



URZĄD
PATENTOWY
PRL

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 11. XI. 1964 (P 106 225)

Pierwszeństwo: _____

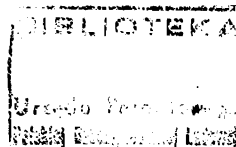
Opublikowano: 3. I. 1966

Kl. 36 d, 1/56

MKP F 24 f

11/00

UKD



Twórca wynalazku: mgr inż. Zdzisław Barski

Właściciel patentu: Instytut Techniki Ciepłej, Łódź (Polska)

**Sposób i urządzenie do automatycznej regulacji procesów
fizycznych w urządzeniach przemysłowych
zwłaszcza temperatury i wilgotności w urządzeniach klimatyzacyjnych**

1

Wynalazek dotyczy sposobu automatycznej regulacji temperatury lub wilgotności w urządzeniach przemysłowych zwłaszcza klimatyzacyjnych oraz regulatorów przeznaczonych do tego celu.

Znane sposoby automatycznej regulacji temperatury i wilgotności polegają na zastosowaniu do tego celu czujników temperatury, regulatorów i specjalnych zaworów regulacyjnych. Charakterystyki tych zaworów muszą być przy tym odpowiednio dobrane do charakterystyki danego obiektu regulacji z uwzględnieniem ukształtowania sieci zasilającej ten obiekt, wymiany ciepła lub masy oraz związanego z tym rozkładu spadków ciśnienia czynnika roboczego u sieci zasilającej.

Automatyzacja dużych przemysłowych urządzeń klimatyzacyjnych wymaga stosowania skomplikowanych i drogich regulatorów zapewniających uzyskanie proporcjonalno-całkującego lub proporcjonalnego przebiegu procesu regulacji. Mimo to odpowiednie dostrojenie regulatora do obwodu regulacji następuje wiele trudności szczególnie przy niewłaściwym doborze charakterystyki organu regulacyjnego. Sposób i urządzenie według wynalazku usuwa wady znanych sposobów i urządzeń, gdyż pozwala na zastosowanie w układzie regulacji typowych zaworów regulacyjnych z napędem ręcznym o dowolnej charakterystyce, na których instaluje się jedynie krokowy siłownik elektropneumatyczny lub elektryczny, wyposażony w specjal-

2

nie dobrany do układu nieliniowy potencjometr sprzężenia zwrotnego.

Urządzenie do regulacji temperatury i wilgotności według wynalazku można łatwo przystosować do nieliniowej charakterystyki dowolnego organu regulacyjnego stosując tylko zmianę potencjometru sprzężenia zwrotnego, zapewniając jednocześnie prawidłowy przebieg procesu regulacji proporcjonalno-całkującej lub proporcjonalnej.

Można je również szeroko stosować do automatyzacji obiektów istniejących wyposażonych do-tychczas tylko w ręcznie sterowane organy regulacyjne.

Myślą przewodnią wynalazku jest zastosowanie do automatycznej regulacji temperatury lub wilgotności układu regulacji proporcjonalno-całkującej z termicznym sprzężeniem zwrotnym nieliniowym, zależnym od charakterystyki organu regulacyjnego.

Istota sposobu regulacji według wynalazku polega na zastosowaniu w układzie regulacji trójpoleźniowej termicznego sprzężenia zwrotnego o stałej czasowej, nastawianej wstępnie w zależności od właściwości dynamicznych obiektu regulacji i korygowanej dodatkowo w sposób ciągły za pośrednictwem nieliniowego potencjometru sprzężenia zwrotnego w zależności od charakterystyki i stopnia otwarcia organu regulacyjnego.

Istota urządzenia do stosowania sposobu regulacji według wynalazku, polega na zastosowaniu

w układzie termicznego sprzężenia zwrotnego wymuszonego przepływu powietrza chłodzącego o ręcznie nastawianej wartości tego przepływu oraz oporników grzejnych połączonych szeregowo z nieliniowym potencjometrem, którego suwak jest sprzęgnięty mechanicznie z siłownikiem elektropneumatycznym lub elektrycznym zainstalowanym na organie regulacyjnym.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniiony tytułem przykładu oraz schematycznie na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy sposobu regulacji według wynalazku, fig. 2 i fig. 3 przykładowe charakterystyki organu regulacyjnego zainstalowanego na obiekcie regulacji oraz odpowiadające im przebiegi impulsowych sygnałów sterujących regulatora, a fig. 4 przykład schematu ideowego urządzenia do stosowania sposobu regulacji według wynalazku.

Przedstawiona na fig. 1 struktura schematu blokowego sposobu regulacji temperatury i wilgotności według wynalazku jest niżej opisana.

Oporowy czujnik 1 temperatury w pomieszczeniu lub w kanale, oporowy czujnik temperatury zewnętrznej 3 lub oporowy czujnik wilgotności jest włączony do jednej z gałęzi układu mostkowego 4. Sygnał wyjściowy układu mostkowego 4 jest wzmacniany we wzmacniaczu 5 i steruje z kolei przekaźnikiem wyjściowym 6 lub 7, w zależności od wielkości i fazy napięcia wyjściowego wzmacniacza 5. Styki przekaźników 6 i 7 włączają następnie napięcie zasilające na uzwojenia zaworków elektropneumatycznych w krokowym siłowniku elektropneumatycznym lub na uzwojenia sterujące silnika w siłowniku elektrycznym 8. Druga para styków przekaźników 6 i 7 jest przeznaczona do włączania układu termicznego sprzężenia zwrotnego 11, którego sygnał wyjściowy jest przekazywany do układu mostkowego 4.

Sprzężenie zwrotne 11 jest połączone z urządzeniem nastawczym 10 przeznaczonym do dostosowywania charakterystyki podstawowej termicznego sprzężenia zwrotnego do charakterystyki dynamicznej obiektu regulacji oraz z siłownikiem elektrycznym 8, za pomocą nieliniowego potencjometru o charakterystyce dopasowanej do charakterystyki organu regulacyjnego 9.

Korzystny przykład schematu ideowego urządzenia przeznaczonego do stosowania sposobu regulacji według wynalazku jest uwidoczniiony na fig. 4.

Wspomniany w opisie schematu blokowego układ mostkowy 4 składa się z mostka pomiarowego, w którego gałęziach włączone są oporniki 21, 22, 23, potencjometr zerowania 24 i jeden z czujników temperatury lub wilgotności 1, 2 lub 3 oraz mostka sprzężenia zwrotnego zawierającego w swoich gałęziach oporniki stałe 25, 26 i potencjometr zerowania 20 oraz oporniki 12 i 18 charakteryzujące się dużym cieplnym współczynnikiem przyrostu oporności.

Obydwa mostki układu są ze sobą połączone równolegle i zasilane ze źródła napięcia za pośrednictwem zacisków 38 i 39. Zaciski wyjściowe obydwu mostków są ze sobą połączone w układzie różnicowym, a sygnał wypadkowy pojawiający się na suwakach potencjometrów 20 i 24 jest podawa-

ny na wejście wzmacniacza 4 lampowego lub tranzystorowego wyposażonego na wyjściu w układ fazoczuły. Uzwojenia przekaźników 6 i 7 są połączone z fazoczułymi gałęziami wzmacniacza 4 i w zależności od fazy i wielkości sygnału napięciowego pochodzącego z układu mostkowego 4 zostaje pobudzony przekaźnik 6 lub przekaźnik 7. Styki 30 przekaźnika 6 są połączone ze źródłem napięcia uzwojenia 31 serwowatora 8 i powodują obrót tego serwowatora w lewo (otwieranie zaworu 9) a styki 33 przekaźnika 7 łączą ze źródłem napięcia uzwojenie 32 serwowatora 8 powodując jego obrót w prawo (przymykanie zaworu 9).

We wspólnej obudowie z mostkiem sprzężenia zwrotnego i opornikami 12 i 18 są zainstalowane oporniki grzejne 11 i 19 termicznego sprzężenia zwrotnego. Jedne końce oporników 11 i 19 są ze sobą połączone i przyłączone do zacisku 37 źródła prądu korzystnie o stabilizowanym napięciu za pośrednictwem nieliniowego potencjometru 27, którego suwak 28 jest sprzęgnięty mechanicznie z serwowatorem 8. Drugi koniec opornika 11 jest połączony z drugim biegunem 40 źródła prądu poprzez styki 29 przekaźnika 6, a drugi koniec opornika 19 jest połączony z biegunem 40 poprzez styki 34 przekaźnika 7. Oporniki grzejne 11 i 19 są omywane słabym strumieniem powietrza chłodzącego wypływającego z urządzenia nastawczego 10 przy czym do opornika 11 jest doprowadzona z urządzenia 10 rurka 15 zaopatrzona w nastawną przesłonę 13, a do opornika 19 jest doprowadzona rurka 16 zaopatrzona w przesłonę nastawną 14.

Działanie układu regulacji wykonanego zgodnie ze sposobem regulacji będącym przedmiotem wynalazku oraz zawierającego urządzenie do stosowania tego sposobu jest niżej opisane.

W przypadku gdy temperatura otoczenia czujnika 2 jest równa temperaturze nastawionej na regulatorze, wypadkowy sygnał układu mostkowego 4 jest równy zeru, napięcie wyjściowe wzmacniacza 5 jest także równe zeru, przekaźniki 6 i 7 są niepobudzone, uzwojenia 31 i 32 odłączone od źródła prądu, serwowator 8 i zawór regulacyjny 9 są nieruchome. W przypadku gdy skutek zakłóceń zewnętrznych, jak zmiana temperatury zewnętrznej, zmiana ciśnienia pary zasilającej nagrzewnicę zmieni się, na przykład zmniejszy się, temperatura otoczenia czujnika 2 a w ślad za tym zmieni się jego oporność, zostanie zachwiana równowaga mostka pomiarowego i na jego wyjściu pojawi się sygnał napięciowy, który zostanie wzmocniony na wzmacniaczu 4 i spowoduje pobudzenie przekaźnika 6. Styki 30 przekaźnika 6 zamkną obwód zasilania uzwojenia 31 i serwowator 8 zacznie się obracać w lewo powodując otwieranie zaworu 9. Jednocześnie styki 29 przekaźnika 6 zamkną obwód zasilania opornika grzejnego 11 powodując przepływ prądu przez ten opornik.

Wskutek wymiany ciepła między opornikiem 11 i 12 wzrośnie temperatura a wraz z nią i oporność opornika 12 co spowoduje pojawienie się na zaciskach wyjściowych mostka sprzężenia zwrotnego sygnału napięciowego przeciwnie skierowanego niż sygnał mostka pomiarowego. W związku z tym

wypadkowy sygnał układu mostkowego zaczyna maleć, aż wreszcie spada do wartości, przy której przekaźnik 6 rozłączy swoje styki powodując zatrzymanie się serwowatora 8 oraz wyłączenie opornika 11,

W przypadku gdy nowe położenie serwowatora 8 oraz organu regulacyjnego 9 zwiększające dopływ czynnika grzeijnego do nagrzewnicy okaże się wystarczające do przywrócenia temperatury nastawionej, układ regulacyjny pozostanie w równowadze, gdyby natomiast okazało się, że temperatura otoczenia czujnika 2 jest w dalszym ciągu niższa od temperatury nastawionej, to ponownie pojawi się sygnał napięciowy na wejściu wzmacniacza 5, przekaźnik 6 zostanie pobudzony i cykl impulsowy powtórzy się.

W przypadku gdy temperatura otoczenia czujnika 2 wzrośnie ponad temperaturę nastawioną na regulatorze — pojawi się sygnał napięciowy o odwrotnej fazie i zostanie pobudzony przekaźnik 7, serwowator 8 zostanie włączony do obrotów w prawo (przymykanie zaworu 9) oraz zostanie przyłączony do źródła prądu opornik 19 termicznego sprzężenia zwrotnego, poza tym cykl regulacyjny będzie taki sam jak wyżej opisany.

W zależności od parametrów dynamicznych obiektu regulacji w rodzaju opóźnień, stałych czasowych, współczynnika wzmocnienia, nastawia się stałą czasową termicznego sprzężenia zwrotnego. Dokonuje się tego przez zmianę położenia przesłon 13 i 14 i spowodowaną tym zmianę wielkości przepływu powietrza omywającego układ oporników 11 i 12 oraz 18 i 19, przy wzmożonym przepływie powietrza dłużej trwa okres nagrzewania oporników a krócej okres stygnięcia i odwrotnie, przy zmniejszonym przepływie powietrza krócej trwa okres nagrzewania oporników a dłużej okres stygnięcia.

W przypadku gdy charakterystyka zaworu regulacyjnego jest nieliniowa, na przykład jak na fig. 2, gdzie początkowo określonym przyrostom stopnia otwarcia zaworu regulacyjnego odpowiadają duże zmiany wydatku, co jest pokazane w punkcie a a następnie tym samym przyrostom stopnia otwarcia zaworu odpowiadają znacznie mniejsze zmiany wydatku Q (punkt b), koryguje się w zależności od stopnia otwarcia zaworu 9 charakterystykę termicznego sprzężenia zwrotnego. W przypadku gdy pracuje się w punkcie a charakterystyki zaworu, zgodnie z fig. 1 część oporności potencjometru 27 włączona w obwód oporników grzeijnych 11 i 19 jest mała i w związku z tym czas trwania impulsów regulacyjnych krótszy, a czas przerwy dłuższy. W przypadku pracy w punkcie b charakterystyki zaworu, znaczna część oporności 27 jest włączona do obwodu oporników grzeijnych, prąd w tym obwodzie maleje i rośnie czas nagrzewania oporników, co powoduje wzrost czasu impulsów regulacyjnych i pewne zmniejszenie czasu przerwy w impulsie.

Na fig. 3 jest przedstawiona odwrotna charakterystyka zaworu regulacyjnego i odpowiadające jej impulsowe przebiegi regulacyjne.

W razie potrzeby uzyskania regulacji proporcjonalnej ze sztywnym sprzężeniem zwrotnym o cha-

rakterystyce zależnej od stopnia otwarcia zaworu regulacyjnego 9, włącza się potencjometr 28 z suwakiem sprzęgniętym mechanicznie z serwowatorem 8 w gałąź mostka sprzężenia zwrotnego zamiast opornika 18.

W tym przypadku oporniki grzewcze 11, 19 termicznego sprzężenia zwrotnego oraz wentylatorek 17 urządzenia nastawczego 10 należy odłączyć na stałe od źródła napięcia.

Wyżej opisany sposób i urządzenie pozwalają na łatwe dostrojenie układu regulacji do parametrów dynamicznych obiektu oraz nieliniowej charakterystyki organu regulacyjnego i uzyskania dobrej jakości regulacji przy zastosowaniu nieskomplikowanego i pewnego w działaniu sprzętu regulacyjnego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób automatycznej regulacji procesów fizycznych w urządzeniach przemysłowych zwłaszcza temperatury i wilgotności w urządzeniach klimatyzacyjnych, polegający na zastosowaniu układu regulacji trójpołożeniowej z termicznym sprzężeniem zwrotnym o stałej czasowej nastawianej wstępnie w zależności od właściwości dynamicznych obiektu regulacji **znamienny tym**, że wartość stałej czasowej termicznego sprzężenia zwrotnego (11) jest korygowana dodatkowo w sposób ciągły za pośrednictwem nieliniowego potencjometru (27) połączonego mechanicznie z pokrętelem (dźwignią) zaworu (przepustnicy) (9) i posiadającego charakterystykę dopasowaną do charakterystyki zaworu regulacyjnego.
2. Sposób regulacji według zastrz. 1 **znamienny tym**, że wstępna wartość stałej czasowej termicznego sprzężenia zwrotnego jest nastawiana przez zmiany wielkości przepływu powietrza chłodzącego wypływającego z nastawczego urządzenia (10) i omywającego oporniki (11), (12), (18) i (19) termicznego sprzężenia zwrotnego.
3. Urządzenie do stosowania sposobu regulacji według zastrz. 1 i 2 **znamiennie tym**, że grzewcze oporniki (11) i (19) są jednym końcem połączone ze sobą i przyłączone do zacisku (37) źródła prądu korzystnie o napięciu stabilizowanym za pośrednictwem nieliniowego potencjometru (27), którego suwak (28) jest sprzęgnięty mechanicznie z serwowatorem (8) przy czym drugi koniec opornika (11) jest połączony z drugim biegunem (40) źródła napięcia poprzez styki (29) przekaźnika (6) a drugi koniec opornika (19) jest połączony z biegunem (40) poprzez styki (34) przekaźnika (7).
4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że urządzenie nastawcze (10) zawiera wentylatorek (17), a powietrze tłoczone przez ten wentylatorek (17) przepływa kanałami (15) i (16) i omywa oporniki (11), (12) oraz (18), (19) sprzężenia zwrotnego, przy czym kanał (15) jest zaopatrzony w nastawną przesłonę (13)

a kanał (16) jest zaopatrzony w nastawną przesłonę (14).

5. Urządzenie według zastrz. 3 i 4 **znamiennie tym**, że na miejsce opornika (18) jest włączony nie-

liniowy potencjometr (27) z suwakiem (28) mechanicznie sprzęgniętym z serwowotorem (8) a grzejne oporniki (11) i (19) oraz wentylatorek (17) są odłączone na stałe od źródła prądu.

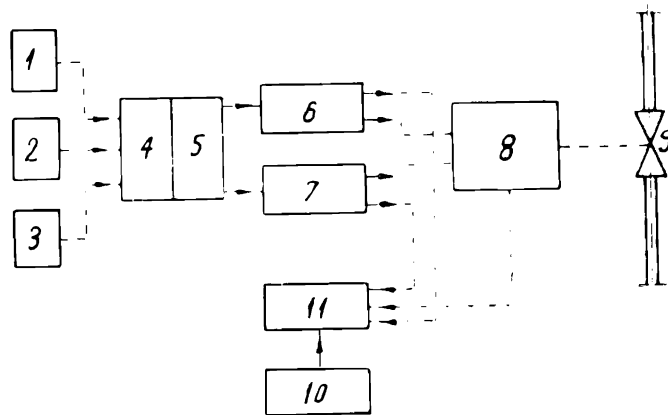


Fig 1

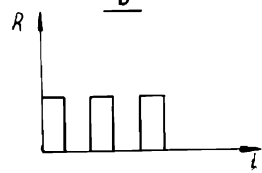
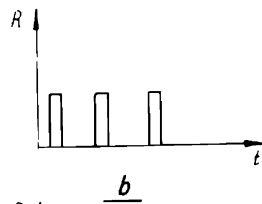
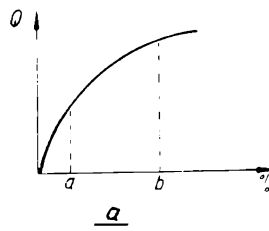


Fig 2

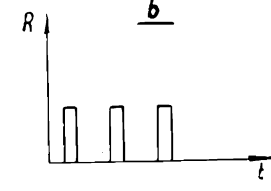
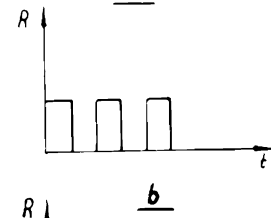
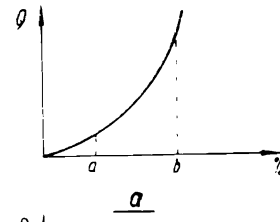


Fig 3

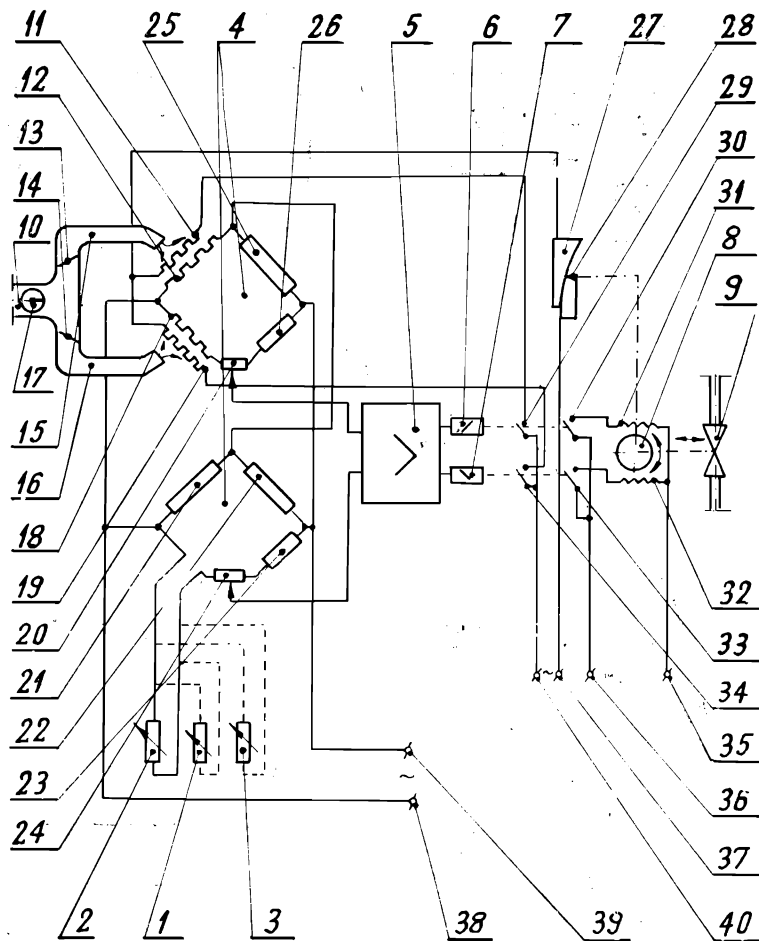


Fig 4