

Zawory labiryntowe o wielosieczkowym torze przepływu; do pracy w warunkach zagrożenia przepływem dławionym, kawitacją i hałasem

Zatwierdzenia
CE, PED, NACE, EAC, SIL 3



DANE TECHNICZNE

MODELE

- 1-9100 – zawór regulacyjny przelotowy
- 1-9400 – zawór regulacyjny kątowy 90°
- 1-9600 – zawór regulacyjny kątowy 90° z wejściem bocznym – przepływ nad grzyb
- 1-9800 – zawór regulacyjny z przesuniętymi przyłączami

WYKONANIE

Materiał: odlewana, kuta lub spawana stal węglowa, CrMo lub nierdzewna

Przyłącza procesowe: kołnierzowe UNI, ANSI, DIN lub do spawania ANSI B 16.25 BW

Ciśnienie nominalne: PN 10, 16, 25, 40, 63, 100, 160, 250, 320, 400 lub ANSI 150, 300, 600, 900, 1500, 2500

DŁAWNICA

Materiał: kuta lub spawana z tego samego materiału co korpus

Budowa: gładka lub żebrowana, kołnierzowa lub uszczelniona

Uszczelnienie: Teflon-grafit, czysty grafit, V-ringi z teflonu

GRZYB

Budowa: tłok prosty lub konturowany, dostępny jako odciążony lub nieodciążony

Materiał: 17-4-PH, F6NM, stal kwasoodporna 316 + stellite, specjalne stale chromowe

Charakterystyka: zależna od rozkładu ścieżek odkrywanych w trakcie przemieszczania grzyba. Zwykle liniowa, ale na życzenie również modyfikowana liniowa.

Uszczelnienie siedziska: pierścień uszczelniający klatkę. Pierścień jest wykonany z teflonu lub czystego grafitu, odpowiednio do temperatury roboczej.

STOS DYSKÓW DŁAWIĄCYCH

Budowa: Składa się z szeregu dysków z kanałami o stopniowym przyroście pola przepływu zapewniającymi rozdzielanie, załamanie i łączenie strugi. Dyski połączone są śrubami lub spawane i umieszczone pomiędzy korpusem a dławnicą. Stos jest zazwyczaj zabezpieczony przez owierconą klatkę wykonaną z utwardzonego materiału.

Materiał: stal nierdzewna 304, stal kwasoodporna 316, specjalne stale chromowe, Monel, 17-4-PH.

GNIAZDO

Budowa: Pierścień zaciśnięty pomiędzy korpusem a stosem dysków, prowadzący grzyb.

Klasa szczelności:

- klasa IV lub V IEC 60534-4 dla uszczelnienia metal na metal.
- Wyższe klasy z wkładką teflonową.
- Dla gniazd o średnicy do 4 „dostępna specjalna wkładka umożliwiająca szczelne uszczelnienie (maks. $\Delta p = 300$ bar, maks. $T = 200$ °C).

Filtr: Aby uniknąć zatykania ścieżek stosu dysków, zawory regulacyjne LIMIPHON są dostarczane z wbudowanym filtrem zintegrowanym z gniazdem lub wkręconym pomiędzy gniazdem a korpusem w modelach z przepływem pod grzybem.

SIŁOWNIKI

Siłowniki membranowe PARCOL, seria 1-X-200 mogą być stosowane przy skoku maks. 200 mm. Dostępne są siłowniki pneumatyczne PARCOL jedno- lub dwustronnego działania serii 1-X-400. Siłowniki oleodynamiczne są dostępne na życzenie wraz z akcesoriami sterującymi i silnikiem elektrycznym.

WPROWADZENIE

Hałas generowany przez zawory regulacyjne jest złożonym problemem, ponieważ składają się na niego równocześnie zjawiska mechaniki płynów oraz często technologiczne i konstrukcyjne problemy.

Część informacji o czynnikach mających wpływ na generowanie hałasu przez konwencjonalne zawory regulacyjne została podsumowana w tabeli 1.

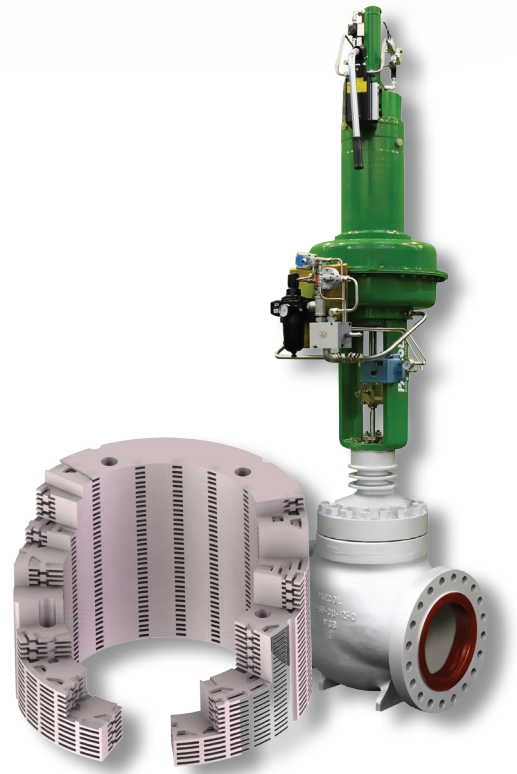
Zawory LIMIPHON zostały zaprojektowane i skonstruowane, aby rozwiązać problemy akustyczne, występujące w zaworach podczas spadku ciśnienia gazu (hałas aerodynamiczny) i regulacji przepływu cieczy w warunkach możliwości wystąpienia kawitacji (hałas hydrodynamiczny).

HAŁAS AERODYNAMICZNY

Zawory LIMIPHON pozwalają na spełnienie teoretycznie każdego wymogu dotyczącego poziomu hałasu. Praktycznie najniższy poziom hałasu możliwy do uzyskania to ten wytwarzany bezpośrednio przez przepływ wewnątrz rurociągu.

HAŁAS HYDRODYNAMICZNY

Zawory LIMIPHON całkowicie rozwiązują problem w przypadku płynów w warunkach kawitacji, ponieważ są tak wymiarowane, aby jej zapobiec. Z tego powodu zakłócenia akustyczne może powodować jedynie przepływ cieczy, ale są one zazwyczaj nieistotne, jeśli prędkość przepływu została odpowiednio dobrana.



Rodzaj hałasu		Częstotliwość dominująca (Hz)	Główne czynniki	Rozwiązanie LIMIPHON
Wibracje mechaniczne	nierezonansowa	< 1500	Konstrukcja zaworu, pęd cieczy	Konstrukcja klatkowa i duża sztywność trymu. Zmniejszona prędkość płynu w każdej sekcji (maks. 30 m/s). Brak zagrożenia wibracją.
	rezonansowa	2000 do 7000		
Kawitacja		500 do 4000	Wartość przepływu, ciśnienie, temperatura, ciśnienie oparów, współczynniki K_c i FL	Współczynniki K_c i FL zbliżone do 1. Brak zjawiska kawitacji.
Aerodynamika		2000 do 6000	Wartość przepływu, ciśnienie, współczynniki FL i F_d	Bardzo niskie wartości F_d (nawet < 0,01). Wymiarowania z odniesieniem do kryteriów akustycznych, np. poddźwiękowych. Redukcja poziomu hałasu do 30 dB.

Tabela 1 - Czynniki wpływające na generowanie hałasu przez konwencjonalne zawory regulacyjne

HAŁAS AERODYNAMICZNY

Zawory konwencjonalne generują wysoki poziom hałasu aerodynamicznego z powodu dużego spadku ciśnienia ściśliwej cieczy na zaworze i tylko jednostopniowego dławienia przepływu.

Przyczyną jest wysoka prędkość osiągnięta przez medium w strefie „vena contracta” i silne turbulencje w połączeniu z „komórkami uderzeniowymi” o charakterze naddźwiękowym.

Zawory LIMIPHON produkowane przez PARCOL rozwiązują problem hałasu aerodynamicznego na trzy sposoby przez:

- 1). podział natężenia przepływu na wiele przepływów o zmiennym kierunku,
- 2). podział spadku ciśnienia na kilka stopni,
- 3). przyrost pola przepływu od wlotu do wylotu.

Ze względu na wielostopniową konstrukcję eliminowane są krytyczne spadki ciśnienia i wysokie zmiany entalpii i odzysku ciśnienia. Spadek ciśnienia na zaworze jest rozkładany bardziej równomiernie niż w tradycyjnych zaworach, gdzie skupia się głównie w strefie „vena contracta” a sam proces spadku ciśnienia można porównać do przepływu w bardzo długiej, zwiniętej rurze o wielu ciągle otwartych obejściach.

Spadek ciśnienia w ostatnim stopniu jest zredukowany w porównaniu do całkowitej zmiany Δp .

W trakcie wyboru trymu największą uwagę należy skupić na tym, aby w ostatnim stopniu utrzymać warunki poniżej krytycznych.

Biorąc pod uwagę powyższe, całkowity poziom generowanego przez zawór labiryntowy hałasu jest znacznie niższy niż w konwencjonalnej konstrukcji.

Z punktu widzenia termodynamiki (patrz wykresy na rys. 2) przemiana płynu w zaworach LIMIPHON jest bardzo bliska procesowi izentalpowego, podczas gdy w zaworach klasycznych całkowity proces izentalpowy składa się z przemiany izentropowej (spadek ciśnienia w strefie „vena contracta” bez wymiany ciepła lub pracy zewnętrznej) i politropowej (odzysk ciśnienia).

Kłopotliwe efekty termiczne przemiany izentropowej, które w przypadku gazu mogą powodować powstawanie lodu poza zaworem (efekt Joule’a-Thompsona) a w przypadku oparów prowadzić do kondensacji, są silnie erozyjne dla trymu, dlatego należy ich unikać. W zaworach LIMIPHON gniazdo składa się z dysku z występem uszczelniającym i stosu dysków dławiących złożonych odpowiednio w celu utworzenia promieniowych ścieżek od wewnątrz na zewnątrz (patrz rys. 3).

Natężenie przepływu jest dzielone proporcjonalnie do skoku grzyba na wiele równoległych przepływów, przy czym każdy z nich jest dalej rozdzielany i ponownie łączy się w kolejnych stopniach. Strumienie tracą energię poprzez przepływ turbulentny tworzony w wyniku zmian kierunku oraz - głównie - przez wzajemne oddziaływanie strumieni podczas ich ponownego łączenia się.

Poszczególne sekcje przepływu zapewniają rozdzielanie i załamanie strug z zachowaniem stopniowego przyrostu pola przepływu, co pozwala kontrolować prędkość cieczy.

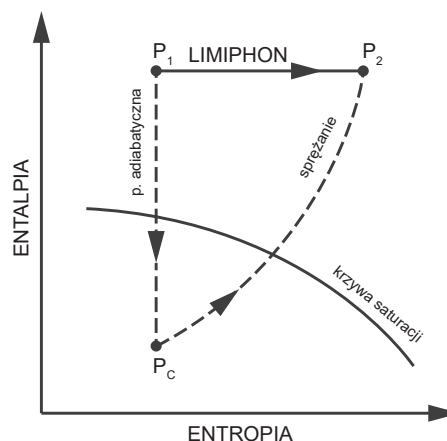
Im sekcje przepływu są węższe, tym wyższa jest częstotliwość dominująca hałasu.

Parametrem charakteryzującym to zjawisko jest współczynnik F_d (zobacz Handbook for Control Valve Sizing – Podręcznik Wymiarowania Zaworów). Wartości te w przypadku zaworów LIMIPHON są wyjątkowo niskie, dzięki dużej liczbie równoległych przepływów i małej powierzchni przekroju przepływu. Im niższa wartość F_d , tym wyższa częstotliwość dominująca hałasu i w konsekwencji tym lepsze tłumienie przez korpus i ścianki rurociągu.

HAŁAS HYDRODYNAMICZNY

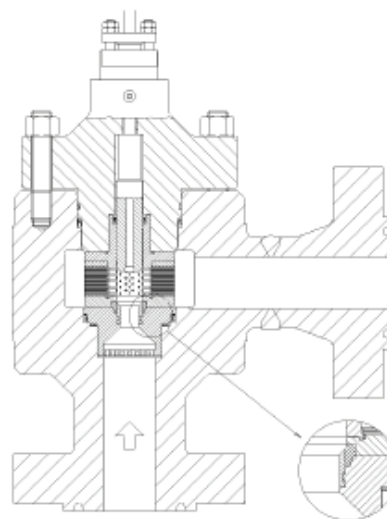
Hałas hydrodynamiczny (cieczy) powstaje wyraźnie tylko w przypadku wystąpienia kawitacji. Zjawisko kawitacji związane z powstawaniem pęcherzyków pary i ich implozją może generować wysoki poziom hałasu - nawet ponad 110 dB (A).

Należy zauważyć, że kawitacja stanowi dużo większy problem dla trwałości zaworu niż hałas akustyczny. Z tego powodu, w każdym przypadku należy unikać zjawiska kawitacji, niezależnie od względów akustycznych, czy wibracji mechanicznych.



Rys. 2 - Proces termodynamiczny wewnątrz zaworów regulacyjnych - zawory LIMIPHON (linia ciągła) i klasyczne z odzyskiem ciśnienia (linia przerywana).

Zawory LIMIPHON mogą całkowicie rozwiązać problem, ponieważ ich współczynnik odzysku ciśnienia FL (i w konsekwencji K_c) jest praktycznie równy 1, a zatem ciśnienie wewnątrz trymu nie może być niższe niż ciśnienie wylotowe. W warunkach krytycznych (wysokie Δp , ciecz o wysokiej temperaturze) zwiększenie powierzchni przepływu ostatnich stopni dławienia może być konieczne (lub użyteczne), w celu zmniejszenia Δp w ostatnim stopniu, w którym najłatwiej może wystąpić kawitacja.



Zawór LIMIPHON 1-9411 - obejście pompy wody zasilającej kotłó

WYMIAROWANIE ZAWORU

Ciecze ściśliwe

Zawory LIMIPHON w aplikacjach gazowych lub na opary muszą być wymiarowane zgodnie z następującą procedurą:

- 1). Dopasowanie rozmiaru przyłączy do maksymalnego, dopuszczalnego poziomu hałasu. Obliczenia można przeprowadzić, postępując zgodnie z procedurą przyjętą dla prognozowania hałasu zaworu i przyjmując konkretne parametry akustyczne (F_d , F_p , itd.).
- 2). Obliczenie C_v zaworu (patrz równania z Podręcznika Wymiarowania Zaworów - Handbook for Control Valve Sizing).
- 3). Wybór średnicy gniazda w zależności od prędkości cieczy, która może powodować erozję lub wibracje, oraz hałasu generowanego podczas przepływu przez gniazdo.
- 4). Wybór grupy standardowych trymów spełniających wymagane C_v i zgodnych z oczekiwanym okresem użytkowania dla różnych materiałów konstrukcyjnych (kontrola prędkości).
- 5). Obliczenie poziomu hałasu dla każdego z wyselekcjonowanych trymów zgodnie z procedurą opisaną w „Parcol Noise Manual” (Hałas w zaworach i rurociągach).
- 6). Ostateczny wybór trymu w oparciu o przewidywany poziom hałasu, wydajność siłownika i rozmiar korpusu zaworu.

Ciecze nieściśliwe

- 1). Określenie przepływu przez sekcje (przyłącza, gniazdo, trym) jako funkcji maksymalnej prędkości, powyżej której może wystąpić zjawisko erozji lub wibracje.
- 2). Obliczenie wymaganego C_v (zobacz Handbook for Control Valve Sizing – Podręcznik Wymiarowania Zaworów).

PROGNOZA HAŁASU AERODYNAMICZNEGO

Wybór trymu zaworów LIMIPHON jest zdeterminowany utrzymaniem, na ile to możliwe, warunków poniżej krytycznych dla ostatniego stopnia; prognoza poziomu hałasu dla zaworu przeprowadzana jest przy takiego założenia. Moc akustyczna wytwarzana przez przepływ turbulentny jest funkcją mechanicznej mocy płynu i stanowi jej niewielki ułamek, tzw. „Sprawność akustyczną”:

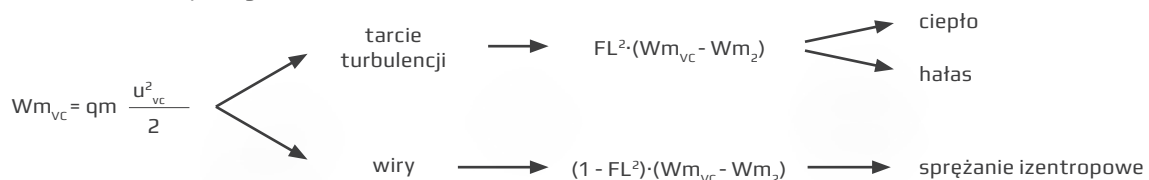
$$\eta = W_a / W_m$$

$$\text{gdzie: } W_m = \frac{1}{2} \cdot q_m \cdot u^2$$

Powyzsze równanie należy uzupełnić odpowiednimi parametrami, które uwzględniają tłumienie akustyczne rury, kształt korpusu, a przede wszystkim niepełną przemianę W_m dla przepływu turbulentnego generowanego przez izentropowe ponowne sprężanie za sekcją dławiącą. Ilość energii rozproszonej w zaworze w warunkach poniżej krytycznych jest wyrażona współczynnikiem FL. Współczynnik ten był przeznaczony do stosowania dla cieczy, ale obecnie jest jedynym dostępnym do oceny warunków płynów ściśliwych w strefie przewężenia strumienia „vena contracta”.

Proces przemiany energii mechanicznej w energię akustyczną wewnątrz zaworu, w warunkach poddźwiękowych, jest schematycznie pokazany na rys. 4, gdzie jako poziom energii przyjęto ten w strefie „vena contracta”.

Zapoznaj się z „Parcol Noise Manual” (Hałas w zaworach i rurociągach), aby dowiedzieć się więcej na temat prognozowania poziomu ciśnienia akustycznego.



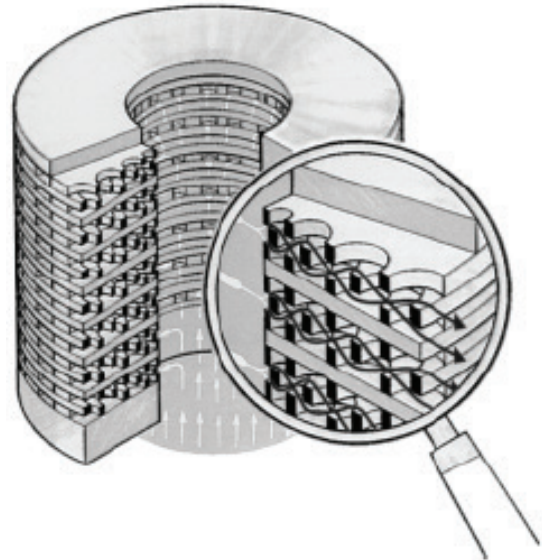
Rys. 4 - Przemiana energii mechanicznej w akustyczną w warunkach poniżej krytycznych

FL – współczynnik odzysku ciśnienia [bezwymiarowy]

q_m – przepływ masowy [kg/s]

u_{vc} – prędkość w strefie „vena contracta” [m/s]

- 3). Wybór grupy standardowych trymów niepodlegających kawitacji (głównie w ostatnim stopniu) w przewidywanych warunkach pracy.
- 4). Ostateczny wybór trymu i skoku zaworu. Aby uzyskać więcej informacji, zobacz przykład dołączony do tabeli C_v .



Rys. 3 - Schematyczne przedstawienie działania zaworu LIMIPHON – Wpływająca ciecz rozdziela się na szereg równoległych strug, przy czym każda z nich jest dalej rozdzielana i ponownie łączy się w kolejnych stopniach. Liczba stopni dławienia odpowiada połowie liczby zmian kierunku przepływu.

APLIKACJE

Ciecze: ogólne zastosowania ze wszystkimi rodzajami cieczy, gazów lub par. Należy unikać płynów zawierających cząstki, które mogłyby pozostawiać osady lub odkładać się.

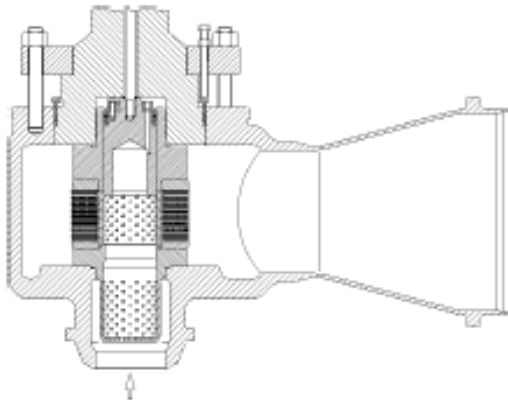
Temperatura i ciśnienie: brak szczególnych ograniczeń, pod warunkiem spełnienia określonych warunków kompatybilności materiałowej i parametrowej.

Różnica ciśnień:

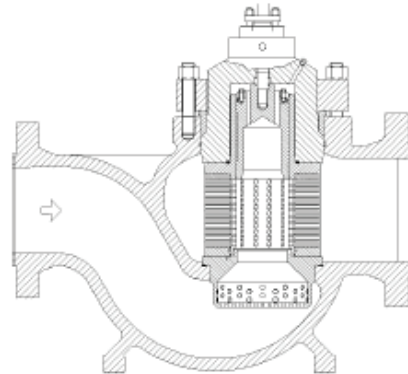
Ciecze: $p_1 - p_2 = 350$ bar

Gazy i pary: $p_1 / p_2 = 100$

$p_1 - p_2 = 250$ bar.



Zawór regulacyjny LIMIPHON 1-9411 redukujący wysokie ciśnienie przegrzanej pary.



Zawór regulacyjny LIMIPHON 1-9111 redukujący ciśnienie w aplikacji cieczy ściśliwych.

Tabela C_v - standardowe wykonanie do cieczy¹

DN cale	Ø gniazda mm	skok mm	liczba stopni dławienia N ²						Klasa ANSI
			N = 4	N = 6	N = 8	N = 10	N = 12	N = 14	
1 x 1	10	25	2,5	2	2	1,5	1,5	1,5	150-2500
	13	25	3,5	3	2,5	2,5	2	2	
1 1/2 x 1 1/2	13	25	3,5	3	2,5	2,5	2	2	150-2500
	19	34	7	6	5	4,5	4,5	4	
2 x 2	19	34	7	6	5	4,5	4,5	4	150-2500
	28	45	16	14	12	11	10	9	
3 x 3	28	45	16	14	12	11	10	9	150-2500
	38	60	29	25	22	20	18	17	
	48	76	46	39	34	31	28	26	
4 x 4	48	76	46	39	34	31	28	26	150-2500
	60	76	61	51	45	40	37	34	
	73	100	92	77	67	61	56	52	
6 x 6	60	76	61	51	45	40	37	34	150-2500
	73	100	92	77	67	61	56	52	
	95	100	126	104	91	82	75	69	
8 x 8	73	100	92	77	67	61	56	52	150-2500
	95	100	126	104	91	82	75	69	
	117	125	193	160	140	126	115	107	

$\Delta p / v_f \max^3$ przy otwarciu	materiał dysków		N = 4	N = 6	N = 8	N = 10	N = 12	N = 14
	seria 300		100	150	200	250	300	350
	utwardzana stal nierdzewna		160	240	320	400	480	520

¹ stos dysków LIMIPHON ze stałymi sekcjami od wejścia do wyjścia

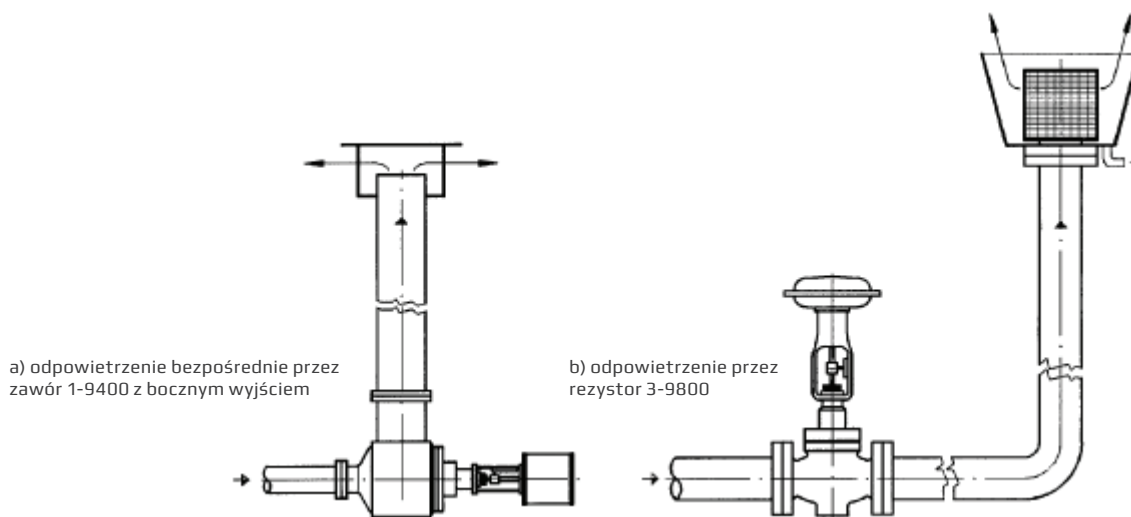
² Włączając kłatkę prowadzącą

³ Δp w barach, v_f - S.G. wody

ODPOWIETRZENIE

Zawory LIMIPHON mogą być używane w instalacjach odpowietrzających, które bez wytłumienia rur mogą generować bardzo wysokie poziomy ciśnienia akustycznego - nawet 150 dB (A). Oprócz bezpośredniego zastosowania zaworów LIMIPHON (patrz rys. 5a), można w nich również instalować rezystory z serii 3-9800 (niepoprawnie nazywane „tłumikami”), które składają się ze stosu LIMIPHON zamontowanego na końcu kominka (patrz rys. 5b).

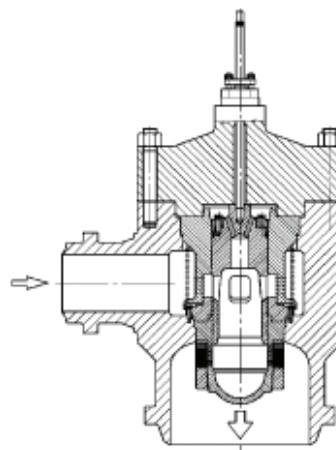
Ze względu na dużą średnicę orurowania za zaworem LIMIPHON rozwiązanie (a) jest wygodne, gdy odpowietrznik znajduje się w pobliżu stacji redukcyjnej. W przeciwnym wypadku - gdy odpowietrznik znajduje się daleko od zaworu - rozwiązanie (b) okazuje się bardziej ekonomiczne. W takim przypadku wymagane jest obliczenie hałasu zarówno dla odpowietrznika, jak i zaworu, który zwykle jest niskoszumowy. Zobacz „PARCOL Noise Manual” (Hałas w zaworach i rurociągach), aby uzyskać więcej informacji nt. prognozowania poziomu hałasu.



Rys. 5 - Rodzaje instalacji odpowietrzającej



Odpowietrznik z bocznym ujściem



Zawór redukujący ciśnienie LIMIPHON 1-9611 – nadaje się do najbardziej wymagających warunków pracy – klasa szczelności V z grzybem nieodciążonym lub pilotem, klatka filtracji wstępnej (na zamówienie). Wysokie Δp , duża zakresowość, niski poziom hałasu (<85 dBA) gwarantowane we wszystkich warunkach pracy - konstrukcja przeciwwstrząsowa odpowiednia do dużej liczby zimnych rozruchów. W połączeniu ze schładzaczami 3-4100 lub 1-4442 służy do redukcji / schładzania w obwodach turbin o wysokiej wydajności.

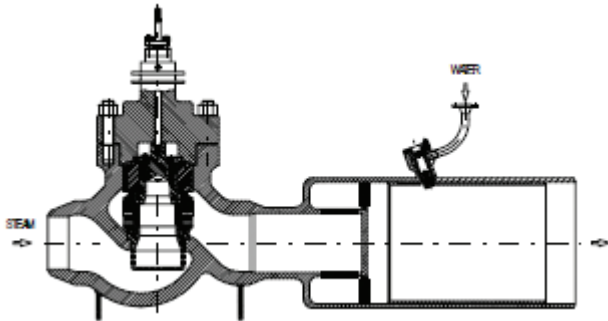
REDUKCJA CIŚNIENIA / SCHŁADZANIE

Zawory serii 1-9000 są szeroko stosowane w stacjach redukcji ciśnienia i schładzania pary, często w instalacjach turbin. Zawory LIMIPHON są pod względem technicznym idealnym rozwiązaniem dla tego procesu, podobnie jak do wszystkich aplikacji, gdzie występuje duży spadek ciśnienia i gdzie wymagana jest ciągła praca bez wibracji i maksymalna możliwa do uzyskania redukcja hałasu przy zmiennym natężeniu przepływu.

Typowe i rozpowszechnione w aplikacjach turbin wysokiego ciśnienia oraz by-passach wysokiej mocy niskiego ciśnienia zapewniają wysoki stopień ograniczenia hałasu w trakcie normalnej pracy; cecha ta jest niezwykle ważna przy rozruchu kotłów. W przypadku powyższego zastosowania zawory LIMIPHON serii 1-9000 są zazwyczaj łączone zgodnie z wymaganymi parametrami z systemami Parcol LV lub Spraysat.

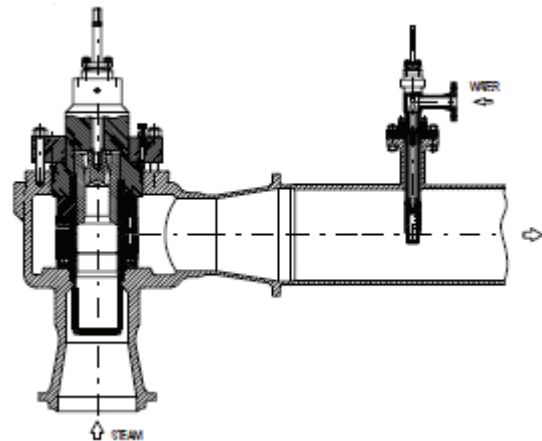


Zawór redukcyjno-schładzający LIMIPHON 1-9154 jest dostarczany z korpusem kątowym, dolnym wlotem i komorą wtryskową wyposażoną w wiele dysz typu LVM.

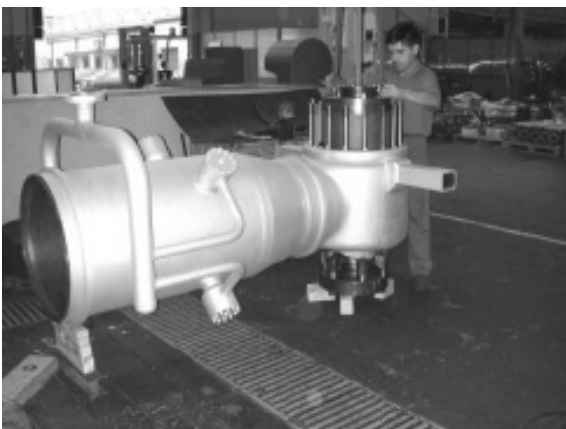


Zawór redukcyjno-schładzający LIMIPHON 1-9154 posiada odlewany, przelotowy korpus, wlot i demontowalny filtr pod grzybem, odciążony grzyb z uszczelnieniem w klasie V, tłumik na wylocie, komorę wtryskową wyposażoną w dyszę typu LVL.

Konstrukcja odpowiednia do zmniejszonego natężenia przepływu p_1 / p_2 i zakresowości; oraz, wręcz przeciwnie, do wysokiego Δp i maksymalnej redukcji hałasu.



Zawór redukcyjno-schładzający LIMIPHON 1-9416 z korpusem kątowym, dolnym wlotem, regulowanym uszczelnieniem między korpusem a trzpieniem, odciążonym grzybem w klasie V, wyjmowany filtr ochronny pod grzybem, schładzacz typu Spraysat.



Montaż zaworu 1-9415 z korpusem kątowym i schładzaczem

WYBÓR ZAWORU – PRZYKŁAD

Aby wybrać odpowiedni typ zaworu, należy postąpić zgodnie z poniższą procedurą:

1 - wybierz maksymalną dopuszczalną różnicę ciśnień Δp dla każdego stopnia w zależności od materiału stosu LIMIPHON (na przykład 30 bar dla stali nierdzewnej 300)

2 - oblicz minimalną wymaganą liczbę stopni

$$N_{\text{MIN}} = \Delta p_{\text{ŁĄCZNE}} / \Delta p_{\text{STOPIEN}}$$

(na przykład: $p_1 = 156 \text{ bar abs}$, $p_2 = 8 \text{ bar abs}$,
 $\Delta p_{\text{ŁĄCZNE}} = 148 \text{ bar}$, $N_{\text{MIN}} = 6$)

3 - oblicz minimalną średnicę gniazda, aby ograniczyć obciążenie kinetyczne:

$$d_{\text{MIN}} = 0,65 \cdot \sqrt{Q \cdot \rho}$$

gdzie:

Q = wymagane natężenie przepływu - m^3/h (na przykład 300 m^3/h)

ρ = gęstość płynu - kg/m^3 (na przykład 931 kg/m^3)

d_{MIN} = minimalna średnica gniazda - mm (na przykład 62 mm)

4 - oblicz minimalną średnicę przyłącza, aby ograniczyć obciążenie kinetyczne:

$$DN_{\text{MIN}} = 0,84 \cdot \sqrt{Q \cdot \rho}$$

gdzie:

DN_{MIN} = minimalna średnica przyłącza - mm (na przykład 81 mm)

5 - gdy wymagane C_v jest już znane (na przykład $C_v = 27,5$), obliczone jako funkcja natężenia przepływu Q i $\Delta p_{\text{ŁĄCZNE}}$, wybierz z tabeli stosów LIMIPHON większą wartość C_v spełniającą wymagania dla N_{MIN} i d_{MIN} (na przykład $C_v = 77$ z korpusem zaworu 4"x 4", $N = 6$ i $d_{\text{GNIAZDA}} = 73 \text{ mm}$)

6 - sprawdź ostatni stopień pod kątem ryzyka wystąpienia kawitacji:

$$\frac{\Delta p / N}{p_2 + \Delta p / N - p_v} < 0,8$$

gdzie p_v to ciśnienie oparów cieczy przy temperaturze wlotu (na przykład dla $p_v = 3,62 \text{ bar abs}$ wymaganie nie jest spełnione). Aby uniknąć kawitacji w ostatnim stopniu wymagany jest stos dysków LIMIPHON o wartości $N = 10$ i $C_v = 61$).

Standardowe wykonania do aplikacji parowych i gazowych					
1-9100; wykonanie przelotowe			1-9400; wykonanie kątowe 90°		
Rozmiar zaworu cale	Klasa ANSI	Ø gniazda mm	Rozmiar zaworu cale	Klasa ANSI	Ø gniazda mm
1 x 1 1 x 2	150 - 1500	13-19	1 x 1 1 x 2 1 x 3	150-2500	13-19
1 1/2 x 1 1/2 1 1/2 x 2	150 - 1500	19-28	1 1/2 x 1 1/2 1 1/2 x 2 1 1/2 x 3	150-2500	19-28
2 x 2 2 x 3	150 - 1500	28-38	2 x 2 2 x 3 2 x 4	150-2500	28-38-48
3 x 3 3 x 4	150 - 1500	48-60	3 x 3 3 x 4 3 x 6	150-2500	48-60-73
4 x 4 4 x 6	150 - 1500	60-73	4 x 4 4 x 6 4 x 8	150-1500	60-73-95
6 x 6 6 x 8	150 - 900	73-95-117	6 x 6 6 x 8 6 x 10 6 x 12	150-1500	73-95-117-147
8 x 8 8 x 10 8 x 12	150 - 900	117-147-167	8 x 8 8 x 10 8 x 12 8 x 16	150-900	117-147-167-185
10 x 10 10 x 12 10 x 14	150 - 600	147-167-185	10 x 10 10 x 12 10 x 14 10 x 20	150-600	167-185-215-246
12 x 12 12 x 14 12 x 16	150 - 600	185-215-246	12 x 12 12 x 14 12 x 18 12 x 24	150-600	185-215-246-268
14 x 14 14 x 16 14 x 18	150 - 600	215-246-268	14 x 14 14 x 16 14 x 20 14 x 24	150-600	215-246-268-307