



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 19. 12. 77 (P. 203136)

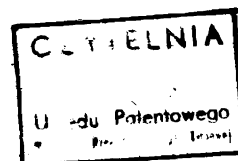
Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 16. 07. 79

Opis patentowy opublikowano: 28. 09. 1984

Int. Cl.³

G05B 13/02
B23Q 15/12



Twórca wynalazku: Sławomir Śpiewak

Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

Układ sterowania adaptacyjnego granicznego procesem toczenia

1

Dziedzina techniki. Przedmiotem wynalazku jest układ sterowania adaptacyjnego granicznego procesem toczenia utrzymujący stałą wartość wybranego wskaźnika toczenia takiego jak siły, momentu, mocy na nożu skrawającym przez zmianę posuwu narzędzia skrawającego.

Stan techniki. W znanych rozwiązaniach układów sterowania adaptacyjnego granicznego procesem toczenia, dobrą jakość sterowania gwarantującą znaczny wzrost wydajności i zabezpieczenia narzędzia przed przeciążeniem uzyskiwano drogą adaptacji parametrów układu sterującego do zmieniających się w sposób przypadkowy parametrów lub stanu procesu.

Znany jest z publikacji „Auslegung einer ACC-Regelung für die Drehebearbeitung” Steuerungs-technik 7/1974/3, E. Giseke, układ sterowania adaptacyjnego granicznego procesem toczenia, który zawiera blok sterujący generujący sygnał nastawiający w czasie „skrawania powietrza” oraz zamkniętą pętlę regulacji włączaną w czasie skrawania zawierającą trzy przełączniki pozwalające na przełączanie zamkniętego i otwartego układu sterowania oraz filtr dolno-przepustowy, komparator, regulator adaptacyjny składający się z bloku mnożącego, regulatora całkującego i regulatora proporcjonalnego oraz sumatora, trzech wzmacniaczy o zmiennym wzmacnieniu umożliwiających adaptację pętli regulacji do zmiennych parametrów procesu oraz bloku pamiętającego modyfikującego

2

sygnał wyjściowy z bloku procesu toczenia, w przypadku zakłóceń okresowych. Włączanie otwartego bądź zamkniętego układu sterowania dokonuje blok przełączający w zależności od stanu procesu.

Proces toczenia podlega zakłóceniom, takim jak: zmienna prędkość obrotowa wrzeciona, zmienna głębokość toczenia, zmienna twardość materiału i tym podobne, zmieniającym jego parametry.

W celu uzyskania wysokiej wydajności skrawania, zabezpieczenia narzędzia przed przeciążeniem oraz zapewnienia stabilnej pracy układu zastosowano zamknięty lub otwarty układ sterowania włączony w zależności od stanu procesu. Sterowanie „skrawaniem powietrza” przeprowadzane jest w układzie otwartym, przy czym sygnał nastawiający generuje układ sterujący. Sterowanie skrawaniem przeprowadzane jest w układzie zamkniętym, przy czym rolę regulatora, spełniają jednocześnie blok mnożący, regulator całkujący, regulator proporcjonalny i sumator. Filtr dolno-przepustowy zapobiega gwałtownym zmianom sygnału wejściowego podawanego na komparator.

W celu stabilizacji wzmacnienia, w pętli regulacji wprowadzono trzy wzmacniacze, których wzmacnienie zależy od spodziewanej głębokości toczenia, prędkości toczenia, prędkości obrotowej wrzeciona i współczynnika korekcyjnego. W celu zapewnienia stabilnej pracy przy zakłóceniach okresowych wprowadzono blok pamiętający wartość sygnału

wyjściowego przez czas minimum jednego obrotu wrzeciona.

Wadą tego układu jest duża ilość obrotów adaptacji, co utrudnia eksploatację i podraża koszt układu. Stosowanie przełączników do zmiany zamkniętego i otwartego obwodu sterowania utrudnia uzyskanie ciągłej zmiany sygnału nastawiającego oddziaływującego na proces, w momencie przełączenia sygnału.

Istota wynalazku. Układ zgodnie z wynalazkiem ma blok modyfikujący uchyb, którego pierwsze wejście jest połączone z wyjściem komparatora, na którego dodające wejście podawany jest sygnał zadany, zaś wyjście komparatora jest połączone poprzez blok nieliniowy z pierwszym wejściem regulatora. Wyjście regulatora jest połączone z pierwszym wejściem wzmacniacza, na którego drugie wejście jest podawany sygnał prędkości obrotowej wrzeciona.

Wyjście wzmacniacza jest połączone z blokiem procesu toczenia, uzależniającym siłę skrawania od prędkości posuwu, którego wyjście połączone jest z odejmującym wejściem komparatora oraz z pierwszym wejściem bloku identyfikującego stan procesu toczenia, na którego drugie wejście jest podawany sygnał zadany.

Pierwsze wyjście bloku identyfikującego stan procesu toczenia jest połączone z pierwszym wejściem bloku sterującego, na którego drugie wejście jest podawany sygnał funkcji pomocniczej, zaś drugie wyjście bloku identyfikującego stan procesu toczenia jest połączone z wejściem bloku przełączającego, włączającego zamknięty lub otwarty układ sterowania, zaś pierwsze wyjście bloku przełączającego jest połączone z trzecim wejściem bloku sterującego, a drugie wyjście jest połączone z drugim wejściem bloku modyfikującego uchyb, natomiast wyjście bloku sterującego jest połączone z drugim wejściem regulatora.

Korzystne skutki techniczne wynalazku. Układ według wynalazku charakteryzuje się prostotą wykonania oraz łatwością regulacji podczas uruchamiania, dzięki wyeliminowaniu kilku pętli adaptacji. Wskutek zastosowania bloku modyfikującego uchyb, układ pracuje stabilnie również w obecności silnych zakłóceń. Dzięki włączaniu otwartego układu sterowania w czasie skrawania uzyskano dobre zabezpieczenie narzędzia skrawającego przed przeciążeniem.

Ponadto dzięki oddziaływaniu bloku sterującego za pośrednictwem regulatora na sygnał nastawiający uzyskano automatycznie ciągłość zmian sygnału nastawiającego w momencie przełączenia z otwartego do zamkniętego układu sterowania.

Objaśnienie rysunku. Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, który na fig. 1, przedstawia schemat blokowy układu sterowania procesem toczenia, zaś na fig. 2 charakterystykę bloku nieliniowego.

Przykład wykonania. Jak uwidoczniono na fig. 1 rysunku, na dodające wejście komparatora 2 podawany jest sygnał zadany x_0 , zaś wyjście komparatora 2 jest połączone z pierwszym wejściem bloku modyfikującego uchyb 3, na które jest podawany uchyb regulacji ε . Wyjście bloku 3 o sygnale uchy-

bu ε_1 jest połączone poprzez blok nieliniowy 4 z pierwszym wejściem regulatora 5 na które jest podawany sygnał uchybu ε_2 , zaś wyjście regulatora 5, generującego sygnał S_1 nastawiający, jest połączone z pierwszym wejściem wzmacniacza 6 o wzmocnieniu proporcjonalnym do prędkości obrotowej n wrzeciona, natomiast na drugie wejście wzmacniacza 6 podawany jest sygnał n prędkości obrotowej wrzeciona.

Wyjście wzmacniacza 6 o sygnale S_2 odpowiadającym prędkości posuwu narzędzia skrawającego, połączone jest z blokiem procesu toczenia 7, uzależniającym siłę skrawania od prędkości posuwu, na który to blok wpływ mają zakłócenia z , takie jak zmienna prędkość obrotowa wrzeciona, zmienna głębokość toczenia, zmienna twardość materiału i tym podobne.

Wyjście bloku 7 o sygnale x wyjściowym, jest połączone z odejmującym wejściem komparatora 2 oraz z pierwszym wejściem bloku identyfikującego stan procesu toczenia 9 na którego drugie wejście podawany jest sygnał zadany x_0 , zaś pierwsze wyjście bloku 9 jest połączone z pierwszym wejściem bloku sterującego 1, na którego drugie wejście jest podawany sygnał funkcji pomocniczej M .

Natomiast drugie wyjście bloku 9 jest połączone z wejściem bloku przełączającego 8, włączającego zamknięty lub otwarty układ sterowania. Pierwsze wyjście bloku 8 jest połączone z trzecim wejściem bloku sterującego 1, a drugie wyjście jest połączone z drugim wejściem bloku modyfikującego uchyb 3, natomiast wyjście bloku sterującego 1 jest połączone z drugim wejściem regulatora 5.

Uwidoczniona na fig. 2 rysunku, charakterystyka bloku nieliniowego 4, przedstawia zależność sygnału uchybu ε_2 wyjściowego od sygnału uchybu ε_1 wejściowego.

Dla wartości sygnału ε_1 należących do przedziału od $-\varepsilon_{GR}$ do $+\varepsilon_{GR}$, charakterystyka jest linią prostą o nachyleniu α_1 wyznaczonym na podstawie znanych kryteriów projektowania zamkniętych układów sterowania.

Dla sygnału ε_1 wejściowego, większego od $+\varepsilon_{GR}$, charakterystyka jest linią prostą o nachyleniu α_2 , zaś dla sygnału ε_1 mniejszego od wartości $-\varepsilon_{GR}$, jest linią prostą o nachyleniu α_3 , przy czym spełnione są zależności $\text{tg } \alpha_2$ jest większe od $\text{tg } \alpha_1$ oraz $\text{tg } \alpha_3$ jest większe od $\text{tg } \alpha_1$.

Układ działa w sposób niżej opisany. Blok identyfikujący 9 wyróżnia następujące stany procesu toczenia, to jest skrawania z zakłóceniami z , w wyniku których uchyb ε regulacji nie przekracza 10% wartości sygnału zadanego x_0 skrawania z zakłóceniami z , powodującymi wahania uchybu ε większe niż 10% lub „skrawania powietrza”, które charakteryzuje stan, w którym na skutek niedokładności wykonania przedmiotu obrabianego w czasie obróbki narzędzie traci kontakt z materiałem.

Blok 9 określa również, czy sygnał wyjściowy x nie osiągnął wartości krytycznej, przy której należy dokonać korekcji sygnału nastawiającego S_1 z regulatora 5.

Podczas „skrawania powietrza” włączony jest otwarty układ sterowania, a blok sterujący 1 wyznacza wartość sygnału S_1 na wyjściu regulatora 5

w zależności od wprowadzonego sygnału funkcji pomocniczych M , za pomocą których zmieniana jest prędkość posuwu „skrawania powietrza”.

Blok sterujący 1 oddziałuje na sygnał $S1$ za pośrednictwem regulatora 5, dzięki czemu sygnał $S1$ 5 zmieniany jest w sposób ciągły w momencie przełączania otwartego i zamkniętego układu sterowania przez blok przełączający 8.

W momencie rozpoczęcia skrawania blok sterujący 1 zatrzymuje posuw narzędzia skrawającego na czas jednego obrotu wrzeciona o ile „skrawanie 10 powietrza” przeprowadzane jest z przyspieszoną prędkością posuwu narzędzia skrawającego. Następnie za pomocą bloku sterującego 1 włączana jest stała prędkość posuwu narzędzia skrawającego na czas dwóch obrotów. Po upływie trzech obrotów wrzeciona, blok przełączający 8 włącza zamknięty 15 układ sterowania, dzięki wyłączeniu bloku sterującego 1 wymuszającego sygnał nastawiający $S1$ na wyjściu regulatora 5.

Blok przełączający 8 włącza otwarty układ sterowania ponownie, gdy blok identyfikujący 9 wykryje stan „skrawania powietrza” lub przekroczenie 20 przez sygnał wyjściowy x wartości krytycznej równej 1.2 sygnału zadanego x_0 . W drugim przypadku blok sterujący 1 ustawia minimalną prędkość posuwu narzędzia skrawającego tak długo, jak długo sygnał wyjściowy x przekracza wartość krytyczną.

Jeśli w czasie regulacji uchyb $\varepsilon = x_0 - x$ generowany przez komparator 2 rośnie i osiąga dodatnią 30 wartość równą 0.1 wartości sygnału zadanego x_0 , blok modyfikujący uchyb 3, na sygnał z bloku przełączającego 8 zatrzymuje wzrost uchybu ε na czas minimum jednego obrotu wrzeciona.

Sygnał uchybu $\varepsilon 1$ z bloku 3 jest podawany do bloku nieliniowego 4, którego charakterystyka jest 35 uwidocznioma na fig. 2 rysunku.

Sygnał uchybu $\varepsilon 2$ z wyjścia bloku nieliniowego 4 jest podawany do regulatora 5, z którego sygnał 40 nastawiający $S1$ jest podawany do wzmacniacza 6 o wzmocnieniu proporcjonalnym do prędkości obrotowej n wrzeciona, z wyjścia którego sygnał $S2$ odpowiadający prędkości posuwu narzędzia skra-

wającego oddziałuje bezpośrednio na blok procesu toczenia 7, uzależniającym siłę skrawania od prędkości posuwu, z którego sygnał wyjściowy x 5 jest podawany do komparatora 2 i bloku identyfikującego stan procesu toczenia 9.

Zastrzeżenie patentowe

Układ sterowania adaptacyjnego granicznego procesem toczenia, zawierający blok sterujący, generujący 10 sygnał nastawiający w czasie „skrawania powietrza”, komparator, regulator, wzmacniacz o wzmocnieniu proporcjonalnym do prędkości obrotowej wrzeciona, blok przełączający, włączający 15 zamknięty lub otwarty układ sterowania, blok identyfikujący stan procesu toczenia, blok procesu toczenia, **znamienny tym**, że ma blok modyfikujący uchyb (3), którego pierwsze wejście jest połączone z wyjściem komparatora (2), na którego 20 dodające wejście podawany jest sygnał zadany (x_0), zaś wyjście komparatora (3) jest połączone poprzez blok nieliniowy (4) z pierwszym wejściem regulatora (5), którego wyjście jest połączone z pierwszym 25 wejściem wzmacniacza (6), na którego drugie wejście jest podawany sygnał (n) prędkości obrotowej wrzeciona, a wyjście wzmacniacza (6) jest połączone z blokiem procesu toczenia (7), uzależniającym siłę skrawania od prędkości posuwu, zaś wyjście 30 bloku procesu toczenia (7) połączone jest z odejmującym wejściem komparatora (2) oraz z pierwszym wejściem bloku identyfikującego stan procesu toczenia (9), na którego drugie wejście podawany 35 jest sygnał zadany (x_0), natomiast pierwsze wyjście tego bloku (9) jest połączone z pierwszym wejściem bloku sterującego (1), na którego drugie wejście jest podawany sygnał funkcji pomocniczej (M), 40 zaś drugie wyjście bloku identyfikującego stan procesu toczenia (9) jest połączone z wejściem bloku przełączającego (8), którego pierwsze wyjście jest połączone z trzecim wejściem bloku sterującego (1), a drugie wyjście jest połączone z drugim 45 wejściem bloku modyfikującego uchyb (3), natomiast wyjście bloku sterującego (1) jest połączone z drugim wejściem regulatora (5).

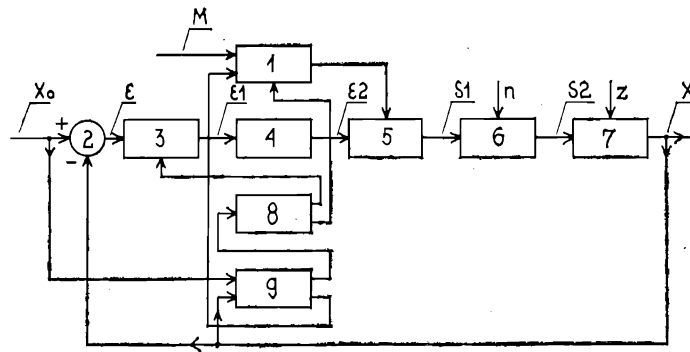


Fig. 1.

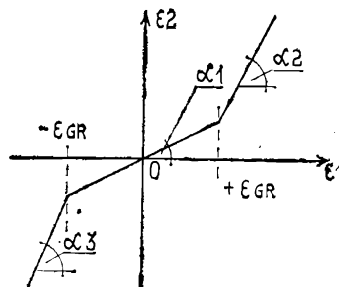


Fig. 2.