



HAŁAS W ZAWORACH REGULACYJNYCH I JEGO OGRANICZANIE

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 wypływu 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.

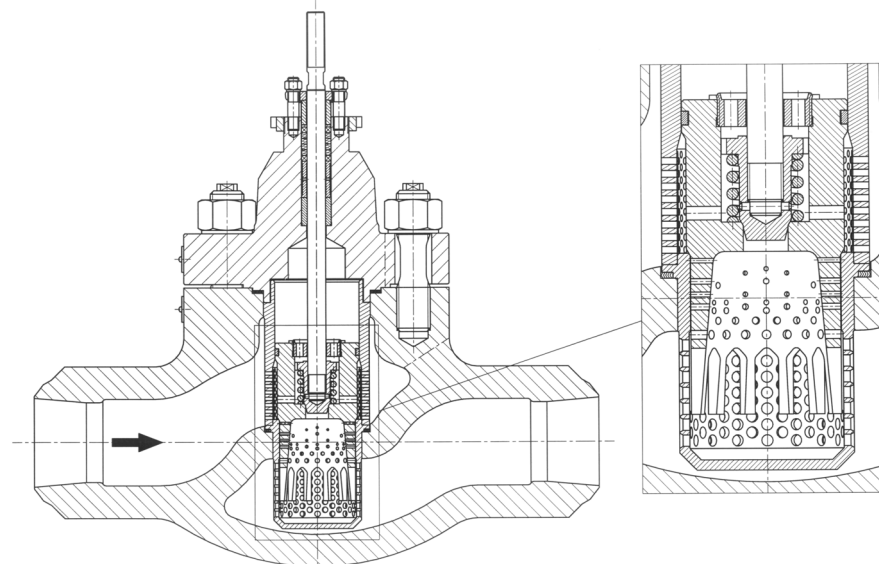
Hałas w pracy zaworów może mieć następujące źródła:

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

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

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

Na Rys.1 pokazany jest zawór do pracy w temperaturze do 500 °C, z możliwością wystąpienia szoków termicznych.



Rys. 1 Zawór do pracy w warunkach wysokich ciśnień i temperatury

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 ściśliwych na energię akustyczną. Źródłem hałasu jest wzrost prędkości przepływu spowodowany rozprężaniem medium, często przekraczający prędkość dźwięku.



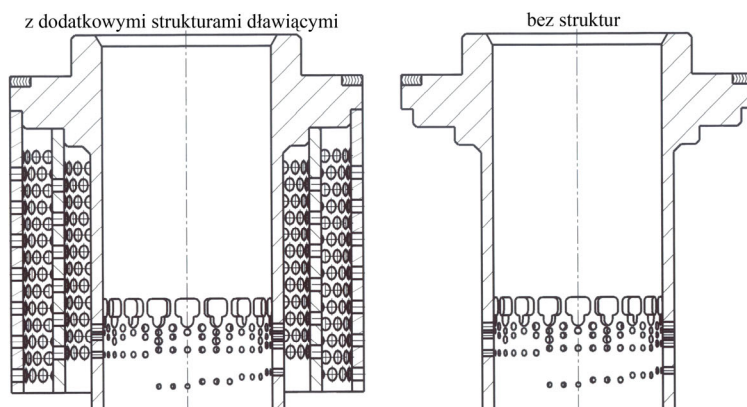
Rys. 2 Grzyb wielootworowy perforowany

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).

Rozbicie 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.



Rys. 3 Klatka regulacyjna wielootworowa

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 wypływie przez stosowanie struktur dławiaczych w postaci wielootworowych klatek i płyt oraz zwiększenie pola przepływu przez stosowanie redukcyjnych

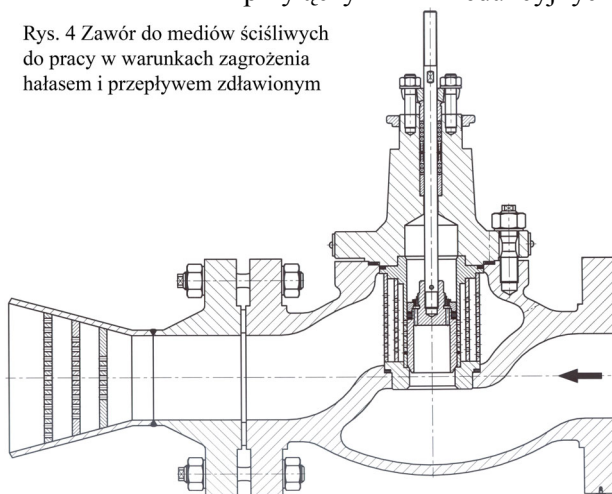
(dyfuzorów). Często w przypadkach dużego poziomu hałasu występuje potrzeba zastosowania wszystkich tych elementów równocześnie (Rys.4).

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

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



w wyniku wzrostu ciśnienia na wypływie zaworu do wartości $p_2 > p_v$ następuje implozja utworzonych pęcherzy pary. Zjawisko to oprócz hałasu charakteryzuje się nagłymi przyspieszeniami i uderzeniami mieszaniny dwufazowej (ciecz-pary) i uszkodzeniami (Rys. 5) powierzchni zaworu lub rurociągu.

Jeżeli ciśnienie na wypływie pozostaje niższe od ciśnienia parowania ($p_2 < p_v$) ciecz zostaje trwale



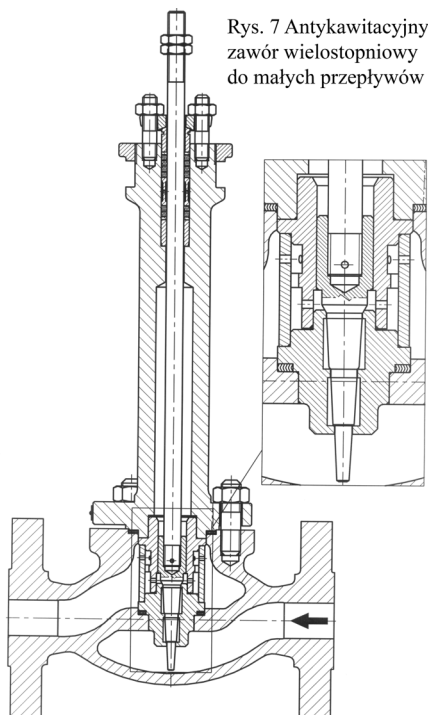
Rys. 5 Uszkodzenia elementów zaworu w wyniku kawitacji

zamieniona w mieszaninę cieczy i pary o udziale pary zależnym od warunków ciśnienia i temperatury. Następuje gwałtowny wzrost objętości i prędkości przepływu. Struga mieszaniny działa erozyjnie na wewnętrzne powierzchnie zaworu (Rys. 6) i rurociągu, jest również źródłem hałasu.

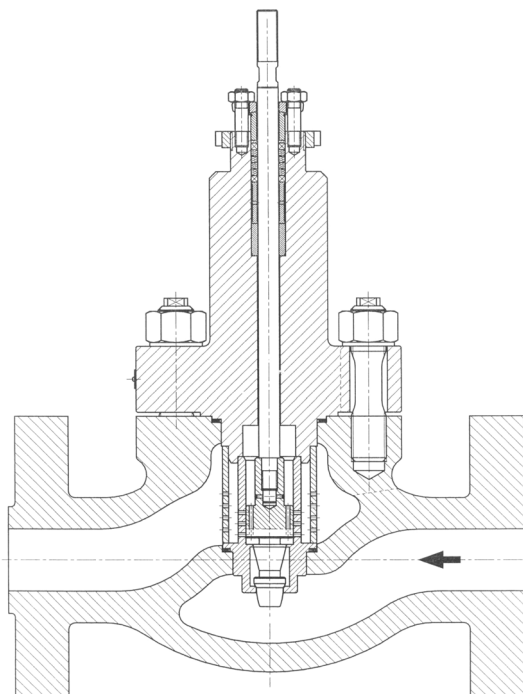
Najbardziej szkodliwe jest zjawisko kawitacji. Jej wpływ można zmniejszyć z jednej strony przez stosowanie odpowiednich materiałów i technik utwardzania powierzchni, z drugiej zaś przez stosowanie konstrukcyjnych metod eliminacji kawitacji lub jej kontrolowania.



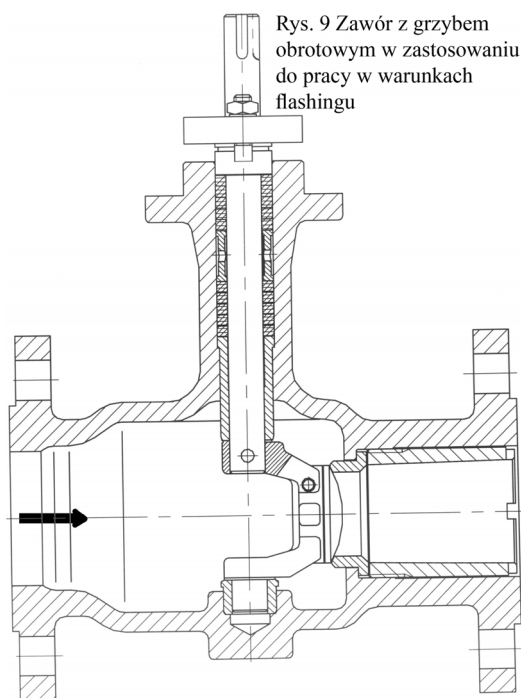
Rys. 6 Uszkodzenia elementów zaworu w wyniku flashingu



Rys. 7 Antykawitacyjny zawór wielostopniowy do małych przepływów



Rys. 8 Antykawitacyjny zawór wielostopniowy o różnych strukturach dławiących



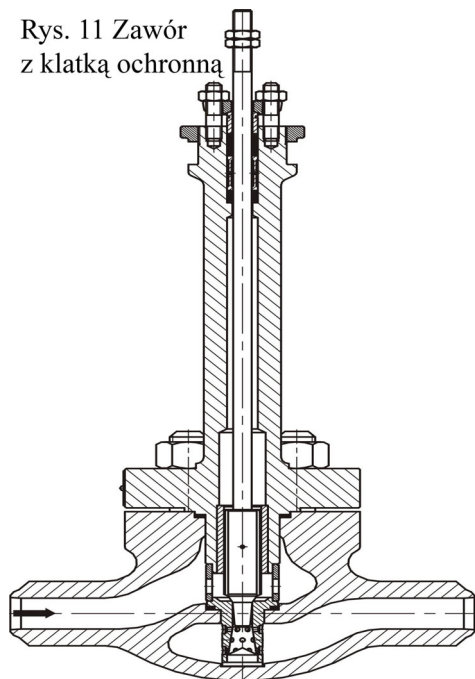
Rys. 9 Zawór z grzybem obrotowym w zastosowaniu do pracy w warunkach flashingu

Sprawdzoną metodą jest zwiększenie wytrzymałości grzybów i gniazd przez stelliteowanie 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 $\Delta p_c = F_L^2(p_1 - p_v)$. Problemem jest uzyskanie

Rys. 11 Zawór z kłatką ochronną



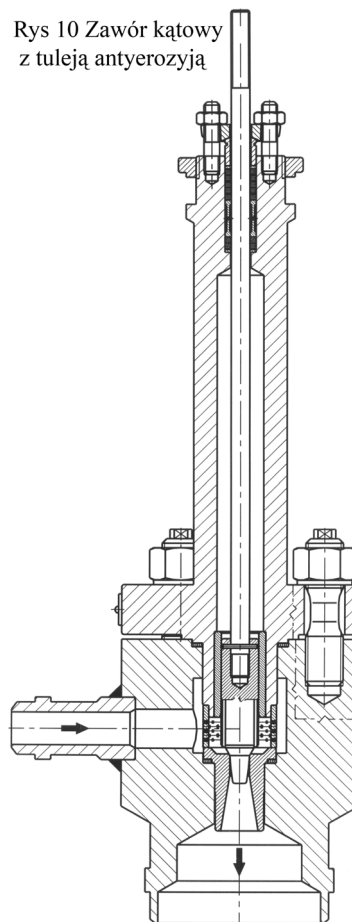
skutecznego dławienia na poszczególnych stopniach na początku otwarcia zaworu.

W tych przypadkach stosujemy wielostopniowe grzyby o kształcie profilowym i perforowanym o dławieniu czynnym zależnym od otwarcia zaworu oraz struktury biernej w postaci klatek i płyt wielootworowych (Rys. 8).

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 kłatką ochronną (Rys. 11). Wszystkie zaprezentowane formy walki z hałasem stosowane w zaworach regulacyjnych Zakładów Automatyki „POLNA” SA w Przemyślu są wykorzystywane pod indywidualne potrzeby klienta. W oparciu o szczegółowe dane klienta

dokonyjemy analizy zjawisk występujących w procesie przepływu za pomocą specjalistycznego programu komputerowego CONVAL i opracowujemy konstrukcję zaworu spełniającą w jak najszerzym stopniu wymagania klienta, jak również rozwiązujemy problemy często przez klienta nie uświadamiane. Program CONVAL dysponuje opracowaną przez nas wersją polskojęzyczną oraz zawiera dane o zaworach produkcji POLNEJ.



Rys. 10 Zawór kątowny z tuleją antyerozyjną

Opracował: mgr inż. Stanisław Jamroz
Główny Specjalista ds. Konstrukcji Wyrobów