

Jan OKOŁO-KUŁAK
Włodzimierz OGULEWICZ

ZASTOSOWANIE, KONSTRUKCJA I BADANIA REGULATORA STAŁEGO PRZEPLYWU

Streszczenie. W artykule omówiono różne zastosowania regulatorów stałego przepływu. Przedstawiono prototyp regulatora wykonany dla chłodnictwa. Zaprezentowano wyniki badań tego prototypu.

APPLICATION, DESIGN AND TESTING OF THE CONSTANT FLOW CONTROLLER

Summary. In this paper was discussed different applications of constant flow controllers. Described controller was as the prototype of constant flow controller made for refrigerating engineering. The obtained results from a test facility has been given.

ANWENDUNG, KONSTRUKTION UND UNTERSUCHUNGEN EINES REGLERS MIT KONSTANTEM DURCHFLUSS

Zusammenfassung. Im Aufsatz wurden verschiedene Anwendungen von Reglern arbeitenden nach dem Prinzip des konstanten Flusses besprochen. Ein speziell für die Kältetechnik entwickelter Regler dieser Bauart ist vorgestellt worden. Forschungsergebnisse dieses Reglers sind beigefügt werden.

WSTĘP

Regulatory przepływu są urządzeniami sterującymi przepływem płynu w rurociągu. Najczęściej regulowany jest nimi przepływ strumienia masy. Regulatory przepływu można podzielić na stałowartościowe, regulujące przepływ wg określonego programu oraz pracujące jako podrzędne w regulacji kaskadowej. Innym podziałem tych urządzeń jest podział na regulatory wykorzystujące do swego działania energię płynu przepływającego w rurociągu oraz na (pneumatyczne lub elektryczne) regulatory zasilane energią dostarcza-

ną z zewnątrz. W praktyce najczęściej znajdują zastosowanie regulatory stałowartościowe (z nastawialną lub nie wartością zadaną) wykorzystujące do napędu energię płynu przepływającą przez rurociąg.

Uogólniając, można powiedzieć, że wszędzie tam, gdzie przyczyny zewnętrzne lub wewnętrzne usiłują zakłócić działanie urządzenia przepływowego, zastosowanie regulatora stałego przepływu radykalnie poprawia sytuację.

Okazuje się, że dokładność regulatora wcale nie musi być zbyt duża, w praktyce najczęściej wystarcza $\pm 20\%$. Właśnie tak duży uchyb przesądza o tym, że w większości przypadków można zrezygnować z serwo mechanizmu i zasilać regulator energią czynnika regulowanego.

Przykłady wykorzystania regulatorów przepływu

Regulatory stałego przepływu są stosowane:

- w chłodnictwie do zasilania parowników w amoniakalnych obiegach pompowych.
- w wodnych sieciach ciepłowniczych dla zapewnienia określonego przepływu w rurociągach (co znakomicie upraszcza eksploatację sieci i regulację ciepła dostarczanego do odbiorców).
- w urządzeniach opalanych gazem, gdzie regulatory zapewniają stabilną pracę palników, mimo wahań ciśnienia gazu w sieci.
- w napędach hydraulicznych, w których regulator stałego przepływu zapewnia stałą prędkość elementu wykonawczego siłownika gwarantując w ten sposób poprawną pracę całego urządzenia.

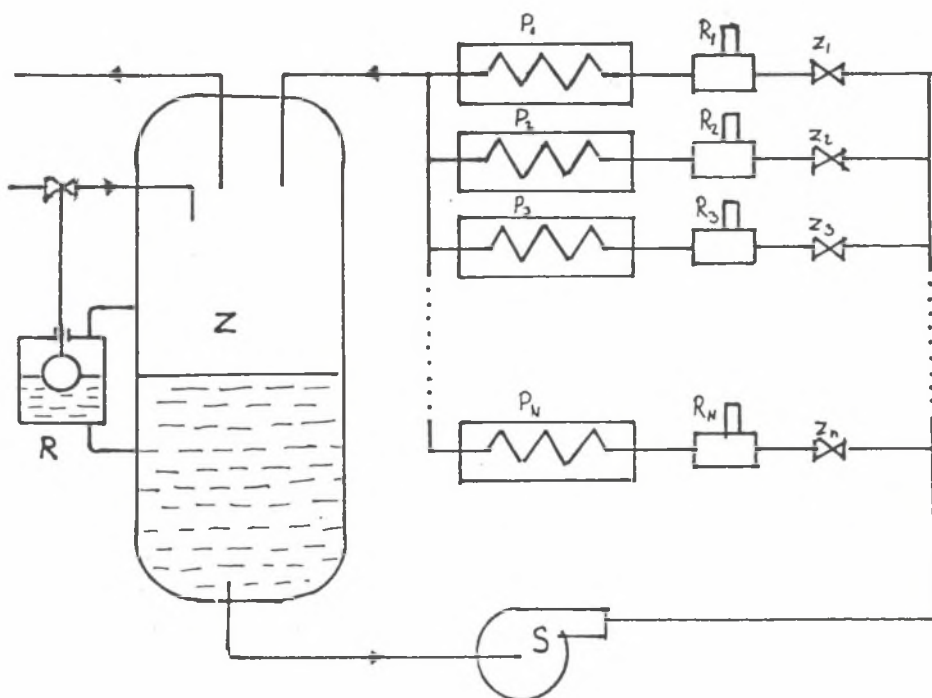
WYKORZYSTANIE REGULATORA STAŁEGO PRZEPŁYWU W AMONIAKALNEJ INSTALACJI CHŁODNICZEJ Z OBIEGIEM POMPOWYM

Schemat pompowego obiegu urządzenia chłodniczego z zainstalowanymi regulatorami stałego przepływu ($R_1, R_2, R_3 \dots R_n$) przedstawiono na rys. 1.

Pompa „S” zasysa ciekły amoniak ze zbiornika „Z” i tłoczy go do parowników ($P_1, P_2, P_3 \dots P_n$) poprzez regulatory stałego przepływu $R_1, R_2, R_3 \dots R_n$. Zawory $Z_1, Z_2, Z_3 \dots Z_n$, to zawory dwupołożeniowe automatycznej regulacji temperatury. Poziom ciekłego amoniaku w zbiorniku „Z” jest regulowany regulatorem poziomym R.

W klasycznej instalacji pompowej (bez regulatorów stałego przepływu) właściwy rozptyw ciekłego amoniaku powinny zapewnić kryzy lub ręczne zawory regulacyjne. Umożliwiają one eliminację takich zakłóceń przepływu, jak:

- różny opór hydrauliczny poszczególnych parowników,
- różny poziom zainstalowania parowników,
- różną odległość parowników od pompy,
- różną ilość zaworów regulacyjnych, w które zaopatrzone są parowniki.



Rys. 1. Układ pompowego zasilania parowników

Fig. 1. System of an evaporator feeding by a pump

Zakłócenia te należą do nie zmieniających się w czasie. Kryzy i ręczne zawory regulacyjne są jednak całkowicie bezużyteczne w przypadku regulacji zakłóceń zmiennych w czasie, takich jak:

- zmiany obciążenia cieplnego jednego lub kilku parowników na skutek zmian temperatury w komorach chłodniczych,
- zmiany oporu hydraulicznego filtrów amoniaku na skutek osiadania się w nich zanieczyszczeń,
- zmiany wydajności pompy na skutek wahań napięcia w sieci elektrycznej,
- otworzenia się lub zamknięcia zaworu elektromagnetycznego współpracującego z regulatorem temperatury którejś z komór.

Wyeliminowanie zakłóceń zmiennych w czasie jest możliwe tylko przy zastosowaniu odpowiednio nastawionych regulatorów stałego przepływu.

Oczywiście, regulatory te wyeliminują także wpływ zakłóceń pierwszej grupy (tj. niezmiennych w czasie). Raz nastawiony na właściwy przepływ amoniaku regulator utrzymuje go na poziomie nie odbiegającym od zadanego o więcej niż $\pm 20\%$.

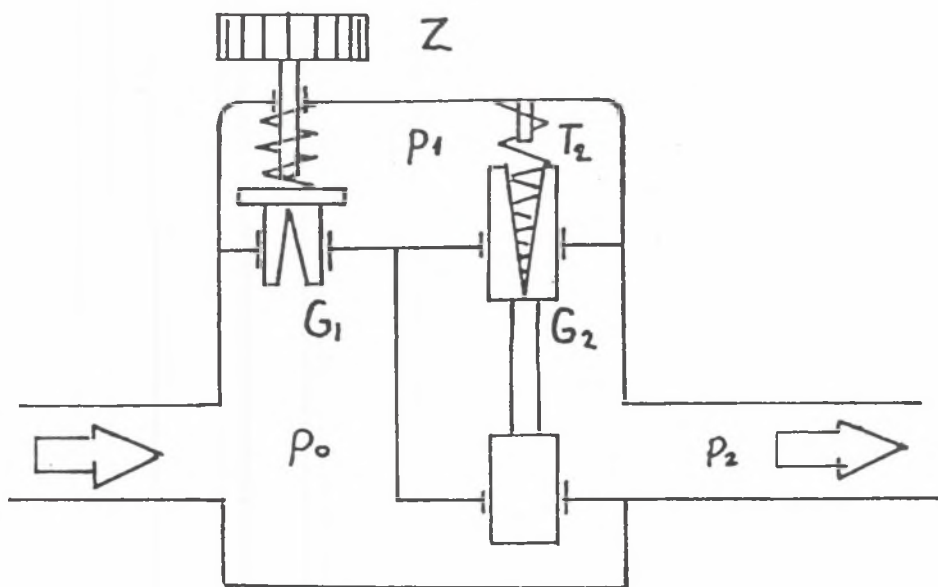
Poprawna praca regulatora wymaga:

- braku zanieczyszczeń stałych w amoniaku,
- przepływu ciekłego (nie wrzącego) amoniaku przez (część) pomiarową regulatora,
- odpowiedniej różnicy ciśnienia przed i za regulatorem wystarczającej do napędu elementu wykonawczego regulatora.

Zasadę pracy regulatora stałego przepływu ilustruje rys. 2.

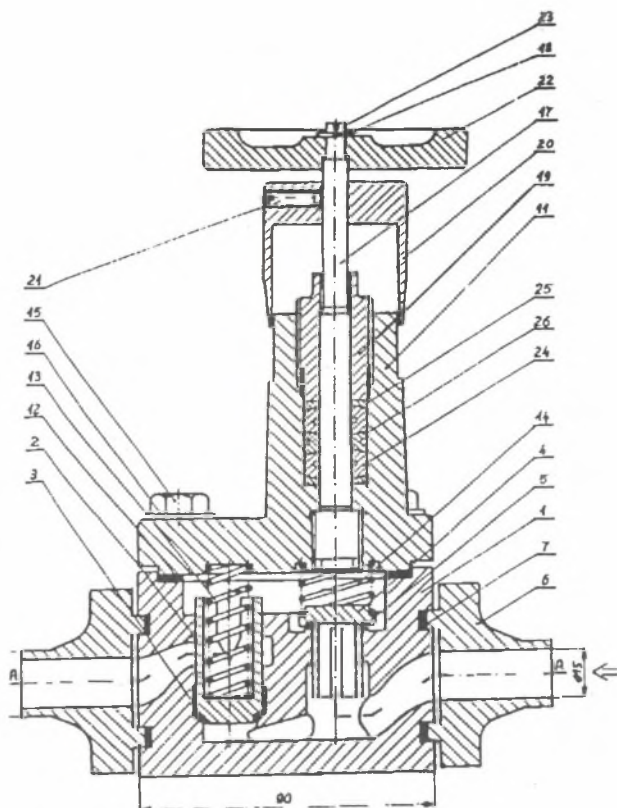
Wartość przepływu nastawia się pokrętkiem zadajnika „Z” sprężonego z grzybem zaworu nastawczego G_1 . Grzyb zaworu regulacyjnego G_2 jest elementem wykonawczym utrzymującym przepływ amoniaku na zadanym poziomie. Położenie grzyba G_2 zależy od wartości następujących sił:

- siły proporcjonalnej do różnicy ciśnień ($p_0 - p_1$) i powierzchni grzyba G_2 ,
- siły naporu dynamicznego strumienia amoniaku na grzyb G_2 ,
- siły działania sprężyny T_2 .



Rys. 2. Zasada działania regulatora stałego przepływu

Fig. 2. Operation principle of the constant flow controller



- | | |
|--|----------------------------------|
| 1 - korpus | 2 - zawór różnicowy |
| 3 - uszczelnienie | 4 - zawór dławiący |
| 5 - uszczelnienie | 6 - kołnierz |
| 7 - uszczelka | 11 - pokrywa |
| 12 - uszczelka | 13 - sprężyna zaworu różnicowego |
| 14 - sprężyna zaworu dławiącego | 15 - mocowanie pokrywy |
| 16 - mocowanie pokrywy | 17 - trzpień zadajnika |
| 18 - mocowanie pokręta | 19 - dławik |
| 20 - wskaźnik zadajnika | 21 - mocowanie wskaźnika |
| 22 - pokrętko zadajnika | 23 - mocowanie pokrętko |
| 24, 25, 26 - uszczelnienie trzpienia zadajnika | |

Rys. 3. Konstrukcja regulatora stałego przepływu

Fig. 3. View of the constant flow controller

Równowaga powyższych sił ustala położenie grzyba „G₂”.

Strumień amoniaku przepływający przez regulator jest funkcją różnicy ciśnień „P₀” i „P₂” oraz położenia grzyba „G₁” i „G₂”. Jeżeli na skutek zakłócenia np. zwiększy się przepływ amoniaku, to wzrośnie spadek ciśnienia na grzybie G₁, co spowoduje przemykanie się grzyba G₂ tak długo, aż przepływ stanie się bliski wartości zadanej zadajnikiem „Z”. Regulator stałego przepływu jest regulatorem proporcjonalnym, co oznacza, że przy różnym od zera zakłóceniu występuje w nim uchyb regulacji różny od zera (jednak nie większy niż ±20%).

Przekrój prototypu regulatora stałego przepływu dla instalacji amoniakalnej, wykonanego w Zakładzie Miernictwa i Automatyki Procesów Energetycznych, przedstawiono na rys. 3. Wszystkie elementy regulatora wykonano z materiałów odpornych na działanie amoniaku oraz zgodnie z normami chłodniczymi.

BADANIA PROTOTYPU

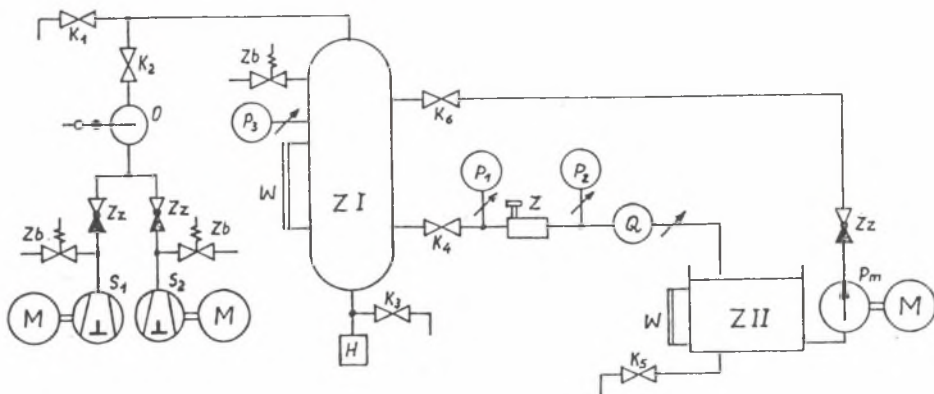
Prototyp regulatora przebadano na dwóch stanowiskach:

- a) stanowisku wodnym przedstawionym na rys. 4 i umożliwiającym:
- zadawanie spadku ciśnienia na regulatorze od 0,02 – 0,5 MPa i mierzeniu ciśnień P₁ i P₂ manometrami,
 - pomiar strumienia wody przepływającej przez zawór rotametrem „Q”,
 - łatwy montaż i demontaż zaworu dla wymiany sprężyn i grzybów o różnym kształcie okien wypływowych.
- b) stanowisku amoniakalnym przedstawionym na rys. 5 i umożliwiającym:
- pomiar spadku ciśnienia na regulatorze manometrami P₁ i P₂,
 - pomiar strumienia amoniaku przepływającego przez regulator turbinową pomiarową Q,
 - nastawianie różnych wartości przepływu amoniaku.

Charakterystyki robocze regulatora zdjęte na stanowisku badawczym z rys. 4 przedstawiono na rys. 6. Charakterystyki te potwierdzają skuteczność działania regulatora stałego przepływu.

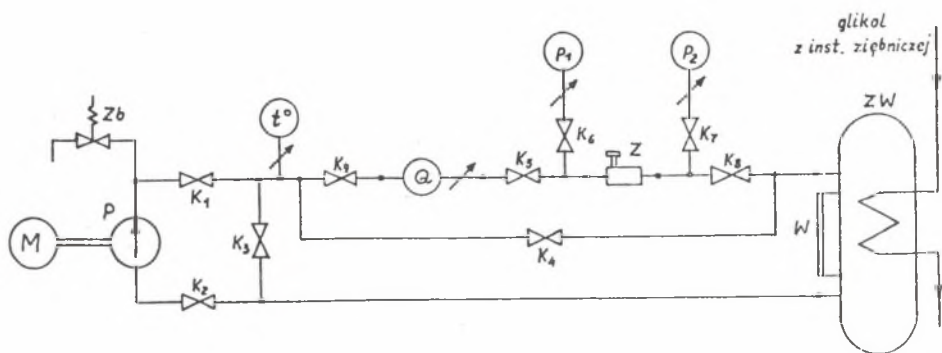
LITERATURA

- [1] Mausen Ch. C.: Automatic Flow Regular From Amonia Liquid Recirculation Systeme. Refigerating Specialists Com pany, Broadivicy, Illinois 60153 1971.
- [2] Około-Kułąk J., Ogulewicz W., Bartnik R.: Opracowanie konstrukcji i przeprowadzenie badań prototypu zaworu stałego przepływu czynnika chłodniczego (NH₃) przeznaczonego do urządzeń chłodniczych z obiegiem pompowym. Praca VB-252, Gliwice 1986.



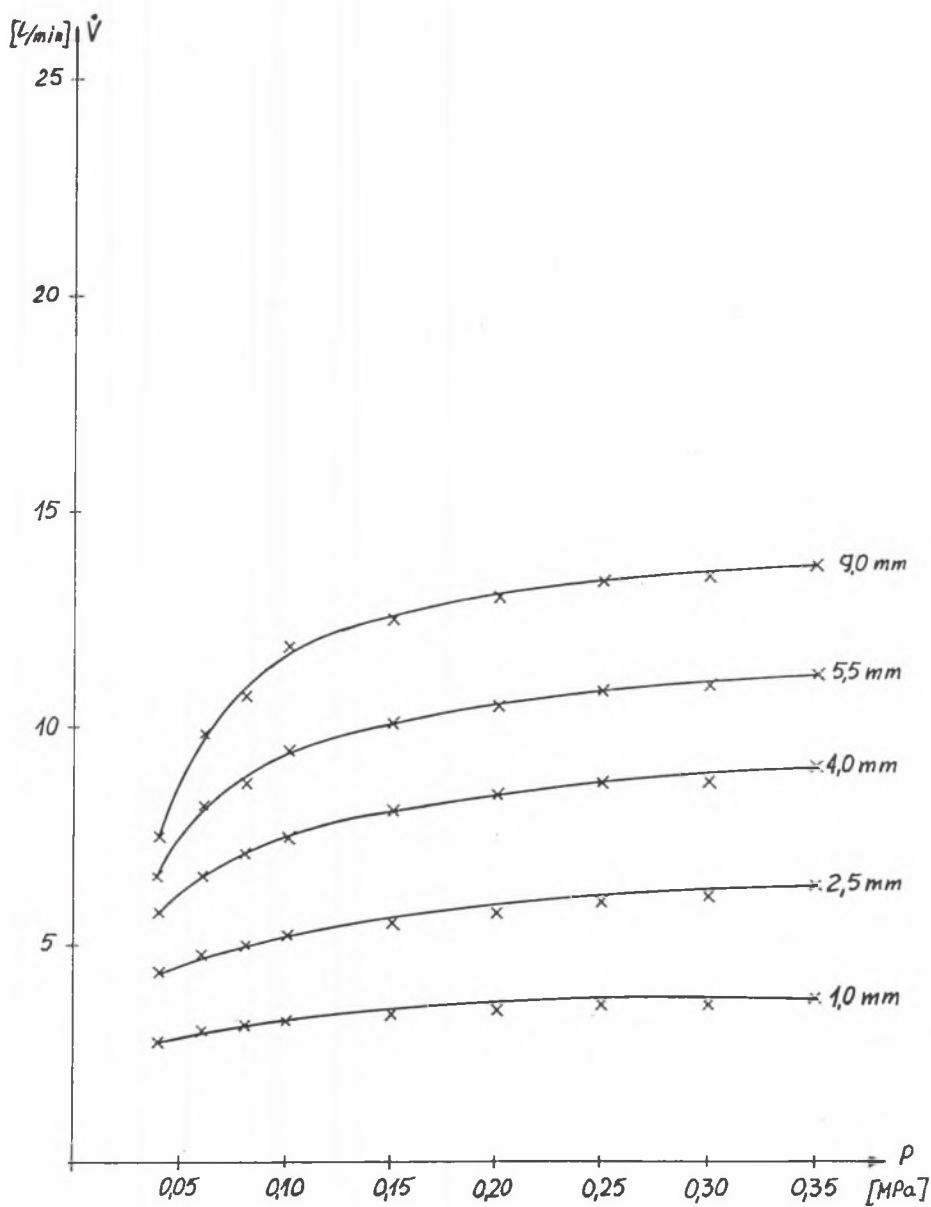
Rys. 4. Schemat wodnego stanowiska pomiarowego

Fig. 4. Water test facility



Rys. 5. Schemat amonikalnego stanowiska pomiarowego

Fig. 5. Ammonia test facility



Rys. 6. Charakterystyki robocze regulatorów stałego przepływu

Fig.6 Performance curves of the constant flow controllers

- [3] Praca zbiorowa: Rozwój maszyn i urządzeń chłodniczych w badaniach teoretycznych i eksperymentalnych. Skrypt Pol. Krak., Kraków 1991.
- [4] Wesołowski A.: Automatyizacja urządzeń chłodniczych. WNT, Warszawa 1984.

Abstract

In this paper was discussed different applications of constant flow controllers. Described controller was as the prototype of constant flow controller made for refrigerating engineering. The parameters has been on basis of experimental investigations estimated. The controller model and obtained parameters were used in computer software pack for design computation of the constant flow controller. The controller consist of adjustable throttle valve and an differential valve linked serial. In practical application is demand for the constant flow controller having the static characteristics adapted to a mounting place. From measuring was observed that constant flow controller has an histeresis. The obtained results from a test facility has been given.