

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 245759 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **447479**

(22) Data zgłoszenia: **2024.01.08**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.06.03 BUP 23/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.10.07 WUP 41/2024**

(51) MKP:

F16L 55/04 (2006.01)

F16F 9/346 (2006.01)

F16K 47/02 (2006.01)

F16K 15/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WARSZAWSKA, Warszawa, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

APOLONIUSZ KODURA, Łomianki Dolne, PL

MICHAŁ KUBRAK, Warszawa, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Paweł Kocańda, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

Dynamiczny tłumik

PL 245759 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest dynamiczny tłumik, zwłaszcza do stabilizacji fal ciśnienia wywołanych manewrowaniem zaworu w rurociągach.

Zjawisko uderzenia hydraulicznego jest niepożądane w instalacjach ciśnieniowych ze względu na wywołanie fali ciśnienia przemieszczającej się w instalacji z dużą prędkością. Jest ono wywoływane na skutek gwałtownej zmiany prędkości masy strumienia cieczy, będącej efektem włączenia/wyłączenia pompy bądź manewrowania zaworem. Powstałe podczas zjawiska zmiany ciśnienia mogą prowadzić do niekorzystnego stanu naprężeń w ściance przewodu i w konsekwencji do jego uszkodzenia i niekontrolowanego wycieku transportowanej cieczy. Należy podkreślić, że zamykanie/otwieranie zaworu prowadzi do jednoczesnego wywołania dwóch fal ciśnienia: jednej w przewodzie przed zaworem i drugiej w przewodzie za zaworem. Ich charakterystyki (amplitudy i okresy) są uzależnione m.in. od rodzaju materiały przewodu oraz jego długości. Powstałe w pierwszej fazie przyrosty ciśnienia mogą prowadzić do pojawienia się nadmiernych naprężeń rozciągających w ściance. W przypadku, gdy w pierwszej fazie nastąpi gwałtowny spadek ciśnienia, możliwe jest niezrównoważenie naprężeń w ściance przewodu i w konsekwencji jej wyboczenie. Dodatkowo spadek ciśnienia poniżej ciśnienia prężności pary w danej temperaturze prowadzi do zjawiska kawitacji, którego konsekwencją jest korozja kawitacyjna. W konsekwencji zniszczeniu może ulec sam rurociąg bądź urządzenia na nim zainstalowane. Ze względu na znaczny (ok. 80%) udział zjawiska uderzenia hydraulicznego w całkowitej liczbie awarii w sieciach wodociągowych, istnieje potrzeba stosowania odpowiednich metod i urządzeń zapobiegających wywołaniu niekorzystnego procesu, bądź łagodzenia jego negatywnych skutków.

Ze względu na szereg negatywnych skutków uderzenia hydraulicznego, stosowane są różnego rodzaju urządzenia do stabilizacji ciśnienia i łagodzące skutki uderzenia hydraulicznego, do których należą wysoko i nisko ciśnieniowe zawory bezpieczeństwa, zbiorniki wodno-powietrzne (gazowe), zbiorniki przeponowe zewnętrzne, przeponowe lub jednostronnie zamknięte, zawory napowietrzające (ochrona przed nadmiernym spadkiem ciśnienia) oraz zbiorniki tłumiące o podatnych na odkształcenie ściankach.

Z patentu PL202973 znane jest urządzenie do tłumienia uderzenia hydraulicznego, które ma równolegle do rurociągu przyłączony przepływowy rurowy zbiornik tłumiący o podatnych na odkształcenie ściankach, za pośrednictwem znajdujących się na jego początku i końcu przewodów łączących i zaworów odcinających.

Z opisu patentowego EP0565183 znany jest absorber uderzenia hydraulicznego przyłączony liniowo do segmentów rurociągu, złożony z odcinka elastycznej rury otoczonej sztywnym płaszczem. Przestrzeń pomiędzy rurą a płaszczem jest wypełniona powietrzem, które tworzy poduszkę powietrzną łagodzącą skutki uderzenia hydraulicznego powodującego odkształcenie ścianki rury. Przestrzeń ta może być wyposażona w zawór dławiący pozwalający na kontrolę nadciśnienia w poduszce powietrznej.

Z patentu PL233063 znany jest stabilizator zawierający przewód wewnętrzny o podatnej na odkształcenie ściance, umieszczony wewnątrz odcinka rurociągu do przesyłania cieczy, stanowiący jednostronnie zaślepiiony przewód gazowy zamocowany wzdłuż ścianki rurociągu powyżej jego osi, przy czym drugi koniec przewodu wewnętrznego jest zaopatrzony w zawór gazowy zamocowanym na zewnątrz rurociągu i manometr do pomiaru ciśnienia gazu.

Rozwiązania ze stanu techniki posiadają liczne niedogodności, obejmujące konieczność zrzutu cieczy (zawory), konieczność doprowadzenia powietrza (zawory napowietrzające), niezbędną dużą objętość zbiorników oraz opóźniony proces łagodzenia uderzenia hydraulicznego, co jest związane z koniecznością przepływu cieczy do tych urządzeń, czy konieczność wprowadzenia do wnętrza rurociągu znacznego odcinka przewodu wewnętrznego o zwiększonej podatności.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie powyższych niedostatków i dostarczenie rozwiązania, które ogranicza zmiany ciśnienia wywołane manewrowaniem zaworu na przewodzie ciśnieniowym transportującym ciecz. Zastosowanie urządzenia tłumiącego powstałe na skutek nagłej zmiany przepływu fale ciśnienia i, tym samym, pozwala na szybsze zamykanie/otwieranie zaworu przy jednoczesnym zachowaniu dopuszczalnych wartości ciśnień w rurociągu.

Istotą wynalazku jest dynamiczny tłumik, zawierający korpus, co najmniej jeden króciec, co najmniej jeden zawór odcinający oraz co najmniej jeden zawór odpowietrzający, charakteryzujący się tym, że korpus mający w przekroju poprzecznym kształt rurowy, zawiera pierwszy króciec znajdujący się w pobliżu pierwszego końca korpusu i drugi króciec znajdujący się w pobliżu drugiego końca korpusu, przy czym pierwszy króciec i drugi króciec są prostopadłe do osi wzdłużnej korpusu oraz wyposażone

są w pierwszy zawór odcinający i drugi zawór odcinający, zaś po przeciwnej stronie pierwszego króćca na korpusie zamocowany jest pierwszy zawór odpowietrzający, a po przeciwnej stronie drugiego króćca na korpusie zamocowany jest drugi zawór odpowietrzający, z kolei pierwszy koniec korpusu zaślepiony jest pierwszą pokrywą oraz drugi koniec korpusu zaślepiony jest drugą pokrywą, zaś wewnątrz korpusu w jego środkowej części osadzony jest suwliwie tłok, przy czym tłok jest obustronnie podparty elementami sprężystymi, gdzie pierwszy element sprężysty jest zamocowany pomiędzy pierwszą powierzchnią pierwszej pokrywy a pierwszą powierzchnią tłoka, zaś drugi element sprężysty pomiędzy pierwszą powierzchnią drugiej pokrywy a drugą powierzchnią tłoka.

Korzystnie jest, gdy średnice pierwszego króćca i drugiego króćca odpowiadają średnicy rurociągu.

Korzystnie jest, gdy pierwszy króciec i pierwszy zawór odpowietrzający są zamocowane osiowo.

Korzystnie jest, gdy drugi króciec i drugi zawór odpowietrzający są zamocowane osiowo.

Korzystnie jest, gdy tłok w przekroju poprzecznym ma kształt dwuteownika.

Korzystnie jest, gdy tłok ma uszczelnienie zamocowane na obwodzie tłoka.

Korzystnie jest, gdy wysokość tłoka jest równa co najmniej $1/2$ jego średnicy.

Korzystnie jest, gdy pierwszym elementem sprężystym i drugim elementem sprężystym jest sprężyna albo amortyzator.

Korzystnie jest, gdy na środku drugiej powierzchni pierwszej pokrywy oraz drugiej powierzchni drugiej pokrywy znajduje się uchwyt montażowy.

Korzystnie jest, gdy pierwsza powierzchnia wewnętrzna pierwszego zakończenia do wysokości pierwszego króćca oraz druga powierzchnia wewnętrzna drugiego zakończenia do wysokości drugiego króćca są gwintowane.

Korzystnie jest, gdy pierwsza pokrywa oraz druga pokrywa w przekroju poprzecznym mają kształt cylindryczny.

Korzystnie jest, gdy powierzchnia zewnętrzna pierwszej pokrywy oraz powierzchnia zewnętrzna drugiej pokrywy są gwintowane.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku przedstawiającym urządzenie w przekroju podłużnym odcinka rurociągu.

Na rysunku przedstawiony jest dynamiczny tłumik fal ciśnienia wywołanych manewrowaniem zaworu 1 wzdłuż rurociągu 19, w którym występuje zjawisko uderzenia hydraulicznego. Dynamiczny tłumik fal ciśnienia ma korpus 2 mający w przekroju poprzecznym kształt rurowy. Korpus 2 zawiera pierwszy króciec 3 znajdujący się w pobliżu pierwszego końca 5 korpusu 2 i drugi króciec 4 znajdujący się w pobliżu drugiego końca 6 korpusu 2. Pierwszy króciec 3 i drugi króciec 4 są prostopadłe do osi wzdłużnej korpusu 2. Pierwszy króciec 3 na swoim końcu oddalonym od korpusu 2 wyposażony jest w pierwszy zawór odcinający 7 oraz drugi króciec 4 na swoim końcu oddalonym od korpusu 2 wyposażony jest w drugi zawór odcinający 8. Średnice pierwszego króćca 3 i drugiego króćca 4 odpowiadają średnicy rurociągu 19. Pierwszy króciec 3 i drugi króciec 4 poprzez pierwszy zawór odcinający 7 i drugi zawór odcinający 8 łączą korpus 2 tłumika z rurociągiem 19. Zawory odcinające 7, 8 umożliwiają prowadzenie czynności eksploatacyjnych przy tłumiku, pozostawiając swobodny przepływ cieczy w rurociągu 19.

Po przeciwnej stronie pierwszego króćca 3 na korpusie 2 zamocowany jest pierwszy zawór odpowietrzający 9, a po przeciwnej stronie drugiego króćca 4 na korpusie 2 zamocowany jest drugi zawór odpowietrzający 10. Zarówno pierwszy króciec 3 i pierwszy zawór odpowietrzający 9 są zamocowane osiowo, jak i drugi króciec 4 i drugi zawór odpowietrzający 10 są zamocowane osiowo względem siebie.

Pierwszy koniec 5 korpusu 2 zaślepiony jest pierwszą pokrywą 11 oraz drugi koniec 6 korpusu 2 zaślepiony jest drugą pokrywą 12. Połączenie jest rozłączne, dzięki zastosowaniu powierzchni gwintowanych. Pierwsza powierzchnia wewnętrzna 5a pierwszego zakończenia 5 do wysokości pierwszego króćca 3 oraz druga powierzchnia wewnętrzna 6a drugiego zakończenia 6 do wysokości drugiego króćca 4 są gwintowane. Również powierzchnia zewnętrzna 11c pierwszej pokrywy 11 oraz powierzchnia zewnętrzna 12c drugiej pokrywy 12 są gwintowane. Ponadto pierwsza pokrywa 11 oraz druga pokrywa 12 w przekroju poprzecznym mają kształt cylindryczny, a na środku drugiej powierzchni 11b pierwszej pokrywy 11 oraz drugiej powierzchni 12b drugiej pokrywy 12 znajdują się uchwyty montażowe 18.

Z kolei wewnątrz korpusu 2, w jego środkowej części 13, osadzony jest suwliwie tłok 14, który w przekroju poprzecznym ma kształt dwuteownika. Wysokość tłoka 14 jest równa $1/2$ jego średnicy, a na obwodzie ma zamocowane uszczelnienie 17, zapobiegające swobodnemu przedostawaniu się cieczy pomiędzy komorami utworzonymi pomiędzy tłokiem 14 a pokrywami 11 oraz 12. Tłok 14 jest obustronnie podparty elementami sprężystymi 15, 16 w postaci sprężyn. Pierwszy element sprężysty 15

jest zamocowany pomiędzy pierwszą powierzchnią 11a pierwszej pokrywy 11a pierwszą powierzchnią 14a tłoka 14, zaś drugi element sprężysty 16 pomiędzy pierwszą powierzchnią 12a drugiej pokrywy 12 a drugą powierzchnią 14b tłoka 14. Elementy sprężyste 15, 16 zamocowane są do pokryw 11, 12 poprzez uchwyty montażowe 18.

Większe lub mniejsze naprężenie elementów sprężystych 15, 16 możliwe jest poprzez płytsze lub głębsze wkręcenie pokryw 11, 12. Ponadto dzięki zastosowaniu konstrukcji gwintowanej pokryw 11, 12 możliwa jest wymiana tłoka 14 wraz ze sprężynami 15, 16 oraz przeprowadzanie prac konserwacyjnych, bez konieczności demontażu tłumika.

Zastosowanie tłumika dynamicznego pozwala na praktycznie natychmiastowe zredukowanie oscylacji fali ciśnienia w rurociągu 19. Urządzenie skutecznie zmniejsza amplitudę zmian jak i czas trwania zjawiska.

Tłumik przeznaczony jest do zainstalowania na przewodzie obiegowym (bypassie) przewodu głównego, na którym zamontowany jest zawór 1, którego manewrowanie może doprowadzić do wywołania zjawiska uderzenia hydraulicznego. W przypadku zamykania zaworu 1, wywołana po lewej stronie zaworu 1 dodatnia fala ciśnienia będzie rozprzestrzeniała się w rurociągu 19 i jednocześnie dostanie się do tłumika, uruchamiając go natychmiastowo. Przyrost ciśnienia wzbudzi drgania tłoka 14, które będą prowadziły do zmniejszenia amplitudy fal ciśnienia oraz wydłużenia czasu powrotu fali odbitej i skrócenia czasu trwania zjawiska uderzenia hydraulicznego. Jednocześnie, poruszający się tłok 14 wewnątrz tłumika będzie oddziaływał na przestrzeń za zaworem 1, w której w pierwszej fazie zjawiska pojawi się spadek ciśnienia. Tym samym, tłok 14 będzie prowadzić do redukcji fal ciśnienia przed i za zaworem 1. Urządzenie równie skutecznie tłumi przyrosty ciśnienia wywołane otwieraniem zaworu 1. Wymienny tłok 14 oraz sprężyny 15, 16, z regulowanym wstępnym naprężeniem pozwolą na zastosowanie urządzenia w różnych instalacjach. Częstotliwość drgań układu sprężyna-tłok prowadzi do działania w przeciwfazie w stosunku do wywołanych amplitud ciśnienia. Stosując jeden tłok 14, możliwe jest dobranie różnych sprężyn 15, 16 z obu jego stron, w sposób zwiększający skuteczność działania i jednocześnie dostosowany do konkretnych warunków eksploatacyjnych. Redukcja ciśnienia odbywa się bez wpływu transportowanej cieczy na zewnątrz i bez doprowadzania medium z zewnątrz do rurociągu 19. Unikalną cechą rozwiązania według wynalazku jest jednoczesna i natychmiastowa redukcja zmian ciśnienia przed i za zaworem 1. Tłumik powoduje bardzo szybkie tłumienie fali zarówno na etapie ujemnej, jak i dodatniej fazy zjawiska uderzenia hydraulicznego. Ponadto nie ma wymogu bezwzględnej szczelności tłoka 14. Przedostawanie się niewielkich ilości cieczy przez uszczelnienie 17 nie będzie prowadziło do znacznego spadku sprawności urządzenia. Tłumik prowadzi do jednoczesnej dyssypacji energii uderzenia hydraulicznego przed i za zaworem 1. Tłumik stanowi integralną część szczelnej instalacji i nie zachodzi konieczność kontaktu transportowanego medium z otoczeniem. Stosowanie tłumika nie jest ograniczone natężeniem przepływu transportowanej cieczy ani średnicą przewodów.

Urządzenie do stabilizacji ciśnienia znajdzie zastosowanie przede wszystkim w rurociągach cieczy, zwłaszcza w sieciach wodociągowych, ropociągach i instalacjach technologicznych. Urządzenie z tłumikiem masowym może być wykorzystywane zarówno dla długich, jak i krótkich rurociągów, oraz w różnych ciśnieniowych warunkach eksploatacyjnych, co związane jest z możliwością indywidualnego doboru masy tłoka jak i parametrów elementów sprężystych do konkretnych parametrów instalacji, co znacznie zwiększa jego uniwersalność.

Zastrzeżenia patentowe

1. Dynamiczny tłumik, zawierający korpus, co najmniej jeden króciec, co najmniej jeden zawór odcinający oraz co najmniej jeden zawór odpowietrzający, **znamienny tym**, że korpus (2) mający w przekroju poprzecznym kształt rurowy, zawiera pierwszy króciec (3) znajdujący się w pobliżu pierwszego końca (5) korpusu (2) i drugi króciec (4) znajdujący się w pobliżu drugiego końca (6) korpusu (2), przy czym pierwszy króciec (3) i drugi króciec (4) są prostopadłe do osi wzdłużnej korpusu (2) oraz wyposażone są w pierwszy zawór odcinający (7) i drugi zawór odcinający (8), zaś po przeciwnej stronie pierwszego króćca (3) na korpusie (2) zamocowany jest pierwszy zawór odpowietrzający (9), a po przeciwnej stronie drugiego króćca (4) na korpusie (2) zamocowany jest drugi zawór odpowietrzający (10), z kolei pierwszy koniec (5) korpusu (2) zaślepiony jest pierwszą pokrywą (11) oraz drugi koniec (6) korpusu (2) zaśle-

- piony jest drugą pokrywą (12), zaś wewnątrz korpusu (2) w jego środkowej części (13) osadzony jest suwliwie tłok (14), przy czym tłok (14) jest obustronnie podparty elementami sprężystymi (15, 16), gdzie pierwszy element sprężysty (15) jest zamocowany pomiędzy pierwszą powierzchnią (11a) pierwszej pokrywy (11) a pierwszą powierzchnią (14a) tłoka (14), zaś drugi element sprężysty (16) pomiędzy pierwszą powierzchnią (12a) drugiej pokrywy (12) a drugą powierzchnią (14b) tłoka (14).
2. Dynamiczny tłumik, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że średnice pierwszego króćca (3) i drugiego króćca (4) odpowiadają średnicy rurociągu (19).
 3. Dynamiczny tłumik, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pierwszy króciec (3) i pierwszy zawór odpowietrzający (9) są zamocowane osiowo.
 4. Dynamiczny tłumik, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że drugi króciec (4) i drugi zawór odpowietrzający (10) są zamocowane osiowo.
 5. Dynamiczny tłumik, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że tłok (14) w przekroju poprzecznym ma kształt dwuteownika.
 6. Dynamiczny tłumik, według zastrz. 1 albo 5, **znamienny tym**, że tłok (14) ma uszczelnienie (17) zamocowane na obwodzie tłoka (14).
 7. Dynamiczny tłumik, według zastrz. 1 albo 5 albo 6, **znamienny tym**, że wysokość tłoka (14) jest równa co najmniej 1/2 jego średnicy.
 8. Dynamiczny tłumik, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pierwszym elementem sprężystym (15) i drugim elementem sprężystym (16) jest sprężyna albo amortyzator.
 9. Dynamiczny tłumik, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że na środku drugiej powierzchni (11b) pierwszej pokrywy (11) oraz drugiej powierzchni (12b) drugiej pokrywy (12) znajduje się uchwyt montażowy (18).
 10. Dynamiczny tłumik, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pierwsza powierzchnia wewnętrzna (5a) pierwszego zakończenia (5) do wysokości pierwszego króćca (3) oraz druga powierzchnia wewnętrzna (6a) drugiego zakończenia (6) do wysokości drugiego króćca (4) są gwintowane.
 11. Dynamiczny tłumik, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pierwsza pokrywa (11) oraz druga pokrywa (12) w przekroju poprzecznym mają kształt cylindryczny.
 12. Dynamiczny tłumik, według zastrz. 1 albo 11, **znamienny tym**, że powierzchnia zewnętrzna (11c) pierwszej pokrywy (11) oraz powierzchnia zewnętrzna (12c) drugiej pokrywy (12) są gwintowane.

Rysunek

