



Ochrona antykawitacyjna w przepustnicy regulacyjnej

Gregor Gaida – Forchtenberg *)

Aby w przepustnicach odcinających, które pracują w trybie regulacyjnym, uniknąć destrukcyjnej kawitacji pojawiającej się w określonych położeniach, można zastosować na przykład perforowane deflektory. W ten sposób wyklucza się krytyczny przepływ oraz kawitację i równocześnie obniża poziom hałasu – w zakresie regulacji 1:10.

Do regulacji przepływu w rurociągu często stosuje się przepustnice odcinające. Ten typ armatury charakteryzuje się krótką zabudową i relatywnie niskimi kosztami produkcji. Armatura odznacza się względnie dobrymi parametrami przepływowymi, wartość współczynnika K_v jest wysoka i tylko nieliczne konstrukcje, jak choćby zawór kulowy, charakteryzuje się przy identycznej średnicy nominalnej wyższą wartością K_v .

Wada przepustnicy odcinającej polega na tym, że w położeniach pośrednich tylko warunkowo zdolna jest do regulacji. Zwłaszcza w sytuacji, gdy zastosowanie wymusza wysoki spadek ciśnienia na przepustnicy, mamy do czynienia z krytycznym przepływem, który może powodować na przykład kawitację. Zjawisko to grozi uszkodzeniem armatury w krótkim czasie.

W przypadku dużej różnicy ciśnień oprócz pojawienia się kawitacji z może w armaturze podnieść się znacznie poziom hałasu. W celu redukcji hałasu stosuje się zazwyczaj takie zabiegi jak montaż struktur oporowych, kryz, blach perforowanych, płytek itp., które jednak w całkowicie otwartym położeniu ograniczają przepływ medium i powodują straty.

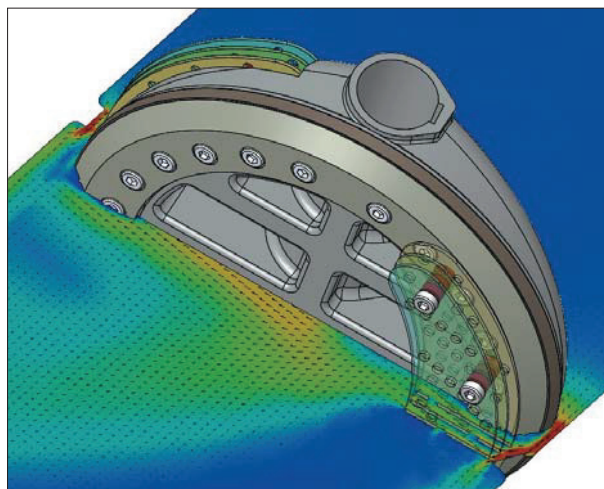
Problem ten dotyczy szczególnie przepustnic zaprojektowanych z myślą o wysokich ciśnieniach. Coraz częściej stosuje się zwłaszcza poczwórnie mimośrodową armaturę nawet przy różnicy ciśnień przekraczającej 100 bar. Im większa różnica ciśnień występuje na przepustnicy, tym bardziej nasilają się trudności związane z regulacją. Według

ogólnie przyjętej zasady w technice regulacyjnej spadek ciśnienia w żadnym razie nie może przekraczać 50% ciśnienia wejściowego. Ciekłe medium powodowałoby wtedy kawitację i nadmierne zużycie armatury.

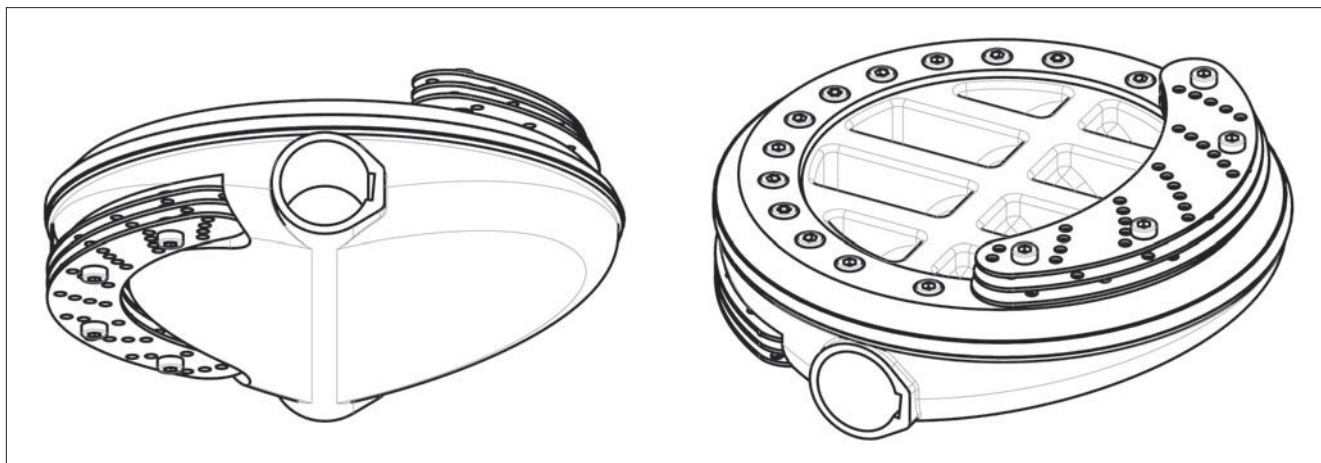
Potencjalne rozwiązania

Stworzone zostały różne rozwiązania tego problemu. Jedno z nich opisano w australijskim patencie o numerze AU 2009 2222 606 A1. Po jednej stronie przepustnicy montowany jest profil przepływowy o kształcie grzebienia. Ową profil powoduje spadek ciśnienia i po tej stronie przepustnicy zmniejsza się prawdopodobieństwo wystąpienia kawitacji. Natomiast przepływ po drugiej stronie przepustnicy przyjmuje krytyczną wartość, ponieważ jest w tym miejscu niezakłócony, a nawet staje się większy, gdyż tą stroną przepływa więcej medium niż w sytuacji, gdyby nie było profilu przepływowego.

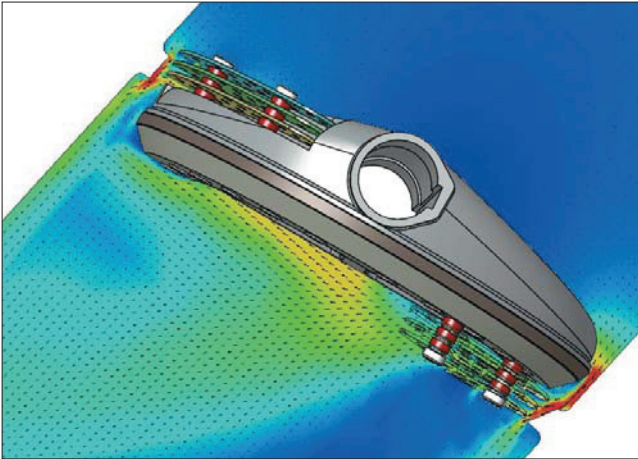
Inny patent – DE 10 2012 102 472 B4 – przewiduje montaż profili zakłócających przepływ na dysku przepustnicy, które również w położeniu otwartym dysku znajdują się w strumieniu



Ilustracja 2.
Przepustnica odcinająca z deflektorami w warunkach przepływu medium



Ilustracja 1. Dysk przepustnicy z perforowanymi deflektorami



Ilustracja 3. Przepływ medium

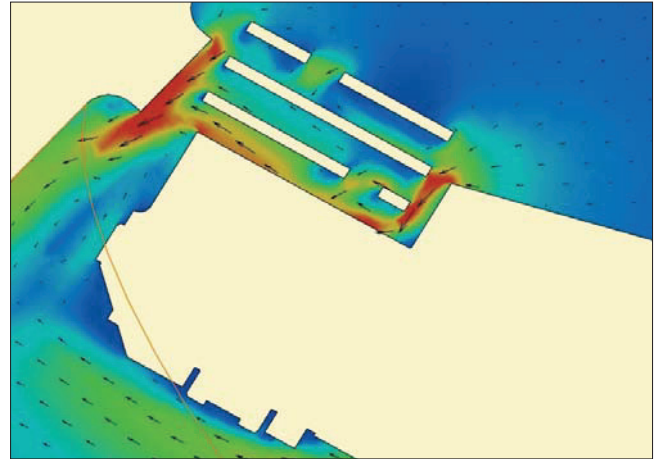
medium i go hamują, powodując straty przepływowe. Tego typu armatura nawet w położeniu otwartym zapewnia tylko ułamek przepływu armatury bez profili zakłócających.

Zazwyczaj przepustnica musi przejmować wyższy spadek ciśnienia, gdy natężenie przepływu jest niewielkie (obciążenie częściowe). Równocześnie pożądane jest, żeby medium przy pełnym obciążeniu przepływało możliwie swobodnie. Odpowiada to również standardowej charakterystyce pompy.

Na następujących ilustracjach przedstawiono nowatorską konstrukcję tego rodzaju przepustnicy. Na dysku zamontowano jeden lub więcej nawierconych deflektorów (ilustr. 1), które są ustawione równoległe do dysku. Deflektory mogą być integralnym elementem dysku lub mogą zostać przytwierdzone jako osobne elementy z jednej bądź z obu stron dysku.

Na ilustr. 2 przedstawiono przepustnicę odcinającą o takiej konstrukcji w warunkach przepływu medium. W zakresie częściowego otwarcia przepustnicy deflektory znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie gniazda. Medium musi przepływać między gniazdem i deflektorem lub dodatkowo w zależności od liczby płytek prowadzących również między nimi, co jest widoczne na ilustr. 3.

Dzięki właściwemu doborowi deflektorów i ich umiejscowienia medium w położeniach pośrednich dysku musi przepływać przez otwory deflektorów. Przekierowany i zakłócony przez deflektory przepływ traci swoje ciśnienie nie w jednym miejscu, lecz właściwie na każdym otworze deflektora, jak przedstawiono to na ilustr. 4. W idealnym przypadku deflektory umiejscowione są w taki sposób, że po obu stronach dysku uzyskuje się zbliżony rozkład ciśnienia. Gdy porównamy ilustr. 3 i 4, stwierdzimy, że po obu stronach dysku zapewnione są niemal identyczne właści-



Ilustracja 4. Redukcja ciśnienia na każdym otworze deflektora

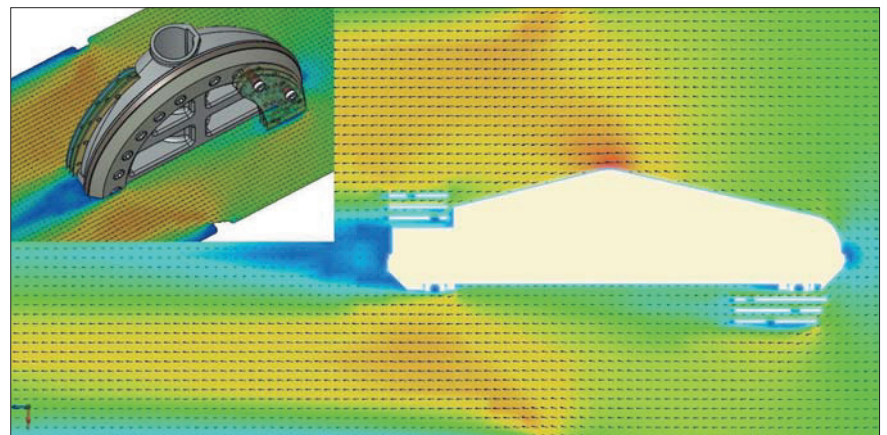
wości ciśnieniowe, a ciśnienie obniża się łagodnie na kolejnych deflektorach.

W związku z tym, że deflektory są na stałe połączone z dyskiem i ustawione względem niego równoległe, przy pełnym otwarciu dysku płytki przyjmują równoległe położenie wobec medium, co zapewnia możliwie niewielki opór (ilustr. 5).

Opisane rozwiązanie pozwala na zakłócanie przepływu w zakresie częściowego otwarcia dysku przepustnicy, równocześnie nie pogarszając w znacz-

ny sposób wartości przepływowych przy pełnym otwarciu dysku. W konstrukcji QUADAX spadek ciśnienia następuje w wielu punktach, co przyczynia się do wykluczenia krytycznego przepływu i kawitacji. Bezpośrednim efektem jest obniżenie poziomu hałasu.

Najbardziej korzystne jest umieszczenie deflektorów w taki sposób, żeby przy określonym kącie otwarcia, na przykład 15°, ostatnia płytka była oddalona od gniazda. Im bardziej przepustnica jest otwarta, tym bardziej jej cha-



Ilustracja 5. Deflektory, które przy pełnym otwarciu dysku ustawione są równoległe do kierunku głównego strumienia medium, powodują możliwie najmniejszy opór



*Ilustracja 6.
Kombinacja poczwórnie mimośrodowej przepustnicy odcinającej QUADAX z zaworem COAX-LT zapewnia zakres regulacji od 0,4 m³/h do 40 m³/h*

rakterystyka $K_v = f(\text{kąt otwarcia})$ zbliża się do charakterystyki przepustnicy bez deflektorów.

Pozwala to na regulację bardzo małego natężenia przepływu, któremu towarzyszy znaczny spadek ciśnienia, gdy przepustnica odcinająca pracuje w zakresie otwarcia od 0° do 15°. Równocześnie przy całkowitym otwarciu dysku możliwe jest uzyskanie wysokiego natężenia przepływu przy niewielkim spadku ciśnienia.

Przykład – regulacja przepływu mediów głęboko schłodzonych

Przedstawiona powyżej charakterystyka jest bardzo pożądana zwłaszcza w przypadku napełniania. Przykładem może być napełnianie zbiorników na pojazdach lub statkach mediami głęboko schłodzonymi. W stanie stacjonarnym, gdy nie następuje napełnianie, niskotemperaturowa instalacja musi podlegać schładzaniu, wobec czego wymagany jest niewielki przepływ medium o niskiej temperaturze przez armaturę. Natomiast gdy rozpocznie się napełnianie, korzystne jest maksymal-

nie duże natężenie przepływu przy niewielkim spadku ciśnienia.

Jednak również opisywane rozwiązanie ma swoje ograniczenia. Deflektorów nie można dowolnie zbliżyć do gniazda, tak aby strumień występujący między elementami regulował znikome natężenie przepływu. Tradycyjna przepustnica odcinająca może regulować wartości współczynników K_v w zakresie, w którym stosunek między największym (otwarcie 80°) i najmniejszym (otwarcie 20°) K_v wynosi 1:3 lub maksymalnie 1:5. Natomiast deflektory pozwalają zwiększyć stosunek do 1:10 bez ryzyka pojawienia się kawitacji czy krytycznego przepływu.

W zadaniach regulacyjnych, w których wymagane są jeszcze większe różnice, rozwiązaniem jest zastosowanie dwóch połączonych równolegle armatur. Również w tym wypadku można posłużyć się przykładem napełniania pojazdów mediami głęboko schłodzonymi. Pistolet nalewczy i instalacja doprowadzająca muszą być stale utrzymywane w niskiej temperaturze, należy zatem zagwarantować przepływ medium przez te elementy instalacji.

Jednak występujące wtedy natężenie przepływu jest tak niskie, że mimo zastosowania deflektorów przepustnica odcinająca nie może go zagwarantować. Firma **Müller CO-AX** proponuje w takiej sytuacji rozwiązanie składające się z poczwórnie ekscentrycznej przepustnicy odcinającej QUADAX oraz zaworu COAX-LT (ilustr. 6).

Do uszczelnienia dysku przepustnicy zastosowano opatentowane rozwiązanie wykorzystujące oring z inconelu, które gwarantuje nieprzepuszczalność pęcherzyków helu nawet w temperaturze -196°C.

Opatentowany zawór CO-AX LT charakteryzuje się budową współosiową, jest całkowicie odciążony ciśnieniowo zaworem odcinającym, wymagającym tak niskich sił przestawiania również przy wysokim ciśnieniu, że może być bezpośrednio sterowany elektromagnetycznie.

Przepustnica odcinająca i zawór LT są na stałe ze sobą połączone, co umożliwia montaż w rurociągu między dwoma kołnierzami o znormalizowanej odległości.

W fazie przestoju instalacji napełniającej zawór LT reguluje niewielkie natężenie przepływu (K_v 0,4-3 m³/h) medium przez rurociąg. Gdy ma rozpocząć się proces napełniania, włącza się przepustnica i ustawia natężenie przepływu o współczynniku K_v na przykład 3 m³/h. Gdy poziom w zbiorniku osiągnie określoną minimalną wartość, przepustnica otwiera się całkowicie, a K_v osiąga 40 m³/h. Przed zakończeniem napełniania przepustnica zostaje przymknięta do zakresu, w którym zaczynają działać deflektory, dzięki czemu poziom całkowitego napełnienia jest osiągniany powoli.

Zespół zaworów może w opisanym przykładzie regulować współczynniki K_v w zakresie od 0,4 m³/h do 40 m³/h.

Dziękujemy firmie **STASTO Automation Sp. z o.o.**, Warszawa, za pomoc w przygotowaniu artykułu.



*) Dr inż. Gregor Gaida
– członek zarządu spółki
müller co-ax ag;
Forchtenberg (Niemcy).

Tłumaczenie artykułu z „Industriearmaturen”, z. 4/2016, ss. 44-47.

