

Włodzimierz OGULEWICZ, Jan OKOŁO-KUŁAK

Institut Maszyn i Urządzeń Energetycznych
Politechnika Śląska, Gliwice

REGULATOR STRUMIENIA MASY CZYNNIKA PRZEPLYWAJĄCEGO PRZEZ RUROCIĄG

Streszczenie. W artykule przedstawiono regulator stałego przepływu wykonany dla chłodnictwa. Omówiono inne zastosowania tego regulatora oraz opisano badania prototypu.

MASS FLOW REGULATOR IN THE PIPELINES

Summary. The paper presents the constant flow regulator made for the cooling industry. Other areas of its application as well as the investigations of the prototype have been described.

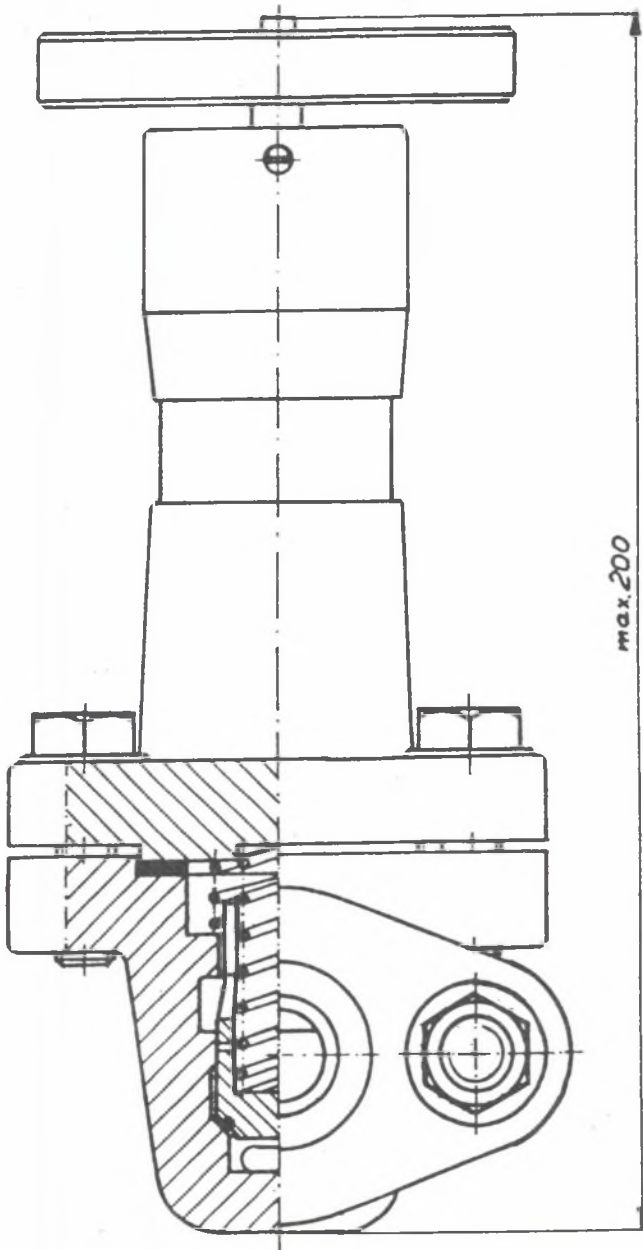
MASSENSTROMREGLER FÜR DIE MEDIEN IN DEN ROHRLEITUNGEN

Zusammenfassung. Die Einrichtung zur Regelung der konstanten Massenströmung in Rohrleitungen der Kühlanlagen ist dargestellt worden.

Andere Anwendungsmöglichkeiten als auch die Untersuchungen des Prototypes wurden beschrieben.

1. Przeznaczenie

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 dostarczaną



Rys. 1. Widok regulatora stałego przepływu

Fig. 1. The view of the constant flow controller

z zewnątrz. W praktyce najczęściej znajdują zastosowanie regulatory stałowartościowe (z nastawialną lub nie wartością zadaną), wykorzystujące do napędu energię płynu przepływającego 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 20%. Właśnie tak duży uchyb przesądza o tym, że w większości przypadków można zrezygnować z serwomechanizmu i zasilać regulator energią czynnika regulowanego.

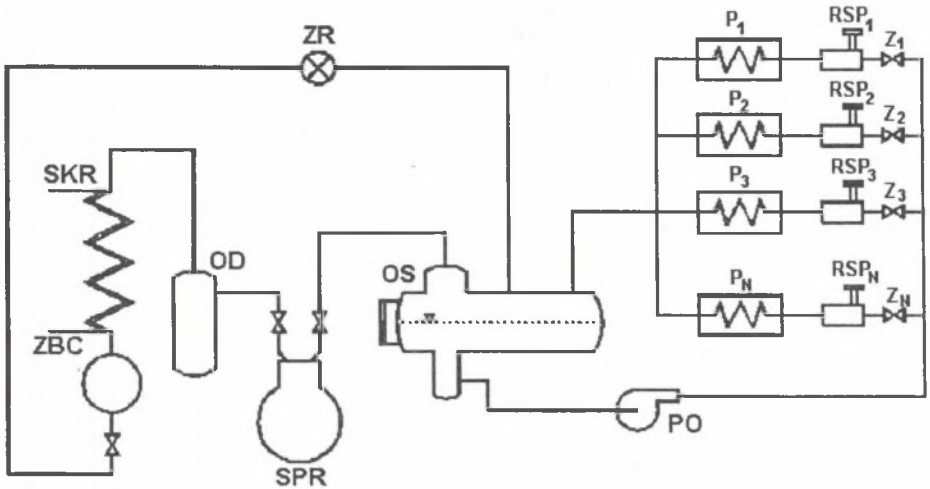
2. Zastosowania

Regulatory stałego przepływu są stosowane:

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

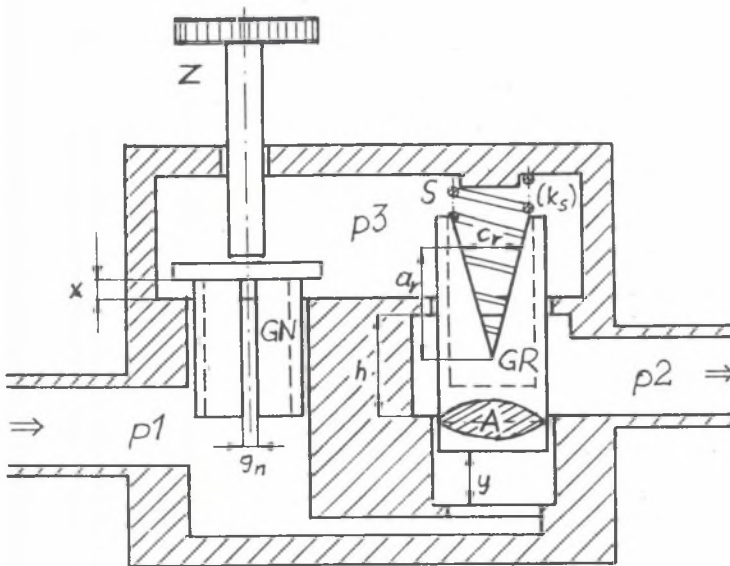
3. Zasada działania

Regulator stałego przepływu (przedstawiony na rys. 1) zaprojektowany i zbudowany dla amoniakalnych pompowych instalacji chłodniczych (schemat instalacji przedstawiono na rys. 2) działa w następujący sposób: obsługa nastawia żądany przepływ wyskalowanym (w litrach na godzinę) pokrętkiem. Zmiana położenia tego pokrętła zmienia przewężenie otworu, przez który strumień amoniaku napływa do regulatora. Spadek ciśnienia powstający na tym przewężeniu steruje położeniem grzyba zaworu regulacyjnego przedstawiając go tak, że rzeczywisty przepływ nie różni się od nastawionego o więcej niż 20% (schemat ideowy regulatora przedstawia rys. 3). Warunkiem poprawnej pracy regulatora jest to, aby nadciśnienie płynu przed regulatorem w odniesieniu do ciśnienia za regulatorem zawierało się w określonych granicach (w przypadku regulatora strumienia amoniaku różnica ciśnień powinna należeć do przedziału $0,05 \div 0,35$ MPa). Regulator strumienia amoniaku jest



Rys. 2. Przykładowy schemat amoniakalnej pompowej instalacji chłodniczej

Fig. 2. The exemplary scheme of the ammonia pump refrigeration plant



Rys. 3. Schemat ideowy regulatora stałego przepływu

Fig. 3. The idea scheme of the constant flow controller

więc typowym regulatorem wykorzystującym do napędu organu wykonawczego energię czynnika regulowanego. Nie wymaga więc dostarczania energii z zewnątrz. Dzięki specjalnemu kształtowi elementów regulacyjnych, wykonawczych i kanałów ich łączących uzyskano tak zwartą budowę regulatora, że jest on tylko niewiele większy od zwykłego ręcznego zaworu chłodniczego.

4. Budowa

Regulator został zbudowany z materiału odpornego na działanie amoniaku, tzn. wszystkie jego elementy są wykonane ze stali nierdzewnej i teflonu. Ponadto regulator został zaprojektowany tak, aby jego serwis był możliwy bez wymontowywania go z instalacji. W regulatorze bowiem co kilka lat trzeba wymieniać grzyb zaworu regulacyjnego, który w przypadku dużych wahań ciśnienia ulega zużyciu. Także wybudowanie regulatora z instalacji i zastąpienie go innym egzemplarzem tego samego typu nie następuje trudności dzięki specjalnym kołnierzom mocującym skręcanym tylko dwoma śrubami.

5. Ważniejsze dane techniczne

Średnica rurociągu 3/4 cala.

Czynnik przepływający NH_3 .

Temperatura pracy 26°C .

Zakres nastawianych przepływów $1,1 + 13,6$ l/min.

Nadciśnienie gwarantujące poprawną pracę $0,05 \div 0,35$ MP.

6. Zalety

Regulatory zapewniają stabilną i poprawną pracę parowników pomimo działania różnych zakłóceń w instalacji. Można powiedzieć, że zastosowanie regulatorów daje następujące korzyści ekonomiczne:

- eliminuje niepotrzebnie wysokie współczynniki recyrkulacji, co zmniejsza moc pobieraną przez pompę,
- zmniejsza zaangażowanie personelu, który nie musi ciągle korygować nastawienia ręcznych zaworów regulacyjnych,
- ogranicza możliwości powstawania strat z powodu nieprzewidzianego spadku lub wzrostu temperatury w komorze chłodniczej spowodowanego niewłaściwym rozplywem amoniaku do poszczególnych parowników.

7. Wymagania

W celu poprawnej pracy regulatora muszą być spełnione następujące warunki:

- a) brak zanieczyszczeń stałych w amoniaku,
- b) przepływ ciekłego (nie wrzącego) amoniaku przez część pomiarową regulatora,
- c) odpowiednia różnica ciśnień przed i za regulatorem.

Spełnienie tych wszystkich wymagań w poprawnie działającej instalacji jest łatwe.

8. Badania

Prototyp regulatora przebadano na dwóch stanowiskach: wodnym i amoniakalnym. Stanowisko wodne umożliwiała:

- a) zadawanie spadku ciśnienia na regulatorze od 0,02 do 0,50 MPa,
- b) pomiar rotametrem strumienia masy wody przepływającej przez regulator,
- c) bezpieczny i łatwy demontaż zaworu w celu wymiany sprężyn o różnych stałych i grzybów regulacyjnych o różnych kształtach okien.

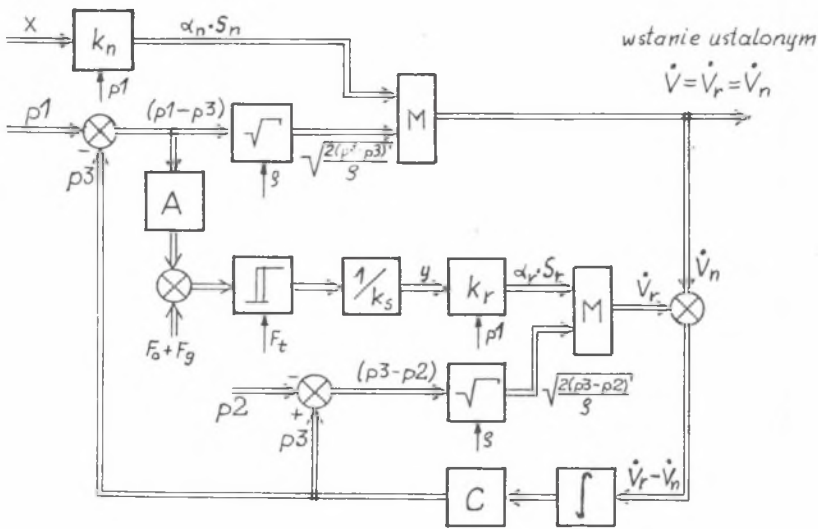
Stanowisko amoniakalne pozwalało na:

- a) pomiar spadku ciśnienia na regulatorze,
- b) pomiar strumienia amoniaku turbinką pomiarową,
- c) nastawianie różnych przepływów amoniaku.

Reasumując można powiedzieć że stanowisko wodne umożliwiała prawidłowy dobór stałej sprężyny zaworu regulacyjnego oraz kształtu okna grzyba tego zaworu a stanowisko amoniakalne zbadanie prawidłowości zachowania zaworu przy przepływie amoniaku w warunkach zbliżonych do typowych.

9. Model matematyczny zaworu

W celu opracowania programu obliczeniowego umożliwiającego dobór cech konstrukcyjnego regulatora stałego przepływu skonstruowano jego model matematyczny. Schemat blokowy modelu regulatora przedstawia rys. 4. Na bazie tego modelu opracowano algorytm obliczeń służący do projektowania przyszłych konstrukcji tego typu regulatorów. Algorytm obliczeń w postaci



Rys. 4. Schemat blokowy modelu regulatora stałego przepływu

Fig. 4. The blok diagram of the constant flow controller model

arkusza kalkulacyjnego upraszcza projektowanie i konstruowanie regulatorów eliminując kosztowne i pracochłonne badania modeli fizycznych.

Literatura

1. Bartnik R., Koper St., Ogulewicz W., Około-Kułał J.: Opracowanie konstrukcji i przeprowadzenie badań prototypu zaworu stałego przepływu czynnika chłodniczego (NH_3) przeznaczonego do urządzeń chłodniczych z obiegiem pompowym – praca NB-252, Gliwice 1986–1990, t. 1-5.
2. Ogulewicz W., Około-Kułał J.: Badania, identyfikacja i automatyczna regulacja procesów ciepłno-przepływowych w urządzeniach stosowanych w chłodnictwie – praca BK-372, Gliwice 1991–1992, t. 1, 2.
3. Automatic flow regulator for ammonia liquid recirculation systems – Bulletin 41–10, may 1971 – Refrigerating Specialties Company–Illinois.
4. Magdziak G., Wilczyński A.: Opracowanie konstrukcyjnotechnologiczne oraz badania laboratoryjne nowego typu zaworu ARP-15 – praca dyplomowa – Politechnika Krakowska.
5. Ogulewicz W.: Matematyczny model regulatora stałego przepływu – praca doktorska – Politechnika Śląska.
6. Około-Kułał J., Ogulewicz W.: Zastosowanie, konstrukcja i badania regulatora stałego przepływu. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 126, Gliwice 1995.

7. Ogulewicz W.: Model matematyczny regulatora stałego przepływu. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 126, Gliwice 1995.

Recenzent: Dr hab. inż. marek Pronobis Prof. Politechniki Śląskiej

Wpłynęło do Redakcji: 10. 10. 1996 r.

Abstract

The paper presents the constant flow regulator made for the cooling industry. Regulators of this kind can be used in:

- a) cooling industry for feeding of ammonia cycle,
- b) in heating pipelines,
- c) in the pipelines of the gas burners for the flow stabilization,
- d) in the hydraulic drives for securing the constant moving rate of the operating elements.

Presented regulator has been made from ammonia resistant materials. Its service can be done without removing from the pipeline. Main technical data of the device:

- tube diameter 3/4"
- medium – NH_3
- temperature 26°C
- overpressure necessary for the correct operation 0,05 – 0,35 MP.

The prototype of the regulator has been investigated on two test stands: with ammonia and water as the flowing medium. Mathematical model of the device has been worked out.