

Regulatory o bezpośrednim działaniu Rodzaje i nowe rozwiązania oraz zastosowanie regulatorów temperatury

1. PODZIAŁ, ZASTOSOWANIE ORAZ ZALETY I WADY REGULATORÓW O BEZPOŚREDNIM DZIAŁANIU

Automatyzacja znajduje coraz szersze zastosowanie w różnych przemysłowych procesach, np. w chemii, hutnictwie, w przemyśle spożywczym, lekkim itp.

Pod mianem automatyzacji rozumie się stosowanie zarówno prostych, jak i złożonych układów regulacyjnych. Szczególnie istotne znaczenie posiada zagadnienie wprowadzania automatyzacji przy pomocy stosunkowo skromnych środków zapewniających znaczne polepszenie procesów produkcyjnych, np. regulatorów o bezpośrednim działaniu.

Osiągnięcie oczekiwanego wyniku dzięki zastosowaniu układu regulacyjnego zależy jest od różnych czynników. Obok dobrej znajomości obiektu regulowanego, jego parametrów technicznych, stałych czasowych itp. ważne jest dobranie właściwego pod względem technicznym i ekonomicznym układu regulacyjnego. Klasyfikację układów regulacyjnych a szczególnie regulatorów, można przeprowadzić w oparciu o zasadę podziału wg sposobu zasilania. Rozróżnia się przy tym dwie zasadnicze grupy regulatorów:

- regulatory bez energii pomocniczej,
- regulatory z energią pomocniczą.

Grupę pierwszą można podzielić na dwie podgrupy, a mianowicie:

- regulatory o bezpośrednim działaniu, pracujące bez wzmocnienia,
- regulatory o bezpośrednim działaniu, pracujące ze wzmocnieniem.

Regulatory o bezpośrednim działaniu pracujące bez wzmocnienia charakteryzują się tym, że energia potrzebna do ustawienia organu wykonawczego np. grzybka w odpowiednim położeniu względem gniazda zaworu w wypadku regulacji realizowanej przez przemykanie zaworu czerpana jest od czynnika regulowanego za pośrednictwem czujnika regulatora. Przykładem tego może być prosty regulator temperatury o bezpośrednim działaniu /z termostatem/ lub pływakowy regulator poziomu.

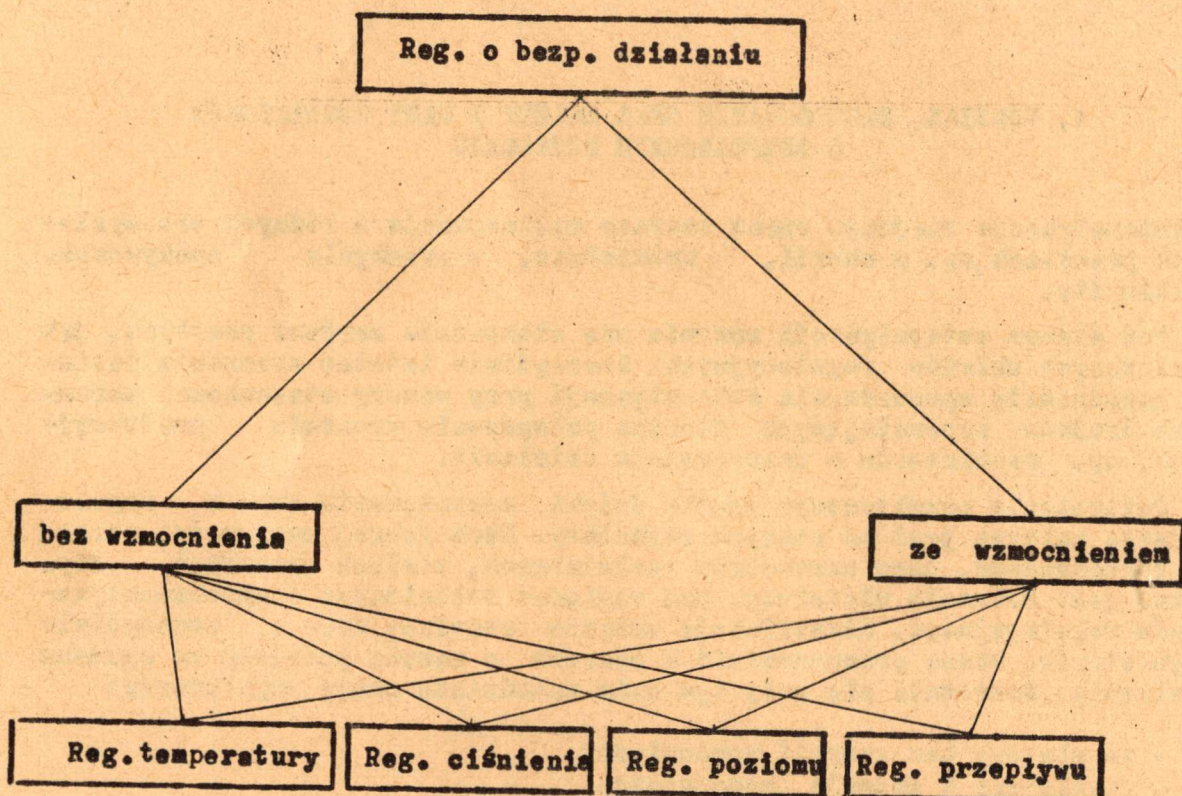
Regulatory o bezpośrednim działaniu pracujące ze wzmacniaczem cechują się tym, że energia czujnika ^{1/} zostaje odpowiednio wzmocniona przez wykorzystanie energii czynnika regulowanego.

Regulatory o bezpośrednim działaniu można podzielić w zależności od regulowanego parametru na grupy::

- regulatorów temperatury,
- regulatorów ciśnienia,
- regulatorów poziomu,
- regulatorów przepływu.

Jak z powyższego wynika, regulacją o bezpośrednim działaniu zostały objęte cztery podstawowe, najczęściej spotykane w przemyśle parametry.

Poniżej podano schemat podziału regulatorów o bezpośrednim działaniu.



Regulatory bez energii pomocniczej /o bezpośrednim działaniu/ znajdują zastosowanie w prostych /jedno- lub dwuparametrowych/ układach regulacyjnych. Stosowane są szeroko w przemyśle ciężkim, w elektrociepłownictwie, chłodnictwie, przemyśle okrętowym, chemicznym, lekkim, w takich zakładach, jak: zakłady fermentacyjne, gorzelnie, krochmalnie, fabryki konserw, suszarnie, pralnie, piekarnie itp.

1/

Energia czujnika nazwano tu energią zużywaną w procesie oddziaływania na silownik.

Regulatory o bezpośrednim działaniu znane są od wielu lat, co może być źródłem fałszywych poglądów, że są przestarzałe. W rzeczywistości znane firmy światowe nadal wprowadzają ulepszone warianty konstrukcyjne i nowe rozwiązania dla tej grupy regulatorów.

Głównymi zaletami regulatorów o bezpośrednim działaniu są:

- prostota i zwartość konstrukcji,
- duża pewność działania,
- prosta i łatwa obsługa,
- niska cena.

Do wad regulatorów o bezpośrednim działaniu zaliczyć można:

- ograniczenie możliwości stosowania ich w złożonych, wieloparametrowych układach regulacyjnych,
- trudności związane z budową regulatorów o bezpośrednim działaniu o charakterystyce innej niż proporcjonalna,
- mniejsza zazwyczaj dokładność regulacji niż w przypadku układów regulacyjnych, pracujących na zasadzie doprowadzenia energii pomocniczej.

Wyciągając wnioski z powyższego zestawienia stwierdzić można, że regulatory o bezpośrednim działaniu znajdują zastosowanie w następujących przypadkach:

- gdy następuje sterowanie czynnika regulowanego zasadniczo względem jednego parametru,
- gdy poszczególne parametry w danej instalacji mogą być regulowane w sposób autonomiczny,
- gdy nie jest wymagana bardzo wysoka dokładność regulacji /dla temperatury - ok. $1,5^{\circ}\text{C}$, dla ciśnienia, poziomu i przepływu - ok. $1,5\%$ /,
- gdy ograniczone są nakłady inwestycyjne /koszt regulatora o bezpośrednim działaniu wynosi 2,5 do 10 tys. zł, hydraulicznego obwodu regulacyjnego ok. 60 tys. zł, pneumatycznego bądź elektrycznego obwodu regulacyjnego ok. 100 tys. zł^{1/}.

Dla uzupełnienia oceny zalet i wad regulatorów o bezpośrednim działaniu należy przeprowadzić porównanie regulatorów o bezpośrednim działaniu ze wzmacniaczem i bez wzmacniacza.

Zalety regulatorów ze wzmacniaczem:

- możliwość doboru charakterystyki /P lub PI/,
- możliwość zmiany wzmocnienia /zakresu proporcjonalności/,
- możliwość zmniejszenia nieczułości większa, niż w regulatorach bez wzmacniacza,
- mniejsze wymagania dotyczące dokładności odcięcia statycznego,
- łatwość wprowadzenia wielkości korekcyjnej.

^{1/} Podano koszty orientacyjne, które mogą kształtować się różnie w zależności od rodzaju produkcji.

Wady regulatorów ze wzmacniaczem w porównaniu z regulatorami bez wzmacniacza są następujące:

- bardziej złożona konstrukcja, a w ślad za tym mniejsza niezawodność i wyższa cena,
- trudniejsza obsługa i konserwacja,
- konieczność dodatkowego zasilania z obiektu regulowanego, która może powodować trudności eksploatacyjne w przypadku zanieczyszczeń czynnika zasilającego.

Porównując ogólnie regulatory ze wzmacniaczem i bez wzmacniacza, należy stwierdzić, że ze względu na swoje właściwości zarówno jedno jak i drugie mają szerokie zastosowanie i powinny być produkowane w kraju. Regulatory bez wzmacniacza mają znacznie prostszą konstrukcję i są tańsze, a brak możliwości zmiany zakresu proporcjonalności może być skompensowany prawidłowym doбором średnicy zaworu i zakresu proporcjonalności dokonanym z góry, przed zamontowaniem.

Ze względu na szersze zastosowanie i większe zapotrzebowanie przemysłu na regulatory temperatury niż na regulatory pozostałych parametrów poniżej omówione zostaną tylko regulatory temperatury o bezpośrednim działaniu. Regulatory pozostałych parametrów zostaną omówione w oddzielnym opracowaniu.

2. RODZAJE REGULATORÓW TEMPERATURY O BEZPOŚREDNIM DZIAŁANIU

Regulatory temperatury o bezpośrednim działaniu /ciągłym/ można klasyfikować w zależności od funkcji w układzie regulacyjnym, zasady działania oraz budowy /rodzaju czujnika i zaworu/.

Ze względu na funkcję w układzie regulacyjnym rozróżnia się następujące podstawowe typy:

Regulatory prostego działania, w których wzrost temperatury czujnika zamyka zawór; używane są zwykle w urządzeniach ogrzewczych.

Regulatory odwrotnego działania, w których wzrost temperatury otwiera zawór; stosowane w układach chłodniczych, silnikach Diesla itp.

Regulatory trójdrożne, w których regulowanie temperatury następuje przez zmianę stosunku ilościowego dwu czynników o różnych temperaturach /regulatory mieszające/ lub przez skierowanie części przepływającego czynnika do rurociągu bocznikującego wymiennik ciepła /regulatory rozdzielające/; stosowane w ciepłownictwie, do silników Diesla itp.

W zależności od zasady działania omawiane regulatory można podzielić na:

- wykorzystujące rozszerzalność cieczy, gazu lub pary nasyconej,
- dylatacyjne, z czujnikiem typu różnicowego /wykonanym z materiałów o różnych współczynnikach rozszerzalności cieplnej/,
- bimetaliczne.

Najszerzej stosowane są regulatory pracujące na zasadzie zmian objętości cieczy, które są ściśle powiązane ze zmianą temperatury tej cieczy.

Czujniki dylatacyjne i bimetaliczne nie mają szerokiego zastosowania w regulatorach temperatury bezpośredniego działania o przebiegu ciągłym regulacji ze względu na małe zmiany długości w funkcji temperatury i konieczność stosowania wzmacniacza.

Cieczowe regulatory temperatury napełniane są cieczą o dobrej rozszerzalności cieplnej /najczęściej są to pochodne ropy naftowej/, co pozwala na uzyskanie stosunkowo dużych przesunięć organu nastawiającego przepływ czynnika przez zawór regulacyjny. Uzyskiwane przesunięcia dochodzą nawet do kilkudziesięciu mm bez stosowania układu dźwigniowego.

Czujniki parowe i gazowe dają większe opóźnienie działania niż cieczowe, co wg ich producentów stanowi zaletę, ze względu na możliwość zwiększenia tą drogą stabilności układu. Z twierdzeniem tym trudno się jednak zgodzić bez zastrzeżeń. Na ogół uważa się czujniki cieczowe właśnie za bardziej korzystne ze względu na mniejszą stałą czasową, a przede wszystkim ze względu na możliwość uzyskania dużych sił osiowych na trzpieniu zaworu, co zmniejsza nieczułość regulatora i błąd spowodowany niedokładnością odciażenia.

Ze względu na budowę czujnika rozróżniamy regulatory:

- z czujnikiem wbudowanym w korpus zaworu,
- z czujnikiem połączonym kapilarą z organem wykonawczym /mieszkiem lub membraną/ i zaworem, przy czym te z kolei dzielą się na czujniki prętowe oraz czujniki typu spiralnego dla gazów /w czujniku tym zmniejszenie stałej czasowej uzyskuje się przez zwiększenie powierzchni przewodzącej; współczynnik przewodzenia dla gazów jest ok. 100 razy mniejszy niż dla cieczy/.

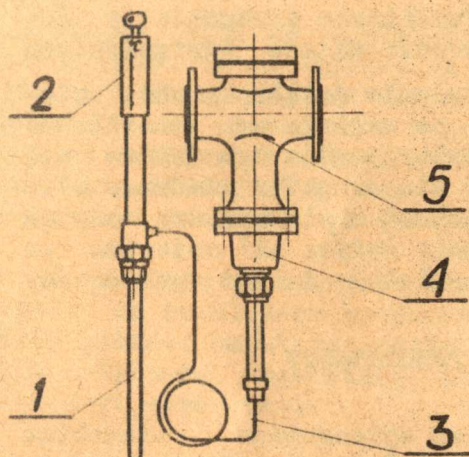
Regulatory z czujnikiem wbudowanym w korpus zaworu są z natury rzeczy mniej uniwersalne niż regulatory z czujnikiem połączonym z zaworem kapilarą /w tych ostatnich temperatura regulowana może być niższa lub wyższa od temperatury czynnika przepływającego przez zawór/. Są one godne polecenia w niektórych zastosowaniach, np. silniki Diesla, odprowadzanie kondensatu pary wodnej i in. jako szczególnie tanie i prostej konstrukcji, ale ogólnie rzecz biorąc, mogą być tylko uzupełnieniem asortymentu, podczas gdy podstawowym typem regulatora jest regulator z czujnikiem połączonym z zaworem kapilarą.

Istotną sprawą dla działania regulatorów temperatury jest materiał użyty na czujnik /osłonę czujnika/. Powinien on mieć jak najlepszą przewodność cieplną oraz być odporny na działanie czynnika, którego temperatura jest mierzona. Zależnie od agresywności czynnika stosuje się miedź, mosiądz, stal węglową, stal nierdzewną, stal kwasoodporną, stop Monela lub pokrycie tellurowe.

Rozróżniamy następujące typy zaworów stosowane w regulatorach temperatury bezpośredniego działania:

- jednogniazdowe, odciażone lub nieodciążone,
- dwugniazdowe,
- trójdrożne, dwuwlotowe /mieszające/ lub dwuwylotowe /rozdzielające/, stosowane w regulatorach trójdrożnych.

Jednogniazdowe, chociaż mają niższy współczynnik przepływu k_v od dwugniazdowych, mają prostszą od nich budowę a przede wszystkim zapewniają większą szczelność w położeniu zamkniętym. Wymagają one odciążenia statycznego, aby spadek ciśnienia na zaworze nie zakłócał jego pracy. Odciążenie realizuje się na ogół przy pomocy mieszka sprężystego i przez odpowiednią konstrukcję grzybka zaworu. Zawory nieodciążone spotyka się w regulatorach o mniejszych średnicach nominalnych zaworu, niskich ciśnieniach nominalnych i w regulatorach ze wzmacniaczem.



Rys. 1. Regulator temperatury cie-
czowy f-my Mertik /NRD/

1 - czujnik, 2 - nastawnik, 3 - ka-
pilars, 4 - siłownik, 5 - zawór

Regulatory dwugniazdowe mają wyraźną wyższość nad jednogniazdowymi jedynie w przypadku dużych średnic nominalnych, gdy działanie różnicy ciśnień na większą powierzchnię grzybka powoduje obciążenie trzpienia zaworu powyżej dopuszczalnego.

Rysunek 1 pokazuje typowe, najczęściej spotykane rozwiązanie regulatora temperatury, który składa się z następujących podstawowych elementów:

- czujnika,
- nastawnika,
- przewodu /kapilary/ - łączącego czujnik z zaworem regulacyjnym,
- siłownika,
- zaworu regulacyjnego.

W zasadzie czujniki wykonywane są w dwóch wersjach: do cieczy i do gazów.

Zbiornik czujnika w wypadku pomiaru temperatury cieczy wykonany jest z rury miedzianej o średnicy ok. 20 mm, a w wypadku pomiaru temperatury gazów stanowi rurkę miedzianą o średnicy ok. 8 mm, zwiniętą w linię śrubową.

Na czujnik nabudowany jest nastawnik, zaopatrzony w podzielnę oraz urządzenie przeciążeniowe. Podzielnia umożliwia nastawienie wartości zadanej temperatury poprzez zmianę objętości mieszka sprężystego. Urządzenie przeciążeniowe chroni konstrukcję przed zniszczeniem w wypadku wzrostu temperatury powyżej nastawionego zakresu.

Kapilara łącząca czujnik z organem wykonawczym /siłownik i zawór regulacyjny/ wykonana jest z rurki miedzianej o średnicy wewnętrznej ok. 1 mm.

3. KIERUNKI ROZWOJU I NIEKTÓRE NOWE ROZWIĄZANIA W DZIEDZINIE REGULATORÓW TEMPERATURY O BEZPOŚREDNIM DZIAŁANIU

Aktualnie występujące kierunki rozwojowe regulatorów charakteryzuje

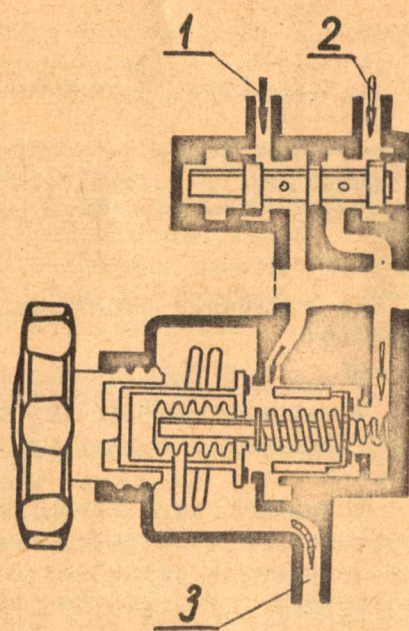
- dążenie do optymalnych rozwiązań konstrukcyjnych regulatorów typowych, tzn. powszechnego zastosowania. Optymalizacja dotyczy prostoty konstrukcji, trwałości, funkcjonalności i niezawodności;

- rozszerzenie zakresu zastosowań w sensie podwyższenia dopuszczalnych parametrów pracy /np. ciśnień nominalnych do 320 kg/cm^2 , temperatury do -70°C i do $+300^\circ\text{C}$ oraz zwiększenia dopuszczalnych spadków ciśnienia na zaworze/;
- doskonalenie rozwiązań konstrukcyjnych, rozszerzające właściwości funkcjonalne /np. stosowanie impulsu od dwóch czujników, z których jeden może dawać sygnał korekcyjny, wprowadzenie urządzenia blokującego typu zapadkowego utrzymującego zawór po jego zamknięciu w tymże położeniu, aż do odblokowania ręcznego [1]- itp./;
- realizacja regulatorów kombinowanych, jak na przykład regulatorów temperatury i ciśnienia;
- stosowanie nowych typów wzmacniaczy;
- przystosowanie do wymagań nowych rozwijających się dziedzin techniki;
- stosowanie nowych materiałów na osłony czujników /np. ochronna warstwa tworzywa sztucznego/ oraz na uszczelnienia.

Przykładem nowych rozwiązań są konstrukcje zgłaszane w ostatnich latach do opatentowania. Np. f-ma Kosmos /NRF/ opatentowała regulator z czujnikiem stanowiącym węzownicę o kształcie odpowiadającym powierzchni elementu, którego temperatura oddziałuje na czujnik. Ukształtowanie takie zapewnia ścisły kontakt między oddziałującym elementem a węzownicą. Firma ta opatentowała również regulator z czujnikiem wbudowanym w zawór, w którym mieszek czujnika jest wymienny [5].

Interesujące nowe rozwiązanie stanowi regulator trójdrożny /rys. 2/ z wbudowanym w odlew korpusu zaworu tłokowym /typu wałkarozrządczego/ wyrównywaczem ciśnienia dopływających czynników, mieszanych ze sobą w zaworze. Pozwala on osiągnąć dokładność regulacji $0,3^\circ\text{C}$ [1].

Stołeczne Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Warszawie zgłosiło do opatentowania regulator, w którym zamiast mieszek sprężystych zastosowano przepony z materiału rozciągliwego elastycznego, niesprężystego, przy czym ciecz termometryczna oddzielona jest przeponą od cieczy pośredniczącej /o małej rozszerzalności/, która wypełnia organ wykonawczy. W zaworze zamiast typowego grzybka znajduje się również przepona walcowa umieszczona w ażurowej osłonie metalowej. Stopień wypełnienia osłony przeponą, zależny od temperatury czujnika, stanowi o stopniu otwarcia zaworu. Konstrukcja ta ma zapewnić eliminację wpływów temperatury czynnika w zaworze na pracę regulatora i wyeliminować przeciek przez zamknięty zawór [6].



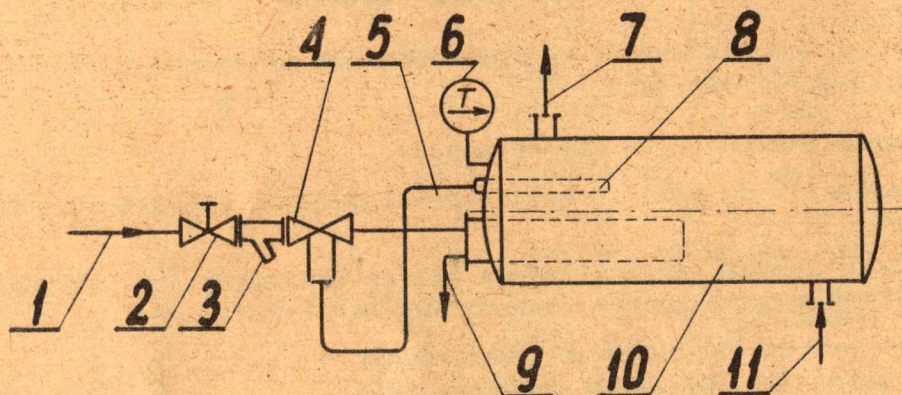
Rys. 2. Trójdrożny regulator temperatury z wbudowanym we wspólny korpus zaworu czujnikiem oraz pokazanym osobno wyrównywaczem ciśnienia wejściowych typu wałkarozrządczego

1 - wlot czynnika zimnego,
2 - wlot czynnika gorącego, 3 - wyjście

4. ZASTOSOWANIE PRZEMYSŁOWYCH REGULATORÓW TEMPERATURY O BEZPOŚREDNIM DZIAŁANIU

Ogólne warunki stosowania regulatorów o bezpośrednim działaniu zostały omówione przy analizie ich zasadniczych zalet i wad.

Istnieje wiele możliwych wariantów zabudowy regulatorów w zależności od rodzaju regulowanego obiektu i roli jaką mają one spełniać.



Rys. 3. Regulacja temperatury wody w wymienniku ciepła

1 - dopływ pary, 2 - zawór ręczny, 3 - osadnik zanieczyszczeń, 4 - zawór regulatora, 5 - kapilara, 6 - termometr, 7 - wypływ wody ogrzanej, 8 - czujniki, 9 - odpływ kondensatu, 10 - wymiennik ciepła, 11 - dopływ wody zimnej

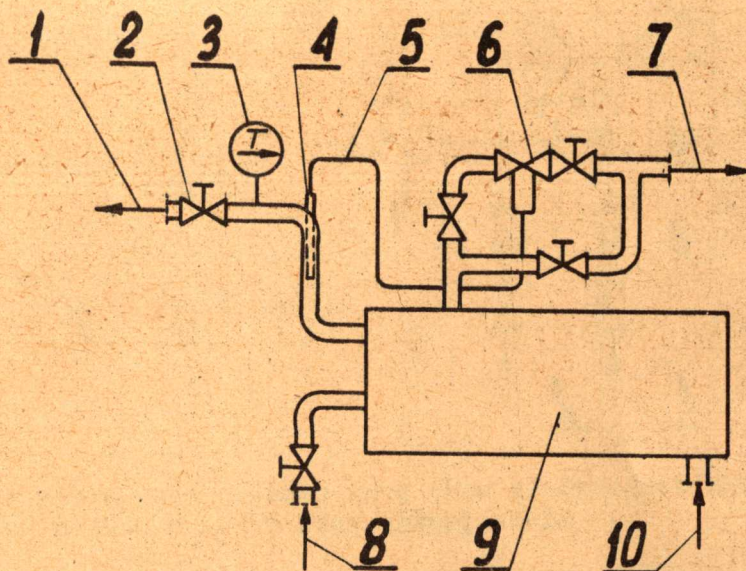
Ze względów konstrukcyjnych możemy wyróżnić następujące sposoby zabudowy:

- czujnik umieszczony w zbiorniku /wymienniku ciepła/
- czujnik umieszczony w rurociągu /wbudowany w korpus zaworu lub połączony z zaworem kapilarą/.

Czynnik regulowany /w miejscu zabudowy czujnika/ i regulujący /przepływający przez zawór/ może być nieagresywny lub agresywny, co wymaga stosowania odpowiednich materiałów na czujnik i zawór. Pozycja czujnika może być pozioma, pionowa lub skośna.

Rozróżniamy warunki zabudowy normalne oraz specjalne: w przypadku szczególnych wymagań dotyczących szczelności dławicy, odporności na wstrząsy, na warunki tropikalne, na niskie temperatury otoczenia, na zasolenie /w zastosowaniach morskich/ na otoczenie sprzyjające korozji, jak również wymagań niezanieczyszczenia czynnika regulowanego /np. w przemyśle spożywczym lub farmaceutycznym/ itd.

Czujniki umieszczone w rurociągu wbudowuje się zwykle w zagięcie /kolano/, ze względu na znaczną długość czujnika w stosunku do średnicy rurociągu, w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu /dla uzyskania korzystniejszych warunków opływu czujnika i mniejszej bezwładności cieplnej/.



Rys. 4. Regulacja temperatury oleju za chłodnicą

1 - wypływ oleju, 2 - zawory ręczne, 3 - termometr, 4 - czujnik, 5 - kapilara, 6 - zawór regulatora, 7 - wypływ wody chłodzącej, 8 - dopływ gorącego oleju, 9 - chłodnica, 10 - dopływ wody chłodzącej

Czujniki wykonuje się na ogół z cienkościennej rury, dlatego w celu zabezpieczenia przed zniszczeniem, szczególnie w wypadku zabudowy w rurociągu /gdy przepływający czynnik i zanieczyszczenia mechaniczne wypłukują ścianki czujnika/, należy je umieszczać w tulei osłaniającej. Szczelina między czujnikiem i osłoną powinna być jak najmniejsza i wypełniona wysokowrzącą cieczą /olejem/, proszkiem metalowym lub folią.

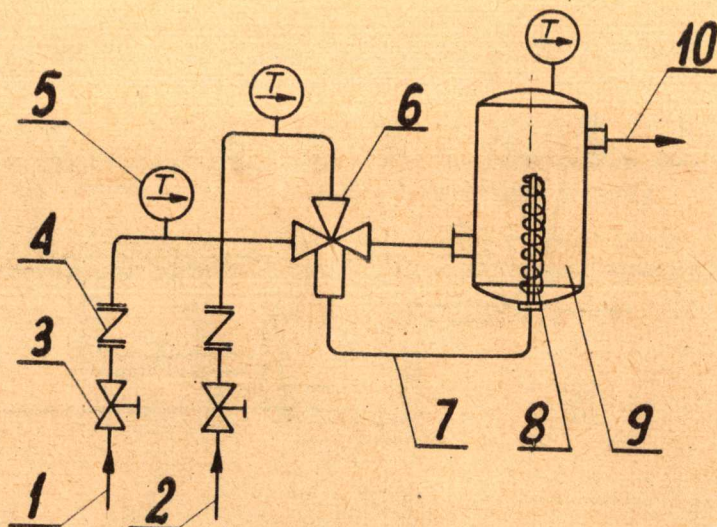
Korzystne są rozwiązania, w których osłona może być wymienna, tzn. nie spawana, ale wkręcona na gwint lub połączona kołnierzowo.

Większość producentów zaleca zabudowę zaworu regulatora na rurociągu poziomym ze względu na korzystniejsze warunki dla trwałości uszczelnienia i zmniejszenie oporów tarcia /a więc nieczułości/. Niemniej jednak poprawna konstrukcja zaworu umożliwia funkcjonowanie regulatora również przy zabudowie na rurociągu pionowym.

Regulatory temperatury o bezpośrednim działaniu znajdują zastosowanie do:

- regulacji ogrzewania dopływem czynnika grzejącego /rys. 3/,
- regulacji chłodzenia dopływem czynnika chłodzącego /rys. 4/,
- regulacji ogrzewania lub chłodzenia przez mieszanie lub rozdzielanie czynnika /rys. 5 i rys. 6/.

Na rys. 6 przedstawione jest zastosowanie regulatora trójdrożnego jako bocznikującego w instalacji centralnego ogrzewania.



Rys. 5. Regulacja temperatury wody przy pomocy regulatora trójdrożnego, mieszającego wodę zimną i gorącą

1 - dopływ wody gorącej, 2 - dopływ wody zimnej, 3 - zawór ręczny, 4 - zawór graniczny /otwierający się przy określonym ciśnieniu/, 5 - termometr, 6 - zawór trójdrożny regulatora, 7 - kapilara, 8 - czujnik spiralny regulatora, 9 - zbiornik, 10 - wypływ wody

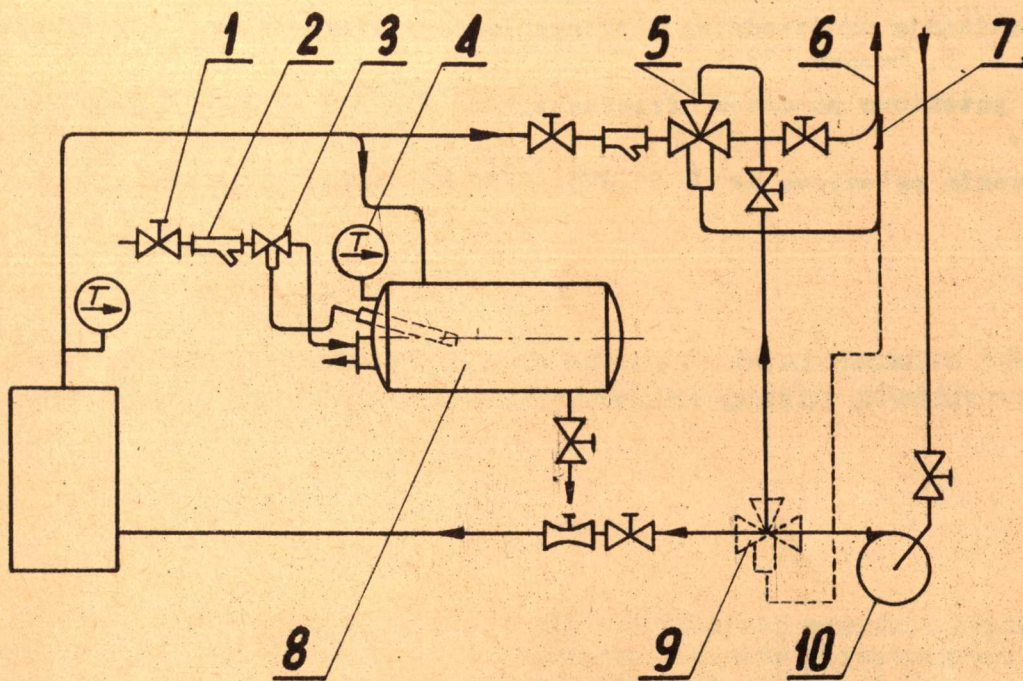
Regulator mieszający /5/ jest zamontowany na wylocie wody gorącej do instalacji; doprowadzona jest do niego woda powrotna, bocznikująca układ ogrzewczy i zawracana bezpośrednio do instalacji w ilości zależnej od temperatury mierzonej przez czujnik /7/. Zbiornik wody gorącej /8/ jest ogrzewany przez wodę kotłową; temperatura gorącej wody jest regulowana przy pomocy regulatora temperatury prostego działania /3/.

Do tej samej instalacji zamiast mieszającego można zamontować taki sam regulator trójdrożny jako rozdzielający /10/, zaznaczony na rysunku linią przerywaną.

Rozwiązanie jak na rys. 6 umożliwia dostarczanie wody o stałej temperaturze niezależnie od intensywności poboru ciepła przez radiatory u użytkowników.

Oprócz ogólnych warunków jakości i wygody eksploatacyjnej regulatorom o bezpośrednim działaniu stawia się - z punktu widzenia użytkowników - następujące wymagania:

- stabilność regulacji, na którą wpływ mają: powtarzalność charakterystyki /mała histereza/, możliwie mała wartość nieczułości i prawidłowy dobór regulatora /średnicy i obszaru proporcjonalności/;
- ograniczenie wpływu zmian temperatury czynnika w zaworze i temperatury otoczenia na prawidłowość pracy regulatora;
- płynna regulacja, bez zacięć oraz drgań grzybka zaworu;
- stałość początkowych parametrów, uwarunkowana szczelnością układu termometrycznego /ubytki czynnika termometrycznego powodują zwiększenie nieczułości, histerezy i zakresu proporcjonalności oraz niedomykanie się lub niepełne otwarcie zaworu/;
- odpowiednie zabezpieczenie kapilary, jako najmniej odpornej na uszkodzenia.



Rys. 6. Zastosowanie regulatorów temperatury o bezpośrednim działaniu w instalacji centralnego ogrzewania

1 - zawór ręczny, 2 - osadnik zanieczyszczeń, 3 - regulator prostego działania, 4 - termometr, 5 - regulator trójdrożny mieszający, 6 - doprowadzenie gorącej wody do użytkowników, 7 - czujnik regulatora trójdrożnego, 8 - zbiornik wody gorącej, 9 - regulator trójdrożny, użyty jako rozdzielający, 10 - pompa.

Istotną sprawą jest również możliwość zaoferowania użytkownikom konstrukcji, w której nastawnik można umieszczać zależnie od potrzeb /od łatwości dostępu/ przy czujniku, osobno lub przy zaworze.

Konstrukcja nastawnika winna zapewnić możliwość takiego nastawienia, aby temperatura nastawiona na skali wskaźnika odpowiadała rzeczywistej wartości regulowanej.

Prace badawcze prowadzone w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów, dotyczące regulatorów o bezpośrednim działaniu /opis stanowisk badawczych i metod badawczych/ zostaną omówione w następnych publikacjach.

L i t e r a t u r a

1. L. Rich Ashley: Temperature regulation. Instrument and Control Systems, 5/65.
2. W. Schroder - Babo: Regler ohne Hilfsenergie Regelungstechnik Praxis, 3/65.
3. K.A. Mironow, L.J. Szepietin: Awtomatyczne regulatory. Maszgiz, Moskwa 1961.

4. Awtomatizacija proizwodstwa i promyszlennaja elektronika. Enciklopedija, t. 3, Moskwa 1964.
5. Opisy patentowe patentów francuskich nr 1384519 i 1388289 f-my Kosmos /NRF/.
6. Zgłoszenie patentowe nr P 112075, SPEC Warszawa.