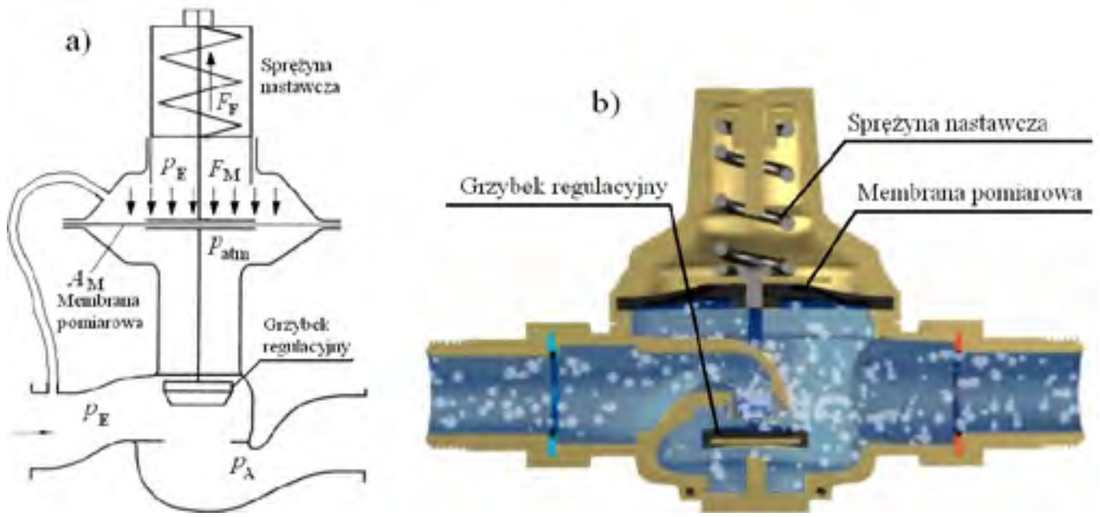
ZAWORY NADMIAROWO-UPUSTOWE

Ciśnienie pod ciągłą kontrolą cz. 1

DAMIAN MUNIAK*

Każdy zawór, co do zasady, stosowany jest w celu zapewnienia kontroli nad przepływającym przez niego czynnikiem. Kontrola ta może polegać na regulacji ciśnienia i/lub natężenia przepływu, ale może to być też kontrola tylko typu otwórz-zamknij. W przypadku regulacji rozróżniamy kilka schematów, dla których wymienić można dodatkowe warianty, dla których, z kolei, zaprezentować można kilka rozwiązań praktycznych. Robi się więc z tego spora książka [1], aczkolwiek można pokusić się o zjadliwe streszczenie wybranego zagadnienia. W tym dwuczęściowym artykule, przybliżam zagadnienie związane z ograniczaniem niepożądanych przyrostów i stabilizacją ciśnienia, skupiając się na zaworach nadmiarowo-upustowych i stabilizatorach różnicy ciśnienia. Omówimy cel stosowania, typy urządzeń oraz praktyczne zasady doboru. Na pierwszy ogień – zawory nadmiarowe i nadmiarowo-upustowe.



1 Zawór nadmiarowy (reduktor ciśnienia) z pomiarem ciśnienia przez grzybkiem (a) i za grzybkiem (b). F_F – siła od naciągu sprężyny, p_E – ciśnienie strony pierwotnej, p_A – ciśnienie strony wtórnej, F_M – siła na membranie i grzybku, A_M – powierzchnia czynna membrany [1]

ZAWORY NADMIAROWE I NADMIAROWO-UPUSTOWE

Głównym celem stosowania tego typu urządzeń jest niedopuszczenie do przekroczenia zadanej wartości ciśnienia w danej części instalacji lub na danym elemencie/urządzeniu.

Zwłaszcza w przypadku dużych instalacji, wyposażonych w termoregulatory grzejnikowe, ma to uzasadnienie – urządzenia takie, przy zbyt dużym spadku ciśnienia, mogą generować niepożądany hałas, pogarszając komfort użytkowania pomieszczeń. Pogarszać się wówczas mogą także właściwości regulacyjne.

Mogą być również stosowane w celu zapewnienia minimalnego krążenia czynnika w kotle, zwłaszcza stałopalnym lub przez pompę. Należy jednak pamiętać, że o ile cel stosowania może być uzasadniony, to efekty pracy w niektórych sytuacjach, z punktu widzenia innych urządzeń, mogą nie być korzystne. Takim przykładem może być instalacja z gazowym kotłem kondensacyjnym. Wówczas zaworu nadmiarowo-upustowego nie należy montować jako obejścia w pobliżu takiego źródła ciepła, gdyż powinno ono pracować na niskiej temperaturze powrotu, w celu zapewnienia kondensacji pary wodnej ze spalin i wysokiej sprawności spalania. Zawór nadmiarowo-upustowy zawracałby czynnik z przewodu zasilającego bezpośrednio na przewód powrotny, podwyższając temperaturę czynnika i potencjalnie ograniczając zjawisko kondensacji. Jeśli konieczne jest zastosowanie tego typu zaworu w takiej sytuacji, to powinien on być zamontowany możliwie daleko od kotła, aby zawracać czynnik o możliwie niskiej temperaturze.

Zawory takie, oprócz funkcji redukcji ciśnienia przy montażu na gałązce zasilającej, mogą służyć jako elementy utrzymujące napełnienie instalacji do zadanego poziomu, co pożądane jest w otwartych systemach ogrzewczych (rys. 3). Wówczas montowane powinny być na powrocie. Zawory tego typu najczęściej są urządzeniami bezpośredniego działania, czyli niewymagającymi dodatkowego sterowania i automatyki.

W zależności od usytuowania w układzie, urządzenia te mogą pracować bądź jako zawory nadmiarowe – gdy są zamontowane szeregowo w układzie, bądź jako nadmiarowo-upustowe – gdy są zamontowane równolegle w układzie. W montażu szeregowym wraz ze wzrostem

* dr hab. inż. Damian Piotr Muniak, prof. PK, Katedra Energetyki, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

ciśnienia przed zaworem, coraz bardziej przymyka się on i dławi, zabezpieczając w ten sposób część wtórną przed zbyt dużym przyrostem ciśnienia. Zawory takie najczęściej wyposażone są w dodatkową membranę, która współtworzy układ pomiarowy „badający" ciśnienie. Wizualizację zaworu nadmiarowego, w dwóch typowych wersjach funkcjonalnych, zaprezentowano na rysunku 1.

Zawór na rysunku 1a reaguje na ciśnienie p_E przed grzybkiem, które doprowadzane jest na membranę dodatkową rurkę impulsową. Gdy ciśnienie wzrośnie na tyle, że wartość wytworzonej siły F_M na membranie przekroczy wartość siły F_F od naciągu sprężyny, nastąpi przemieszczenie grzybka w dół i tym samym zredukowane zostanie ciśnienie p_A za zaworem, po jego stronie wtórnej. Wymagane ciśnienie, przy którym zawór ma się zacząć zamykać, otrzymuje się przez odpowiednie naciągnięcie sprężyny, np. pokrętłem regulacyjnym.

Zawór na rysunku 1b reaguje na ciśnienie za grzybkiem. Zasada działania jest podobna, z tym że gdy ciśnienie za grzybkiem rośnie, zwiększa się siła wywierana na membranę, powodując ściśnięcie sprężyny, odkształcenie się membrany do góry, a tym samym przemieszczenie grzybka ku górze, w stronę gniazda zaworu, powodując zamykanie go i dławienie ciśnienia.

Zawory nadmiarowo-upustowe różnią się w stosunku do zaworów nadmiarowych tym, że ciśnienie doprowadzane jest na przeciwną stronę membrany lub grzybka, a naciąg sprężyny jest odwrotny (albo jest ona ściśnięta, albo umieszczona po drugiej stronie grzybka zaworu). Oznacza to, że w stanie neutralnym zawór jest zamknięty, a wzrost ciśnienia przed nim powoduje jego otwieranie się.

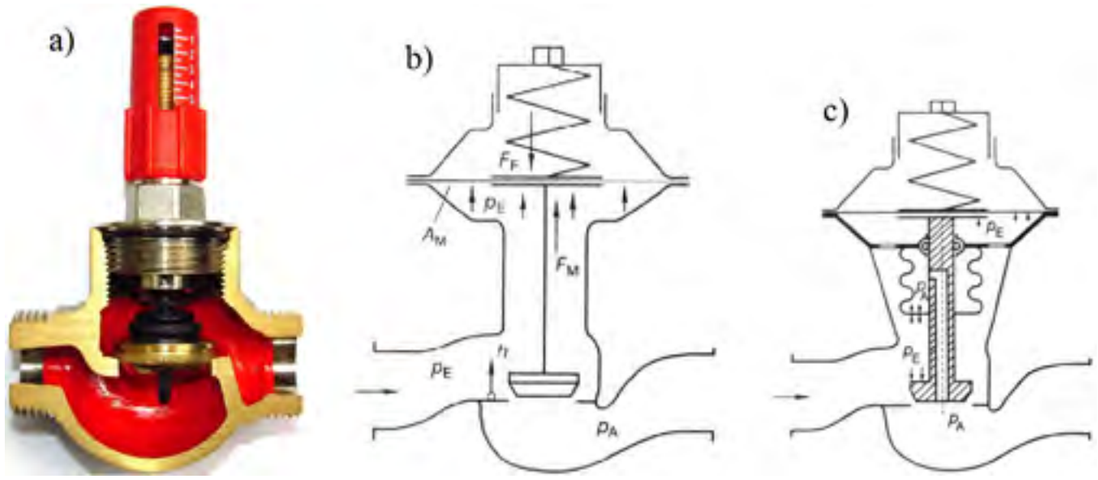
Zawory nadmiarowo-upustowe mogą być wykonane jako sprężynowe (najbardziej popularne) lub membranowo-sprężynowe, rzadziej w innych wariantach. Na rysunku 2 zaprezentowano schematy i budowę takich zaworów.

Zawory nadmiarowo-upustowe montowane są równolegle w układzie, łącząc przewód zasilający z powrotnym – takie połączenie nazywa się w praktyce *obejściem* lub *by-passem.* Przy wzroście ciśnienia po stronie pierwotnej zawór otwiera się, kierując czynnik na obejście, a tym samym zabezpieczając stronę wtórną przed nadmiernym wzrostem ciśnienia i przepływu.

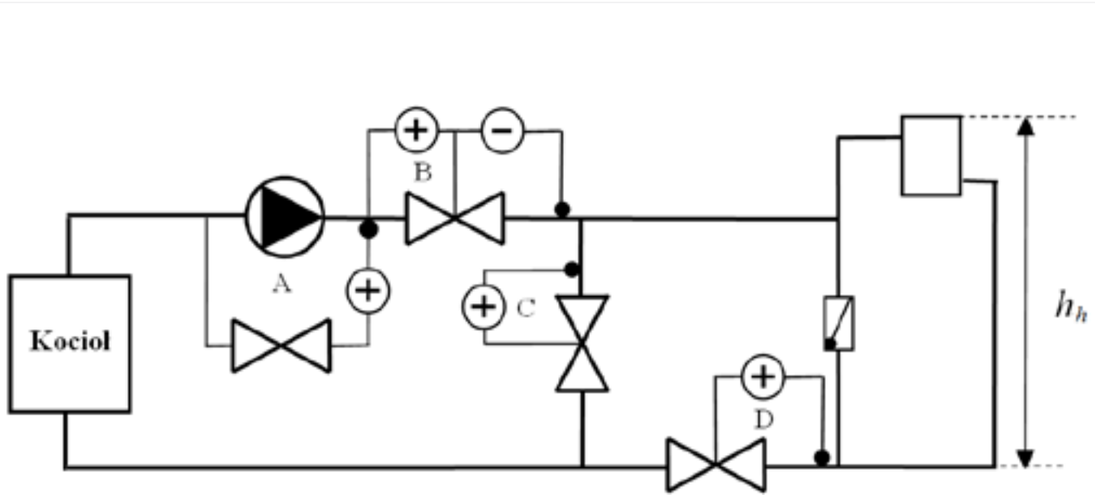
Typowe lokalizacje zaworów w instalacji pracujących jako nadmiarowe i nadmiarowo-upustowe poglądowo przedstawia rysunek 3. Analizując schemat zauważyć można, że zawór zamontowany szeregowo, pracując jako nadmiarowy, otwierać powinien się wtedy, gdy ciśnienie przed nim rośnie (znak „+") lub za nim maleje (znak „-"). Przy montażu równoległym, pracując jako nadmiarowo-upustowy, otwierać powinien się wówczas, gdy ciśnienie przed nim rośnie (znak „+").

W przypadkach A i C zawór spełnia taką samą rolę, pracując jako nadmiarowo-upustowy. Różnica polega głównie na tym, że w przypadku A woda o temperaturze zasilania zawracana jest bezpośrednio na część ssawną pompy, nie do przewodu powrotnego, jak w przypadku C. Dzięki temu nie podwyższa się temperatura w przewodzie powrotnym, biegnącym do źródła ciepła. Jest to wymagane w przypadku np. kotłów kondensacyjnych, które powinny pracować na niskiej temperaturze powrotu, tak aby mogła wystąpić kondensacja pary wodnej ze spalin.

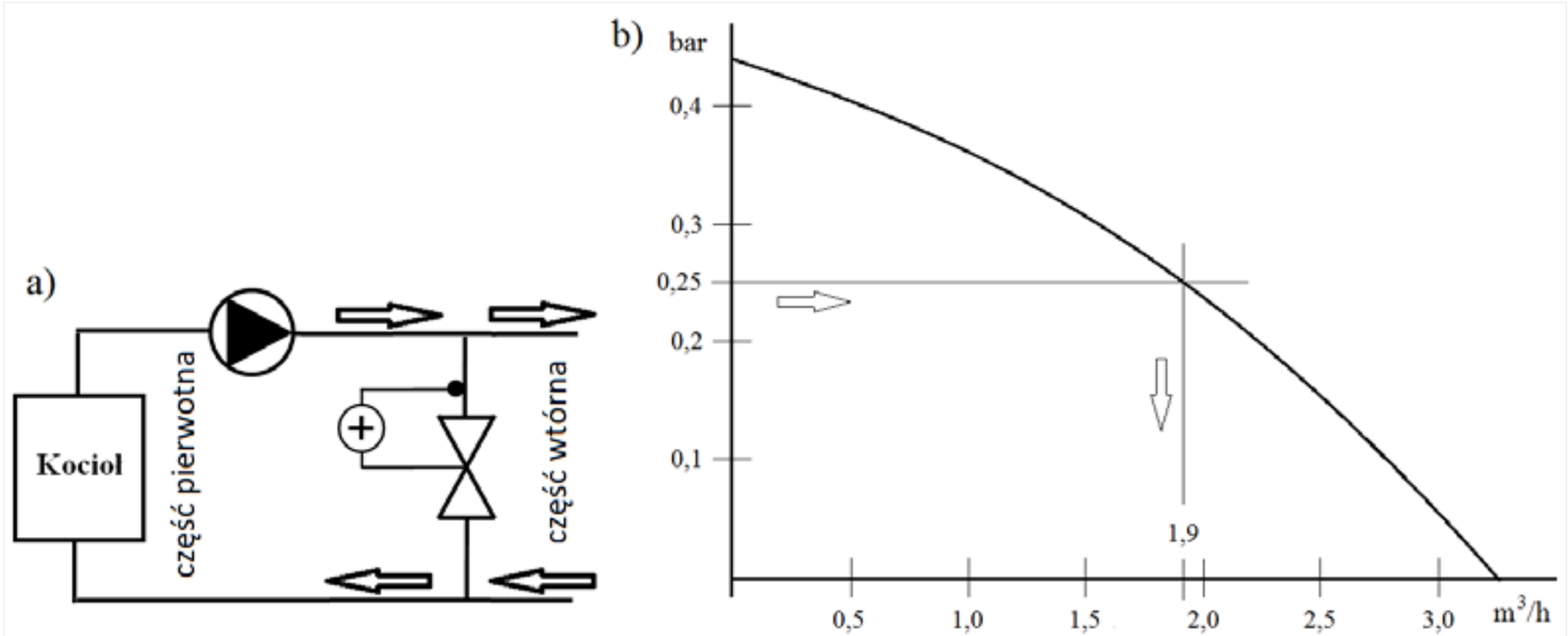
W przypadku B zawór pracuje jako klasyczny zawór nadmiarowy, tj. szeregowy reduktor ciśnienia. W przypadku D zawór zamontowany jest tak, aby nie dopuścić do wzrostu poziomu czynnika ponad wartość h_h w zabezpieczanym zbiorniku.



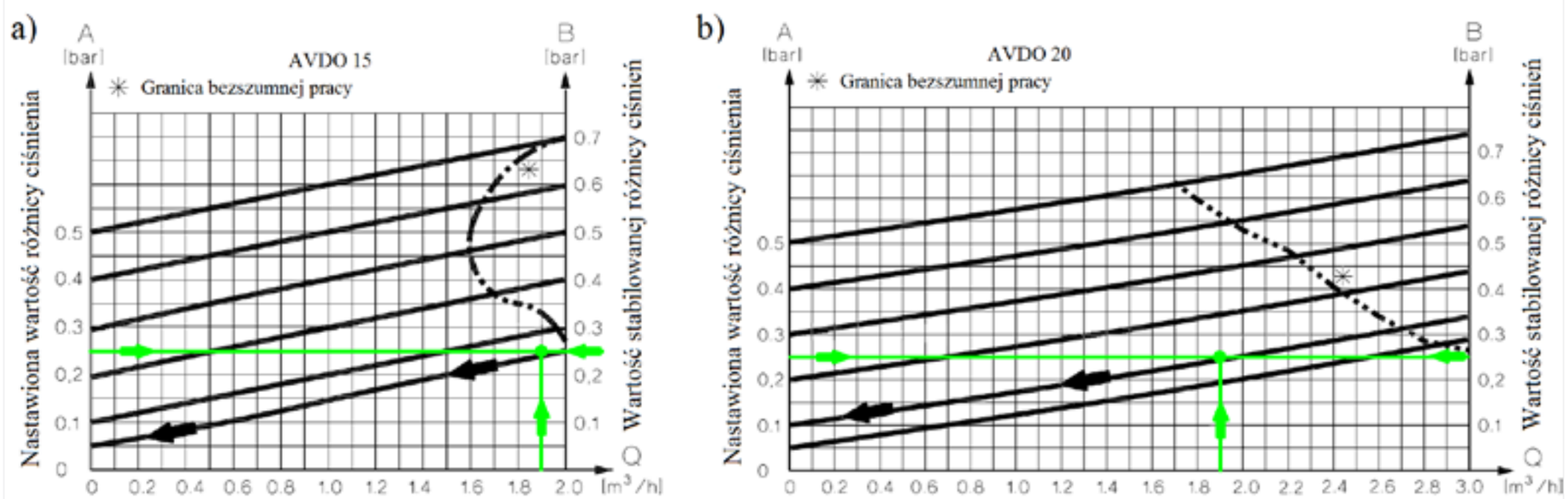
2 Przekroje zaworów nadmiarowo-upustowych: przekrój (a); zawór membranowy bez i z tzw. odciążeniem ciśnieniowym (b, c). F_F – siła od naciągu sprężyny, p_E – ciśnienie strony pierwotnej, p_A – ciśnienie strony wtórnej, F_M – siła na membranie i grzybku, A_M – powierzchnia czynna membrany [1]



3 Wybrane, typowe lokalizacje zaworu nadmiarowo-upustowego w instalacji [1]



4 Lokalizacja zaworu nadmiarowo-upustowego w analizowanym układzie (a); charakterystyka dławienia dobranej pompy (b) [1]



5 Charakterystyki hydrauliczne rozpatrywanych zaworów nadmiarowo-upustowych i odczyt nastawy różnicy ciśnienia zaworu [2]

PRZYKŁAD DOBORU

W instalacji wyposażonej w termoregulatory grzejnikowe pracuje pompa o znanej charakterystyce dławienia. Należy dobrać zawór nadmiarowo-upustowy zamontowany tuż za pompą i równolegle tak, aby zabezpieczał przed wzrostem ciśnienia czynnego w części wtórnej powyżej wartości 25 kPa, warunkującej bezszumną pracę termoregulatorów. Schemat układu i charakterystyki dobranej pompy oraz rozpatrywanych zaworów nadmiarowo-upustowych prezentują rysunki 4 i 5.

Rozwiązanie

Dobór zaworu nadmiarowo-upustowego musi być przeprowadzony tak, aby w całym zakresie pracy termoregulatorów grzejnikowych nie została przekroczona dopuszczalna wartość ciśnienia różnicowego. Zawory nadmiarowo-upustowe bezpośredniego działania (bez dodatkowych urządzeń sterujących, jak np. siłowniki) są urządzeniami o działaniu proporcjonalnym. Oznacza to, że ich reakcja (przymknięcie grzybka) jest proporcjonalna do przyrostu różnicy ciśnienia – im większy przyrost, tym bardziej się przymykają. Wynika z tego, że nie są w stanie zagwarantować stałości ciśnienia po stronie wtórnej i będzie się ono w pewnym zakresie zmieniać w funkcji ciśnienia po stronie pierwotnej. Widać to na rysunku 5, na którym linie nie są poziome, jak byłoby w przypadku idealnej redukcji przyrostów ciśnienia. Zatem nastawiona na zaworze wartość ciśnienia nie powinna być ciśnieniem dopuszczalnym w tym przypadku – z uwagi na bezszumną pracę termoregulatorów grzejnikowych). Powinna być to wartość ciśnienia niższa, niż oczekiwana – o tyle, o ile wzrasta ona przy użyciu danego zaworu, gdy strumień czynnika maleje od wartości projektowej/początkowej do zera, przy zamykaniu się termoregulatorów.

To, czy dany zawór jest w stanie obniżyć ciśnienie do wymaganej wartości, warunkowane jest relacją jego przepustowości do wymaganej wartości strumienia czynnika, który należy nim zawrócić, przy spadku przepływu w sieci wtórnej. Przepustowość ta musi być wyższa od wartości tego zawracanego strumienia. Zawór więc należy dobierać zarówno w oparciu o wartość niepożądanego wzrostu ciśnienia mimo jego zastosowania, jak i w oparciu o wymaganą przepustowość.

Z charakterystyki dławienia pompy widać, że dla różnicy ciśnienia na poziomie 25 kPa = 0,25 bar jej wydajność wynosi ok. V = 1,9 m^3/h. Zatem dobrany zawór musi zapewniać taką przepustowość dla podanej różnicy ciśnienia.
Z uwagi na proporcjonalny charakter działania oznacza to, że nastawiony musi być na niższą wartość ciśnienia początku otwarcia (zerowego przepływu), jak zaznaczono na rysunku 5.
Należy dobrać wartość nastawy różnicy ciśnienia kolejno na poziomie 0,05 bar dla zaworu AVDO 15 i 0,1 bar dla zaworu AVDO 20.
Zawór mniejszy, AVDO 15, pracuje jednak już na granicy swojej przepustowości, przy prawie pełnym otwarciu. Gdyby okazało się, że wymagany strumień czynnika, dla danej wartości różnicy ciśnienia w układzie jest wyższy, należałoby albo dobrać większy zawór (o większej przepustowości), albo połączyć dwa zawory równolegle.

Wskazówki doboru

• Zawór może służyć nie tylko do ograniczania przyrostów ciśnienia w instalacji, ale także do zapewniania minimalnego krążenia czynnika w wybranej jej części, a także do utrzymywania minimalnego poziomu napełnienia.

• Zawór powinien być zawsze dobrany nie tylko z punktu widzenia wymaganych parametrów i funkcji pełnionej w instalacji, ale także z punktu widzenia zastosowanego źródła ciepła. W niektórych przypadkach należy albo wykluczyć jego użycie, albo optymalnie dobrać miejsce montażu, aby nie wpływał on negatywnie na działanie źródła ciepła.

• Dobierając zawór, należy wziąć pod uwagę nie tylko wymaganą wartość ciśnienia, ale również strumień czynnika. Jeśli zawór będzie miał zbyt małą przepustowość, to nie będzie w stanie odpowiednio zredukować przyrostów ciśnienia w układzie, nawet, jeśli z punktu widzenia wartości tego ciśnienia dobrany będzie prawidłowo.

• Zawór, co do zasady, nie jest stanie utrzymać stałej wartości ciśnienia po stronie wtórnej. Dlatego też dobierając go, należy go ustawić na niższą wartość, niż ciśnienie docelowe, którego przekroczenia chcemy uniknąć. To, o ile niższa powinna być ta wartość, zależy od przebiegu charakterystyk zaworu. Im bliższe są one linii poziomej, tym mniejsza różnica między tymi wartościami.

LITERATURA

1. Muniak D.: Armatura regulacyjna w wodnych instalacjach grzewczych. Typy, konstrukcje, charakterystyki, zastosowania, PWN, Warszawa 2017

2. Materiały katalogowe i prasowe firmy Danfoss