

ZJAWISKA SZKODLIWE W PRACY ZAWORÓW

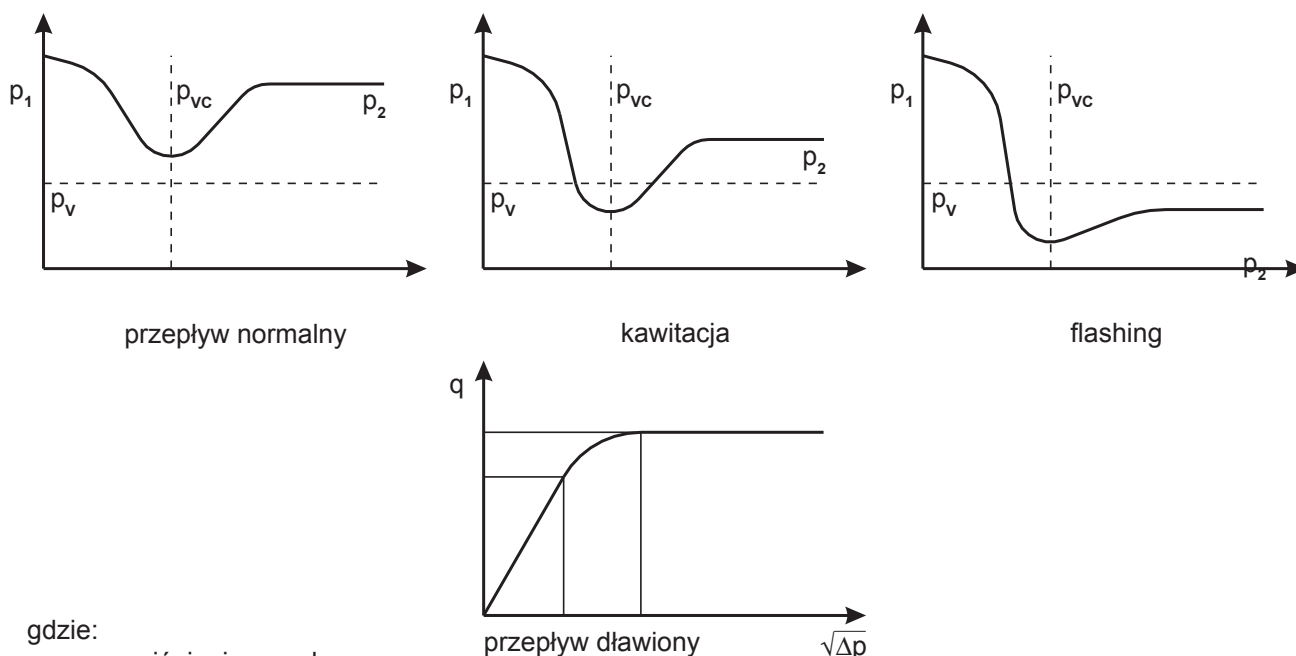
Przepływ czynnika przez zawór w zależności od rodzaju i parametrów medium może powodować zjawiska oddziałujące negatywnie na środowisko jak również wpływające destrukcyjnie na trwałość wyrobu.

Czynniki ryzyka powinny być szczegółowo zdiagnozowane w celu wykorzystania do działań zmierzających do ograniczenia lub wyeliminowania ich negatywnego wpływu.

Do zjawisk szkodliwych związanych z przepływem należy zaliczyć następujące czynniki:

- hałas,
- kawitacja,
- odparowanie (flashing),
- przepływ dławiony.

Warunki w których powstają wymienione zjawiska wyjaśniają następujące wykresy:



gdzie:

- p_1 - ciśnienie przed zaworem,
- p_2 - ciśnienie za zaworem,
- p_{vc} - ciśnienie w strefie „vena contracta”,
- p_v - ciśnienie parowania.

Hałas jest zjawiskiem nieodłącznie związanym z przepływem czynnika przez zawór.

Negatywny wpływ hałasu wynika z jego szkodliwego oddziaływania na zdrowie oraz środowisko pracy człowieka. Hałas jest również odzwierciedleniem procesów zachodzących wewnątrz zaworu, z reguły obniżających trwałość urządzenia, do awaryjnego uszkodzenia włącznie.

Poziom dźwięku mierzymy w jednostkach [dBA], w odległości 1 m od powierzchni rurociągu i osi zaworu w kierunku wylotu czynnika.

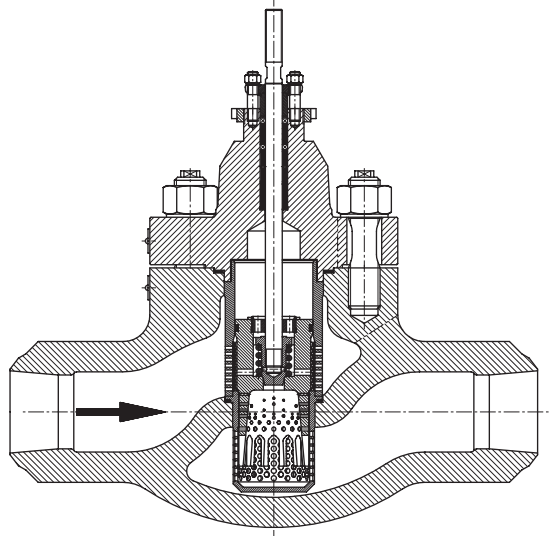
Najbardziej czułe jest ucho ludzkie na dźwięk o częstotliwości 3000÷4000 Hz. Dopuszczalny poziom hałasu w miejscu pracy zależy od czasu narażenia. Dla pracy ciągłej przyjmuje się poziom 85 dBA, przy krótkich narażeniach, np. 15 minut na dobę – do 115 dBA. Różnica poziomu dźwięku o 3 dBA oznacza podwojenie głośności. I tak np. dwa urządzenia generujące hałas o poziomie 82 dBA są równorzędne ze źródłem o poziomie 85 dBA. Poziom dźwięku zmniejsza się o 3 dBA przy każdym podwojeniu odległości od rurociągu.

Hałas w pracy zaworów może mieć następujące źródła:

- hałas mechaniczny,
- hałas aerodynamiczny,
- hałas hydrodynamiczny.

Przyczyną hałasu mechanicznego mogą być drgania mechaniczne elementów wewnętrznych zaworu, zjawisko rezonansu, złe prowadzenie części ruchomych, nadmierne luzy.

Jednym ze sposobów eliminacji tego zjawiska jest zastosowanie konstrukcji klatkowych i dobór odpowiednich luzów uwzględniających warunki pracy zaworu.

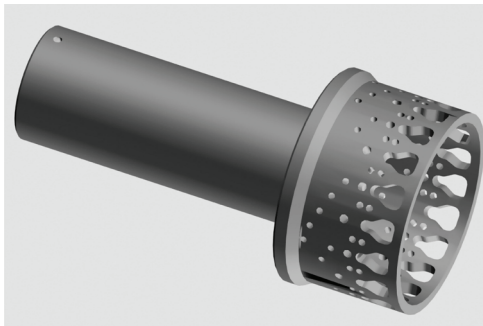


Rys. 1 Zawór do pracy warunkach wysokich ciśnień i temperatur

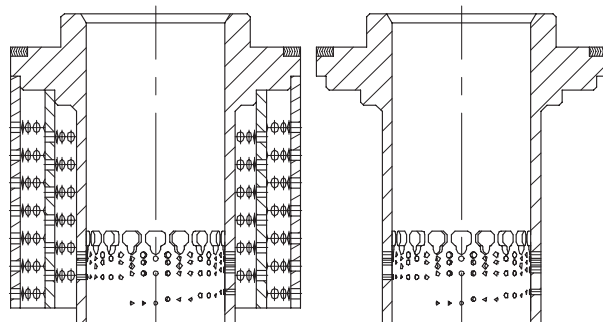
Na Rys.1 pokazany jest zawór do pracy w temperaturze do 500 °C, z możliwością wystąpienia szoków termicznych. Grzyb prowadzony jest w gnieździe i klatce. Na zwiększenie luzów między grzybem a klatką, bez niebezpieczeństwa wystąpienia drgań i utraty szczelności, pozwala zastosowanie stalowego pierścienia sprężystego. Możliwość wystąpienia drgań mechanicznych można również ograniczać przez zmianę masy grzyba i kierunku przepływu czynnika.

Hałas aerodynamiczny powstaje wskutek zamiany energii mechanicznej przepływu czynników ściślych na energię akustyczną. Źródłem hałasu jest wzrost prędkości przepływu spowodowany rozprężaniem medium, często przekraczający prędkość dźwięku.

Zmniejszenie poziomu hałasu można uzyskać przez odpowiednią instalację (izolacja na rurociągu wylotowym, zwiększenie grubości ścianki rurociągu), względnie przez dobór właściwej konstrukcji zaworu. Najważniejszym i najbardziej skutecznym sposobem jest zastosowanie wielootworowych struktur regulacyjnych w zaworze w postaci perforowanych grzybów (Rys.2) lub klatek (Rys.3).



Rys. 2 Grzyb wielootworowy perforowany

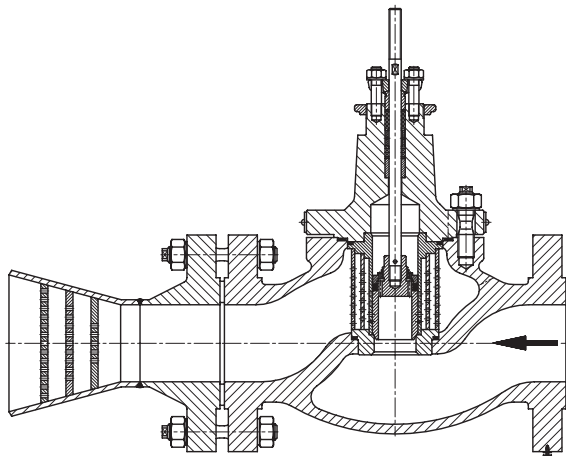


Rys. 3 Klatki regulacyjne wielootworowe

Rozbite pojedynczej strugi na dużą liczbę małych, właściwie dobranych strumieni, wpływa na obniżenie poziomu hałasu nawet o 10 dBA w wyniku następujących zjawisk:

- zmniejszenie sprawności zmiany energii mechanicznej na akustyczną,
- mniejsze zawirowania powodują wytwarzanie energii o wyższej częstotliwości, łatwiejszej do wytłumienia przez ścianki i izolację,
- dźwięki o wyższej częstotliwości (>10000 Hz) są mniej szkodliwe dla ludzkiego ucha.

Kolejnym sposobem zmniejszenia hałasu aerodynamicznego (o ok. 5 dBA) jest ograniczenie prędkości wypływu czynnika na wylocie. Najpowszechniejszą metodą prowadzącą do tego celu jest zwiększenie ciśnienia na wylocie przez stosowanie struktur dławiących w postaci wielootworowych klatek i płyt oraz zwiększenie pola przepływu przez stosowanie przyłączy redukcyjnych (dyfuzorów). Często w przypadkach dużego poziomu hałasu, występuje potrzeba zastosowania wszystkich tych elementów równocześnie (Rys.4).



Rys. 4. Zawór do mediów ściśliwych do pracy w warunkach zagrożenia hałasem i przepływem dławionym



Rys. 5. Uszkodzenie grzyba zaworu w wyniku kawitacji



Rys. 6. Uszkodzenie grzyba zaworu w wyniku flashingu

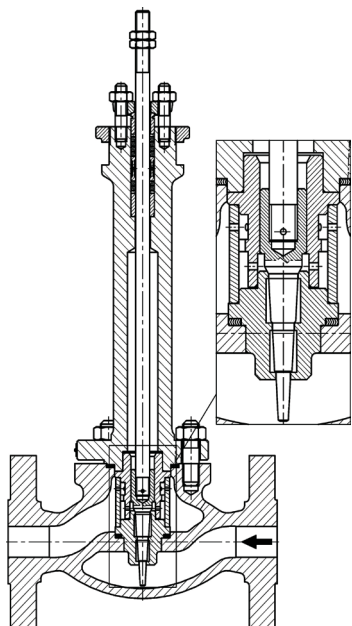
Hałas hydrodynamiczny jest związany z przepływem cieczy, a jego źródłem jest:

- hałas oddziaływania przepływu burzliwego na wewnętrzne ścianki zaworu i rurociągu,
- hałas kawitacyjny,
- hałas odparowania (flashing).

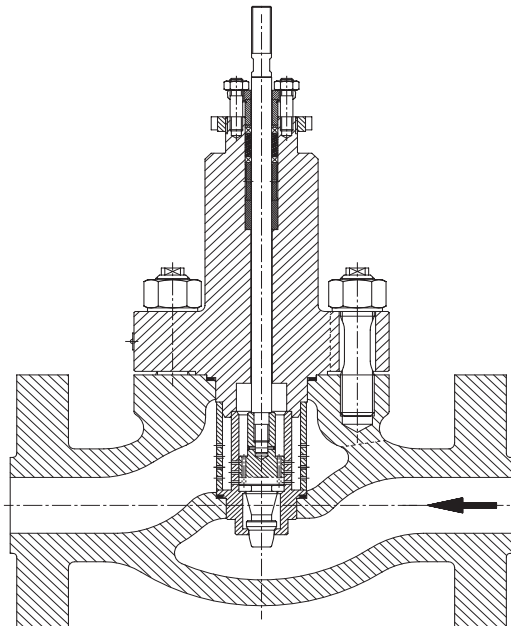
Kawitacja polega na miejscowym, najczęściej powstającym w strefie vena contracta, odparowaniu cieczy w wyniku spadku ciśnienia poniżej ciśnienia parowania p_v . Następnie w wyniku wzrostu ciśnienia na wylocie zaworu do wartości $p_2 > p_v$ następuje implozja utworzonych pęcherzy pary. Zjawisko to oprócz hałasu charakteryzuje się nagłymi przyśpieszeniami i uderzeniami mieszaniny dwufazowej (ciecz-pary) i uszkodzeniami (Rys. 5) powierzchni zaworu lub rurociągu.

Jeżeli ciśnienie na wylocie pozostaje niższe od ciśnienia parowania ($p_2 < p_v$) ciecz zostaje trwale zamieniona w mieszaninę cieczy i pary o udziale pary zależnym od warunków ciśnienia i temperatury. Zjawisko to nazywamy odparowaniem (flashing). Następuje gwałtowny wzrost objętości i prędkości przepływu. Struga mieszaniny działa erozyjnie na wewnętrzne powierzchnie zaworu (Rys. 6) i rurociągu, jest również źródłem hałasu. Najbardziej szkodliwe jest zjawisko kawitacji. Jej wpływ można zmniejszyć z jednej strony przez stosowanie odpowiednich materiałów i technik utwardzania powierzchni, z drugiej zaś przez stosowanie konstrukcyjnych metod eliminacji kawitacji lub jej kontrolowania.

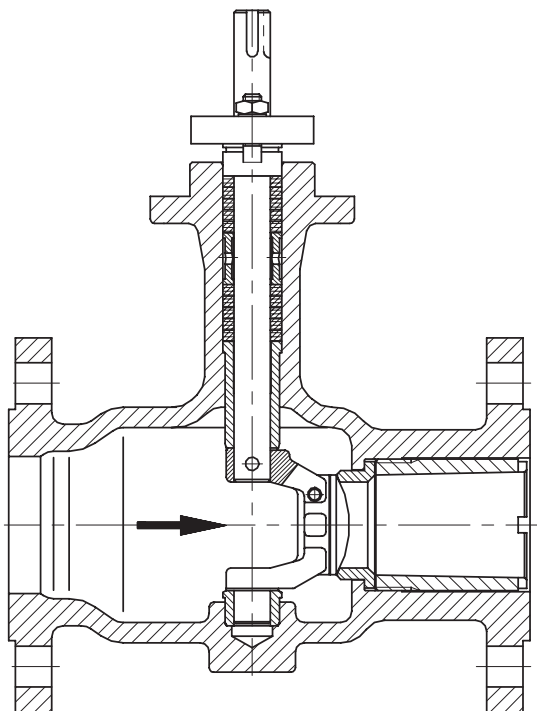
Sprawdzoną metodą jest zwiększanie wytrzymałości grzybów i gniazd przez stellite'owanie faz lub całego zarysu, azotowanie dyfuzyjne lub plazmowe pozwalające na uzyskanie powierzchni o twardości 950 HV i głębokości ok. 0,1mm lub utwardzanie cieplne na wskroś do twardości 55 HRC. Podstawowym rozwiązaniem konstrukcyjnym zaworów antykawitacyjnych są wykonania z grzybem wielostopniowym (Rys. 7). Ich istotą jest uzyskanie na poszczególnych stopniach spadków ciśnienia poniżej wartości krytycznej. Problemem jest uzyskanie skutecznego dławienia na poszczególnych stopniach na początku otwarcia zaworu. W tych przypadkach stosujemy wielostopniowe grzyby o kształcie profilowym i perforowanym o dławieniu czynnym zależnym od otwarcia zaworu oraz struktury bierne w postaci kłatek i płyt wielootworowych (Rys. 8).



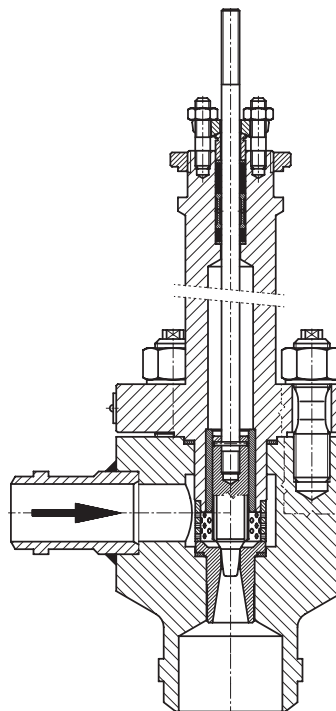
Rys. 7. Antykawitacyjny zawór wielostopniowy do małych przepływów



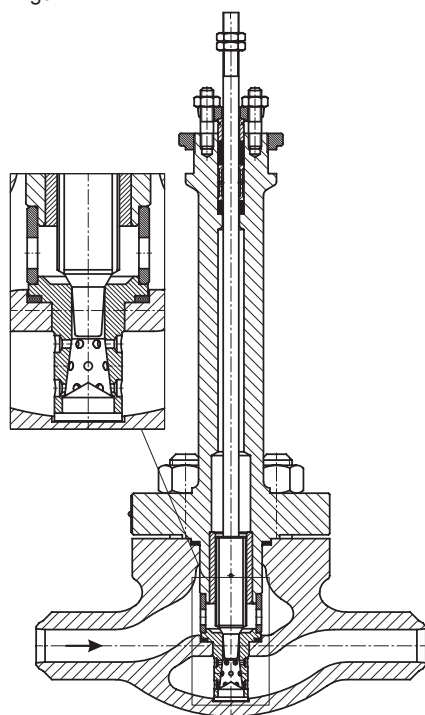
Rys. 8. Antykawitacyjny zawór wielostopniowy o różnych strukturach dławjących.



Rys. 9. Zawór z grzybem obrotowym w zastosowaniu do pracy w warunkach flashingu



Rys. 10. Zawór kątowy z tuleją antyerozyjną



Rys. 11. Zawór z klatką ochronną

Flashing jest zjawiskiem, którego występowanie zależy jedynie od parametrów przepływu i nie da się go wyeliminować metodami konstrukcyjnymi. Natomiast można i należy minimalizować jego niszczące działanie.

W ofercie POLNEJ oprócz omówionych metod zwiększania wytrzymałości elementów zaworu zalecamy stosowanie powłok utwardzających na wewnętrznych powierzchniach korpusu oraz stosowanie zaworów z grzybem obrotowym i tuleją antyerozyjną (Rys. 9); zaworów kątowych (Rys. 10); zaworów z klatką ochronną (Rys. 11).

Wszystkie zaprezentowane formy walki ze zjawiskami szkodliwymi związane z przepływem w zaworach regulacyjnych Zakładów Automatyki „POLNA” SA w Przemysłu są dostosowane pod indywidualne potrzeby klienta. W oparciu o szczegółowe dane dokonujemy analizy zjawisk występujących w procesie przepływu za pomocą specjalistycznych programów komputerowych DiVent i CONVAL[®], opracowujemy konstrukcję zaworu spełniającą w jak najszerszym stopniu wymagania, jak również rozwiązujemy problemy często przez klienta nie uświadomiane. Program CONVAL[®] dysponuje opracowaną przez nas wersją polskojęzyczną oraz zawiera dane o zaworach produkcji POLNEJ.