



AUTOMATYKA CIEPŁOWNICZA - INFORMACJE TECHNICZNE

WSTĘP:

W automatyce ciepłowniczej szczególną rolę odgrywają węzły cieplne. Wynika to z następujących przyczyn:

- automatyzacja węzła cieplnego umożliwi rozliczenia między dostawcą i odbiorcą ciepła na podstawie rzeczywistości zużytego ciepła i jednocześnie pozwala na wyregulowanie odbiornika ciepła według wymagań dostawcy (ograniczenie przepływu przez węzeł i parametrów wody powracającej do sieci) oraz pozwala odbiorcy ograniczać według życzenia ilość pobieranego ciepła,
- dzięki automatyzacji węzła cieplnego uzyskuje się największą część oszczędności energii jaką w ogóle można uzyskać automatyzując cały system ciepłowniczy i instalacje wewnętrzne budynków,
- bez automatyzacji węzła niemożliwa jest automatyzacja wewnętrznych instalacji budynku,
- automatyzacja węzła uniezależnia dostawę ciepła do budynku od wahań parametrów sieciowych spowodowanych zmiennością poboru w sąsiednich węzłach cieplnych,
- duża ilość węzłów cieplnych i wynikające stąd zapotrzebowania na sprzęt do ich automatyzacji uzasadnia opracowanie i produkcję specjalistycznego asortymentu tzw. automatyki ciepłowniczej w tym regulatorów bezpośredniego działania.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA REGULATORÓW:

Zakłady Automatyki „POLNA” S.A. w Przemysłu produkują typoszereg regulatorów bezpośredniego działania:

- typ ZSN, z korpusami kołnierзовymi, DN15...100

Regulatory przeznaczone są do stałowartościowej regulacji ciśnienia, różnicy ciśnień i/lub przepływu w instalacji technologicznej połączonej szeregowo lub równoległe z zaworem regulatora.

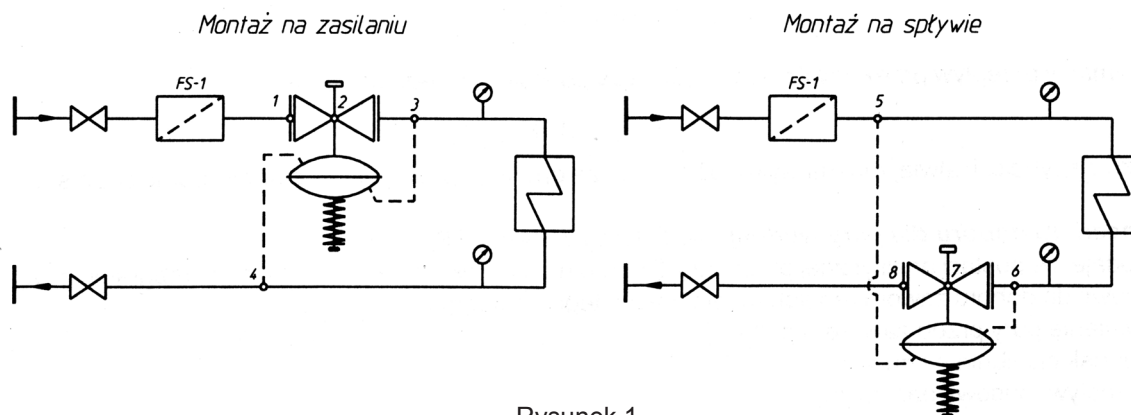
W zależności od przeznaczenia regulatory dzielą się na niżej podane typy:

- ZSN1; - do regulacji ciśnienia za zaworem (reduktor),
- ZSN2; - do regulacji ciśnienia za zaworem (reduktor) ze wzmacniaczem,
- ZSN3; - do regulacji ciśnienia przed zaworem (regulator upustowy),
- ZSN5; - do regulacji różnicy ciśnień wraz z ograniczeniem przepływu na instalacji połączonej szeregowo z zaworem regulatora,
- ZSN6; - do regulacji różnicy ciśnień wraz z ograniczeniem przepływu na instalacji połączonej szeregowo z zaworem regulatora (zabudowa na powrocie),
- ZSN7; - do regulacji różnicy ciśnień na instalacji połączonej równoległe z zaworem regulatora,
- ZSN8; - do regulacji przepływu.

ZASADY DOBORU REGULATORÓW:

A. DOBÓR ZAWORU REGULATORA.

Dobór zaworu regulatora polega na wyznaczeniu współczynnika przepływu K_v , a następnie maksymalnego przepływu czynnika przez zawór lub minimalnego spadku ciśnienia na nim.



Rysunek 1

Dane wejściowe:

- Q - wartość przepływu [m^3/h],
- K_{vs} - katalogowy współczynnik przepływu,
- p_z - ciśnienie zasilania [kPa], ciśnienie w punkcie 1 lub 5,
- Δp_r - regulowana różnica ciśnień [kPa]; tzn. spadek ciśnienia na instalacji technologicznej połączonej szeregowo z zaworem regulatora, który należy stabilizować. Różnica ciśnień między punktami poboru impulsu punkty 3 i 4 lub 5 i 6,
- Δp_d - dyspozycyjna różnica ciśnień [kPa]; tzn. spadek ciśnienia między punktem o najwyższym i najniższym ciśnieniem w węźle. Różnica ciśnień między punktami 1 i 4 lub 5 i 8.
- p_1 - ciśnienie na wlocie do zaworu (zawieradło) [kPa] (dla pary i gazów należy je podawać jako ciśnienie absolutne),
- p_2 - ciśnienie na wylocie z zaworu [kPa] (dla pary i gazów należy je podawać jako ciśnienie absolutne),
- Δp - spadek ciśnienia na zawieradle zaworu [kPa]; ($\Delta p = p_1 - p_2$),
- Δp_p - różnica ciśnień na ograniczniku przepływu: (20 kPa lub 50 kPa),

W regulatorach bez ograniczenia przepływu montowanych na zasilaniu lub powrocie oraz regulatorach ZSN6 (montaż na powrocie) do obliczania współczynnika przepływu należy przyjmować spadek ciśnienia na zaworze:

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \Delta p_d - \Delta p_r$$

Dla pozostałych regulatorów, do montażu na zasilaniu lub powrocie.

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \Delta p_d - \Delta p_r - \Delta p_p$$

1. Procedura doboru dla wody.

Spadek ciśnienia Δp [kPa] na zaworze regulatora wynosi:

$$\Delta p = p_1 - p_2$$

Obliczeniowy współczynnik przepływu zaworu regulatora K_v [m^3/h] wynosi:

$$K_v = \frac{10 \cdot Q}{\sqrt{\Delta p}}$$

Po obliczeniu w wyżej podany sposób współczynnika przepływu minimalnego zaworu K_v z tablicy danych regulatora według kart katalogowych dobiera się najbliższy współczynnik przepływu K_{vs} tak aby:

$$K_v \leq 0,85 \cdot K_{vs}$$

Minimalny spadek ciśnienia na całkowicie otwartym zaworze regulatora powinien wynosić:

$$\Delta p_{\min.} = \frac{100 \cdot Q^2}{Kvs^2} \quad - \text{ dla regulatorów bez ogranicznika przepływu,}$$

oraz

$$\Delta p_{\min.} = \frac{100 \cdot Q^2}{Kvs^2} + \Delta p_p \quad - \text{ dla regulatorów z ogranicznikiem przepływu.}$$

Maksymalny przepływ przez zawór wynosi:

$$Q_{\max.} = 0,1 \cdot Kvs \cdot \sqrt{\Delta p}$$

2. Procedura doboru dla pary wodnej i gazów.

Doboru regulatorów do tych zastosowań powinien dokonać producent wyrobu.

B. HAŁAS.

Hałas generowany przez zawór jest spowodowany kawitacją w przypadku cieczy lub nadmierną prędkością przepływu w wlocie zaworu w przypadku gazów.

W regulatorach ZSN i nie przewidziano specjalnych środków konstrukcyjnych w celu obniżenia hałasu, o ile on występuje. Dlatego poniżej podano jedynie warunki występowania nadmiernego hałasu, który należy sprawdzić po dobraniu zaworu regulatora.

Jeżeli warunek graniczny jest przekroczony, a nadmierny hałas jest niedopuszczalny (np. z powodu przyspieszonego zużycia zawierała zaworu wskutek kawitacji), to należy zastosować sposoby układowe uniknięcia tego hałasu.

Te sposoby to:

- obniżenie temperatury na wlocie do zaworu (np. przeniesienie zaworu z zasilania na spływ),
- obniżenie ciśnienia na wlocie do zaworu (np. przez zainstalowanie kryzy przed zaworem lub dodatkowego stopnia redukcji),
- podniesienie ciśnienia na wlocie do zaworu (np. przez zainstalowanie kryz za zaworem lub zastosowanie elementów dławiących w postaci wielootworowych płyt na wlocie zaworu).

Warunkiem ograniczenia hałasu jest nieprzekroczenie granicznej prędkości przepływu $v = 3$ [m/s] w instalacjach wodnych. Warunek ten ogranicza maksymalny przepływ do wartości:

$$Q_{1 \max.} [\text{m}^3/\text{h}] = 8,5 \cdot 10^{-3} \cdot DN^2$$

Przy prędkości przepływu do $v = 5$ [m/s] należy brać pod uwagę wzrost hałasu i możliwość wystąpienia częściowej kawitacji i wartości tej nie należy przekraczać:

$$Q_{2 \max.} [\text{m}^3/\text{h}] = 14 \cdot 10^{-3} \cdot DN^2$$

$$\text{dla DN50} - Q_{1 \max.} = 21 [\text{m}^3/\text{h}] \text{ i } Q_{2 \max.} = 35 [\text{m}^3/\text{h}]$$

C. DOBÓR ZAKRESU NASTAW.

Zakres nastaw regulatora należy dobierać w ten sposób aby wartość ciśnienia regulowanego znalazła się w dolnej połowie zakresu nastaw. Zapewnia to pracę przy mniejszym napięciu sprężyn i wpływa na lepsze parametry charakterystyki pracy (zakres proporcjonalności, nieczułości, histerezy).

Oprócz zakresów nastaw zalecanych w kartach katalogowych możliwe są również zakresy specjalne.

D. PRZYKŁADY OBLICZENIOWE.

Przykład 1.

Regulator różnicy ciśnień, montaż na zasilaniu, woda.

Dane technologiczne:

- dyspozycyjna różnica ciśnień - $\Delta p_d = 450$ kPa,

- regulowana różnica ciśnień - $\Delta p_r = 60 \text{ kPa}$,
- przepływ maksymalny - $Q = 12 \text{ m}^3/\text{h}$

Obliczenia: $\Delta p = p_1 - p_2 = \Delta p_d - \Delta p_r = 450 - 60 = 390 \text{ kPa}$

$$K_v = \frac{10 \cdot Q}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{10 \cdot 12}{\sqrt{390}} = 6,0$$

Dobieramy regulator ZSN5, Kvs 8, zakres nastaw 40...160 kPa.

Dobór średnicy nominalnej regulatora przeprowadzony zostanie po analizie prędkości przepływu:

$$Q_{1 \text{ max.}} [\text{m}^3/\text{h}] = 8,5 \cdot 10^{-3} \cdot \text{DN}^2 \quad (v_{\text{max.}} = 3 \text{ m/s}),$$

$$Q_{2 \text{ max.}} [\text{m}^3/\text{h}] = 14 \cdot 10^{-3} \cdot \text{DN}^2 \quad (v_{\text{max.}} = 5 \text{ m/s}),$$

- dla DN25 $Q_{1 \text{ max.}} = 5,3 \text{ m}^3/\text{h}$; $Q_{2 \text{ max.}} = 8,75 \text{ m}^3/\text{h}$,
- dla DN32 $Q_{1 \text{ max.}} = 8,7 \text{ m}^3/\text{h}$; $Q_{2 \text{ max.}} = 14,3 \text{ m}^3/\text{h}$,
- dla DN40 $Q_{1 \text{ max.}} = 13,6 \text{ m}^3/\text{h}$; $Q_{2 \text{ max.}} = 22,4 \text{ m}^3/\text{h}$,

Przy wyborze regulatora DN25 należy liczyć się z dużym hałasem. Korzystniejszy jest regulator DN32 w wykonaniu specjalnym Kvs8. Regulator DN40 zapewnia największy komfort w zakresie głośności pracy.

Przykład 2.

Dwufunkcyjny regulator różnicy ciśnień i przepływu, montaż na powrocie, woda.

Dane technologiczne:

- dyspozycyjna różnica ciśnień - $\Delta p_d = 400 \text{ kPa}$,
- regulowana różnica ciśnień - $\Delta p_r = 180 \text{ kPa}$,
- przepływ maksymalny - $Q = 32 \text{ m}^3/\text{h}$
- przyjęto nastawę dławika - $\Delta p_p = 50 \text{ kPa}$,

Obliczenia: $\Delta p = p_1 - p_2 = \Delta p_d - \Delta p_r - \Delta p_p = 400 - 180 - 50 = 170 \text{ kPa}$

$$K_v = \frac{10 \cdot Q}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{10 \cdot 32}{\sqrt{170}} = 24,5$$

$$K_{vs} \cong \frac{K_v}{0,85} \cong 29 \quad \text{przyjmuję } K_{vs} 32$$

Regulator ZSN92; DN50; Kvs32; zakres nastaw różnicy ciśnień 80...320 kPa, nastawa dławika 50 kPa.

W zależności od prędkości przepływu przepływ wynosi:

$$Q_{1 \text{ max.}} = 21 \text{ m}^3/\text{h} ; Q_{2 \text{ max.}} = 35 \text{ m}^3/\text{h},$$

Regulator będzie pracować przy podwyższonym poziomie hałasu.

Spełniony jest warunek:

$$\Delta p_d = 400 > 2 \cdot \Delta p_r = 2 \cdot 180 = 360$$

Przy całkowicie otwartym dławiku zawór pracuje jak regulator różnicy ciśnień. Maksymalny przepływ jest uzależniony od akceptowalnej prędkości przepływu.

Zakres regulacji przepływu w zależności od położenia dławika i nastawy Δp_p .

$$Q = (0,1 \dots 1,0) \cdot 10^{-1} \cdot K_{vs} \cdot \sqrt{\Delta p_p}$$

$$Q_{\text{min.}} = 0,1 \cdot 10^{-1} \cdot 32 \cdot \sqrt{50} = 2,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{max.}} = 1 \cdot 10^{-1} \cdot 32 \cdot \sqrt{50} = 23 \text{ m}^3/\text{h}$$