

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **220986**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **393650**

(51) Int.Cl.
B67D 7/16 (2010.01)

(22) Data zgłoszenia: **14.01.2011**

(54)

Sposób kontroli przepływu i układ kontroli przepływu

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

16.07.2012 BUP 15/12

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

29.02.2016 WUP 02/16

(73) Uprawniony z patentu:

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

(72) Twórca(y) wynalazku:

ZBIGNIEW MAGOŃSKI, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:

recz. pat. Alina Magońska

PL 220986 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób kontroli przepływu i układ kontroli przepływu, przeznaczony do dozowania substancji ciekłych i gazowych.

W układach kontroli przepływów płynów stosuje się zawory regulacyjne sterowane za pomocą urządzeń elektromagnetycznych. Zazwyczaj pozycję grzybka zaworu zespolonego z trzonem zaworu ustawia się względem otworu za pośrednictwem elementu magnetycznego umieszczonego w polu magnetycznym elementu indukcyjnego. Ten sposób stosuje się głównie w kontrolerach przepływu przeznaczonych dla substancji gazowych. Wystawienie elementu indukcyjnego uzależnione jest od różnicy pomiędzy wartością zadaną a wartością aktualnego sygnału otrzymanego z przepływomierza. Przykładami takich realizacji są rozwiązania ujawnione w opisach patentowych US 7,131,456, US 6,044,701, US 5,279,154. Magnetyczne sprzężenie ruchomego trzonu zaworu z zewnętrznym sterującym elementem indukcyjnym ma na celu zapewnienie wysokiej szczelności zaworu, jednakże obecność dużego elementu magnetycznego zanurzonego w płynie sprawia, że taka konstrukcja zaworu nie nadaje się do kontroli przepływu płynów w stanie ciekłym, a zwłaszcza przy małych natężeniach przepływu. Dodatkowo, duża masa ruchomego elementu magnetycznego, sprawia, że układ regulacyjny jest wrażliwy na wstrząsy i wibracje, które uniemożliwiają precyzyjny proces regulacji.

Z amerykańskiego opisu patentowego nr US 5,806,716 znany jest system przeznaczony do pomiaru i dozowania cieczy. System zawiera zbiornik ciśnieniowy połączony z masowym czujnikiem przepływu, który z kolei połączony jest z obwodem kontroli, który steruje zaworem uciskowym dołączonym do masowego czujnika przepływu za pośrednictwem elastycznej rurki. Układ za pośrednictwem interfejsu połączony jest z komputerem.

Przedstawiony układ przeznaczony jest do dozowania płynów nie zapewnia on bieżącej kontroli natężenia przepływu, które silnie zależy od ciśnienia.

Z polskiego opisu patentowego nr P-368704 znany jest sposób regulacji natężenia przepływu płynów, w którym zastosowano termorezystancyjny miernik natężenia przepływu oraz sterowany, za pośrednictwem silnika krokowego, zawór regulacyjny. Niedogodnością tego rozwiązania jest ograniczona trwałość śrubowej przekładni mechanicznej.

Rozwiązanie według wynalazku charakteryzuje się zwiększoną trwałością i odpornością na wibracje. Nowy sposób sterowania umożliwi także uproszczenie konstrukcji zaworu regulacyjnego.

Istota sposobu kontroli przepływu polega na tym, że za pomocą czujnika przepływu płynu mierzy się aktualną wartość natężenia przepływu płynu, którą następnie porównuje się w bloku komparatora cyfrowego z zadaną wartością przepływu płynu, następnie w zależności od wyniku komparacji sygnałem wyjściowym z komparatora steruje się jednym z dwóch generatorów zasilających odpowiednio elementy piezoelektryczne pierwszy lub drugi silnika piezoceramicznego, którego rezonator mechaniczny wprowadza się w synchroniczne oscylacje skierowane poprzecznie do kierunku oscylacji aktualnie wzbudzającego elementu piezoelektrycznego skutkiem czego, posiadająca kontakt z trzonem zaworu, robocza część oscylatora mechanicznego wykonuje oscylacje eliptyczne, które wymuszają przesuw trzonu zaworu zakończony z grzybkiem i tym samym przymyka się kryzę zaworu. Korzystnie jest, jeżeli sygnałem wyjściowym czujnika przepływu jest częstotliwość, której wartość porównuje się w komparatorze z częstotliwością odniesienia zadającą wartość przepływu.

Układ kontroli przepływu według wynalazku ma sterowany zawór regulacyjny wyposażony w piezoceramiczny silnik liniowy zawierający, co najmniej jeden rezonator mechaniczny oraz dołączone do niego ceramiczne elementy piezoceramiczne, które sterowane są sygnałami z dwóch generatorów, które połączone są z komparatorem, który z kolei połączony jest z generatorem sygnału odniesienia i czujnikiem natężenia przepływu.

W układzie według wynalazku w wariantcie pierwszym rezonator mechaniczny ma kształt zbliżony do krążka i korzystnie jest wyposażony w kontaktowy element roboczy, w kształcie pręta, wykonany z materiału o dużej twardości i odporności na ścieranie.

W pierwszej odmianie wariantu pierwszego rezonator mechaniczny ma bezpośredni kontakt z trzonem zaworu.

W drugiej odmianie wariantu pierwszego rezonator mechaniczny ma pośredni kontakt z trzonem zaworu poprzez ściankę tulei separującej.

W układzie według wynalazku w wariantcie drugim rezonator mechaniczny ma kształt zbliżony do wydrążonego walca, przy czym wydrążenie jest zwężone w centralnej części rezonatora mechanicznego.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania został uwidoczniiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia zawór regulacyjny, w którym do przesuwu trzonu zaworu zastosowano wibracyjny silnik piezoceramiczny z kołowym rezonatorem mechanicznym, fig. 2 przedstawia schemat blokowy układu kontroli przepływu, w którym zastosowano podwójny silnik piezoceramiczny, fig. 3 przedstawia wykonanie zaworu z tuleją separującą, natomiast fig. 4 przedstawia alternatywne wykonanie silnika piezoceramicznego z cylindrycznym rezonatorem mechanicznym, przystosowane do sterowania zaworem regulacyjnym.

W celu zapewnienia dużej odporności na zakłócenia w procesie kontroli wskutek wibracji w układzie kontroli zaworu zastosowano nowy oryginalny element wykonawczy, który stanowi liniowy silnik piezoceramiczny wyposażony w kołowy rezonator mechaniczny 3. Kołowy rezonator mechaniczny 3 umożliwia ortogonalną transformację oscylacji pozwalającą na zmianę kierunku przesuwu trzonu zaworu. Rezonator mechaniczny silnika 3 piezoceramicznego wzbudzany jest za pomocą jednego z dwóch przetworników piezoceramicznych 1 lub 2. Wskutek wzbudzenia rezonator mechaniczny 3 wykonuje oscylacje w dwóch wzajemnie ortogonalnych kierunkach, zatem również oscylacje w kierunku ortogonalnym do kierunku drgań wzbudzającego przetwornika piezoceramicznego 1. Dzięki superpozycji drgań stykająca się z trzonem 4 zaworu 5 robocza część rezonatora mechanicznego 3 wykonuje oscylacje eliptyczne, które powodują przemieszczanie się trzonu 4 zaworu 5.

Wymuszenie drgań kołowego rezonatora mechanicznego 3 za pomocą drugiego przeciwległego przetwornika piezoceramicznego 2 również powoduje wzbudzenie drgań ortogonalnych rezonatora mechanicznego 3, jednakże w tym przypadku, wskutek superpozycji drgań drugiego przetwornika piezoceramicznego 2 i ortogonalnych drgań rezonatora mechanicznego 3, wypadkowe oscylacje roboczego fragmentu rezonatora mechanicznego 3 wymuszają przesuw trzonu zaworu 4 w przeciwnym kierunku.

Przykładowy układ kontroli przepływu pokazano na fig. 2. W układzie zastosowano sterowany zawór regulacyjny 12 wyposażony w podwójny silnik piezoceramiczny, w którym wzbudzające elementy piezoceramiczne 1A i 1B lub 2A i 2B obu rezonatorów mechanicznych 3A i 3B sterowane są symultanicznie za pomocą jednego z generatorów 6A lub 6B. O tym, który z generatorów zostanieysterowany decyduje komparator 8, w którym porównuje się sygnał wyjściowy z czujnika natężenia przepływu 7 z wartością sygnału z generatora zadającego 9. Przykładowo: jeżeli zadana wartość przepływu ustalono za pośrednictwem sygnału o częstotliwości 6 kHz, natomiast zmierzona za pośrednictwem czujnika 7 wartość przepływu jest większa komparator 8ysteruje generator 6A, który wzbudzi przetworniki piezoceramiczne 1A i 1B, które za pośrednictwem wzbudzonych kołowych rezonatorów mechanicznych rezonatorów 3A i 3B spowodują przymknięcie zaworu 5. W przypadku odwrotnym, to jest, kiedy zadana wartość przepływu jest większa od aktualnie zmierzonej komparator 8 uruchomi generator 6B, który poprzez wzbudzenie elementów piezoceramicznych 2A, 2B i rezonatorów mechanicznych 3A i 3B spowoduje wycofanie trzonu 4 zaworu 5 i tym samym zwiększenie natężenia przepływu przez zawór 5.

Należy zwrócić uwagę, że możliwy jest tryb pracy z przesunięciem fazowym, w którym jednocześnie aktywne są wszystkie przetworniki piezoceramiczne silnika ceramicznego. W tym przypadku, aby uzyskać przesuw trzonu 4 zaworu 5 w określonym kierunku, fazy sygnałów dla przetworników ceramicznych 1A i 1B winne być przesunięte w stosunku do sygnałów sterujących przetwornikami piezoceramicznymi 2A i 2B.

Elastyczny mieszek umożliwia przeniesienie napędu trzonu 4 zaworu 5 na zanurzony w płynie grzybek zaworu i jednocześnie zapewnia szczelność komory zaworu 5. Elastyczny mieszek jest elementem zakłócającym proces regulacji, ponieważ kompresja lub dekompresja mieszka powoduje nieuchronną jego zmianę objętości, co w konsekwencji przekłada się na wpompowanie lub wypompowanie płynu i ostatecznie powoduje chwilową zmianę ciśnienia. Obecność mieszka jest szczególnie niepożądana w przypadku kontroli przepływu cieczy. Rozwiązanie przedstawione na fig. 3 umożliwi zminimalizowanie niekorzystnych zjawisk wynikających z kompresji elementu elastycznego. Oscylacje części roboczej rezonatora mechanicznego 3 silnika piezoceramicznego mogą być przeniesione przez metalową ściankę tulei separującej 10. Na fig. 3 przedstawiono rozwiązanie, w którym kołowe rezonatory mechaniczne 3A i 3B wyposażone są w kontaktowe elementy robocze 11 korzystnie wykonane w postaci prętów z materiału o dużej twardości i odporności na ścieranie. Eliptyczne oscylacje kontaktowych elementów roboczych 11 przenoszone są, poprzez ścianki tulei separującej 10, na umieszczony wewnątrz trzon 4.

Na fig. 4 przedstawiono alternatywne wykonanie silnika piezoceramicznego przystosowanego do sterowania zaworem regulacyjnym. W tym przypadku funkcję głównego rezonatora mechanicznego 3 pełni cylinder posiadający w środkowej części wewnętrznego otworu przewężenie, które obejmuje przesuwany trzon 4. Każdorazowa kompresja rezonatora mechanicznego 3 powoduje zaciśnięcie kołnierza wewnętrznego przewężenia rezonatora mechanicznego 3 wokół trzonu 4, natomiast osiowy przesuw wymusza jeden z przetworników piezoceramicznych 1 lub 2. Ponieważ cykle zwężenia są zsynchronizowane z wymuszającymi przesuw poziomy oscylacjami ściskającymi rezonator mechaniczny 3 kierunek przesuwu trzonu 4 ustala się poprzez wybór piezoceramicznego przetwornika wzbudzającego oscylacje rezonatora mechanicznego 3.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób kontroli przepływu polegający na pomiarze natężenia przepływu oraz regulacji za pomocą zaworu, **znamienny tym**, że za pomocą czujnika przepływu płynu (7) mierzy się aktualną wartość natężenia przepływu płynu, którą następnie porównuje się w bloku komparatora cyfrowego (8) z zadaną wartością przepływu płynu, następnie w zależności od wyniku komparacji sygnałem wyjściowym z komparatora (8) steruje się jednym z dwóch generatorów (6A), (6B) zasilających odpowiednio elementy piezoelektryczne (1), (2) silnika piezoceramicznego, którego rezonator mechaniczny (3) wprowadza się w synchroniczne oscylacje skierowane poprzecznie do kierunku oscylacji aktualnie wzbudzającego elementu piezoelektrycznego (1) lub (2), skutkiem czego, posiadająca kontakt z trzonem (4) zaworu (5), robocza część oscylatora mechanicznego (3) wykonuje oscylacje eliptyczne, które wymuszają przesuw trzonu (4) zaworu (5) zakończony grzybkim i tym samym przymyka się kryzę zaworu (5).

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w komparatorze (8) korzystnie porównuje się częstotliwość wyjściową czujnika przepływu (7) z częstotliwością odniesienia zadającą wartość przepływu.

3. Układ kontroli przepływu, zawierający czujnik przepływu i zawór regulacyjny, **znamienny tym**, że sterowany zawór regulacyjny (12) wyposażony jest w piezoceramiczny silnik liniowy zawierający co najmniej jeden rezonator mechaniczny (3) oraz dołączone do niego ceramiczne elementy piezoceramiczne (1), (2), które sterowane są sygnałami z dwóch generatorów (6A), (6B), które połączone są z komparatorem (8), który z kolei połączony jest z generatorem sygnału odniesienia (9) i czujnikiem natężenia przepływu (7).

4. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że rezonator mechaniczny (3) ma kształt zbliżony do krążka i korzystnie jest wyposażony w kontaktowy element roboczy (11) w kształcie pręta, wykonany z materiału o dużej twardości i odporności na ścieranie.

5. Układ według zastrz. 3 albo 4, **znamienny tym**, że rezonator mechaniczny (3) ma bezpośredni kontakt z trzonem zaworu (4).

6. Układ według zastrz. 3 albo 4, **znamienny tym**, że rezonator mechaniczny (3) ma pośredni kontakt z trzonem zaworu (4) poprzez ściankę tulei separującej (10).

7. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że rezonator mechaniczny (3) ma kształt zbliżony do wydrążonego walca, przy czym wydrążenie jest zwężone w centralnej części rezonatora.

Rysunki

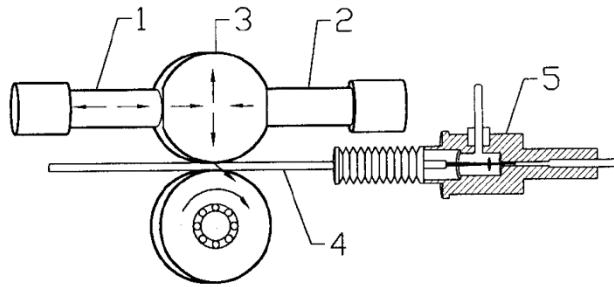


Fig. 1

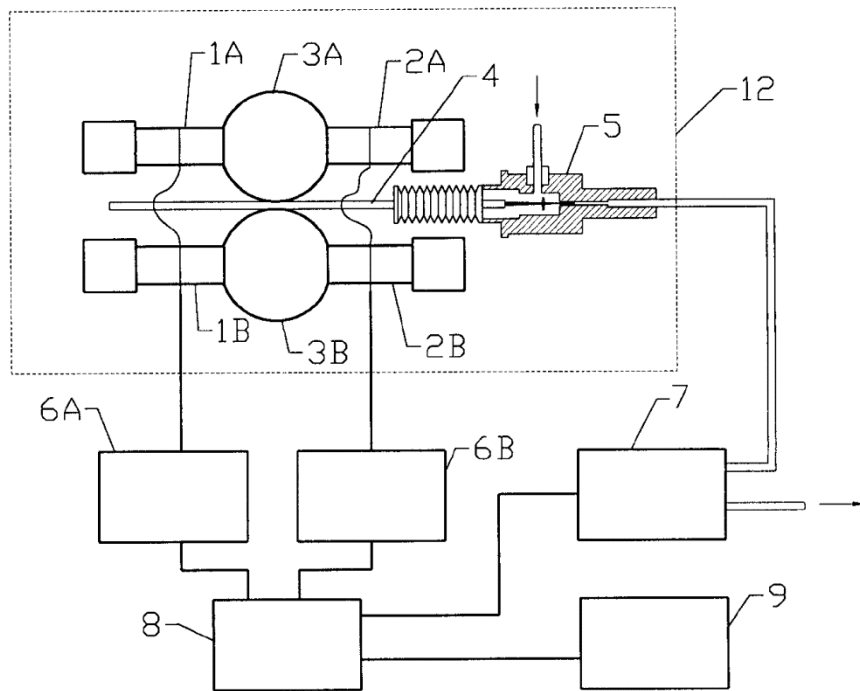


Fig. 2

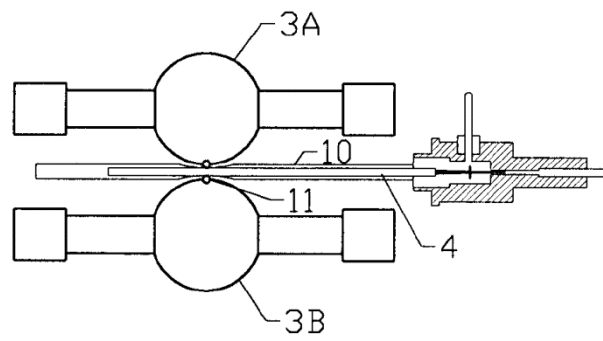


Fig. 3

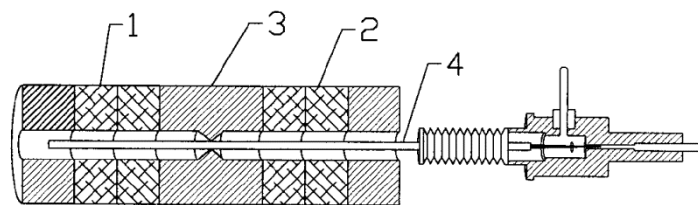


Fig. 4