.

Rozwiązanie według wynalazku umożliwia dyssypację energii zderzeń i uderzeń w dużym zakresie prędkości uderzenia, także tych przekraczających 20 m/s, a także w dużym zakresie siły uderzenia. Możliwość ustawienia minimalnej wartości energii koniecznej do uruchomienia wynalazku pozwala na stosowanie go razem z innymi środkami ochrony, takimi jak kontrolowane strefy zgniotu oraz inne absorbery energii.

Wynalazek pozwala na dyssypację energii kinetycznej uderzenia w stabilny i kontrolowany sposób. Absorber może ulec nieznacznej deformacji podczas zderzenia, ale jego zwarta budowa zapobiega jego dezintegracji, co jest istotne dla zapewnienia tak zwanej przestrzeni przeżycia dla pasażerów pojazdów biorących udział w zderzeniu.

Zastosowanie urządzenia według wynalazku w pojazdach zmniejsza i wyrówna amplitudy zmian opóźnień – niedociążeń – lub przyspieszenia – przeciążeń występujące w trakcie zderzeń i uderzeń, przez co w istotny sposób wpłynię na ograniczenie obrażeń ciała u pasażerów i kierowców, a także zmniejszy uszkodzenia pojazdów. Rozwiązanie charakteryzuje się prostą budową oraz niskim kosztem produkcji.

Absorber może być sterowany manualnie poprzez przemieszczanie regulatora wzdłuż osi tulei względem otworów w tej tulei, w których rozmieszczone są kulki regulatora. Większe nasunięcie wewnętrznej powierzchni kołnierza regulatora powoduje ich większe wsunięcie do komory tulei i odcinkowe przewężenie komory w tym obszarze. Im mniejsza przestrzeń pomiędzy kulkami regulatora, tym większa energia jest wymagana do przepchnięcia kul przez regulator. Możliwe jest również sterowanie absorberem z systemu sterowania, poprzez przemieszczanie regulatora za pomocą silnika lub poprzez zamontowane w regulatorze wkładki z materiału o zmiennej objętości podłączonych za pomocą przewodów elektrycznych.

Wynalazek w zależności od ustawień regulatora podlega samoregulacji, która polega na wykorzystaniu tylko takiego skoku tłoka – drogi hamowania – i liczby kul koniecznej do dyssypacji energii uderzenia przez regulator.

Urządzenia według wynalazku mogą być stosowane w zestawach składających się z absorberów o różnych parametrach absorbowania energii ustawionych szeregowo.

Absorber według wynalazku może być stosowany w zestawach składających się z urządzeń o różnych długościach i różnych parametrach absorbowania energii. Urządzenia te ustawione szeregowo mogą pracować razem i przejmować większą energię kinetyczną. Ustawienie szeregowo tych urządzeń umożliwia również bardziej elastyczne ustawienie parametrów pracy każdego z nich przykładowo: zakresu ruchu tłoka, siły poszczególnych regulatorów, doboru elementów absorbujących.

Absorber automatyczny do dyssypacji energii kinetycznej według wynalazku w przykładach wykonania został bliżej wyjaśniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia absorber w widoku z przodu, fig. 2 – ten sam absorber w przekroju wzdłuż płaszczyzny R1-R1 pokazanej na fig. 1, fig. 3 – ten sam absorber w przekroju jak na fig. 2, po użyciu, fig. 4 – regulator absorbera w przekroju wzdłużnym, fig. 5 – regulator absorbera w wariantcie wykonania z wkładką w przekroju wzdłużnym, fig. 6 – ten sam absorber w przekroju wzdłuż płaszczyzny R2-R2 pokazanej na fig. 3, fig. 7 – ten sam absorber w przekroju wzdłuż płaszczyzny R2-R2 pokazanej na fig. 3 w wariantcie wykonania z wkładką, fig. 8 – fragment absorbera w wariantcie wykonania z trzema regulatorami, w przekroju wzdłużnym, fig. 9 – tłoczysko absorbera w wariantcie wykonania ze współosiową rurą, w przekroju wzdłużnym, fig. 10 – regulator absorbera w przekroju wzdłużnym w wariantcie z zębatką, fig. 11 – regulator absorbera w przekroju poprzecznym w wariantcie wykonania z zębatką, fig. 12 absorber w wariantcie wykonania z zębatką w widoku z przodu podłączony do systemu sterowania, fig. 13 – absorber w wariantcie wykonania z wkładką, podłączony do systemu sterowania, w widoku z przodu, fig. 14 – fragment absorbera w przekroju wzdłużnym w wariantcie z kulami o zróżnicowanej średnicy, fig. 15 – szczegół A z fig. 14, fig. 16 – fragment absorbera w wariantcie z uchwytem na tulei.

Absorber automatyczny energii kinetycznej według wynalazku w przykładzie wykonania zawiera zaślepioną na jednym końcu tuleję 1, wewnątrz której jest cylindryczna komora 2, tłok 3 z tłoczyskiem 4 oraz kule 5. Komora 2 tulei 1, na swoim końcu przeciwnym do zaślepienia, ma wylot 6 z blokadą 7

mechaniczną, która ogranicza przestrzeń wylotu i zabezpiecza tłok 3 przed wysunięciem z tulei 1. Blokada 7 mechaniczna jest w postaci śrub wkręconych na obwodzie tulei 1 bezpośrednio przed jej wylotem 6. Tłok 3 ma średnicę większą niż średnica wylotu 6 ograniczona przez blokadę 7 mechaniczną, a tłoczysko 4 ma średnicę mniejszą od średnicy wylotu 6 ograniczonej przez blokadę 7. Po przeciwnej w stosunku do tłoczyska 4 stronie tłok 3 jest zakończony przewężeniem 8. Na obwodzie tulei 1 jest gwint, na który jest nakręcony pierścieniowy regulator 9. Regulator 9 zawiera dociski 10 w postaci trzech kulek 10' oraz obwodowy kołnierz 11. Wewnętrzna powierzchnia kołnierza 11 ma warstwę 12 z elastycznego materiału absorbującego energię kinetyczną, a kulki 10' są wciśnięte warstwą 12 do trzech otworów 12', rozmieszczonych promieniście w równych odstępach na jednakowej wysokości na tulei 1, przez które wystają ku wnętrzu komory 2, odcinkowo zmniejszając jej średnicę. Wewnętrzna powierzchnia kołnierza 11 ma kształt ściętego stożka. Regulator 9 jest połączony rozłącznie z pierścieniową płytką 9' na zakończeniu swojego kołnierza 11. Płytką 9' jest współosiowa z regulatorem 9, a jej wewnętrzna średnica jest mniejsza od wewnętrznej średnicy kołnierza 11 w miejscu połączenia kołnierza 11 z płytką 9'. W komorze 2 pomiędzy tłokiem 3 a kulkami 10' umiejscowione są kule 5 o średnicy mniejszej od wewnętrznej średnicy komory 2. Tłoczysko 4 po stronie przeciwnej w stosunku do tłoka 3 jest zakończone pierwszą tarczą 13 pełniącą rolę bijaka. Tuleja 1 na swoim końcu po przeciwnej stronie w stosunku do wylotu 6 zakończona jest drugą tarczą 13'. Na tulei 1 pomiędzy regulatorem 9 a jej wylotem 6 jest obwodowy wypust 14 w postaci mufy 14' nakręconej na obwodzie tulei 1. Pomiedzy tym występem 14 a pierwszą tarczą 13 jest pierwsza sprężyna 15 naciskowa. Wewnątrz komory 2 pomiędzy jej spodem a regulatorem 9 jest druga sprężyna 16 naciskowa. Wewnątrz komory 2 współosiowo do tulei 1 zamocowany jest do spodu tej komory 2 trzpień 17, o długości mniejszej niż połowa odległości pomiędzy spodem komory 2 a dociskanyymi kulkami 10' regulatora 9. Ponadto wewnątrz komory 2 pomiędzy drugą sprężyną 16 a kulkami 10' jest tulejowy suwak 18. Absorber ma pięć kul 5 rozmieszczonych w komorze 2 pomiędzy tłokiem 3 a kulkami 10'. Odległość pomiędzy spodem komory 2 a kulkami 10' jest większa od sumy średnic kul 5. Średnica kul 5 jest mniejsza od średnicy komory 2.

W drugim przykładzie wykonania absorber według wynalazku ma regulator 9, którego kołnierz 11 oprócz warstwy 12 absorbującej energię kinetyczną ma pomiędzy kołnierzem 11 a warstwą 12 wkładkę 19 z materiału piezoelektrycznego. Ponadto absorber wyposażony jest w system sterujący, do którego podłączona jest wkładka 19. System sterujący zawiera komputer 20, układ zasilający 21 oraz zespół czujników 22, a także urządzenie regulujące 23 parametry prądu sterującego piezoelektryczną wkładką 19. Zespół czujników 22 obejmuje prędkościomierz oraz czujniki wykrywające parametry ruchu innych pojazdów i umożliwia pozyskanie informacji o parametrach potencjalnego zderzenia. Komputer 20 wyposażony jest w odpowiednie oprogramowanie pozwalające na wyliczenie parametrów potencjalnego zderzenia oraz optymalne ustawienie regulatora 9 uwzględniające te parametry. Takie rozwiązanie umożliwia sterowanie stopniem odcinkowego zwężenia komory 2 w czasie rzeczywistym. W pozostałym zakresie wykonanie jest jak w przykładzie pierwszym.

W trzecim przykładzie wykonania absorber ma system sterowania wyposażony w komputer 20, układ zasilający 21, zespół czujników 22 oraz silnik 24 elektryczny. Zewnętrzna powierzchnia regulatora 9 ma uzębienie i jest połączona za pomocą przekładni 25 w postaci pasa zębatego z wałem silnika 24. Taka budowa zapewnia sterowanie ustawieniem regulatora 9, a tym samym stopniem wsunięcia kulek 10' do komory 2, z systemu sterowania. W pozostałym zakresie wykonanie jest jak w przykładzie pierwszym.

W czwartym przykładzie wykonania pierwsza tarcza 13 tłoczyska 4 od strony jej połączenia z tłoczyskiem 4 jest połączona z rurą 26, która jest współosiowa z tym tłoczyskiem 4. Wewnętrzna średnica tej rury 26 jest większa od zewnętrznej średnicy tulei 1. Podczas pracy urządzenia tłoczysko 4 wsuwa się do komory 2 tulei 1, a rura 26 nasuwa się na zewnętrzną powierzchnię tulei 1. Taka budowa dodatkowo zabezpiecza tłoczysko 4 przed wyboczeniem. Absorber ma pięć kul 5 o różnej wielkości, przy czym są one ułożone od najmniejszej do największej, a najmniejsza kula 5 jest najbliżej regulatora 9 w ustawieniu wyjściowym, przed użyciem absorbera. W pozostałym zakresie wykonanie jest jak w przykładzie pierwszym.

W piątym przykładzie wykonania absorber ma trzy regulatory 9 nakręcone na powierzchnię tulei 1 szeregowo w równych odstępach a kule 5 są pomiędzy tłokiem 3 a kulkami 10' jednego z regulatorów 9. Tuleja 1 od strony przeciwnej w stosunku do jej wylotu 6 jest zakończona uchwytem 27. W pozostałym zakresie wykonanie jest jak w przykładzie pierwszym.

W szóstym przykładzie wykonania wewnętrzna powierzchnia kołnierza 11 ma warstwę 12 z plastycznego materiału absorbującego energię kinetyczną. W pozostałym zakresie wykonanie jest jak w przykładzie pierwszym.

Poniżej przedawniono zasady działania absorbera według wynalazku.

W trakcie zderzenia lub uderzenia następuje stopniowe przejmowanie jego energii kinetycznej przez pierwszą tarczę 13, tłoczysko 4 i tłok 3. Następnie energia jest przekazywana, przez tłok 3 i przez umieszczone w tulei 1 kule 5, na regulator 9. Regulator 9 przepuszcza kule 5, stopniowo przejmując energię kinetyczną uderzenia za pomocą docisków 10. Kula 5 znajdująca się najbliżej regulatora 9 pod wpływem energii kinetycznej tłoka 3 i innych kul 5, naciska na kulki 10' regulatora 9, znajdujące się w położeniu początkowym, aż do momentu kiedy kulki 10' rozsuną się promieniście względem osi komory 2 tulei 1, chowając się w otworach 12', umożliwiając tym samym przemieszczanie pojedynczych kul 5 do części komory 2 pomiędzy jej spodem a regulatorem 9. W ten sposób kule 5 pod wpływem energii kinetycznej uderzenia, są przepychane przez regulator 9 jedna po drugiej, stopniowo przekazując tę energię do regulatora 9.

Kulki 10' regulatora 9 pod naciskiem kul 5 chowają się w otworach 12' tulei 1 i naciskają na warstwę 12 regulatora 9, która rozprasza energię kinetyczną.

Warstwa 12 jest odkształcana sprężystości i plastycznie, przez kule 5. W trakcie tego odkształcania następuje dyssypacja energii kinetycznej.

Po przepchnięciu pierwszej kuli 5 przez regulator 9, kulki 10' regulatora 9 powracają do swojego pierwotnego położenia. Kolejna kula 5 jest wpychana na kulki 10' regulatora i cykl pracy regulatora rozpoczyna się od początku. Liczba cykli regulatora 9 w trakcie jednego uderzenia jest uzależniona od liczby kul 5 znajdujących się w tulei 1 pomiędzy tłokiem 3 a regulatorem 9, a także siły uderzenia i sprawności regulatora 9 w dyssypacji energii. W ten sposób regulator 9 dzieli przejmowaną energię kinetyczną na mniejsze porcje i ją stopniowo rozprasza. Pozostała energia kinetyczna kul 5, które zostały przepchnięte przez regulator 9 jest przekazywana na tuleję 1 w trakcie uderzeń w ścianki i dno komory 2.

Absorber może być również stosowany w ustawieniu, w którym tłoczysko 4 tłoka 3 skierowane jest w stronę obiektu chronionego. Przyjmowanie i dyssypacja energii kinetycznej przy takim ustawieniu opisano poniżej.

W trakcie uderzenia w drugą tarczę 13' następuje stopniowe przejmowanie energii kinetycznej tego uderzenia, przez tuleję 1. Energia jest stopniowo przekazywana z tulei 1 poprzez kulki 10' regulatora 9 na kule 5 znajdujące się w komorze 2 tulei 1. Kule 5 pod wpływem energii kinetycznej tulei 1 naciskają na tłok 3 aż do momentu, kiedy zostaną przepchnięte przez regulator 9. Kulki 10' regulatora 9 umieszczone w otworach 12' tulei 1 są wypychane z komory 2 tulei 1 przez najbliższą położoną kulę 5. W ten sposób regulator 9, przepuszczając kule 5 jedna po drugiej, dzieli przejmowaną energię kinetyczną na mniejsze porcje i przekazuje je na warstwę 12 regulatora 9. Warstwa 12 regulatora jest odkształcana sprężystości i plastycznie przez kulki 10'. W trakcie odkształcania warstwy 12 absorbującej następuje dyssypacja energii kinetycznej. Po przepchnięciu kuli 5 do części komory 2 tulei pomiędzy jej spodem a regulatorem 9, kulki 10' wracają do swojego początkowego położenia, a cykl pracy regulatora 9 powtarza się. Liczba cykli jest uzależniona od liczby kul 5 znajdujących się w komorze 2 pomiędzy tłokiem 3 a regulatorem 9, siły uderzenia i sprawności regulatora 9 w dyssypacji energii. Pozostała energia kinetyczna kul 5, które zostały przepchnięte przez regulator 9, jest przekazywana na tuleję w trakcie uderzeń w ścianki i dno komory 2.

Uderzenia kul 5 w tuleję 1 zmniejszają siłę uderzenia w obiekt chroniony, ponieważ ich wektor siły ma przeciwny zwrot w stosunku do wektora siły uderzającej w tuleję 1 absorbera z zewnątrz.

Wynalazek znajduje zastosowanie w pojazdach silnikowych do przewozu osób lub ładunków do ich ochrony przed negatywnymi skutkami zderzeń i uderzeń, poprzez jego zastosowanie w zderzakach. Takie zastosowanie wynalazku wymaga dobrania wymiarów jego poszczególnych elementów, zastosowanej liczby kul 5 czy też zastosowanej warstwy 12 absorbującej energię kinetyczną.

Ponadto wynalazek znajduje zastosowanie również do ochrony zawieszania pojazdów i urządzeń latających przed skutkami uderzeń o podłoże, a także ochrony pilotów i pasażerów statków powietrznych przed negatywnymi skutkami awaryjnego lądowania.

Absorber według wynalazku może być również zastosowany do ochrony statków wodnych wpływających do portów, kanałów oraz nabrzeży, a także ochrony nabrzeży przed uderzeniami statków.

Ponadto rozwiązanie może być również wykorzystywane do ochrony ruchomych elementów maszyn przed zniszczeniem.

Wykaz oznaczeń

- 1 – tuleja
- 2 – komora
- 3 – tłok
- 4 – tłoczysko
- 5 – kula
- 6 – wylot
- 7 – blokada
- 8 – przewężenie
- 9 – regulator
- 9' – płytką
- 10 – docisk
- 10' – kulka
- 11 – kołnierz
- 12 – warstwa
- 12' – otwór
- 13 – pierwsza tarcza
- 13' – druga tarcza
- 14 – wypust
- 14' – mufa
- 15 – pierwsza sprężyna
- 16 – druga sprężyna
- 17 – trzpień
- 18 – suwak
- 19 – wkładka
- 20 – komputer
- 21 – układ zasilający
- 22 – zespół czujników
- 23 – urządzenie regulujące
- 24 – silnik
- 25 – przekładnia
- 26 – rura
- 27 – uchwyt

Zastrzeżenia patentowe

1. Absorber automatyczny do dyssypacji energii kinetycznej zawierający tłok z tłoczyskiem oraz tuleję, przy czym tłok jest w cylindrycznej komorze tej tulei, a komora tulei na jednym końcu jest zaślepiona, a na drugim ma wylot z blokadą mechaniczną zabezpieczającą tłok przed wysunięciem z komory, **znamienny tym**, że na obwodzie jego tulei (1) jest zamontowany współosiowo co najmniej jeden pierścieniowy regulator (9) za pomocą połączenia rozłącznego, a ponadto tuleja (1) na swoim obwodzie, w miejscu zamontowania regulatora (9), ma co najmniej trzy otwory (12'), zaś regulator (9) zawiera dociski (10) w liczbie odpowiadającej liczbie otworów (12'), przy czym dociski (10) regulatora (9) są wystające przez te otwory (12') do wnętrza komory (2), tworząc odcinkowe zwężenie komory (2), a pomiędzy tłokiem (3) a dociskami (10) co najmniej jednego regulatora (9) w komorze (2) tulei (1) są kule (5) o średnicy mniejszej od średnicy komory (2), na tym odcinku, przy czym odległość pomiędzy spodem komory (2) tulei (1), utworzonym przez jej zaślepienie, a dociskami (10) jest równa lub większa od średnicy jednej kuli (5) z tolerancją 15%, a na tulei (1) pomiędzy regulatorem (9) a jej wylotem (6) jest obwodowy wypust (14), zaś tłoczysko (4) po stronie przeciwnej do tłoka (3) zakończone jest pierwszą tarczą (13), przy czym pomiędzy tym wypustem (14), a pierwszą tarczą (13) jest pierwsza sprężyna (15) naciskowa, natomiast wewnątrz komory (2) pomiędzy jej spodem a regulatorem (9) jest druga sprężyna (16) naciskowa.
2. Absorber według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jego regulator (9) jest połączony z tuleją (1) połączeniem gwintowym.

3. Absorber według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że jego regulator (9) ma obwodowy kołnierz (11), a dociski (10) regulatora (9) są dociśnięte do otworów (12') tulei (1) wewnętrzną powierzchnią tego kołnierza (11).
4. Absorber według zastrz. 3, **znamienny tym**, że na wewnętrznej powierzchni kołnierza (11) jego regulatora (9) jest warstwa (12) absorbująca energię kinetyczną z elastycznego materiału.
5. Absorber według zastrz. 3, **znamienny tym**, że na wewnętrznej powierzchni kołnierza (11) jego regulatora (9) jest warstwa (12) absorbująca energię kinetyczną z plastycznego materiału.
6. Absorber według zastrz. 4 albo 5, **znamienny tym**, że na wewnętrznej powierzchni kołnierza (11) jego regulatora (9) jest wkładka (19) z materiału rozszerzalnego objętościowo.
7. Absorber według zastrz. 6, **znamienny tym**, że wkładka (19) jest z materiału piezoelektrycznego.
8. Absorber według zastrz. 6 albo 7, **znamienny tym**, że zawiera system sterowania.
9. Absorber według zastrz. 8, **znamienny tym**, że jego wkładka (19) jest podłączona do jego systemu sterowania.
10. Absorber według zastrz. 8 albo 9, **znamienny tym**, że jego system sterowania zawiera silnik (24) do którego podłączony jest regulator (9).
11. Absorber według zastrz. 10, **znamienny tym**, że na wale silnika (24) oraz na zewnętrznej powierzchni regulatora (9) jest uzębienie, a regulator (9) jest podłączony do wału silnika (24) przekładnią (25).
12. Absorber według jednego z zastrz. od 3 do 11, **znamienny tym**, że wewnętrzna powierzchnia kołnierza (11) jego regulatora (9) ma średnicę zwiększającą się wzdłuż osi komory (2) tulei (1).
13. Absorber według jednego z zastrz. od 3 do 12, **znamienny tym**, że wewnętrzna powierzchnia kołnierza (11) jego regulatora (9) ma kształt ściętego stożka.
14. Absorber według jednego z zastrz. od 1 do 13, **znamienny tym**, że jego dociski (10) są w postaci kulek (10').
15. Absorber według zastrz. od 14, **znamienny tym**, że otwory (12') na jego tulei (1) mają średnicę większą od średnicy kulek (10'), a od strony komory (2) mają przewężenie, w obszarze którego ich średnica jest mniejsza od średnicy kulek (10').
16. Absorber według jednego z zastrz. od 1 do 15, **znamienny tym**, że zawiera trzy regulatory (9) połączone rozłącznie z jego tuleją (1) oraz ułożone w szeregu.
17. Absorber według zastrz. 16, **znamienny tym**, że jego kule (5) są pomiędzy tłokiem (3) a co najmniej jednym regulatorem (9).
18. Absorber według jednego z zastrz. od 1 do 17, **znamienny tym**, że pierwsza tarcza (13) jego tłoczyska (4) od strony jej połączenia z tłoczyskiem (4) jest połączona z rurą (26), która jest współosiowa z tłoczyskiem (4), które jest wewnątrz tej rury (26), a wewnętrzna średnica rury (26) jest większa od zewnętrznej średnicy tulei (1).
19. Absorber według jednego z zastrz. od 1 do 18, **znamienny tym**, że jego tuleja (1) od strony przeciwnej w stosunku do jej wylotu (6) jest zakończona drugą tarczą (13').
20. Absorber według jednego z zastrz. od 1 do 18, **znamienny tym**, że jego tuleja (1) od strony przeciwnej w stosunku do jej wylotu (6) jest zakończona uchwytem (27).
21. Absorber według jednego z zastrz. od 1 do 20, **znamienny tym**, że jego kula (5) położona najbliżej regulatora (9) ma mniejszą średnicę od pozostałych kul (5).
22. Absorber według jednego z zastrz. od 1 do 21, **znamienny tym**, że jego kule (5) mają zróżnicowaną względem siebie średnicę i ułożone są od najmniejszej do największej pomiędzy tłokiem (3) a co najmniej jednym regulatorem (9), przy czym najmniejsza kula (5) jest położona najbliżej tego regulatora (9).
23. Absorber według jednego z zastrz. od 1 do 22, **znamienny tym**, że jego wypust (14) jest w postaci mufy (14') nakręconej na tuleję (1).
24. Absorber według jednego z zastrz. od 1 do 23, **znamienny tym**, że wewnątrz komory (2) współosiowo do tulei (1) zamocowany jest do spodu tej komory (2) trzpień (17), o długości mniejszej niż połowa odległości pomiędzy spodem komory (2) a dociskami (10) regulatora (9) najdalej położonego od tego spodu.
25. Absorber według jednego z zastrz. od 1 do 24, **znamienny tym**, że wewnątrz komory (2) pomiędzy drugą sprężyną (16) a dociskami (10) ma tulejowy suwak (18).

Rysunki

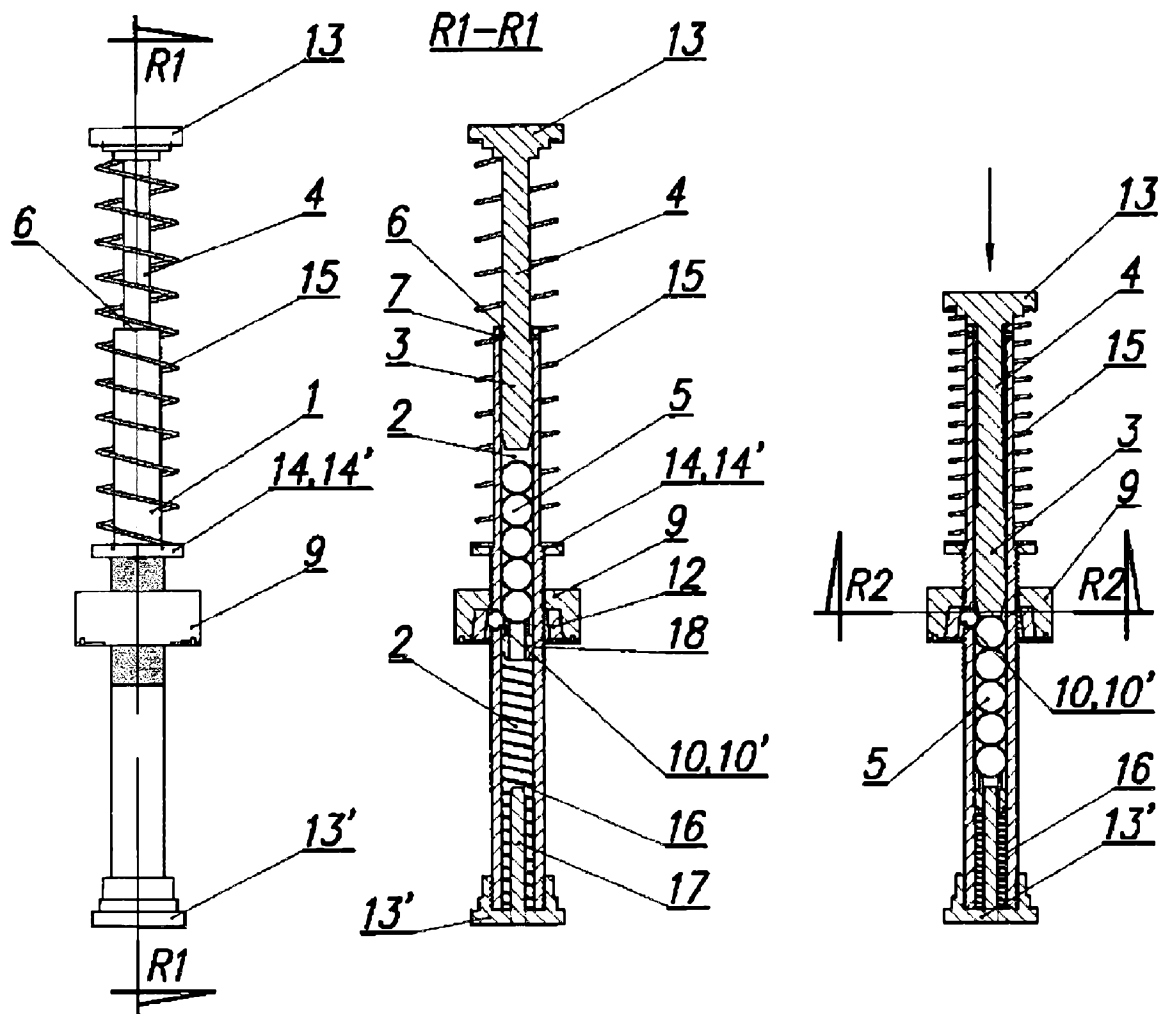


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

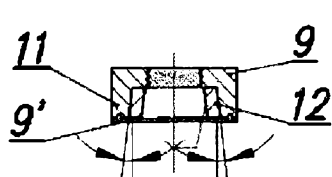


Fig. 4

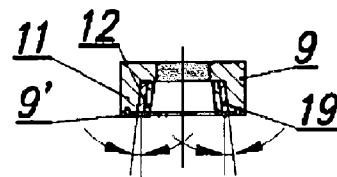


Fig. 5

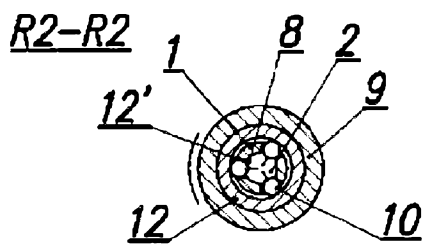


Fig. 6

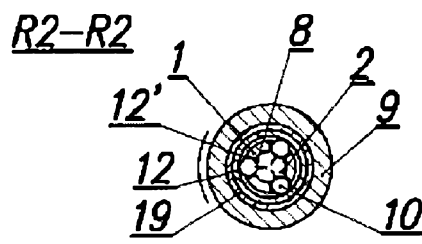
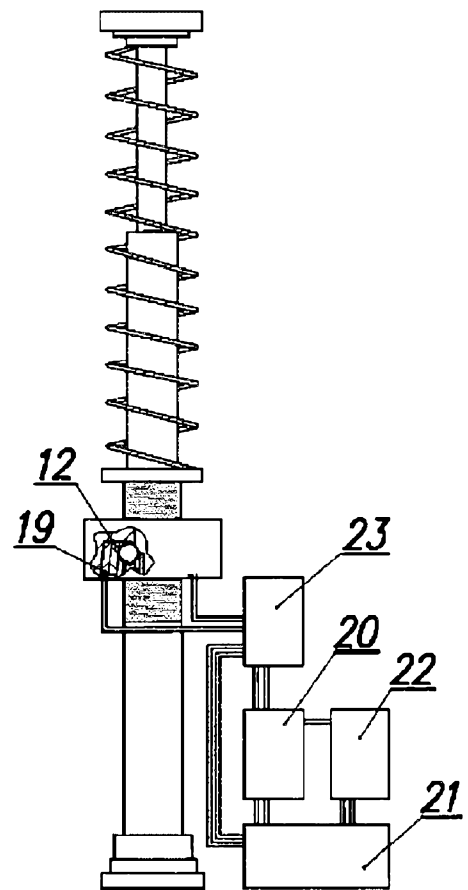
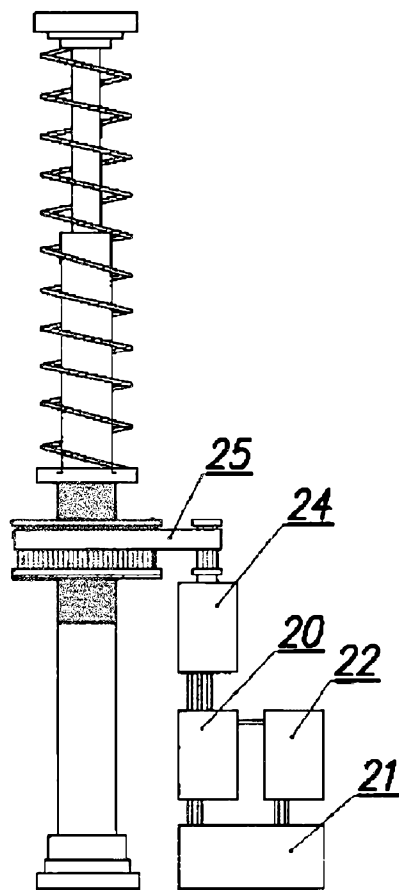
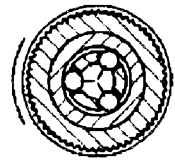
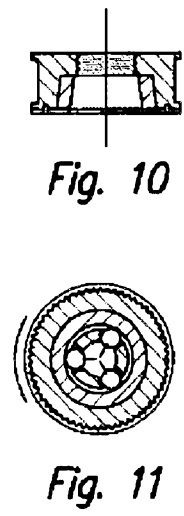
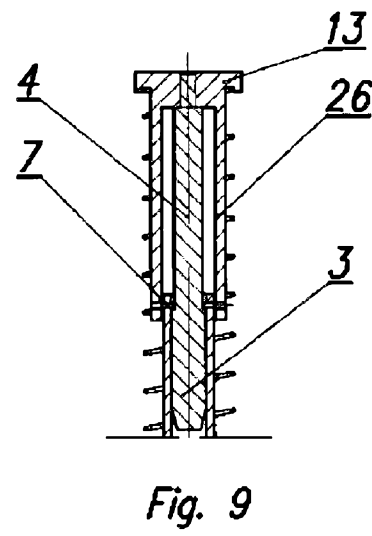
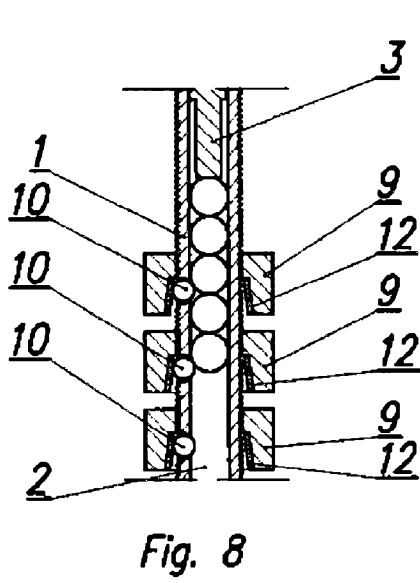
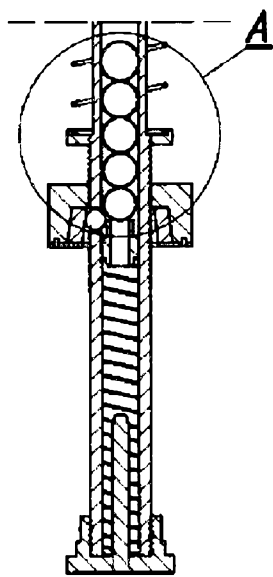
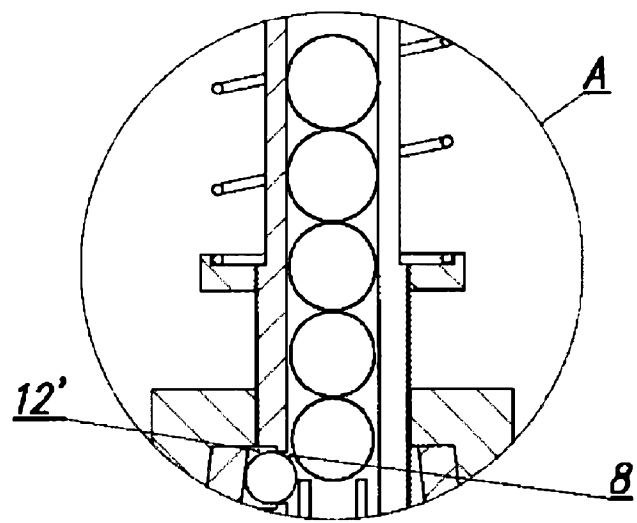
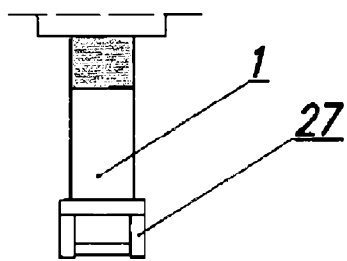


Fig. 7



*Fig. 14**Fig. 15**Fig. 16*