



Patent dodatkowy
do patentu nr 81401

Zgłoszono: 20.09.73 (P. 165351)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 01.04.75

Opis patentowy opublikowano: 31.12.1980

Int. Cl.²
G05D 22/02

Twórcy wynalazku: Józef Spirnek, Edward Kącki

Uprawniony z patentu: Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Automatyki
i Urządzeń Precyzyjnych „Mera-Poltik”, Łódź
(Polska)

Sposób regulacji wilgotności oraz regulator wilgotności

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób regulacji wilgotności oraz regulator wilgotności końcowej materiałów suszonych w postaci przesuwającej się taśmy zapewniający skrócenie czasu regulacji bliższe optymalnemu, co stanowi uzupełnienie rozwiązania opisanego w polskim opisie patentowym nr 81401.

W sposobie regulacji wilgotności według opisu patentowego nr 81401 określa się znak uchybu ε i w zależności od tego znaku przekształca się następująco sygnały uchybu: gdy znak uchybu jest dodatni $\varepsilon > 0$, funkcja sterująca ma charakterystykę malejącą, a jeżeli znak uchybu jest ujemny $\varepsilon < 0$, funkcja sterująca ma charakterystykę narastającą. Natomiast przełączanie sygnału wyjściowego przebiega zgodnie ze znanym algorytmem sterowania niezależnie od znaku uchybu. To znaczy, że jeżeli iloczyn wartości uchybu ε przez jego pochodną $\dot{\varepsilon}$, tj. iloczyn parametrów linii przełączania przez uchyb — jest większy od zera $\varepsilon \dot{\varepsilon} > 0$, pętla sprzężenia zwrotnego jest zamknięta i regulator pracuje.

Jeżeli iloczyn ten jest mniejszy od zera $\varepsilon \dot{\varepsilon} < 0$, pętla sprzężenia zwrotnego jest otwarta i regulator nie oddziałuje na obiekt regulowany. W tym ostatnim przypadku, gdy uchyb ε ma wartość ujemną $\varepsilon < 0$, czas regulacji jest stosunkowo długi, co powoduje straty materiałowe w postaci długich odcinków materiału zbyt mokrego lub przesuszonego wychodzącego z suszarki.

2

Regulator wilgotności do stosowania sposobu regulacji opisanego w opisie patentowym nr 81401 posiada człon określający znak uchybu i dwa człony nieliniowe stanowiące wzmacniacze, z których jeden realizuje współczynnik wzmocnienia o charakterystyce malejącej w funkcji uchybu, a drugi o charakterystyce narastającej w funkcji uchybu. Człony te są włączone na przemian w tor przesyłania sygnału w zależności od znaku uchybu, a mianowicie gdy znak uchybu jest dodatni zostaje włączony wzmacniacz o charakterystyce malejącej, gdy zaś znak uchybu jest ujemny zostaje włączony wzmacniacz o charakterystyce narastającej.

Sposób regulacji wynalazku dotyczy przypadku, gdy znak iloczynu wartości uchybu ε przez jego pochodną $\dot{\varepsilon}$, tj. znak iloczynu parametrów linii przełączania przez wartość uchybu jest ujemny ($\varepsilon \dot{\varepsilon} < 0$) i znak uchybu jest ujemny $\varepsilon < 0$ oraz równocześnie uchyb początkowy $\varepsilon(0)$ jest mniejszy od maksymalnego uchybu dopuszczalnego $\varepsilon_{\max}$ ($\varepsilon(0) < \varepsilon_{\max}$). Sposób polega na tym, że określa się znak drugiej pochodnej uchybu $\ddot{\varepsilon}$, gdy znak ten jest dodatni $\ddot{\varepsilon} > 0$, zamyka się pętlę sprzężenia zwrotnego poprzez człon realizujący funkcję przyspieszenia. Pomiar drugiej pochodnej można zastąpić pomiarem znaku iloczynu parametrów dodatkowej linii przełączania $S_1 = C_1 \varepsilon + \dot{\varepsilon}$ przez pochodną uchybu $\dot{\varepsilon}$ i jeżeli znak ten jest dodatni ($(C_1 \varepsilon + \dot{\varepsilon}) \dot{\varepsilon} > 0$) realizuje się sposób regulacji jak po-

dano wyżej, przy czym C_1 oznacza współczynnik wzmocnienia. Jeżeli znak drugiej pochodnej uchybu jest ujemny $\ddot{\epsilon} < 0$ lub znak wspomnianego iloczynu jest ujemny $((C_1 \epsilon + \dot{\epsilon}) \ddot{\epsilon} < 0)$ następuje przerwanie linii sprzężenia zwrotnego i funkcja przyspieszenia przestaje działać — układ pracuje jak w znanym sposobie regulacji, gdy $\ddot{\epsilon} < 0$ i $\epsilon < 0$.

Sposób regulacji według powyższego algorytmu umożliwia skrócenie czasu regulacji do wartości bliskich optymalnym i zapewnia sterowanie procesem suszenia bliskie minimalnoczasowemu. W praktyce uzyskuje się dzięki wynalazkowi krótsze odcinki materiału o niewłaściwych parametrach, tj. przesuszonych lub zbyt mokrych.

Regulator wilgotności według wynalazku posiada człon realizujący funkcję przyspieszenia włączany w tor przesyłania sygnału stykami przełącznika sygnału w zależności od znaku drugiej pochodnej uchybu lub w zależności od znaku iloczynu parametrów dodatkowej linii przełączania przez pochodną uchybu.

Przykład wykonania regulatora wilgotności według wynalazku jest odtworzony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy regulatora z wykorzystaniem drugiej pochodnej uchybu, a fig. 2 — schemat blokowy regulatora z podwójną linią przełączania.

Wilgotność końcowa W_k przsuwającego się materiału mierzona jest w sposób ciągły miernikiem 1, którego wyjście połączone jest z sumatorem 2 porównującym zmierzoną wilgotność W_k z wielkością zadaną W_{kz} . W przypadku różnicy między tymi wielkościami spowodowanej zakłóceniem Z na wyjściu sumatora pojawia się sygnał uchybu ϵ . Jedno z wyjść sumatora 2 poprzez przełącznik sygnału 3 jest łączone w zależności od sygnału z bloku zmiany struktury 4 z członem nieliniowym 5 stanowiącym wzmacniacz realizujący współczynnik wzmocnienia o charakterystyce malejącej w funkcji uchybu bądź z członem nieliniowym 6 stanowiącym wzmacniacz realizujący współczynnik wzmocnienia o charakterystyce narastającej w funkcji uchybu, bądź z członem 7 realizującym funkcję przyspieszenia $K_e(\epsilon)$, a następnie poprzez sumator 8 jest doprowadzona do obiektu regulacji 0.

Drugie z wyjść sumatora 2 jest połączone z blokiem zmiany struktury 4: bezpośrednio, przez człon 9 określający znak uchybu oraz poprzez linię przełączania złożoną z członu różniczkującego 10, określającego znak pochodnej 11 i członu 12 mnożącego sygnał znaku pochodnej $\dot{\epsilon}$ przez sygnał znaku uchybu ϵ . Regulator jest ponadto wyposażony w człon 13 różniczkujący pierwszą pochodną i człon 14 określający znak drugiej pochodnej, z którego sygnał $\ddot{\epsilon}$ jest doprowadzony do bloku zmiany struktury 4. Do bloku 4 jest ponadto doprowadzony sygnał dopuszczalnego uchybu maksymalnego $\epsilon_{\max}$. Regulator działa następująco:

Gdy znak iloczynu parametrów linii przełączania przez wartość uchybu jest dodatni lub równy zeru $\epsilon \dot{\epsilon} \geq 0$, regulator działa zgodnie z algorytmem sterowania opisanym w patencie nr 81401. Natomiast, gdy znak tego iloczynu jest ujemny i znak

uchybu jest ujemny $\ddot{\epsilon} < 0$ i $\epsilon < 0$, to przy spełnionym warunku, że uchyb początkowy $\epsilon(0)$ jest mniejszy od uchybu maksymalnego $\epsilon(0) < \epsilon_{\max}$, dla przypadku gdy druga pochodna uchybu jest większa od zera $\ddot{\epsilon} > 0$ przełącznik 3 włącza w tor przesyłania sygnału człon 7 realizujący funkcję przyspieszenia. Gdy druga pochodna uchybu jest ujemna $\ddot{\epsilon} < 0$ pętla sprzężenia zwrotnego jest otwarta i regulator nie oddziałuje na obiekt regulacji 0, analogicznie jak w przypadku, gdy znak iloczynu $\epsilon \dot{\epsilon}$ jest ujemny: $\ddot{\epsilon} < 0$ i znak uchybu dodatni $\epsilon > 0$.

Zamiast pomiaru drugiej pochodnej uchybu czyli zamiast członu 13 i 14 można uzupełnić układ regulatora dodatkową linią przełączania, pokazaną na fig. 2, złożoną z członu 15, 16, 17 i 18. Sygnał uchybu ϵ po przejściu przez człon 15 realizujący stały współczynnik wzmocnienia C_1 dochodzi do sumatora 16 realizującego linię przełączania $S_1 = C_1 \epsilon + \dot{\epsilon}$, a następnie po przejściu przez człon 17 określający znak parametrów linii przełączania — $\text{sign } S_1$ — jest doprowadzony do członu mnożącego 18, do którego dochodzi też sygnał znaku pochodnej $\dot{\epsilon}$ z członu 11. Uzyskany iloczyn znaku parametrów linii przełączania przez znak pochodnej uchybu — $\text{sign } S_1 \dot{\epsilon}$ (w formie rozwiniętej $\text{sign } (C_1 \epsilon + \dot{\epsilon}) \dot{\epsilon}$) jest doprowadzony do bloku zmiany struktury 4.

Regulator wykonany według tej wersji działa tak samo jak wyposażony w człony 11 i 12 do realizacji pomiaru drugiej pochodnej. Dla podanych uprzednio warunków jeżeli znak iloczynu parametrów dodatkowej linii przełączania przez pochodną uchybu jest dodatni $S_1 \dot{\epsilon} > 0$, zostaje włączony w tor przesyłania sygnału człon 7 realizujący funkcję przyspieszenia $K_e(\epsilon)$. Jeżeli znak ten jest ujemny $S_1 \dot{\epsilon} < 0$ obwód sprzężenia zwrotnego jest otwarty i regulator nie oddziałuje na obiekt regulacji 0.

Algorytm sterowania według wynalazku wyrażony w postaci zależności logicznych przedstawia się następująco:

1. Jeżeli $\epsilon \dot{\epsilon} \geq 0$, to
 - dla $\epsilon > 0$ $K = K_r(\epsilon)$
 - dla $\epsilon < 0$ $K = K_p(\epsilon)$
 - zgodnie z algorytmem sterowania według opisu patentowego nr 81401
2. Jeżeli $\epsilon \dot{\epsilon} < 0$ i $\epsilon(0) < \epsilon_{\max}$, to
 - a) dla $\epsilon < 0$ i
 - $\epsilon > 0$ wg I wersji
 - lub
 - $S_1 \dot{\epsilon} > 0$ wg II wersji
$$\left. \begin{array}{l} \epsilon > 0 \text{ wg I wersji} \\ \text{lub} \\ S_1 \dot{\epsilon} > 0 \text{ wg II wersji} \end{array} \right\} K = K_e(\epsilon)$$
 - co stanowi istotę sposobu według wynalazku
 - Zaś dla $\epsilon < 0$ i:
 - $\ddot{\epsilon} < 0$ wg I wersji
 - lub
 - $S_1 \dot{\epsilon} < 0$ wg II wersji
$$\left. \begin{array}{l} \ddot{\epsilon} < 0 \text{ wg I wersji} \\ \text{lub} \\ S_1 \dot{\epsilon} < 0 \text{ wg II wersji} \end{array} \right\} K = 0$$
 - b) dla $\epsilon > 0$ $K = 0$
 - zgodnie ze znanym algorytmem sterowania regulatorów półproporcjonalnych.

Udoskonalenie pracy regulatora wykonanego zarówno w wersji pierwszej (fig. 1) jak i drugiej (fig. 2) uzyskuje się przez wyposażenie go w człon re-

alizujący stały współczynnik wzmocnienia włączony równolegle do członu różniczkującego 10 w obwodzie pierwszej linii przełączania.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób regulacji wilgotności końcowej materiałów suszonych w postaci przesuwającej się taśmy, w którym zależnie od znaku uchybu przekształca się sygnał uchybu na funkcję sterującą o charakterystyce regresywnej lub progresywnej współczynnika wzmocnienia według patentu nr 81401, **znamienny tym**, że określa się znak drugiej pochodnej uchybu i gdy znak ten jest dodatni, zamyka się pętlę sprzężenia zwrotnego układu regulacji poprzez człon realizujący funkcję przyspieszenia.

2. Sposób regulacji wilgotności końcowej materiałów suszonych w postaci przesuwającej się taśmy, w którym zależnie od znaku uchybu prze-

kształca się sygnał uchybu na funkcję sterującą o charakterystyce malejącej lub narastającej współczynnika według patentu nr 81401, **znamienny tym**, że określa się znak iloczynu parametrów dodatkowej linii przełączania przez pochodną uchybu i gdy znak ten jest dodatni zamyka się pętlę sprzężenia poprzez człon realizujący funkcję przyspieszenia.

3. Regulator wilgotności zawierający jako elementy wzmacniające dwa człony nieliniowe jeden o charakterystyce malejącej w funkcji uchybu, a drugi o charakterystyce narastającej w funkcji uchybu włączane na przemian w tor przesyłania sygnału w zależności od znaku uchybu, według patentu nr 81401, **znamienny tym**, że zawiera człon (7) realizujący funkcję przyspieszenia włączany w tor przesyłania sygnału stykami przełącznika sygnału (3) w zależności od znaku drugiej pochodnej uchybu, lub w zależności od znaku iloczynu parametrów dodatkowej linii przełączania przez pochodną uchybu.

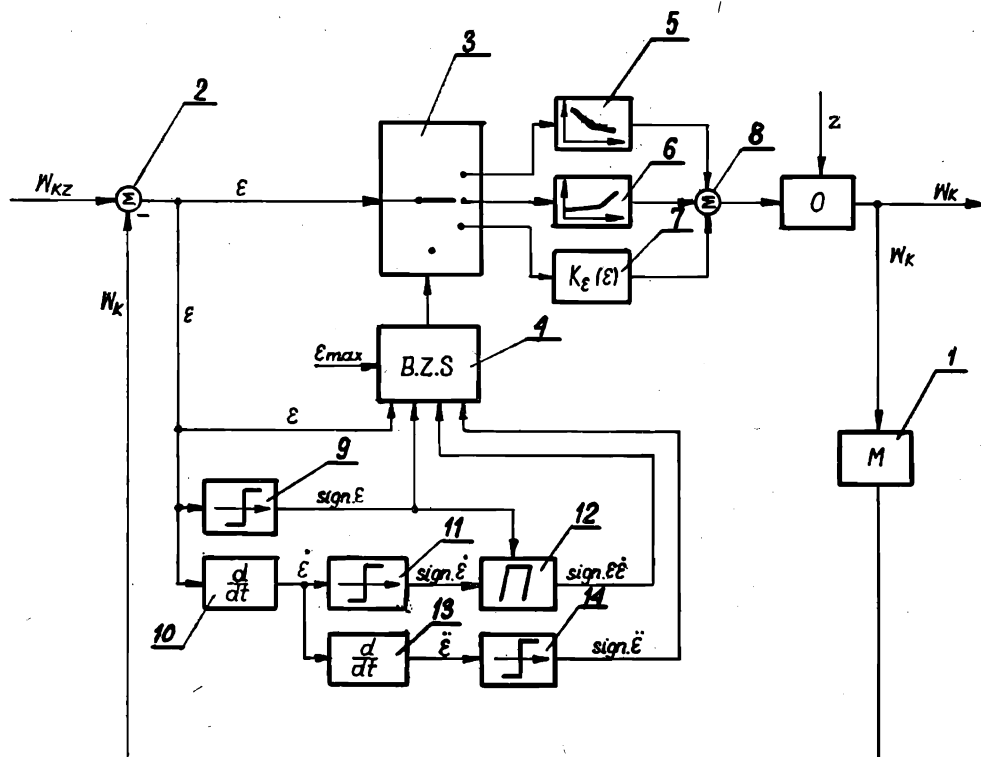


Fig. 1

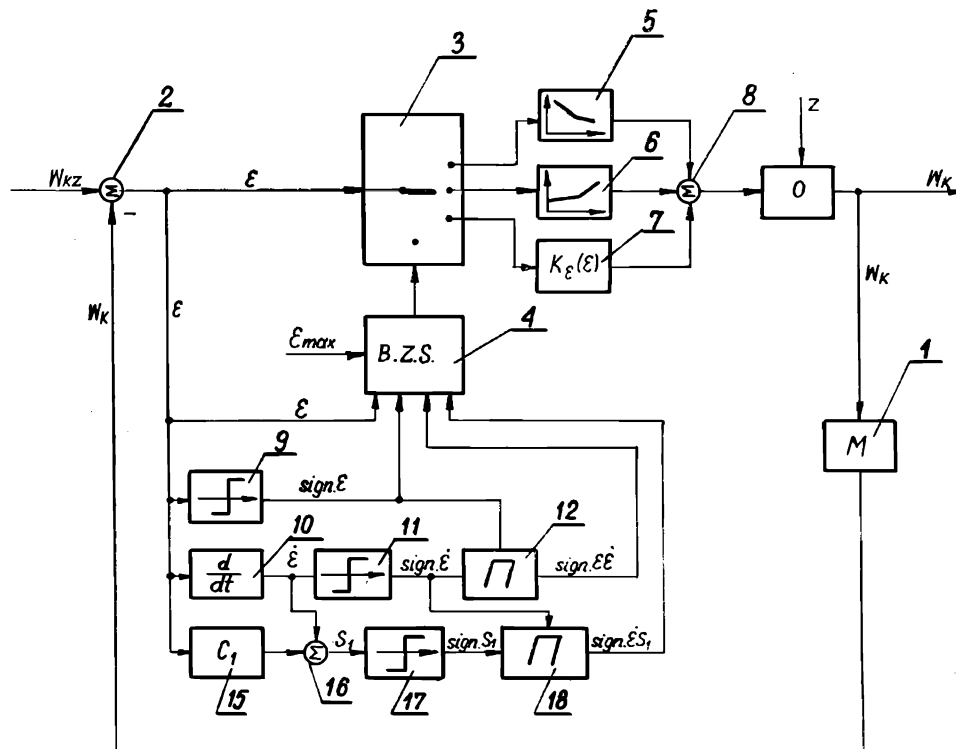


Fig. 2