

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **222893**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **401949**

(51) Int.Cl.

**G01M 1/32 (2006.01)**

**G01M 1/36 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **10.12.2012**

(54)

**Układ do redukcji drgań urządzeń wirujących**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**22.07.2013 BUP 15/13**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**30.09.2016 WUP 09/16**

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,  
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**RAFAŁ RUMIN, Nowy Sącz, PL  
JACEK CIEŚLIK, Kraków, PL  
MICHAŁ MAŃKA, Łuczyce, PL  
ANDRZEJ SZLACHETKA, Kraków, PL  
MAREK MALISZEWSKI, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Jolanta Woźniak**

**PL 222893 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ do redukcji drgań urządzeń wirujących poprzez automatyczne wyważanie wirnika metodą ciągłej zmiany masy korekcyjnej.

Jednymi z najczęściej spotykanych usterek maszyn wirnikowych są nadmierne zużywanie się łożysk i wirników spowodowanych poprzez narastające drgania maszyny. Drgania te często są wynikiem pojawiającego się niewyważenia w elementach wirnika.

Znane jest rozwiązanie przedstawione w patencie amerykańskim oznaczonym numerem: US 3950897, którego konstrukcja opiera się na układzie czterech pustych komór tymczasowo wypełnianych chłodziwem, które pełni rolę masy korekcyjnej. Komory te znajdują się wewnątrz korpusu w kształcie pierścienia przykręconego do wirującej głowicy ściernicy. W przedniej części układu przewidziane są kanały wlotowe dla cieczy, które rozmieszczone są na różnych promieniach. Każdy z tych kanałów wlotowych jest połączony z jedną określoną komorą. Wypełnienie pojedynczej komory przez płyn następuje poprzez dostarczenie cieczy do wybranego kanału wlotowego umieszczonego w określonym promieniu od osi obrotu pierścienia. Odbywa się to za pomocą wtryskiwania płynu poprzez dysze do kanału wlotowego zakończonego toroidalną szczeliną o określonym promieniu. Do wnętrza wgłębienia każdej ze szczelin zbliżone są wyloty dysz. Dysze mogą być umieszczone obok siebie w poziomie lub pionie, w taki sposób aby strumień cieczy był przenoszony na wirujący pierścień do kanałów wlotowych. Zmagazynowany w zewnętrznym zbiorniku płyn jest przepompowywany pod ciśnieniem do odpowiednich dysz, a jego przepływ regulowany jest przez właściwy zawór. Zawory te regulują objętość płynu jaki ma być wpompowany do danej dyszy, co w konsekwencji oznacza dostarczenie cieczy do właściwej komory umieszczonej na pierścieniu. Sterowanie zaworami odbywa się na podstawie informacji, jaka wartość niewyważenia jest konieczna do kompensowania istniejącego niewyważenia w układzie.

Wadami istniejącego rozwiązania jest nieszczelność układu hydraulicznego spowodowana połączeniem wykorzystującym dysze oraz szczeliny na pierścieniu. Transfer płynu korekcyjnego poprzez dysze i szczeliny jest niedokładny, gdyż część płynu może zostać odbita od ścianki szczeliny pierścienia i na skutek sił odśrodkowych rozproszona po ścianach wirującej ściernicy wprowadzając dodatkowe niewyważenie. Czas reakcji układu jest niejednakowy i może ulec wydłużeniu, gdyż jest zależny od wprowadzenia płynu do komory i ułożenia się tej cieczy wewnątrz komory pod wpływem sił odśrodkowych. Płyn magazynowany w komorach podczas obracania się pierścienia może swobodnie się w nich przemieszczać, co może wywołać dodatkowe dynamiczne zmiany niewyważenia, zanim się ustabilizuje w jednym położeniu. Ponadto zmiana prędkości obrotowej urządzenia (przy wybiegu, lub hamowaniu ściernicy) spowoduje nagłą zmianę położenia płynu w komorach, co jest szczególnie niekorzystne przy przechodzeniu maszyny wirującej przez poszczególne prędkości rezonansowe. Powyższe wady powodują duże ograniczenia przy wykorzystaniu omówionego wielokomorowego urządzenia do wyważania płynem, szczególnie w układach o wysokim stopniu czystości, a także w wirnikach pracujących przy zmieniających się prędkościach obrotowych, oraz wymagających stosunkowo szybkiego czasu reakcji.

Istota wynalazku polega na tym, że układ wyposażony jest w złącze obrotowe dołączone do tarczy korekcyjnej, która zawiera wewnątrz układ hydrauliczny zbudowany z hydroakumulatorów oraz połączonych z nimi, za pomocą przewodów hydraulicznych, zaworów wlotowych i zaworów wylotowych, które tworzą nie mniej niż trzy kanały hydrauliczne, przy czym kanały te rozmieszczone są równomiernie w równych odległościach kątowych w jednej płaszczyźnie wewnątrz tarczy korekcyjnej. Kanał hydrauliczny zawiera nie mniej niż jeden hydroakumulator, którego oś symetrii jest ułożona prostopadle względem osi obrotu wirnika, do którego za pomocą przewodów hydraulicznych oraz zaworu wlotowego dostarczany jest płyn, a za pomocą zaworu wylotowego płyn jest wyrzucany, przy czym do kanału hydraulicznego podłączone są dwa zawory, zawór wlotowy jest umieszczony bliżej osi obrotu wirnika niż zawór wylotowy, które znajdują się za hydroakumulatorem dalej od osi wirnika. Kanał łączący mikrozwory z hydroakumulatorem jest zakończony wylotem np. w postaci dyszy lub otworu, umieszczonym na zewnętrznej ścianie tarczy korekcyjnej i służy do odprowadzania płynu z hydroakumulatora. Wypływający płyn z tych otworów zatrzymuje się na zewnętrznej osłonie, po której spływa, a następnie jest transportowany i magazynowany w zbiorniku zewnętrznym. Wszystkie pojedyncze kanały hydrauliczne mają początek we wspólnym kanale głównym, znajdującym się blisko osi obrotu wirnika i mającym kształt pierścienia. Kanał główny połączony jest do umieszczonego w osi obrotu hydraulicznego złącza obrotowego. Złącze obrotowe jest połączone przewodami hydraulicznymi.

nymi do zewnętrznej stacji hydraulicznej wyposażonej w zbiornik magazynujący ciecz korekcyjną. Cała tarcza korekcyjna jest połączona z elementem wyważanym np. wentylatorem umieszczonym na wirniku, a jej położenie na wirniku określa płaszczyznę korekcyjną dla wyważenia statycznego lub dynamicznego w przypadku większej liczby tarcz. Rozwiązanie to pozwala na sterowanie wypełnieniem cieczą hydroakumulatora, który pełni rolę komory magazynującej masę korekcyjną, bez możliwości wystąpienia dodatkowego zmiennego niewyważenia spowodowanego nagłym, swobodnym przemieszczaniem się płynu wewnątrz komory. Dzięki zastosowaniu złącza obrotowego zapobiega się nieszczelności układu hydraulicznego dostarczającego ciecz do układu, tym samym zwiększając jego dokładność i czas reakcji. Ponadto wykorzystanie otworów wylotowych z układu hydraulicznego na zewnętrznej ścianie tarczy pozwala na sterowanie poziomem wypełnienia hydroakumulatora. Odbywa się to przez otwarcie zaworu wylotowego i przepływ płynu z akumulatora hydraulicznego poza tarczę korekcyjną do zewnętrznego zbiornika.

Przedmiot wynalazku w przykładowym wykonaniu został przedstawiony na rysunku schematycznym, na którym Fig. 1 przedstawia schemat układu, a Fig. 2 tarczę w półwidoku-półprzekroju.

Wentylator 1 osadzony jest na wirniku 2 w taki sposób, że za wentylatorem 1 na zakończeniu wału wirnika 2 umieszczona jest tarcza korekcyjna 3. Tarcza 3 jest obudowana zewnętrzną osłoną 4. Do tarczy 3 w jej osi obrotu dołączone jest złącze obrotowe 5, łączące zewnętrzną stację hydrauliczną 6, wyposażoną w zbiornik cieczy korekcyjnej 7 oraz zewnętrzny zbiornik 8, z układem hydraulicznym umieszczonym wewnątrz tarczy korekcyjnej 3. Tarcza korekcyjna 3 składa się z rozmieszczonych w jednej płaszczyźnie, w równych odległościach kątowych, trzech kanałów hydraulicznych 9, które dołączone są do złącza obrotowego 5 poprzez kanał główny 10. W każdym z kanałów hydraulicznych 9 znajduje się przewód hydrauliczny 11 łączący hydroakumulator 12 z mikrozaworem wlotowym 13 i mikrozaworem wylotowym 14. Wypełnienie płynem hydroakumulatora 12 następuje poprzez uruchomienie stacji hydraulicznej 6 i przepompowanie płynu ze zbiornika cieczy korekcyjnej 8 poprzez złącze obrotowe 5 do wszystkich kanałów hydraulicznych 9. Następnie na skutek otwarcia mikrozaworu wlotowego 13 płyn ten przedostaje się do hydroakumulatora 12, gdzie zostaje zmagazynowany i pełni rolę masy korekcyjnej wyważającej układ. Przedział czasu otwarcia mikrozaworu wlotowego 13 decyduje o objętości płynu przepompowanego do hydroakumulatora 12. W przypadku konieczności opróżnienia hydroakumulatora 12 z płynu, otwierany jest mikrozawór wylotowy 14, którym płyn jest wyrzucany poza tarczę korekcyjną 3 i zbierany jest za pomocą zewnętrznej osłony tarczy 4, a następnie jest przekazywany do zewnętrznego zbiornika 7 magazynującego wykorzystany płyn korekcyjny. Czas otwarcia mikrozaworu wlotowego oraz mikrozaworu wylotowego jest sterowany poprzez zewnętrzny układ sterowania 15. Wyważanie odbywa się w sposób automatyczny lub manualny. Wyważenie automatyczne następuje poprzez analizę drgań urządzenia wyważanego poprzez ciągły pomiar prędkości obrotowej wirnika 2 oraz punktowy pomiar fazy i amplitudy drgań na obudowie łożysk za pomocą czujników. W oparciu o dane z czujników obliczane jest aktualne niewyważenie wirnika 2, oraz wypadkowe położenie korekcyjnej masy zastępczej, której wprowadzenie zredukuje drgania urządzenia. Następnie określane jest niezbędne wypełnienie poszczególnych hydroakumulatorów 12 płynem, w taki sposób aby masa zgromadzonego płynu generowała wypadkową siłę odśrodkową równoważącą siłę powstałą na skutek niewyważenia. Na tej podstawie mikrozawory wlotowe 13 i mikrozawory wylotowe 14 otrzymują sygnały sterujące ich otwarciem lub zamknięciem, aż do uzyskania stanu napełnienia hydroakumulatorów 12 do wymaganego poziomu.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do redukcji drgań urządzeń wirujących wyposażony w tarczę korekcyjną osadzoną na obracającym się wirniku, **znamienny tym**, że ma złącze obrotowe (5) dołączone do tarczy korekcyjnej (3), która zawiera wewnątrz układ hydrauliczny zbudowany z hydroakumulatorów (12) oraz połączonych z nimi, za pomocą przewodów hydraulicznych (11), zaworów wlotowych (13) i zaworów wylotowych (14), które tworzą nie mniej niż trzy kanały hydrauliczne (9), przy czym kanały te rozmieszczone są równomiernie w równych odległościach kątowych w jednej płaszczyźnie wewnątrz tarczy korekcyjnej (3).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że kanał hydrauliczny (9) zawiera nie mniej niż jeden hydroakumulator (12) ułożony prostopadłe do osi obrotu wirnika (2) do którego za pomocą przewodów hydraulicznych (11) oraz zaworu wlotowego (13), dostarczany jest płyn, a za pomocą zaworu wylotowego (14) płyn jest wyrzucany.

3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do kanału hydraulicznego (9) podłączone są dwa zawory (13, 14), przy czym zawór wlotowy (13) jest umieszczony bliżej osi obrotu wirnika (2) niż zawór wylotowy (14), które znajdują się za hydroakumulatorem (12), dalej od osi wirnika (2).

### Rysunki

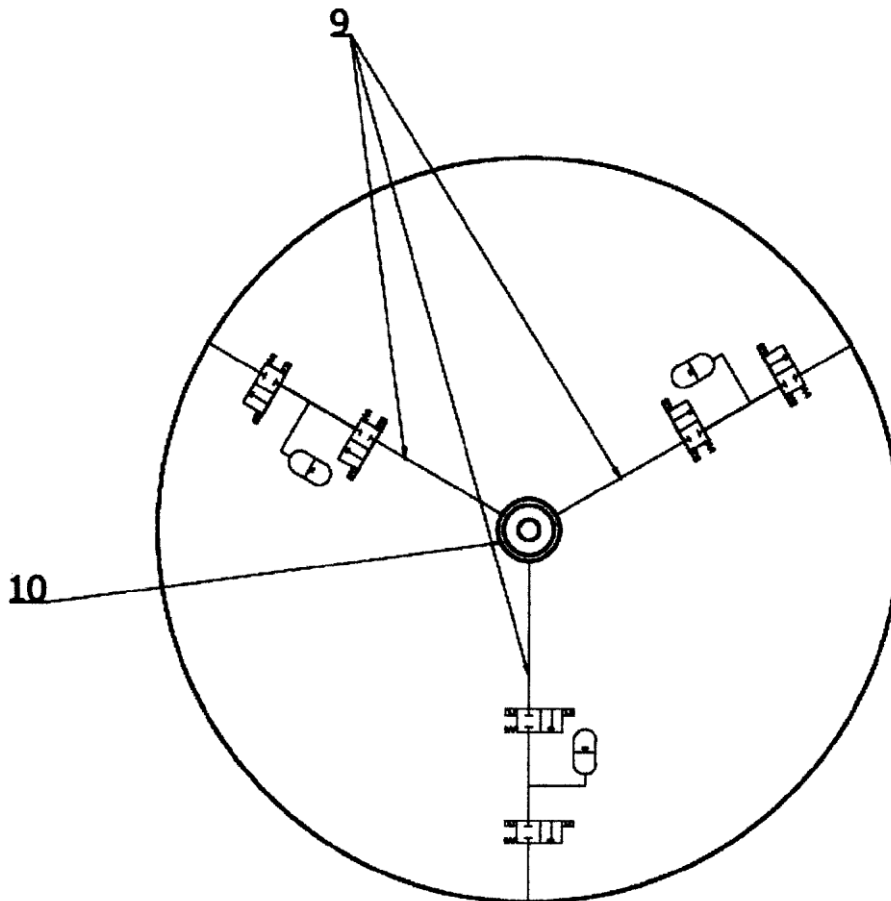


Fig. 1

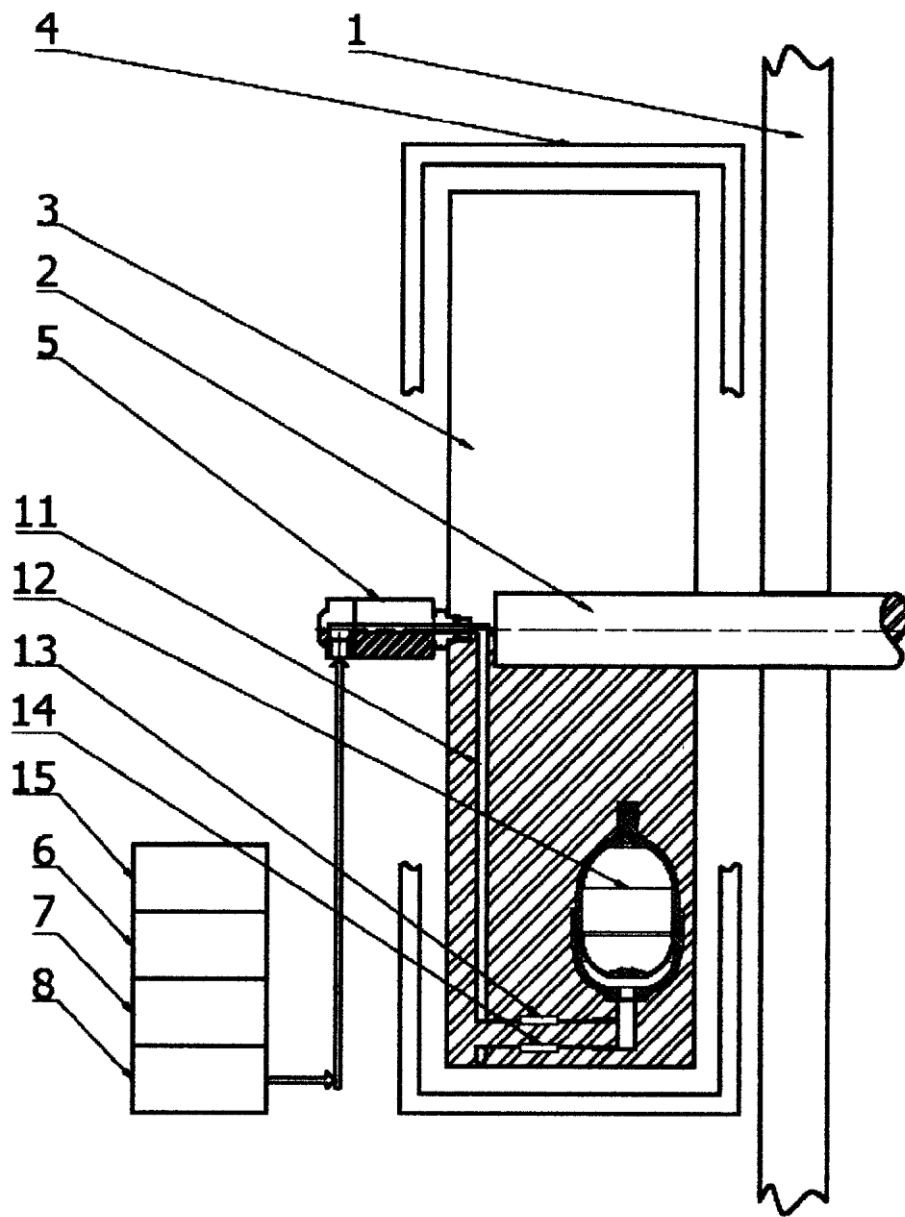


Fig. 2

