

Andrzej Grzebielec
2005-03-01

Laboratorium
specjalnościowe

Ćwiczenie nr 1
Wyznaczanie charakterystyki statycznej
termostatycznego zaworu rozprężnego

1 Wyznaczanie charakterystyki statycznej termostatycznego zaworu rozprężnego.

1.1 Cel ćwiczenia

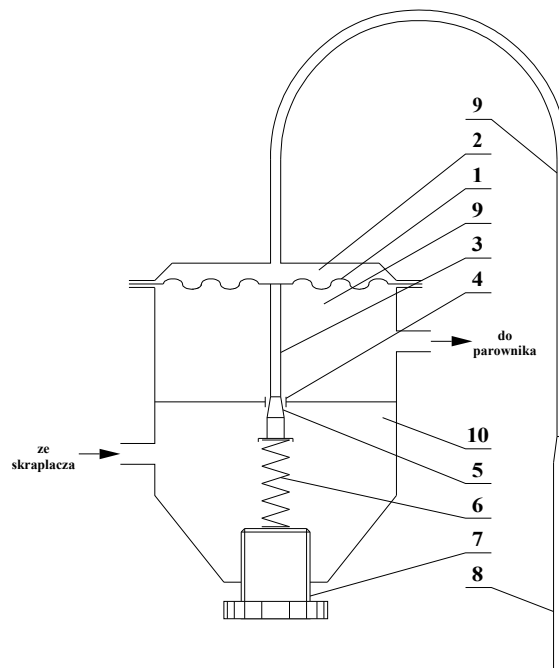
Celem ćwiczenia jest poznanie zasady działania termostatycznego zaworu rozprężnego, a następnie wyznaczenie charakterystyki powietrznej termostatycznego zaworu rozprężnego

$$\dot{V} = f(\Delta T_{SH})$$

1.2 Podstawy teoretyczne

1.2.1 Termostatyczny zawór rozprężny

Termostatyczny zawór rozprężny (rys. 1.1.) jest elementem automatyki chłodniczej o działaniu proporcjonalnym. W tym wypadku przesunięcie iglicy zaworu jest proporcjonalne do różnicy sił działających na membranę, spowodowanych z jednej strony ciśnieniem, a z drugiej odkształceniem sprężyny regulacyjnej.



Rys. 1.1. Termostatyczny zawór rozprężny z wewnętrznym wyrównywaniem ciśnienia.

(1-membrana, 2-mieszek ciśnieniowy, 3-popychacz, 4-dysza, 5-iglica, 6-sprężyna, 7-śruba regulacyjna, 8-czujnik temperatury, 9-komora niskiego ciśnienia, 10-komora wysokiego ciśnienia)

Czynnik chłodniczy o wysokim ciśnieniu wpływa do komory wysokiego ciśnienia zaworu. Następnie przez szczelinę pomiędzy dyszą, a iglicą czynnik przepływa do komory niskiego ciśnienia, a stąd do parownika, gdzie odparowuje. Za parownikiem do ścianki przewodu jest przytwierdzony czujnik zaworu. Zmiana temperatury w przewodzie za parownikiem powoduje zmianę ciśnienia w czujniku, a to z kolei powoduje zmianę ciśnienia działającego na membranę. Zmiana siły działającej na membranę zmienia położenie iglicy. W wyniku przesunięcia iglicy zmienia się prześwit szczeliny, a to z kolei powoduje zmianę strumienia masy czynnika chłodniczego przepływającego przez zawór. Gdy granica frontu wrzenia czynnika przesunie się do końca parownika, że przewód zostanie oszroniony aż do czujnika, to zawór termostatyczny zostanie zamknięty i zostanie wstrzymany przepływ czynnika chłodniczego.

1.2.2 Przegrzanie par czynnika chłodniczego

Jednym z zadań termostatycznego zaworu rozprężnego jest niedopuszczenie do dopływu czynnika chłodniczego w fazie ciekłej do sprężarki, co mogłoby spowodować jej uszkodzenie. Polega to na zapewnieniu, aby z parownika zawsze wypływały pary przegrzane czynnika chłodniczego – czyli ich temperatura powinna być wyższa o kilka stopni od temperatury wrzenia tego czynnika. Temperatura przegrzania par zazwyczaj wynosi $\Delta T_{SH} = 4 - 9K$. W większości termostatycznych zaworów rozprężnych można regulować stopień przegrzania pary ΔT_{SH} , przy czym regulacji podlega jedynie wartość przegrzania statycznego ΔT_{SS} , które zgodnie z równaniem (1.1) jest składową przegrzania całkowitego ΔT_{SH} .

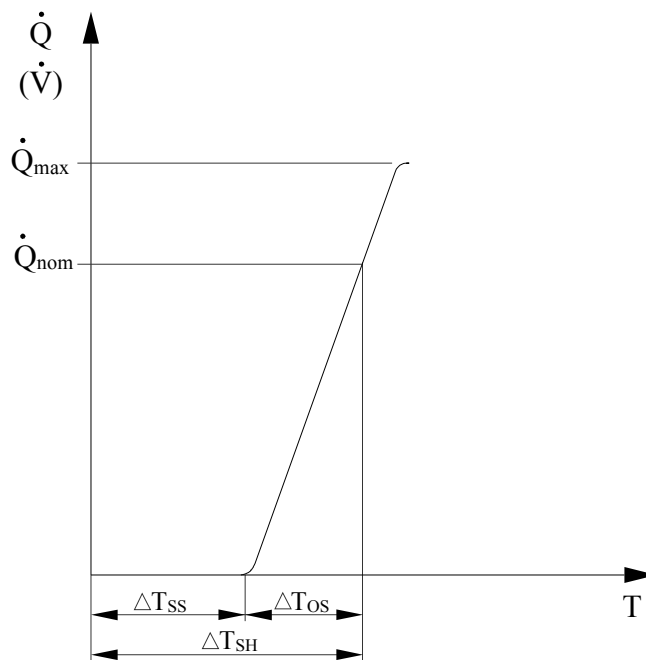
$$\Delta T_{SH} = \Delta T_{SS} + \Delta T_{OS} \quad (1.1)$$

gdzie:

ΔT_{SS} - przegrzanie statyczne – jest to wartość przegrzania po jakiej zawór zaczyna się otwierać, jeżeli przegrzanie par czynnika pozostaje poniżej tej wartości zawór jest zamknięty;

ΔT_{OS} - przegrzanie otwarcia zaworu – jest to wartość przegrzania uzależniona od przesunięcia iglicy zaworu;

Na rysunku 1.2 przedstawiono charakterystykę statyczną zaworu, która prezentuje zachowanie się zaworu w zależności od temperatury wrzenia czynnika przy ciśnieniu za zaworem, i maksymalnej temperatury przegrzania, która odpowiada maksymalnej wydajności \dot{Q}_{\max} . Termostatyczne zawory rozprężne działają optymalnie przy wartości \dot{Q}_{nom} podawanej przez producenta. Na osi rzędnych może znajdować się zarówno wydajność chłodnicza \dot{Q} , jak i strumień objętości czynnika \dot{V} , gdyż, przy stałym ciśnieniu i temperaturze panującej za zaworem, zależność \dot{Q} od \dot{V} jest liniowa. W części doświadczalnej wyznaczana jest charakterystyka $\dot{V} = f(\Delta T_{SH})$. Pozwala to w sposób jakościowy przedstawić zarazem zależność $\dot{Q} = f(\Delta T_{SH})$.

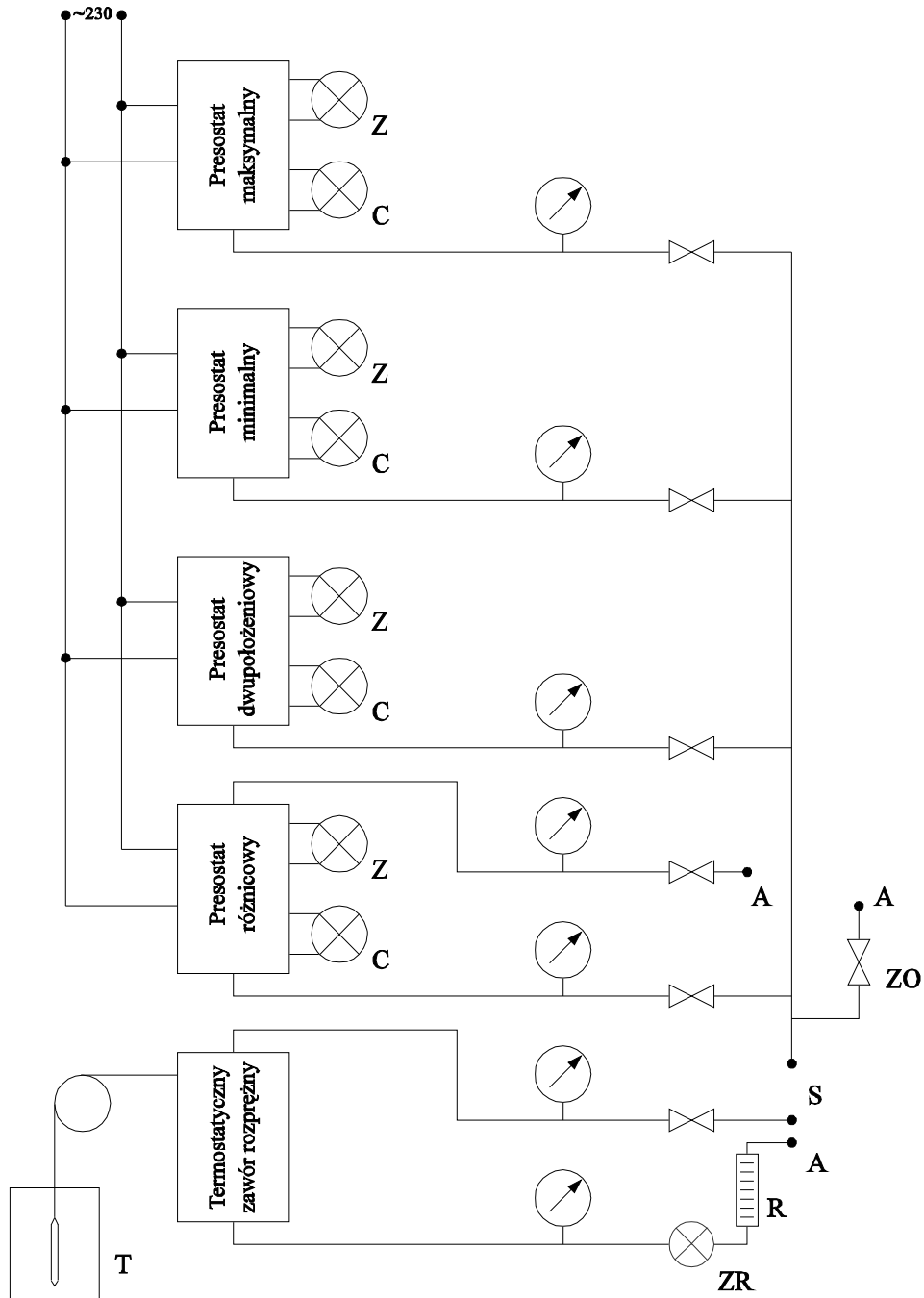


Rys. 1.2. Charakterystyka statyczna termostatycznego zaworu rozprężnego.

1.3 Stanowisko laboratoryjne

Na rysunku 1.3 przedstawiono schemat stanowiska laboratoryjnego, natomiast na rysunku 1.4 zdjęcie tego stanowiska. Stanowisko wyposażone jest w termostatyczny zawór rozprężny i cztery presostaty:

- wysokiego ciśnienia (presostat maksymalny);
- niskiego ciśnienia (presostat minimalny);
- różnicowy;
- dwupołożeniowy.



Rys. 1.3. Schemat stanowiska laboratoryjnego

(Z-zielona lampka sygnalizacyjna, C-czerwona lampka sygnalizacyjna, ZO-zawór odpowietrzający, A-wylot do atmosfery, S-wlot sprężonego powietrza, T-ultratermostat, R-rotametr, ZR-zawór regulujący)

Przy każdym presostacie znajdują się dwie lampki sygnalizacyjne (czerwona i zielona) informujące o stanie presostatu.



Rys. 1.4. Stanowisko laboratoryjne.

1.4 Przebieg ćwiczenia

1.4.1 Termostatyczny zawór rozprężny

Po uruchomieniu stanowiska należy sprawdzić poprawność działania termostatycznego zaworu rozprężnego. Wymaga to przeprowadzenia następujących testów:

- Sprawdzenie równomierności pracy termostatycznego zaworu rozprężnego – należy lekko stuknąć w korpus zaworu. Wskazówka manometru niskiego ciśnienia nie powinna odchylić się więcej niż o 0,01 MPa.
- Sprawdzenie stanu czujnika – w tym celu należy wyjąć czujnik z ultratermostatu i ogrzać go w dłoni. Wraz ze wzrostem temperatury czujnika, ciśnienie za

termostatycznym zaworem rozprężnym powinno rosnać, gdyż zwiększa się stopień otwarcia zaworu.

- Sprawdzenie szczelności termostatycznego zaworu rozprężnego – w tym celu należy przy pomocy zaworu regulacyjnego ustawić ciśnienie za termostatycznym zaworem rozprężnym na poziomie 0,2 MPa. Następnie należy zanurzyć czujnik w cieczy ultratermostatu o temperaturze -10°C . Powinno to spowodować zamknięcie tegoż zaworu. Jednocześnie należy zamknąć zawór regulacyjny. Jeżeli termostatyczny zawór rozprężny jest szczelny, to ciśnienie za nim powinno pozostać na ustawionym poziomie. Natomiast, jeśli nie jest on szczelny, ciśnienie za nim będzie wzrastać.

Po sprawdzeniu poprawności działania termostatycznego zaworu rozprężnego można rozpocząć wyznaczanie charakterystyki powietrznej tego zaworu. W tym celu należy przy pomocy zaworu regulacyjnego ustawić ciśnienie powietrza za termostatycznym zaworem rozprężnym na poziomie 0,2 MPa. Następnie w ultratermostacie należy ustawić temperaturę na poziomie -10°C , po czym zanurzyć w cieczy ultratermostatu czujnik termostatycznego zaworu rozprężnego. Powinno to spowodować zamknięcie się zaworu. Jednocześnie należy zamknąć zawór regulacyjny, aby ciśnienie za termostatycznym zaworem rozprężnym pozostało na poziomie 0,2 MPa. Wartości temperatury i ciśnienia (-10°C , 0,2 MPa) zostały tak dobrane, aby odpowiadały wartości punktu nasycenia czynnika R134a w temperaturze -10°C .

Kolejnym etapem ćwiczenia jest podnoszenie temperatury w ultratermostacie. Temperaturę należy podnosić o 0,5 K i sprawdzać wartość ciśnienia za zaworem. Jeśli ciśnienie za zaworem zacznie wzrastać oznacza to, że termostatyczny zawór rozprężny zaczął się otwierać. Oznacza to także, że uzyskano wartość przegrzania statycznego ΔT_{SS} . Przegrzanie statyczne będzie to różnica pomiędzy temperaturą cieczy w ultratermostacie, a temperaturą początkową, czyli -10°C . Od tego momentu przy każdej zmianie temperatury, należy tak wyregulować ciśnienie za zaworem, aby powrócić do wartości 0,2 MPa. Dopiero po osiągnięciu tego ciśnienia należy odczytać za pomocą rotametu wartość strumienia objętości powietrza.

Podnoszenie temperatury w ultratermostacie należy kontynuować do momentu, aż zmiana wartości strumienia objętości powietrza, pomiędzy jednym a drugim pomiarem, będzie niezauważalna. Oznacza to, że termostatyczny zawór rozprężny jest całkowicie otwarty.

1.5 Opracowanie wyników pomiarów

Należy wyznaczyć powietrzną charakterystykę termostaticznego zaworu rozprężnego

$\dot{V} = f(\Delta T_{HS})$ na podstawie uzyskanych wyników pomiarów.

1.6 Sprawozdanie

Sprawozdanie powinno zawierać:

- cel ćwiczenia;
- opis stanowiska;
- wyniki pomiarów;
- charakterystykę powietrzną termostaticznego zaworu rozprężnego $\dot{V} = f(\Delta T_{HS})$;
- wnioski.

1.7 Literatura

1. Bonca Z., Dziubek R.: *Okrętowe urządzenia chłodnicze, Laboratorium Część II*. Wydawnictwo wyższej szkoły morskiej w Gdyni, Gdynia 1996.
2. Fodemski T.R. i in.: *Domowe i handlowe urządzenia chłodnicze*. WNT, Warszawa 2000.
3. Ullrich H-J.: *Technika chłodnicza. Tom I*. IPPU MASTA, Gdańsk 1998.
4. Wesołowski A., Dworski F.: *Automatyzacja urządzeń chłodniczych*. WNT, 1984.