

Łukasiewicz - PIAP



100 0 0001324 3

Krajowy System
Automatyki i Pomiarów

POLMATIK

INFORMATOR

zastosowań części wykonawczej
POLMATIK-MOTO

MOTOSTAT

Regulatory bezpośredniego
działania



Rp 1324/1
xxvIIa-32

XXVIIa-32

PRZEMYSŁOWY
INSTYTUT
AUTOMATYKI
I POMIARÓW
„MERA-PIAP”



System **POLMATIK** jest realizacją
Uniwersalnego Międzynarodowego
Systemu Automatycznej Kontroli
Regulacji i Sterowania (URS).

INFORMATOR

zastosowań części wykonawczej
POLMATIK-MOTO

MOTOSTAT

Regulatory bezpośredniego
działania

Warszawa 1979



MERR-PIAP

GŁÓWNY SPECJALISTA PODSYSTEMU MOTOSTAT

mgr inż. Barbara Omylińska

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa

tel. 23-70-81 w. 273 telex: 813726 PL

GŁÓWNY KONSTRUKTOR PODSYSTEMU MOTOSTAT

Zakłady Automatyki MERA-POLNA

mgr inż. Stanisław Jamroz

ul. Obozowa 23,

37-700 Przemyśl

tel. centr. 66-01, w. 231,

telex: 83228 PL

Łukasiewicz - PIAP



100 0 0001324 3

Spis treści

str.

1. Przeznaczenie i ogólny opis podsystemu MOTOSTAT	5
2. Regulatory podsystemu MOTOSTAT	6
2.1. Zasady doboru regulatora	6
2.2. Regulatory różnicy ciśnień typ: BRU-2A, BRU-3, BRU-3A, BRU-3B .	24
2.3. Regulatory ciśnienia typ: BRU-4, BRU-4A, BRU-P	26
2.4. Regulatory temperatury	29
3. Ogólne zasady montażu i wykonania regulatorów podsystemu MOTOSTAT	35
4. Przykłady zastosowań regulatorów podsystemu MOTOSTAT	36

TABLICA DOBORU REGULATORA

Problem regulacyjny	Typ regulatora											
	BRU-2A	BRU-3	BRU-3A	BRU-3B	BRU-4	BRU-4A	BRU-P	BTO	BTO-A	BTO-W	BTV	BTH
Utrzymanie zadanego, stałego ciśnienia zasilania w instalacji hydraulicznej niezależnie od wahań ciśnienia zasilania instalacji oraz od wahań ciśnienia spowodowanych zmianami oporności instalacji						•	•					
Utrzymanie zadanego minimalnego ciśnienia w instalacji hydraulicznej niezależnie od wahań ciśnienia w spływie z instalacji oraz od spadku ciśnienia zasilania instalacji (zabezpieczenie przed zapowietrzeniem).					•							
Utrzymanie zadanego stałego spadku ciśnienia w instalacji hydraulicznej niezależnie od zmian ciśnienia zasilania i spływu oraz wahań ciśnienia spowodowanych zmianami oporności instalacji.	•	•	•	•								
Utrzymanie stałej zadanej wartości temperatury czynnika hydraulicznego na wyjściu z wymiennika ciepłego.									•			
	Dla zastosowań gdzie zawór powinien się zamykać przy wzroście temperatury											
Ograniczenie przepływu w instalacji hydraulicznej gdy temperatura czynnika hydraulicznego wzrasta ponad wartość zadaną.												•
	Dla zastosowań gdzie zawór powinien się otwierać przy wzroście temperatury.											
Utrzymanie temperatury czynnika hydraulicznego według nastawionej liniowej zależności tej temperatury od temperatury otoczenia.												•

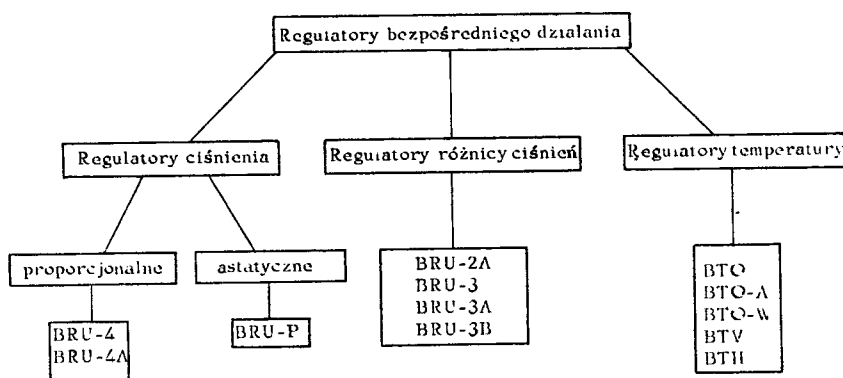
• - urządzenia typowe stosowane w danym problemie regulacyjnym

1. PRZEZNACZENIE I OGÓLNY OPIS PODSYSTEMU MOTOSTAT

Regulatory bezpośredniego działania, objęte podsystemem MOTOSTAT, są to urządzenia wykorzystujące do regulacji energię czynnika regulowanego. W regulatorach tego typu, czujnik, zadajnik, nastawnik i element wykonawczy, a więc elementy tworzące pętlę sprzężenia zwrotnego, stanowią zwartą całość przystosowaną do łatwej zabudowy w regulowanym układzie. Proporcjonalne regulatory bezpośredniego działania charakteryzują się tym, że sygnał wyjściowy (wielkość nastawiająca) może przyjmować każdą wartość w zakresie nastawiania potrzebną do utrzymania stanu ustalonego.

Regulatory bezpośredniego działania, ze względu na swoją prostą budowę, niezawodny sposób działania oraz możliwość długoletniej eksploatacji bez potrzeby konserwacji, są szeroko stosowane w automatyce. Regulatory te znajdują zastosowanie przede wszystkim w układach stabilizacji, czyli w układach regulacji stałwartościowej takich parametrów, jak natężenie przepływu, ciśnienie, temperatura. Charakter zadania regulatora jest określony postacią zmienności w czasie sygnału reprezentującego wartość wielkości żądanej. Jeśli sygnał ten ma wartość stałą, to oznacza, że regulator ma za zadanie stabilizować wartość wielkości wyjściowej (ciśnienia, różnicy ciśnień, temperatury).

Regulatory bezpośredniego działania są przeznaczone do automatycznej regulacji węzłów cieplnych centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej, zasilanych z ciepłowni lokalnych (osiedlowych) lub elektrociepłowni centralnych. Wszystkie omówione w informatorze regulatory zostały opracowane przez Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP.



Rys. 1. Podział regulatorów bezpośredniego działania

2. REGULATORY PODSYSTEMU MOTOSTAT

2.1. Zasady doboru regulatora

Dokładny dobór regulatora bezpośredniego działania do układu powinien być przeprowadzony z uwzględnieniem dynamiki obiektu regulacji. Wymaga to jednak skomplikowanych obliczeń i często jest w ogóle niemożliwe ze względu na brak identyfikacji obiektu w zakresie charakterystyk dynamicznych.

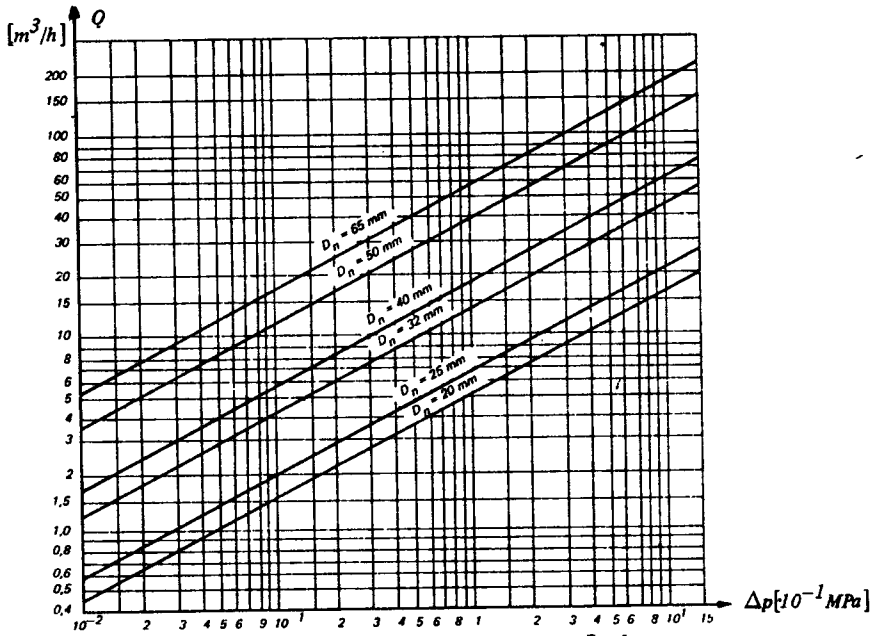
Dla poprawnej pracy obiektu najczęściej jest wystarczające przeprowadzenie doboru regulatorów na podstawie znajomości właściwości hydraulicznych obiektu.

Regulator może pracować w zadawalający sposób tylko wtedy, gdy są prawidłowo dobrane jego charakterystyka i wielkość decydująca o natężeniu. Dobranie regulatora o zbyt małej średnicy powoduje powolną odpowiedź układu regulacji na zakłócenia (duży przejściowy błąd regulacji) i niepotrzebne zwiększenie strat energetycznych, wynikających ze zbyt dużego dławienia przepływu, nawet przy pełnym otwarciu regulatora.

Dobranie regulatora o zbyt dużej średnicy wywołuje tendencję do niestabilnej pracy układu, ze względu na nadmierne wzmocnienie w pętli regulacji, które powoduje przez cały czas pracę elementu wykonawczego regulatora w zakresie małych otwarć, stwarzając niebezpieczeństwo drgań samowzbudnych. Pierwsza nieprawidłowość objawia się pulsacjami wielkości regulowanej (ciśnienia, różnicy ciśnień lub temperatury) natomiast druga drganiami zaworów z częstotliwością akustyczną.

Natężenie przepływu przez zawór regulatora zależy od powierzchni otwarcia, różnicy ciśnienia występującego na zaworze i gęstości czynnika. Przy doborze zaworu regulatora operowanie powierzchnią jego otwarcia jest niewygodne i błędne, dlatego że strumień przepływającego czynnika nie wypełnia całego przekroju. Jest to uwarunkowane efektami przepływu na wyjściu z miejsca przewężenia, a ponadto w tym przypadku pomija się również straty na skutek tarcia, zmiany kierunku przepływu itp. Dlatego zawór regulatora dobiera się ze względu na wartość współczynnika przepływu K_{v100} , który jest ściśle związany ze średnicą nominalną dla danego typu zaworu. Dobór regulatora według K_{v100} jest szczególnie ważny w przypadku regulatorów podsystemu MOTOSTAT, ponieważ są one (z wyjątkiem typu BTV) oparte na zaworach dwugniazdowych

charakteryzujących się stosunkowo dużymi wartościami współczynników przepływu K_{v100} . Charakterystyki przepływowe zaworów pokazano na rys.2.



Rys.2. Charakterystyki przepływowe typoszeregu zaworów regulatorów BRU, BRU-P, BTO, BTO-W i BTH dla wody ($\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$)

W praktyce, dla rurociągu o danej średnicy celowe jest dobranie regulatora o mniejszej średnicy niż średnica nominalna rurociągu.

Najprostszy sposób doboru regulatora do obiektu polega na:

- doborze typu regulatora ze względu na przyjęty sposób regulacji obiektu;
- wyspecyfikowaniu parametrów hydraulicznych obiektu (przepływ dyspozycyjny G [kG h], ciśnienie zasilania instalacji p_1 [Pa], ciśnienie splywu instalacji p_2 [Pa], temperatura t [°C]);
- doborze zakresu nastaw regulatora, wcześniej wybranego typu;
- doborze nominalnego współczynnika przepływu K_{v100} zaworu regulatora.

Dobór nominalnego współczynnika przepływu K_{v100} , w przypadku gdy czynnikiem płynącym przez obiekt regulowany jest woda lub inne ciecze, przeprowadza się na podstawie równania:

$$Q = 10^{-1} K_v(h) \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}} \quad /1/$$

gdzie:

Q - natężenie przepływu wody przez zawór [m^3/h]

$K_v(h)$ - bieżący współczynnik przepływu zaworu, czyli natężenie przepływu wody przez zawór, ustalające się przy spadku ciśnienia na zaworze $1 \cdot 10^5$ Pa (przy danym skoku zaworu h) [m^3/h]

Δp - bieżący spadek ciśnienia w zaworze regulatora [Pa]

ρ - gęstość cieczy [kg/m^3].

Z równania /1/ należy obliczyć:

$$K_{v(h)_{\max}} = 10 \cdot Q_{\max} \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p'_{\min}}} \quad /2/$$

gdzie:

$[K_{v(h)_{\max}}]$ - maksymalny bieżący współczynnik przepływu, który musi być zapewniony przez dobierany zawór [m^3/h],

Q_{\max} - maksymalna wartość natężenia przepływu, która występuje w regulowanym obiekcie [m^3/h],

Δp_{\min} - minimalny spadek ciśnienia jaki może wystąpić w dobieranym regulatorze, w obiekcie [Pa],

ρ - gęstość cieczy [kg/m^3].

Mając obliczoną wartość $[K_{v(h)_{\max}}]$ dobiera się zawór, którego współczynnik przepływu

$$K_{v100} \approx 1,4 \cdot [K_{v(h)_{\max}}] \quad /3/$$

gdzie:

K_{v100} - nominalny współczynnik przepływu zaworu [m^3/h].

Wartości nominalnych współczynników przepływu K_{v100} są podane w danych technicznych poszczególnych typów regulatorów podsystemu MOTOSTAT.

Wybierając regulator o danym K_{v100} wybiera się jednocześnie średnicę regulatora.

Celem sprawdzenia czy dobrany regulator będzie działał prawidłowo w zakresie zmiennych przepływów jakie występują w obiekcie, należy obliczyć:

$$[K_{v(h)_{\min}}] = 10 \cdot Q_{\min} \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p_{\max}}} \quad /4/$$

gdzie:

- $[K_v(h)]_{\min}$ - minimalny bieżący współczynnik przepływu, który musi być zapewniony przez dobrany zawór $[m^3/h]$,
- Q_{\min} - minimalna wartość natężenia przepływu, która występuje w regulowanym obiekcie $[m^3/h]$,
- Δp_{\max} - maksymalny spadek ciśnienia jaki może wystąpić w regulowanym obiekcie $[Pa]$,
- ρ - gęstość $[kg/m^3]$.

Jeżeli regulator jest dobrany prawidłowo to:

$$\frac{K_{v100}}{[K_v(h)]_{\min}} \leq 20 \quad /5/$$

Przy spełnieniu tego warunku regulator nie będzie przewymiarowany nawet dla najmniejszej występującej w obiekcie regulowanym wartości $K_v(h)$, czyli wartości $[K_v(h)]_{\min}$

Można przeprowadzić jeszcze obliczenie na podstawie, którego określa się w zakresie jakich stopni otwarcia będzie pracował zawór regulatora. W tym celu należy posłużyć się równaniem:

$$K_v(h) = K_{v100} \frac{h}{h_{\max}} \quad /6/$$

gdzie:

$$\frac{h}{h_{\max}} - \text{stopień otwarcia zaworu}$$

Stopień otwarcia zaworu przy maksymalnym przepływie przez zawór wynosi:

$$\frac{h}{h_{\max}} = \frac{[K_v(h)]_{\max}}{K_{v100}} \quad /7/$$

Stopień otwarcia zaworu przy minimalnym przepływie przez zawór wynosi:

$$\frac{h}{h_{\max}} = \frac{[K_v(h)]_{\min}}{K_{v100}} \quad /8/$$

Powyżej podane wzory obowiązują dla przeprowadzania obliczeń doboru zaworu regulatora, gdy czynnikiem hydraulicznym jest woda lub ciecz. Przy doborze

regulatora do obiektu, w którym czynnikiem roboczym, jest para wodna lub suche powietrze należy posługiwać się równaniem:

$$G = K_v(h) \cdot m \cdot Z \quad /9/$$

gdzie:

- G - masowe natężenie przepływu [kg/h],
 $K_v(h)$ - bieżący współczynnik przepływu [m³/h],
 $m = f\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$ - współczynnik zależny od stosunku wartości ciśnień bezwzględnych za i przed zaworem regulatora.
 $Z = f(P_1, t)$ - współczynnik zależny od wartości ciśnienia bezwzględnego P_1 przed zaworem regulatora i temperatury [t°C],
 P_1, P_2 - wartości ciśnień bezwzględnych odpowiednio przed i za zaworem regulatora [Pa],

Wartości m i Z dla pary wodnej są podane w tabl.1,2, a dla suchego powietrza w tabl.3,4.

Tablica 1

Wartość współczynnika m dla pary wodnej, w funkcji stosunku absolutnych ciśnień, za i przed zaworem.

$\frac{P_2^*}{P_1}$	0..0,6	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
m	1,0	0,96	0,92	0,86	0,77	0,66	0,48	0,22

* - Ciśnienie P_2 i P_1 w Pa absolutnych

Tablica 2

Wartość współczynnika Z dla pary wodnej, w funkcji absolutnego ciśnienia zasilania zaworu i temperatury pary

P_1 10 ⁵ Pa	Wartość Z						
	Para nasycona	60°C	30°C	100°C	120°C	140°C	160°C
0,1	1,16	1,13	1,10	1,07	1,04	1,02	0,99
0,2	2,27	2,27	2,21	2,15	2,09	2,04	1,99
0,3	4,37		3,31	3,22	3,14	3,06	2,99
0,4	4,45		4,42	4,29	4,18	4,08	3,98
0,5	5,53			5,37	5,23	5,10	4,98

c.d. tablicy 2.

10 ⁵ Pa	Wartość Z						
	Parana- sycona	60°C	30°C	100°C	120°C	140°C	160°C
0,6	6,58			6,45	6,28	6,12	5,97
0,7	7,65			7,53	7,33	7,15	6,97
0,8	8,71			8,62	8,39	8,17	7,97
0,9	9,76			9,70	9,44	9,19	8,98
1,0	10,8			10,8	10,5	10,2	9,98
1,1	11,9				11,5	11,3	11,0
1,2	12,9				12,6	12,3	12,0
1,3	13,9				13,7	13,3	13,0
1,4	15,0				14,7	14,3	14,0
1,5	16,0				15,8	15,4	15,0
1,6	17,0				16,9	16,4	16,0
1,7	18,0				17,9	17,5	17,0
1,8	19,1				19,0	18,5	18,0
1,9	20,1				20,1	19,5	19,0
2,0	21,1				21,1	20,6	20,0
2,2	23,2					22,6	22,1
2,4	25,2					24,7	24,1
2,6	27,2					26,8	26,0
2,8	29,3					28,9	28,1
3,0	31,0					31,0	30,2
3,2	33,4					33,1	32,2
3,4	35,4					35,2	34,3
3,6	37,4					37,3	36,3
3,8	39,4						38,3
4,0	41,4						40,4
4,5	46,4						45,6
5,0	51,4						50,8
5,5	56,4						56,0
6,0	61,4						61,2
6,5	66,3						

Tablica 3

Wartość współczynnika m dla suchego powietrza, w funkcji stosunku
absolutnych ciśnień, za i przed zaworem

$\frac{P_2}{P_1}$ *	0,27	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
m	1	0,982	0,978	0,935	0,884	0,818	0,730	0,623	0,448	0,207

* - Ciśnienie P_1 i P_2 w Pa absolutnych

Tablica 4

Wartość współczynnika Z dla suchego powietrza w funkcji absolutnego ciśnienia zasilania zaworu i temperatury powietrza

P_1 10 ⁵ Pa	Wartość Z				
	0°C	20°C	50°C	100°C	150°C
0,1	1,71	1,65	1,57	1,47	1,38
0,2	3,42	3,30	3,15	2,93	2,77
0,3	5,13	4,96	4,74	4,39	4,13
0,4	6,84	6,61	6,29	5,85	5,50
0,5	8,55	8,26	7,87	7,32	6,88
0,6	10,26	9,90	9,42	8,79	8,24
0,7	11,97	11,56	11,00	10,22	9,61
0,8	13,68	13,22	12,58	11,72	11,00
0,9	15,40	14,86	14,15	13,18	12,36
1,0	17,10	16,50	15,72	14,65	13,75
1,1	18,83	18,15	17,30	16,07	15,10
1,2	20,50	19,80	18,20	17,52	16,50
1,3	22,10	21,42	20,45	18,25	17,85
1,4	24,00	23,10	22,00	19,70	19,25
1,5	25,65	24,75	23,60	21,68	20,06
1,6	27,30	26,40	25,15	23,35	21,95
1,7	29,10	28,10	26,70	24,80	23,40
1,8	30,80	29,70	28,30	26,35	24,75
1,9	32,25	30,25	29,60	27,55	26,15
2,0	34,20	33,00	31,45	29,27	27,70
2,2	37,65	36,40	34,70	32,20	30,20
2,4	41,10	39,60	37,75	35,15	33,30
2,6	44,50	42,60	40,90	38,05	35,75
2,8	47,80	46,20	44,00	41,70	38,45
3,0	51,30	49,55	47,40	43,95	41,25
3,2	54,30	52,40	49,90	46,60	43,90
3,4	58,25	56,20	53,50	49,80	46,70
3,6	62,20	59,60	56,60	52,70	49,40
3,8	65,00	62,70	59,75	55,60	51,50
4,0	68,20	66,00	62,90	58,55	55,00
4,5	77,00	74,40	70,70	65,80	61,80
5,0	86,90	82,60	78,75	73,20	68,75
5,5	94,00	90,90	87,40	80,60	75,60
6,0	102,06	98,90	94,30	87,90	82,40
6,5	111,00	107,20	101,10	95,20	88,40

c.d. tablicy'z

10^5 Pa	Wartość Z				
	0°C	20°C	50°C	100°C	150°C
7,0	119,60	115,60	110,00	102,20	96,90
8,0	136,80	132,20	125,70	117,10	110,00
9,0	162,20	148,60	141,60	131,80	123,60
10,0	171,00	165,00	157,20	146,50	137,50
11,0	188,30	181,50	173,00	160,70	151,00
12,0	205,00	198,00	182,00	175,20	165,00
13,0	221,00	214,20	204,50	182,50	178,50
14,0	240,00	231,00	220,00	197,00	192,50
15,0	256,50	247,50	236,00	216,80	200,60
16,0	273,00	264,00	251,00	253,50	219,50

Z równania /9/ określa się:

$$[K_v(h)]_{\max} = \frac{G_{\max}}{m_{\min} \cdot Z_{\min}} \quad /10/$$

gdzie:

- $[K_v(h)]_{\max}$ - maksymalny bieżący współczynnik przepływu, który musi być zapewniony przez dobrany zawór $[\text{m}^3/\text{h}]$,
- G_{\max} - maksymalny przepływ czynnika w obiekcie $[\text{kg}/\text{h}]$,
- m_{\min} - wartość współczynnika m dla maksymalnego spadku ciśnienia występującego na zaworze regulatora ,
- Z_{\min} - wartość współczynnika Z dla minimalnego ciśnienia jakie może wystąpić przed zaworem regulatora.

Dalszy ciąg postępowania jest analogiczny jak w przypadku gdy czynnikiem roboczym jest woda i inne ciecze.

Przy doborze regulatora do obiektu, w którym czynnikiem roboczym są pary i gazy należy posługiwać się równaniem:

$$G = 14,2 K_v(h) \cdot m \cdot \sqrt{10^{-5} P_1 \rho} \quad /11/$$

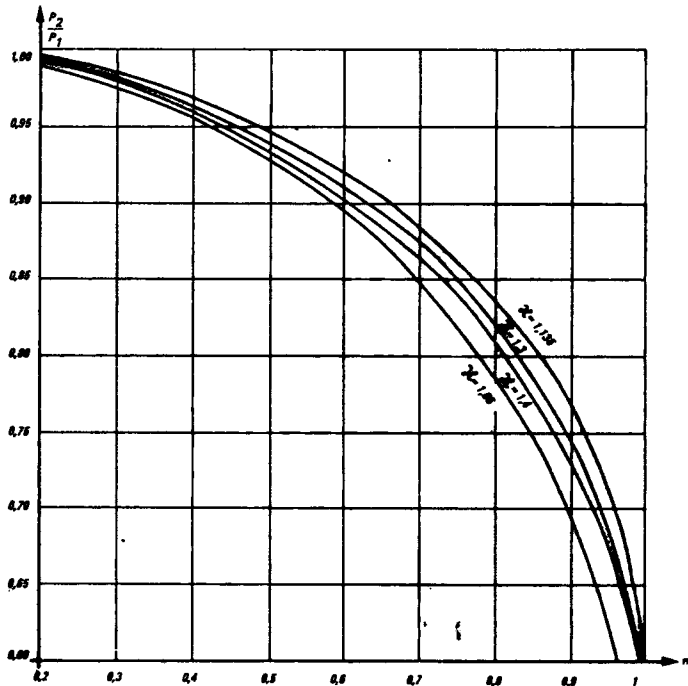
gdzie:

- G - masowe natężenie przepływu $[\text{kg}/\text{h}]$,
- $K_v(h)$ - bieżący współczynnik przepływu $[\text{m}^3/\text{h}]$,
- $m = f\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$ współczynnik zależny od stosunku wartości ciśnień bezwzględnych odpowiednio za i przed zaworem regulatora,

P_1, P_2 - ciśnienia bezwzględne odpowiednio przed i za zaworem re-
gulatora [Pa],

ρ - gęstość czynnika [kg/m^3].

Wartość współczynnika m dla różnych gazów jest podana na rys.3.



Rys.3. Zależność współczynnika m od stosunku ciśnień $\frac{P_2}{P_1}$ (10^5 Pa) dla par i gazów

$\lambda = 1,66$ dla gazów jednoatomowych, jak hel, argon, krypton,

$\lambda = 1,4$ dla gazów dwuatomowych, jak wodór, azot, powietrze, chlor, gaz świetlny,

$\lambda = 1,3$ dla gazów trzy- i wieloatomowych, jak dwutlenek węgla, propan, butan, metan, acetylen, amoniak,

$\lambda = 1,135$ dla pary wodnej.

Uwaga: dla $\frac{P_2}{P_1} < 0,6$ przyjmuje się $m = 1$

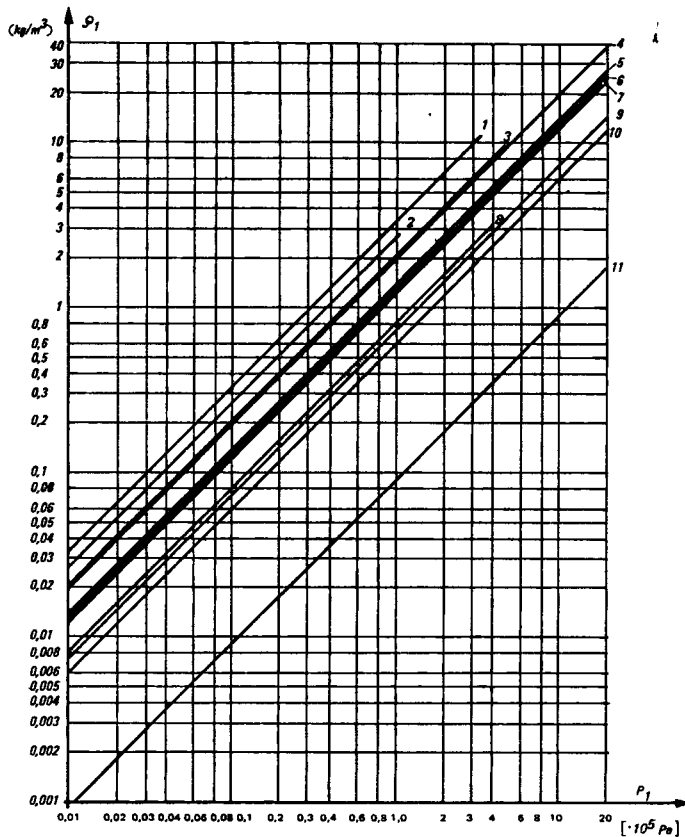
Z równania /11/ określa się

$$[K_v(h)]_{\max} = \frac{G_{\max}}{14,2 \cdot m_{\min} \cdot \sqrt{10^{-5} P_{1\min} \cdot \rho}} \quad /12/$$

gdzie:

$[K_v(h)]_{\max}$ - maksymalny bieżący współczynnik przepływu, który musi być
zapewniony przez dobraćany zawór [m^3/h].

- G_{\max} - maksymalny masowy przepływ w obiekcie [kg/h],
 m_{\min} - wartość współczynnika m dla maksymalnego spadku ciśnienia występującego w zaworze regulatora,
 ρ - gęstość gazu (wartość ρ dla różnych gazów podana jest na rys.4).
 $P_{1 \min}$ - minimalne ciśnienie bezwzględne przed zaworem regulatora [Pa].



Rys.4. Gęstość gazów - zależności od ciśnienia P_1 przy $t = 0^\circ\text{C}$

1 - chlor; 2-butany; 3-propan; 4-dwutlenek węgla; 5-powietrze; 6-azot; 7-acetylen; 8-amoniak;
 9-metan; 10-gaz świetlny; 11-wodór.

Uwaga: Dla rzeczywistej temperatury czynnika różnej od zera gęstość należy skorygować według wzoru:

$$\rho_t = \rho_1 \cdot \frac{273}{273+t}$$

gdzie: t - rzeczywista temperatura czynnika

Dalszy ciąg postępowania analogiczny jak w przypadku gdy czynnikiem roboczym jest woda.

Poniżej podano przykłady podstawowych obliczeń przy doborze regulatorów do obiektu.

Przykład A

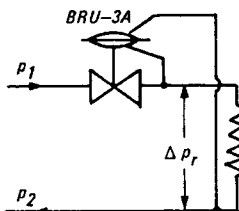
Stabilizacja różnicy ciśnień w instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania zasilanej wodą (na poziomie $1,5 \cdot 10^5$ Pa)

Zakres zmian ciśnienia na wejściu: $p_1 = (8 \div 10) \cdot 10^5$ Pa

Zakres zmian ciśnienia na wyjściu: $p_2 = (4,5 \div 6) \cdot 10^5$ Pa

Masowe natężenie przepływu wody grzewczej: $G = 2,600$ kg/h

Dla rozwiązania powyższego problemu należy zastosować regulator różnicy ciśnień według rysunku 5.



Rys.5. Schemat stabilizacji różnicy ciśnień w instalacji wewnętrznej c.o.

Będzie to regulator BRU-3A, o I zakresie nastaw, bowiem regulowana różnica ciśnień Δp_r wynosi $1,5 \cdot 10^5$ Pa, (nie wybiera się BRU-3B gdy nie ma warunku szczelnego odcinania przepływu).

Czynnikiem płynącym przez zawór regulatora jest woda.

Zatem dla doboru regulatora stosuje się równanie /2/

$$[K_v(h)]_{\max} = 10 \cdot Q \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p_{\min}}}$$

W przykładzie:

$$\Delta p_{\min} = p_{1\min} - p_{2\max} - \Delta p_r = 8 \cdot 10^5 - 6 \cdot 10^5 - 1,5 \cdot 10^5 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$Q = G \cdot 10^{-3} = 2600 \cdot 10^{-3} = 2,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\rho_w = 10^3 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

podstawiając otrzymujemy

$$[K_v(h)]_{\max} = 10 \cdot 2,6 \sqrt{\frac{10^3}{0,5 \cdot 10^5}} = 3,66 \text{ m}^3/\text{h}$$

Z zależności /3/ dobiera się regulator o współczynniku

$$K_{v100} \geq 1,4 \cdot [K_v(h)]_{\max} = 1,4 \cdot 3,66 = 5,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Według danych technicznych z punktu 2.2. najbliższy większy współczynnik przepływu $K_{v100} = 6,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Regulator o tym współczynniku ma średnicę 25 mm.

Sprawdzenie działania regulatora przy maksymalnym spadku ciśnienia

$$[K_v(h)]_{\min} = 10 \cdot Q \sqrt{\frac{p}{\Delta p_{\max}}}$$

$$\Delta p_{\max} = p_{1\max} - p_{2\min} - \Delta p_r = 10 \cdot 10^5 - 4,5 \cdot 10^5 - 1,5 \cdot 10^5 = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

podstawiając:

$$[K_v(h)]_{\min} = 10 \cdot 2,6 \sqrt{\frac{10^3}{4 \cdot 10^5}} = 1,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sprawdzenie według zależności /5/

$$\frac{K_{v100}}{[K_v(h)]_{\min}} = \frac{6,5}{1,3} = 5 < 20$$

Warunek /5/ jest spełniony.

Obliczenie stopnia otwarcia zaworu przy maksymalnym przepływie przez zawór według /7/

$$\frac{h}{h_{\max}} = \frac{[K_v(h)]_{\max}}{K_{v100}} = \frac{3,66}{6,5} = 0,563$$

Obliczenie stopnia otwarcia zaworu przy minimalnym przepływie przez zawór regulatora według /8/

$$\frac{h}{h_{\max}} = \frac{[K_v(h)]_{\min}}{K_{v100}} = \frac{1,3}{6,5} = 0,2$$

Z powyższego sprawdzenia wynika, że w zakresie spadków ciśnień, jakie mogą w analizowanym przykładzie wystąpić w zaworze regulatora, będzie on pracował w zakresie otwarć od 0,2 do 0,56 pełnego skoku. Oznacza to, że regulator został dobrany prawidłowo.

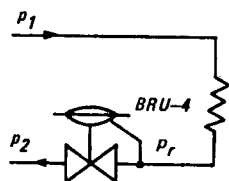
Przykład B

Zabezpieczenie przed zapowietrzeniem instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania, zasilanej wodą.

Zakres zmian ciśnienia dyspozycyjnego: $p_1 = (8 \div 10) \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Zakres zmian ciśnienia na wyjściu: $p_2 = (2 \div 3) \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Masowe natężenie przepływu wody grzejnej: $G = 5000 \text{ kg/h}$



Rys.6. Schemat stabilizacji ciśnienia podporowego w instalacji c.o.

Dla rozwiązania powyższego problemu przy powrocie wody z instalacji należy zastosować regulator stabilizujący ciśnienie przed sobą, czyli regulator BRU-4 (rys.6). Zakłada się, że przy powrocie z instalacji c.o. ciśnienie p_r nie może spaść poniżej maksymalnej wartości z zakresu zmian ciśnienia na wyjściu, czyli $p_r > 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Przyjmujemy wartość

tego ciśnienia $p_r = 3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Wybieramy jednocześnie zakres nastaw regulatora BRU-4, w tym przypadku jest to II zakres od 0,3 do 0,9 MPa.

W zaworze tego regulatora w czasie pracy będą występowały spadki ciśnienia w granicach:

$$\Delta p_{\min} = 3,5 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^5 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\Delta p_{\max} = 3,5 \cdot 10^5 - 2 \cdot 10^5 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Czynnikiem roboczym płynącym przez zawór regulatora jest woda, zatem stosuje się równanie /2/

$$[K_v(\text{h})]_{\max} = 10 \cdot Q \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p_{\min}}}$$

W przykładzie:

$$Q = G \cdot 10^{-3} = 5000 \cdot 10^{-3} = 5,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta p_{\min} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\rho_w = 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$[K_v(\text{h})]_{\max} = 10 \cdot 5,0 \sqrt{\frac{10^3}{0,5 \cdot 10^5}} = 7,07 \text{ m}^3/\text{h}$$

Z zależności /3/ dobiera się regulator o współczynniku przepływu

$$K_{v100} \geq 1,4 \cdot 7,07 = 9,9$$

Z danych technicznych zamieszczonych w punkcie 2.3. wybiera się regulator o najbliższym większym współczynniku K_{v100} , czyli regulator o $K_{v100} = 12 \text{ m}^3/\text{h}$, którego średnica wynosi 32 mm.

Sprawdzenie działania przy maksymalnym spadku ciśnienia w regulatorze:

$$[K_v(h)]_{\min} = 10 \cdot Q \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p_{\max}}}$$

$$Q = 5,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta p_{\max} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\rho_w = 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$[K_v(h)]_{\min} = 10 \cdot 5,0 \sqrt{\frac{10^3}{1,5 \cdot 10^5}} = 4,08 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sprawdzenie według zależności /5/

$$\frac{K_{v100}}{[K_v(h)]_{\min}} = \frac{12}{4,08} = 2,9 < 20$$

Warunek /5/ jest spełniony.

Obliczenie stopnia otwarcia zaworu przy maksymalnym przepływie przez zawór według /7/

$$\frac{h}{h_{\max}} = \frac{[K_v(h)]_{\max}}{K_{v100}} = \frac{7,07}{12} = 0,59$$

Obliczenie stopnia otwarcia zaworu przy nominalnym przepływie przez zawór według /8/

$$\frac{h}{h_{\max}} = \frac{[K_v(h)]_{\min}}{K_{v100}} = \frac{4,08}{12} = 0,34$$

Z powyższego wynika, że w zakresie spadków ciśnienia jakie mogą wystąpić w zaworze regulatora, w analizowanym obiekcie, zawór będzie pracował w zakresie otwarć od 0,34 do 0,59 pełnego skoku, czyli że regulator został dobrany prawidłowo.

Przykład C

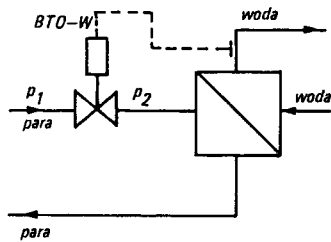
Należy dobrać regulator temperatury wody podgrzewanej w wymienniku gdzie:

przeływ pary nasyconej przez wymiennik cieplny: $G = 400 \text{ kg/h}$.

woda jest podgrzewana do temperatury: 55°C ,

zakres zmian ciśnienia pary p_1 na wlocie do zaworu regulatora: $(4,5 \div 5,0) \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

zakres zmian ciśnienia pary p_2 za zaworem regulatora: $(3,0 \div 4,0) \cdot 10^5 \text{ Pa}$.



Rys.7. Schemat stabilizacji temperatury wody podgrzewanej w wymienniku cieplnym

Dla stabilizacji temperatury wody podgrzewanej w wymienniku należy zastosować regulator temperatury typu BT0 lub BT0-W (rys.7).

Dla doboru regulatora przez zawór, którego płynie para należy zastosować zależność /9/

$$G = K_v(h) \cdot m \cdot Z$$

Z zależności /10/ oblicza się:

$$[K_v(h)]_{\max} = \frac{G}{m_{\min} \cdot Z_{\min}}$$

W przykładzie:

$$G = 400 \text{ kg/h}$$

$$m_{\min} = f\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{\max} \quad \text{wartość współczynnika dla minimalnego spadku ciśnienia na zaworze regulatora}$$

$$\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{\max} = \frac{P_{2\max}}{P_{1\min}} = \frac{5,0 \cdot 10^5}{3,5 \cdot 10^5} = 0,91$$

$$Z \text{ tabl.1 dla } \left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{\max} = 0,91 \quad m = 0,66$$

$$Z \text{ tabl.2 dla } P_{1\min} = 3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad Z_{\min} = 56,4$$

$$[K_v(h)]_{\max} = \frac{400}{0,66 \cdot 56,4} = 10,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Z zależności /3/ wybiera się regulator o współczynniku

$$K_{v100} \geq 1,4 \cdot [K_v(h)]_{\max} = 1,4 \cdot 10,8 = 15,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Z danych technicznych zamieszczonych w punkcie 2.4. należy wybrać regulator o współczynniku $K_{v100} = 18 \text{ m}^3/\text{h}$, czyli regulator o średnicy 40 mm. a więc regulator BTO-W.

Sprawdzenie działania regulatora przy minimalnym przepływie

$$[K_v(h)]_{\min} = \frac{G}{m_{\max} Z_{\max}}$$

$$G = 400 \text{ kg/h}$$

$$m_{\max} = f\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{\min} \quad \text{wartość współczynnika dla maksymalnego spadku ciśnienia w zaworze regulatora}$$

$$\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{\min} = \frac{P_{2\min}}{P_{1\max}} = \frac{4,0 \cdot 10^5}{6,0 \cdot 10^5} = 0,66$$

$$\text{Z tabl. 1 dla } \left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{\min} = 0,66 \quad m = 1$$

$$\text{Z tabl. 2 dla } P_{1\max} = 6,0 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad Z_{\max} = 61,4$$

$$[K_v(h)]_{\min} = \frac{400}{1 \cdot 61,4} = 6,52 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sprawdzenie według zależności /5/

$$\frac{K_{v100}}{[K_v(h)]_{\min}} = \frac{18,0}{6,52} = 2,76 < 20$$

Warunek /5/ jest spełniony.

Obliczenie stopnia otwarcia zaworu przy maksymalnym przepływie przez zawór regulatora

$$\frac{h}{h_{\max}} = \frac{[K_v(h)]_{\max}}{K_{v100}} = \frac{10,8}{18} = 0,6$$

Obliczenie stopnia otwarcia zaworu przy minimalnym przepływie przez zawór regulatora

$$\frac{h}{h_{\max}} = \frac{[K_v(h)]_{\min}}{K_{v100}} = \frac{6,25}{18} = 0,347$$

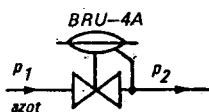
W zakresie spadków ciśnienia, jakie mogą wystąpić w zaworze regulatora temperatury, zawór regulatora BTG-W, o średnicy 40 mm, będzie pracował w zakresie otwarć od 0,35 do 0,6 pełnego skoku.

Przykład D

Regulator ma stabilizować ciśnienie p_2 na poziomie $5 \cdot 10^5$ Pa.

W układzie pneumatycznym masowy przepływ azotu wynosi: $G = 100$ kg/h.

Zakres zmian ciśnienia zasilania p_1 wynosi: $6 \div 10 \cdot 10^5$ Pa.



Rys.8. Schemat stabilizacji ciśnienia zasilania instalacji

Dla stabilizacji ciśnienia zasilania układu należy zastosować regulator typu BRU-4A lub BRU-P (rys.8)

Dla doboru zaworu regulatora, przez który płynie azot należy zastosować zależność /11/

$$G = 14,2 K_v(h) \cdot m \sqrt{10^{-5} P_1 \rho}$$

Z zależności /12/ oblicza się

$$[K_v(h)]_{\max} = \frac{G}{14,2 \cdot m_{\min} \sqrt{10^{-5} P_{1 \min} \rho}}$$

gdzie:

$[K_v(h)]_{\max}$ - maksymalny bieżący współczynnik przepływu, który musi zapewnić doborany zawór $[m^3/h]$,

$m_{\min} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{\max}$ - wartość współczynnika dla minimalnego spadku ciśnienia w zaworze regulatora,

$$\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{\max} = \frac{P_{2 \max}}{P_{1 \min}} = \frac{6 \cdot 10^5}{7 \cdot 10^5} = 0,857$$

Z rys.3 dla $\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{\max} = 0,857$ $m = 0,775$

Z rys.4 dla $P_{1 \min} = 7 \cdot 10^5$ Pa ρ azotu = 9 kg/m^3

$$[K_v(h)]_{\max} = \frac{100}{14,2 \cdot 0,775 \cdot \sqrt{10^{-5} \cdot 7 \cdot 10^5 \cdot 9}} = 11,35 \text{ m}^3/h$$

Z zależności /3/ wybiera się regulator o współczynniku

$$K_{v100} \geq 1,4 \cdot 11,35 = 15,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

Z danych technicznych zamieszczonych w punkcie 2.3. należy wybrać regulator o współczynniku $K_{v100} = 18 \text{ m}^3/\text{h}$, czyli regulator o średnicy 40 mm. Sprawdzenie działania tego regulatora przy minimalnym przepływie

$$[K_v(h)]_{\min} = \frac{G}{14,2 \cdot m_{\max} \sqrt{10^{-5} P_{1\max} \rho}}$$

$m_{\max} = f\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{\min}$ - wartość współczynnika dla maksymalnego spadku ciśnienia w zaworze regulatora

$$\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{\min} = \frac{P_{2\min}}{P_{1\max}} = \frac{6 \cdot 10^5}{11 \cdot 10^5} = 0,546$$

Z rys.3 dla $\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{\min} = 0,546$ $m = 1$

Z rys.4 dla $P_{1\max} = 11 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ $\rho \text{ azotu} = 14 \text{ kg/m}^3$

$$[K_v(h)]_{\min} = \frac{100}{14,2 \cdot 1 \cdot \sqrt{10^{-5} \cdot 11 \cdot 10^5 \cdot 14}} = 5,67 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sprawdzenie według zależności /5/

$$\frac{K_{v100}}{K_{v\min}} = \frac{18}{5,67} = 3,17 < 20$$

Warunek /5/ jest spełniony.

Obliczenie stopnia otwarcia zaworu przy maksymalnym przepływie

$$\frac{h}{h_{\max}} = \frac{[K_v(h)]_{\max}}{K_{v100}} = \frac{11,35}{18} = 0,63$$

Obliczenie stopnia otwarcia zaworu przy minimalnym przepływie

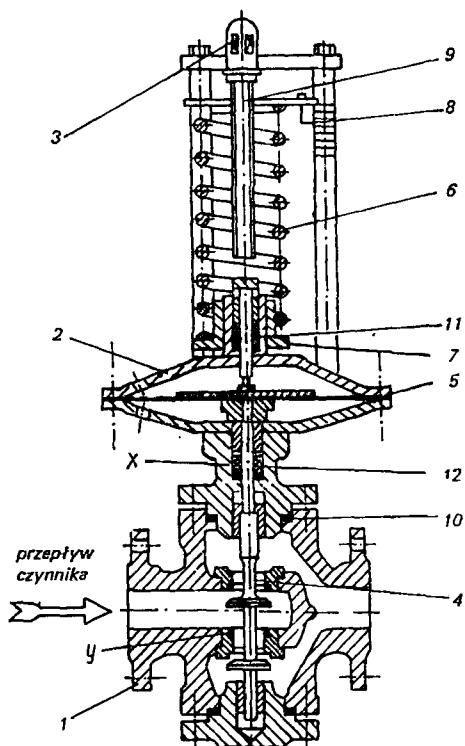
$$\frac{h}{h_{\max}} = \frac{[K_v(h)]_{\min}}{K_{v100}} = \frac{5,67}{18} = 0,35$$

W zakresie spadków ciśnienia jakie mogą wystąpić na zaworze regulatora w procesie stabilizacji ciśnienia azotu, zawór regulatora BRU-4A lub BRU-P. o średnicy 40 mm będzie pracował w zakresie od 0,35 do 0,63 pełnego otwarcia.

2.2. Regulatory różnicy ciśnień typ: BRU-2A, BRU-3, BRU-3A, BRU-3B

Regulatory różnicy ciśnień mogą być stosowane do stabilizacji spadku ciśnienia w zwięźce lub odcinku przewodu instalacyjnego, o znanej oporności, mogą też być stosowane do stabilizacji spadku ciśnienia w instalacji hydraulicznej, której oporność zmienia się. Regulator zastosowany do stabilizacji spadku ciśnienia w elemencie o stałej i znanej oporności jest regulatorem natężenia przepływu.

Budowę regulatorów różnicy ciśnień przedstawiono na rys.9. na przykładzie regulatora BRU-2A.



Rys.9. Regulator bezpośredniego działania różnicy ciśnień BRU-2A. 1—zawór regulacyjny, 2—siłownik membranowy, 3—urządzenie nastawy, 4—zespół grzybka, 5—membrana, 6—sprężyna, 7—dolny talerz sprężyny, 8—wskaźnik, 9—śruba nastawniczy, 10—uszczelka korpusu, 11, 12—uszczelnienia

Tablica 5

Wykaz różnic występujących w odmianach konstrukcyjnych regulatorów BRU

Odmiana	Uszczelki X	Gniazda Y
BRU-2A	ma	twarde
BRU-3	nie ma	twarde
BRU-3A	ma	twarde
BRU-3B	ma	elastyczne

Regulator BRU-3 można stosować tam, gdzie przewód impulsowy wyższego ciśnienia może być umieszczony tuż za zaworem regulatora.

Regulatory BRU-2A, BRU-3A i BRU-3B mogą być użyte do stabilizacji ciśnienia w elementach instalacji położonych w dowolnej odległości, za zaworem regulatora.

Regulator BRU-3B należy stosować tam, gdzie występuje konieczność całkowitego odcięcia przepływu przez zawór regulatora.

Dane techniczne

Srednica nominalna zaworu regulatora (D_n)	mm	20	25	32	40	50	65
Nominalny współczynnik przepływu zaworu regulatora (K_{v100})	m^3/h	5	6,5	12	18	37	54
Maksymalne ciśnienie na wlocie do zaworu regulatora (p_z)	MPa	1,6					
Dopuszczalny spadek ciśnienia na zaworze regulatora (Δp)	MPa	1,2					
Maksymalna temperatura czynnika regulowanego (t_{max})	$^{\circ}C$	150					
Zakres temperatur otoczenia (Δt_o)	$^{\circ}C$	5...40					
Zakres wilgotności względnej otoczenia ($\Delta \psi$)	%	5...95					

c.d. danych technicznych

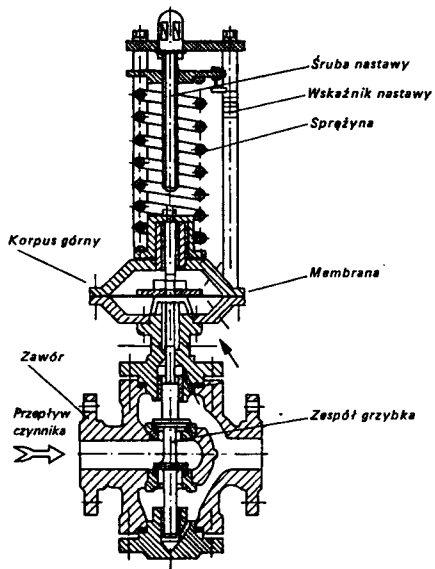
Zakres regulowanej różnicy ciśnień (Δp_r) dla BRU-2A	MPa	0,005...0,02 0,010...0,04 0,030...0,12
		0,090...0,36 0,300...0,80
dla BRU-3, BRU-3A, BRU-3B		
Charakterystyka regulacji		proporcjonalna
Zakres proporcjonalności	%	do 10% górnej wartości zakresu nastawy
Strefa nieczułości (δ) dla BRU-2A i I zakresu nastawy BRU-3, BRU-3A, BRU-3B	%	1,6% górnej wartości zakresu nastawy
		2,5% górnej wartości zakresu nastawy
dla II zakresu nastawy BRU-3, BRU-3A, BRU-3B		
Dopuszczalny przeciek względny (η) BRU-3B	%	całkowicie szczelne
		0,5% nominalnego współczynnika przepływu K_{v100}
BRU-2A, BRU-3, BRU-3A		

Sposób zamawiania

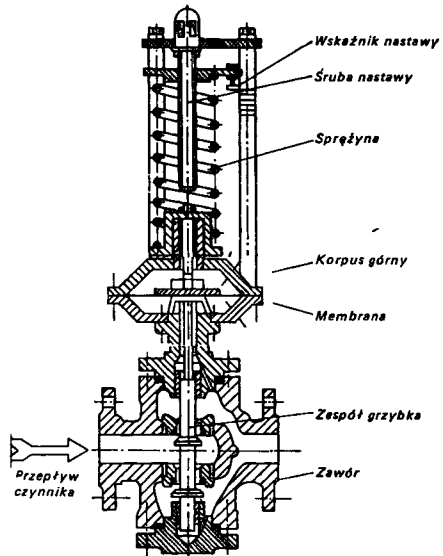
Zamówienia na regulatory różnicy ciśnień należy składać u producenta: Zakłady Automatyki MERA-POLNA, ul. Obozowa 23, 37-700 Przemysł. W zamówieniu należy podać typ regulatora, średnicę nominalną zaworu regulatora i zakres regulowanej różnicy ciśnień (zakres nastaw).

2.3. Regulatory ciśnienia typ: BRU-4, BRU-4A, BRU-P

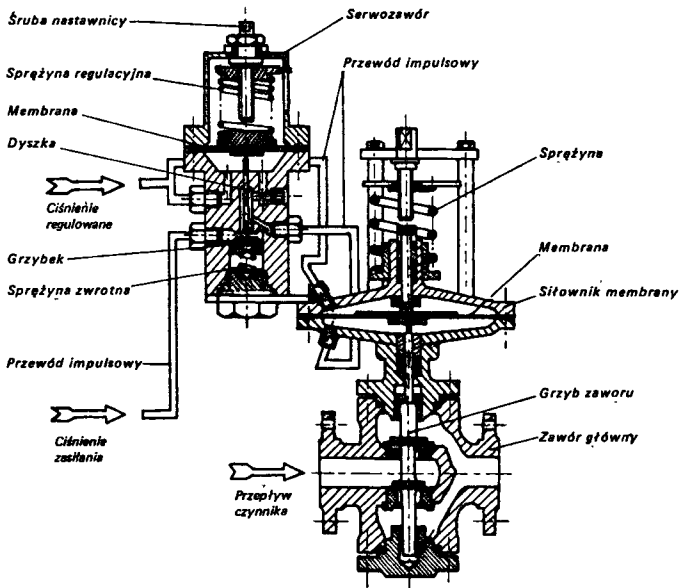
Regulatory te mogą być stosowane do regulacji ciśnienia przed regulatorem (w przypadku odmiany BRU-4) lub za regulatorem (BRU-4A, BRU-P). Wszystkie regulatory ciśnienia zapewniają całkowitą szczelność odcięcia, dzięki zastosowaniu elastycznych gniazd w zaworach. Budowę regulatorów pokazano na rys. 10, 11 i 12.



Rys.10. Regulator ciśnienia BRU-4



Rys.11. Regulator ciśnienia BRU-4A



Rys.12. Regulator ciśnienia BRU-P

Dane techniczne

Srednica nominalna zaworu regulatora (D_n)	mm	20	25	32	40	50	65
Nominalny współczynnik przepływu zaworu (K_{v100})	m^3/h	5	6,5	12	18	37	54
Maksymalne ciśnienie na wlocie do zaworu regulatora (p_z)	MPa	1,6					
Dopuszczalny spadek ciśnienia na zaworze regulatora Δp	MPa	1.2					
Maksymalna temperatura czynnika regulowanego t_{max}	$^{\circ}C$	150					
Zakres temperatur otoczenia (t_o)	$^{\circ}C$	5...40					
Zakres wilgotności względnej otoczenia ($\Delta\varphi$)	%	5...95					
Zakresy regulowanego ciśnienia (p_r) dla BRU-4, BRU-4A	MPa	0,09...0,36 0,3...0,8					
dla BRU-P		0,01...0,1 0,04...0,4 0,1...1					
Charakterystyka regulacji	-	całkująca dla BRU-P i proporcjonalna do pozostałych regulatorów					
Zakres proporcjonalności dla BRU-4 i BRU-4A	%	do 10% górnej wartości zakresu nastawy					
Strefa nieczułości dla BRU-4, BRU-4A	%	I zakres nastaw 1,6% górnej wartości zakresu nastawy, II zakres nastaw 2,5% górnej wartości zakresu nastawy					
dla BRU-P		1,6% górnej wartości zakresu nastawy					
Dopuszczalny przeciek względny (q)	%	0					

Sposób zamawiania

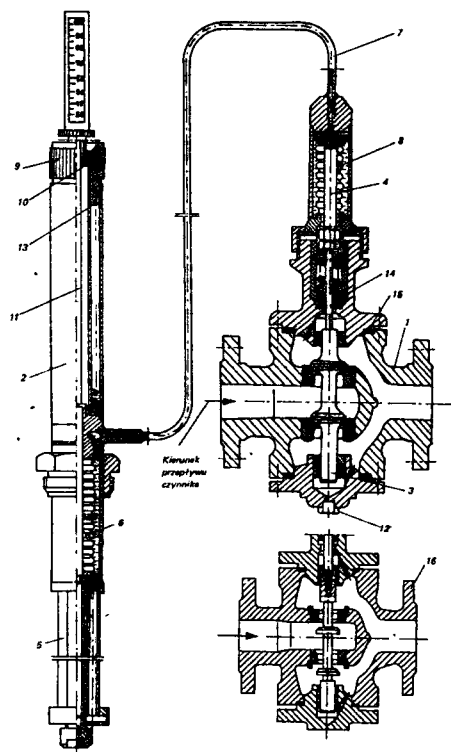
Zamówienia na regulatory ciśnienia należy składać u producenta: Zakłady Automatyki MERA-POLNA, ul.Obozowa 23, 37-700 Przemyśl.

W zamówieniu należy podać typ regulatora, średnicę nominalną i zakres regulowanego ciśnienia.

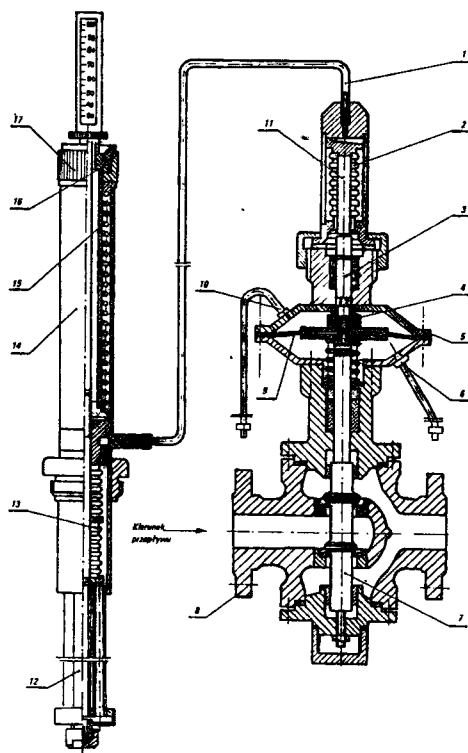
2.4. Regulatory temperatury

Regulatory typu BTO, BTO-A, BTO-W

Regulatory te są stosowane do regulacji temperatury wody podgrzewanej w wymiennikach ciepłych w zakresie 30... 100°C, z możliwością nastawiania każdej temperatury pośredniej. Budowę regulatorów pokazano na rys.13 i 14.



Rys.13. Regulator bezpośredniego działania temperatury BTO. 1—zawór regulacyjny dwugniazdowy, 2—czujnik, 3—zespół grzybka, 4—trzcina mieszka wykonawczego, 5—element termometryczny, 6—mieszek przegrzania, 7—kapilara, 8—zespół mieszka wykonawczego, 9—pokrętło zadajnika, 10—nakrętka, 11—trzcina, 12—korek rewizyjny, 13—sprężyna, 14—pakunek uszczelniający, 15—uszczelka korpusu, 16—korpus BTO-A



Rys.14. Regulator temperatury z wzmocnieniem BTO-W. 1—kapilara, 2—mieszek wykonawczy, 3—trzcina pośredni, 4—zespół dysza-przesłona, 5—sitàownik membranowy, 6—przewód impulsowy sptywu, 7—zespół grzybka, 8—zawór regulacyjny dwugniazdowy, 9—membrana sitàownika, 10—przewód impulsowy zasilania, 11—trzcina wykonawczy, 12—element termometryczny, 13—mieszek przegrzania, 14—czujnik, 15—ustawnik mieszka przegrzania, 16—nakrętka otworowa, 17—pokrętło zadajnika

Dane techniczne

Srednica nominalna (D_n) dla BTO, BTO-A dla BTO-W	mm	20	25	32			
		20	25	32	40	50	65
Nominalny współczynnik przepływu zaworu (K_{v100}) dla BTO, BTO-A dla BTO-W	m^3/h	5	6,5	12			
		5	6,5	12	18	37	54
Zakres działania	$^{\circ}C$	6+20%	7+20%	3+20%	10+20%		
Maksymalne ciśnienie na wlocie do zaworu regulatora (p_z)	MPa	1,6					
Dopuszczalny spadek ciśnienia w zaworze (Δp)	MPa	1.2					
Minimalny wymagany spadek ciśnienia w komorach siłownika BTO-W (Δp_{min})	MPa	0,075		0,085		0.1	
Maksymalna temperatura czynnika płynącego przez zawór regulatora (t_{max})	$^{\circ}C$	150					
Zakres temperatur otoczenia (t_o)	$^{\circ}C$	5...40					
Zakres wilgotności względnej otoczenia ($\Delta \varphi$)	%	5...95					
Zakres nastaw (t_r)	$^{\circ}C$	30...100±5					
Dopuszczalne przegrzanie (t_p)	$^{\circ}C$	75					
Charakterystyka regulacji		proporcjonalna					
Strefa niejednoznaczności (δ)	$^{\circ}C$	1.6			2.5		
Dopuszczalny przeciek względny dla wykonania normalnego BTO i BTO-A dla wykonania specjalnego BTO i normalnego BTO-W	%	0.5% wartości nominalnego współczynnika przepływu zaworu K_{v100} 0.1% wartości nominalnego współczynnika przepływu zaworu K_{v100}					
Stała czasowa zastępcza dla BTO, BTO-A (τ)	s	< 20					
Czas ustalania się dla BTO-W (τ_u)	s	< 60					

Sposób zamawiania

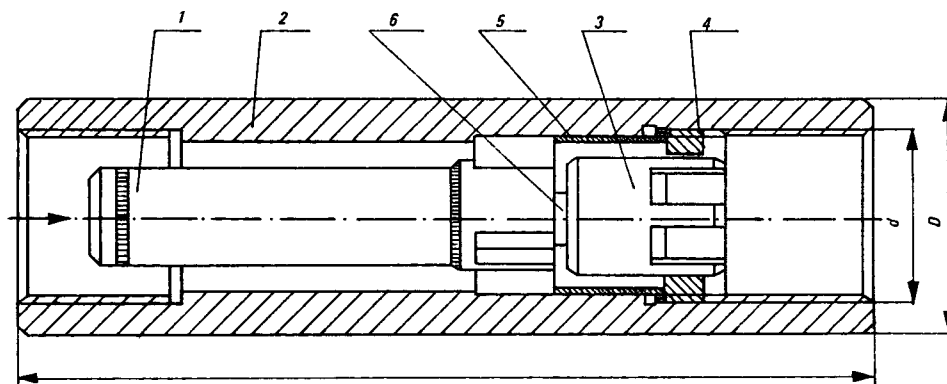
Zamówienia na regulatory temperatury BTO, BTO-A i BTO-W należy składać u producenta: Zakłady Automatyki MERA-POLNA, ul. Obozowa 23, 37-700 Przemyśl.

W zamówieniu należy podać typ regulatora i średnicę nominalną zaworu regulatora.

Regulator typu BTV

Zadaniem regulatora jest ograniczenie przepływu czynnika płynącego przez zawór regulatora, gdy temperatura tego czynnika wzrasta powyżej 40°C .

Regulator jest przeznaczony do ograniczania przepływu wody w obiegu cyrkulacyjnym wężla ciepłego. Budowę regulatora pokazano na rys.15.



Rys.15. Regulator temperatury BTV. 1-czujnik, 2-korpus, 3-suwak, 4-tuleja suwaka, 5-tuleja dystansowa, 6-popychacz

Dane techniczne

Średnica nominalna regulatora (D_n)	mm	20	25	40
Nominalny współczynnik przepływu (K_{v100})	m^3/h	3	6	10
Zakres działania	$^{\circ}\text{C}$	5		
Maksymalne ciśnienie czynnika regulowanego (P_z)	MPa	1		

c.d. danych technicznych

Dopuszczalny spadek ciśnienia w regulatorze (Δp)	MPa	0,4
Maksymalna temperatura czynnika przepływającego przez regulator (t_{max})	$^{\circ}C$	100
Charakterystyka regulacji		proporcjonalna
Nominalna wartość nastawy (t_r)	$^{\circ}C$	40 ± 2
Dopuszczalne przegrzanie (t_p)	$^{\circ}C$	60
Zakres temperatury otoczenia (Δt_o)	$^{\circ}C$	5...40
Wilgotność względna $\Delta \varphi$	%	5...95
Dopuszczalny przeciek względny (q)	%	10% wartości nominalnej współczynnika przepływu K_{v100}
Czas ustalania się (τ_u)	min	5

Sposób zamawiania

Zamówienia na regulatory temperatury BTV należy składać u producenta:

Zakłady Automatyki MERA-POLNA, ul. Obozowa 23, 37-700 Przemyśl.

W zamówieniu należy podać średnicę nominalną regulatora.

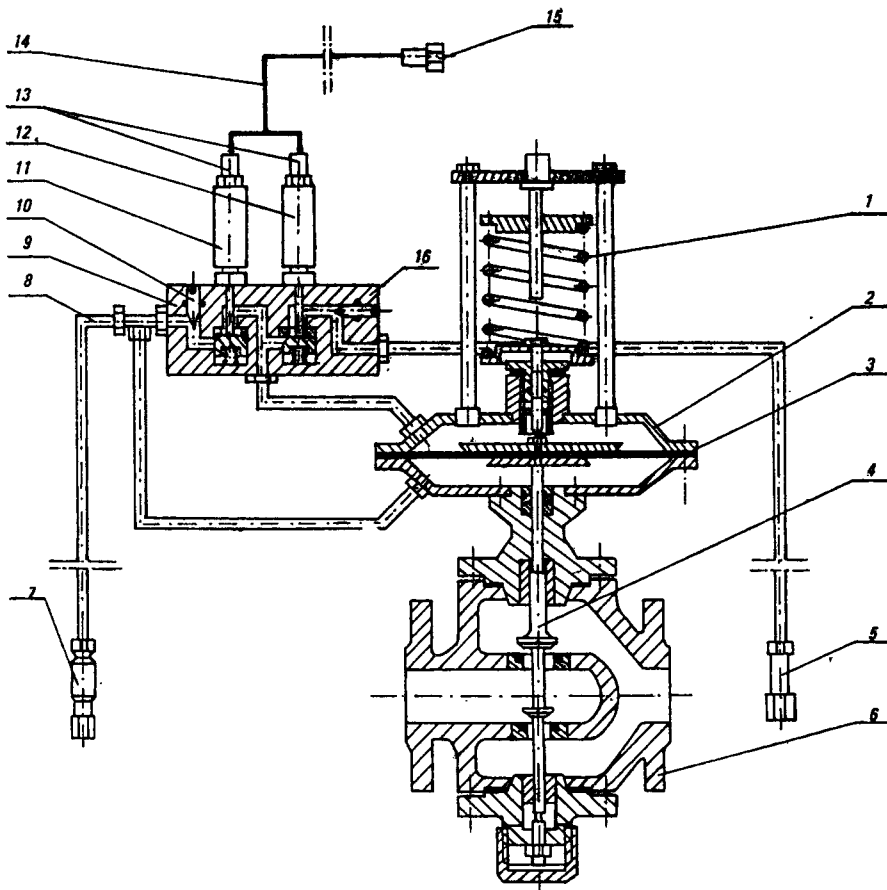
Regulator hybrydowy temperatury typu BTH

Regulator jest przeznaczony do regulacji temperatury czynnika hydraulicznego według nastawianej liniowej zależności tej temperatury od temperatury zewnętrznej. Przeznaczony jest przede wszystkim do regulacji temperatury wody w instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania w budynkach komunalnych, do których energia cieplna jest dostarczona z ciepłowni lokalnych lub elektrociepłowni.

Regulator ten jest wyposażony w programator dobowy, który pozwala na automatyczne obniżanie temperatury wody płynącej przez grzejniki w okresie nocnym oraz na automatyczne podwyższanie tej temperatury (w stosunku do nastawy dziennej) w okresie porannym.

Regulator jest złożony z dwóch zespołów: elektronicznego i wykonawczego, połączonych elektrycznie.

Budowę zespołu wykonawczego, w którym do zmiany położenia grzyba zaworu jest wykorzystana energia czynnika płynącego przez zawór, pokazano na rys. 16.



Rys.16. Zespół wykonawczy elektrohydrauliczny regulatora BTH/EH. 1—sprężyna, 2—siłownik, 3—membrana, 4—trzępię grzyba, 5—końcówka impulsowa spływową, 6—zawór, 7—końcówka impulsowa zasilania, 8—przewód impulsowy zasilania, 9—sterownik elektrohydrauliczny, 10—dławik regulacyjny zasilania, 11—elektromagnes sterujący dopływem czynnika nad membraną, 12—elektromagnes sterujący odpływem czynnika z nad membrany, 13—gniazda elektromagnesów, 14—kabel trójżyłowy, 15—wtyk do zespołu elektronicznego, 16—dławik regulacyjny spływową

Zespół elektroniczny zasilany napięciem sieciowym ma postać aparatury przystosowaną do zamocowania na ścianie pomieszczenia węzła cieplnego. W zespole elektronicznym są umieszczone pokręta nastaw charakterystyk regulacyjnych oraz pokręta nastaw dynamicznych. W zespole tym jest umieszczony również zegar programatora.

W skład kompletnego regulatora wchodzi również dwa czujniki rezystancyjne: temperatury wody i temperatury powietrza.

Dane techniczne

Srednica nominalna regulatora (D_n)	mm	20	25	32	40	50	65
Współczynnik przepływu (K_{v100})	m^3/h	5	6,5	13	18	37	54
Maksymalna temperatura czynnika płynącego przez zawór regulatora (t_{max})	$^{\circ}C$	150					
Dopuszczalny spadek ciśnienia w zaworze regulatora (Δp)	MPa	1,2					
Dopuszczalny przeciek względny (q)	%	0					
Zasilanie elektryczne	V; Hz	220 ^{+10%} _{-15%} ; 50 ₊₂					
Zakres nastaw temperatury czynnika (t_{cz})	$^{\circ}C$	80...140 ₊₂					
Zakres zmian temperatury zewnętrznej kompensowanej przez regulator (t_z)	$^{\circ}C$	-30...+20					
Zakres wzmocnienia kompensacyjnego od temperatury zewnętrznej (K)		1...3 _{+0,4}					
Strefa nieczułości (δ)	$^{\circ}C$	2,5 _{+0,5}					
Zakres długości impulsu (T_i)	s	0,2...1,8 _{+10%}					
Zakres okresu impulsowości (T_o)	s	12...108 _{+10%}					
Programowe obniżenie nastawy temperatury czynnika w okresie nocnym (Δt_n)	$^{\circ}C$	0...40 ₊₂					
Programowe podwyższenie nastawy temperatury czynnika w okresie porannym (Δt_w)	$^{\circ}C$	0...20 ₊₂					
Temperatura otoczenia (Δt_o)	$^{\circ}C$	5...40					
Wilgotność względna ($\Delta \xi$)	%	5...95					

Sposób zamawiania

Zamówienia na regulatory temperatury typ BTH należy składać u producenta:
Zakłady Automatyki MERA-POLNA, ul. Obozowa 23, 37-700 Przemysł.

W zamówieniu należy podać średnicę nominalną zaworu regulatora.

3. OGÓLNE ZASADY MONTAŻU I WYKONANIA REGULATORÓW PODSYSTEMU MOTOSTAT

- Wszystkie regulatory wymienione w informatorze, z wyjątkiem regulatora temperatury typu BTV, są przystosowane do mocowania kołnierzego. Regulatory typu BTV są przystosowane do mocowania rurowego.
- Regulator montuje się bezpośrednio na rurociągu wraz z filtrem typu FS, zamocowanym do kołnierza wlotowego regulatora.
Producentem filtra jest dostawca regulatora. Regulatory typu BTV nie wymagają zabezpieczenia filtrem.
- Zespół regulatora z filtrem należy montować z zapewnieniem przed i za zespołem regulatora prostych odcinków rurociągów, o długości równej minimum pięciokrotnej wartości średnicy nominalnej zaworu regulatora.
- Przed zamontowaniem zaworu regulatora przyłącza rurociągu należy starannie oczyścić z zanieczyszczeń, rdzy, zgorzeliny walcowniczej, spawalniczej, tłuszczy, smarów oraz obcych ciał. Wskazane jest również, szczególnie w węzłach eksploatowanych powyżej 5 lat, płukanie instalacji według metody opracowanej przez OBRC-SPEC Warszawa, zawartej w "Instrukcji chemiczno-hydraulicznego płukania instalacji wewnętrznych centralnego ogrzewania".
- W czasie montażu regulator i filtr muszą być zabezpieczone przed przedostaniem się do zespołu odprysków metalu powstających w czasie spawania.
- Wszystkie połączenia kołnierzowe regulatora, muszą być uszczelnione.
- Kierunek przepływu czynnika powinien być zgodny z kierunkiem oznaczonym strzałką na korpusie regulatora i filtru.
- Przewody impulsowe regulatorów należy podłączyć zgodnie z instrukcjami montażu i obsługi dla poszczególnych typów regulatorów.
- W czasie montażu regulatorów temperatury typu BTO i BTO-W nie wolno uszkodzić kapilary łączącej czujnik z zaworem.
- Czujnik regulatora temperatury montuje się w kolektorze lub kolanie wymiennika cieplnego, po stronie wody ogrzewanej.

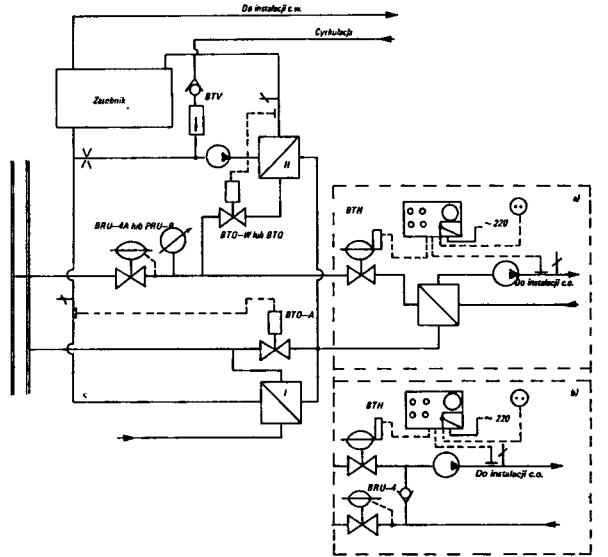
- Część termometryczna czujnika musi być w całości omywana wodą, której temperatura jest regulowana. Jest to warunek konieczny dla prawidłowego działania regulatora temperatury.
- W pobliżu czujnika regulatora temperatury powinien być zamontowany termometr.
- W pobliżu miejsc podłączenia do rurociągów przewodów impulsowych regulatorów ciśnienia i różnicy ciśnień powinny być zamontowane manometry.
- Po zamontowaniu regulatorów, czujników oraz przewodów impulsowych można przystępować do zasilania instalacji.
- Czynniki hydrauliczne do zaworu regulatora należy doprowadzać w sposób łagodny, unikając uderzeń hydraulicznych.
- Nastawy regulatorów należy dokonywać obserwując wskazania termometrów przy regulatorach temperatury i wskazania manometrów przy regulatorach ciśnienia i różnicy ciśnień.
- Po uruchomieniu i nastawieniu nastawy, regulatory nie wymagają dalszej obsługi z wyjątkiem:
 - doszczelnienia połączeń, o ile występują w nich przecieki zewnętrzne czynnika roboczego.
 - czyszczenia wkładów filtrujących filtrów w okresie: 1 do 3 miesięcy w zależności od stopnia zanieczyszczenia czynnika roboczego.

4. PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ REGULATORÓW PODSYSTEMU MOTOSTAT

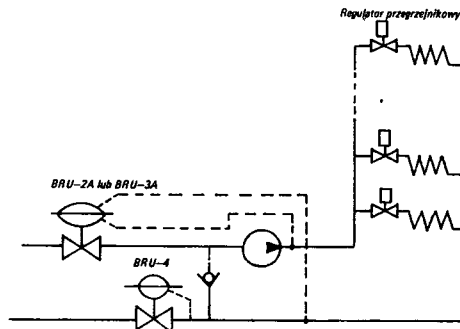
Regulatory podsystemu MOTOSTAT są stosowane przede wszystkim w automatycznej regulacji węzłów cieplnych (rys. 17, 18, 19).

W pokazanym na rysunkach węźle cieplnym jest umieszczony w wejściu do węzła regulator ciśnienia typu BRU-4A lub BRU-P, którego zadaniem jest stabilizacja ciśnienia zasilania węzła. Regulator taki kompensuje zmiany ciśnienia zasilania węzła wynikające z wahań ciśnienia w przewodzie zasilającym sieci ciepłej oraz zakłóceń ciśnienia wprowadzonych przez działanie kolejnych regulatorów, czyli regulatora temperatury ciepłej wody użytkowej i regulatora temperatury wody w instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania.

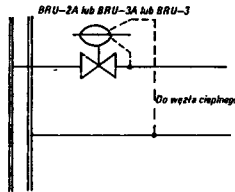
Zastosowanie w wejściu do węzła regulatora ciśnienia BRU-4A lub BRU-P znacznie łagodzi warunki pracy dwóch następnych regulatorów BTO-W lub BTO BTH.



Rys. 17. Schemat zautomatyzowanego węzła ciepłego z wymiennikiem II stopnia ciepłej wody użytkowej pracującym równoległe z obwodem centralnego ogrzewania; a) obwód centralnego ogrzewania wymiennikowy, b) obwód centralnego ogrzewania z mieszania pompowego



Rys. 18. Schemat zautomatyzowanego węzła centralnego ogrzewania przy zastosowaniu regulatorów przyrępnikowych



Rys. 19. Schemat zastosowania stabilizacji różnicy ciśnień na przyłączy węzła ciepłego

Przy wejściu wody sieciowej do wymiennika II stopnia jest umieszczony regulator temperatury stałowartościowy (typu BTO-W lub BTO).

Czujnik tego regulatora powinien być umieszczony przy wyjściu wody podgrzewanej z wymiennika II stopnia. Gdy temperatura ciepłej wody użytkowej wypływającej z wymiennika wzrośnie ponad wartość zadaną, zawór regulatora temperatury przy-
myka się zmniejszając przepływ wody sieciowej przez wymiennik II stopnia.

Na rysunku 17 pokazano zastosowanie regulatora BTO-A, którego zadaniem jest ograniczenie przepływu wody sieciowej grzejnej przez wymiennik I stopnia. Stwierdzono doświadczalnie, że w węzłach cieplnych z dwustopniowymi wymiennikami występują przypadki podgrzewania wody w wymienniku I stopnia, ponad wartość zadaną (regulowaną w II stopniu). Występuje to wówczas, gdy woda powrotna z centralnego ogrzewania i wymiennika II stopnia ma za wysoką temperaturę. Ciepła woda użytkowa z wymiennika I stopnia wchodzi bezpośrednio do zasobnika. Jeśli nie stosuje się zabezpieczenia przed jej nadmiernym podgrzewaniem, to właściwie działający regulator temperatury w II stopniu wymiennika nie zapewni ograniczenia temperatury ciepłej wody użytkowej płynącej do odbiorcy.

W obwodzie cyrkulacyjnym ciepłej wody użytkowej pokazano zastosowanie regulatora temperatury typu BTV. Regulator ten służy do ograniczenia przepływu wody w przewodzie cyrkulacyjnym, o ile temperatura tej wody zaczyna przekraczać 40°C.

Na rysunku 17a i 17b pokazano zastosowanie regulatora temperatury (typu BTH) do regulacji temperatury w instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania, w zależności od temperatury powietrza na zewnątrz budynku.

Zespół wykonawczy regulatora jest montowany w rurociągu wody sieciowej zasilającej wymiennik (rys. 17a) lub przed przewodem podmieszania (rys. 17b). Zespół elektroniczny regulatora jest umieszczony na ścianie pomieszczenia węzła cieplnego.

W obu omawianych przypadkach, w rurociągu instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania za pompą umieszcza się termometr oporowy (czujnik temperatury wody). Drugi termometr oporowy (czujnik temperatury powietrza) umieszcza się na północnej, ewentualnie północno-wschodniej ścianie budynku. Termometry oporowe oraz zespół wykonawczy są połączone przewodami elek-

trycznymi z zespołem elektronicznym, który jest zasilany napięciem z sieci 220 V/50 Hz. W zespole elektronicznym są umieszczone pokręta przy pomocy których, nastawia się żądany przebieg zależności temperatury wody od temperatury zewnętrznej.

Regulator BTH umożliwia obniżenie temperatury wody w stosunku do tzw. dziennej nastawy w czasie nocy oraz podwyższanie temperatury wody również w stosunku do dziennej nastawy w okresie porannym.

Gdy temperatura wody w instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania jest wyższa od zadanej, to sygnał elektryczny wysyłany do zespołu wykonawczego powoduje przemykanie zaworu zespołu wykonawczego, czyli zmniejsza ilość wody grzejnej przepływającej przez wymiennik (przy rozwiązaniu węzła pokazanym na rys. 17a) lub zmniejsza ilość czynnika grzejjego płynącego do instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania (przy rozwiązaniu pokazanym na rys. 17b).

W skrajnym przypadku, przy dużej nadwyżce temperatury wody sieciowej zawór regulatora BTH może się zamknąć całkowicie, dlatego przy powrocie z instalacji zastosowano regulator ciśnienia typu BRU-4, którego zadaniem jest zabezpieczenie instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania przed zapowietrzeniem.

Na rysunku 18 pokazano przykład rozwiązania automatycznej regulacji węzła centralnego ogrzewania z zastosowaniem regulatorów przygrzejnikowych. Ze względu na to, że działanie regulatorów przygrzejnikowych zmienia oporność hydrauliczną instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania, przy wejściu zastosowano regulator różnicy ciśnień BRU-2A lub BRU-3A (zależnie od wysokości budynku), a przy powrocie z instalacji wewnętrznej regulator BRU-4, zapobiegający zapowietrzaniu instalacji.

Na rysunku 19 pokazano wejście węzła cieplnego, gdzie zamiast stabilizacji ciśnienia wejściowego zastosowano stabilizację różnicy ciśnień na przyłączy, poprzez zamontowanie regulatora różnicy ciśnień typu BRU-3A.