



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

198 778

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 24 05 78
(21) PV 3384 - 78

(51) Int. Cl.³B 21 B 37/02

(40) Zveřejněno 17 09 79
(45) Vydáno 30 04 82

(75)
Autor vynálezu

O V S J A N N I K O V Vladimír, ing. CSc.,
H I C H Zdeněk ing.,
V A N Í K Jindřich ing.,
O P L O V Á Galina ing.,
K R A T O C H V Í L Václav,

P L Z E Ň
R O K Y C A N Y
P L Z E Ň
C H E Z N O V I C E

(54) Zařízení pro automatickou regulaci výstupní tloušťky pásu

1

Vynález se týká zařízení pro automatickou regulaci výstupní tloušťky pásu válcovaného na válcovací stolici, která je součástí vratné nebo tandemové tratě. Zajišťuje vysokou přesnost výstupní tloušťky pásu bez ohledu na odchylky vstupní tloušťky pásu, rychlost válcování a změny technologických parametrů válcovaného pásu, např. tuhost, teplota a materiálové složení válcovaného plechu.

Dosud známé systémy pro automatickou regulaci výstupní tloušťky pásu jsou tvořeny dvojím způsobem. První způsob je, že se měří výstupní tloušťka pásu v určité vzdálenosti za stolicí, kde je umístěn měřič výstupní tloušťky pásu. Tímto způsobem zjištěná odchylka skutečné tloušťky pásu od požadované se přivede jako požadovaná změna polohy na vstup stavění válců, které upraví mezeru mezi pracovními válci stolice. Takto lze upravovat výstupní tloušťku pásu diskrétně po délkových úsecích pásu rovných vzdáleností výstupního měřiče tloušťky od vertikální osy stolice. Nevýhodou tohoto systému je to, že v obvodu působí časově proměnné dopravní zpoždění, což má za následek, že systém reaguje zpožděně. Vlivem diskrétního měření může systém kompenzovat pouze dlouhodobé změny vstupní tloušťky. Na rychlé změny vstupní tloušťky plechu systém není schopen reagovat. Druhý způsob v podstatě deterministicky určuje mezeru mezi válci na základě nepřímého měření, které lze uskutečnit ve vertikální ose stolice. Ve většině případů měřenou veličinou bývá válcovací tlak. Na základě předem určeného vztahu a charakteristik stolice se určí odchylka od

požadované tloušťky pásu v mezeře, a ta se opět přivede jako požadovaná změna polohy na vstup stavění válců. Tímto způsobem lze regulovat výstupní tloušťku spojitě a teoreticky přesněji než prvním způsobem. Jeho nevýhodou však je skutečnost, že vyžaduje předem přesnou znalost nelineárních charakteristik válcovací stolice, speciálně matematický popis působení válcovacího tlaku na pracovní mezeru mezi válci. Protože nelineární charakteristiky stolice závisí na mnoha konstrukčních a technologických parametrech často proměnných během technologického provozu válcování, je prakticky nemožné stanovit předem dostatečně přesný matematický model, který bude součástí řídicího systému. Další nevýhodou je, že tento způsob regulace výstupní tloušťky pásu vyžaduje umístění čidla válcovacího tlaku ve vertikální ose stolice, což např. u dvacetiválcové stolice není z konstrukčních důvodů možné.

Podle vynálezu zařízení pro automatickou regulaci výstupní tloušťky pásu spočívá v tom, že regulátor tloušťky je tvořen prvním paměťovým posuvným registrem, na jehož hodnotový vstup je připojen výstup měřiče vstupní tloušťky, a na jehož logický vstup je připojen výstup impulsního měřiče vstupní délky pásu a druhým paměťovým posuvným registrem, na jehož hodnotový vstup je připojen výstup prvního paměťového posuvného registru, a na jehož logický vstup je připojen výstup impulsního měřiče výstupní délky pásu a blokem pro výpočet prvního parametru řízení, na jehož první hodnotový vstup je připojen výstup druhého paměťového posuvného registru, a na jehož druhý hodnotový vstup je připojen výstup měřiče výstupní tloušťky pásu a blokem pro výpočet druhého parametru řízení, na jehož první hodnotový vstup je připojen výstup měřiče výstupní tloušťky pásu a na druhý hodnotový vstup je připojen výstup druhého paměťového posuvného registru a prvním součinným blokem, na jehož první hodnotový vstup je připojen výstup prvního paměťového posuvného registru, a na jehož druhý hodnotový vstup je připojen výstup bloku pro výpočet prvního parametru řízení a prvním součinným blokem, na jehož první hodnotový vstup je připojen výstup prvního součinného bloku, a na jehož druhý hodnotový vstup je připojen výstup bloku pro výpočet druhého parametru řízení a výstup prvního součinného bloku je připojen na vstup pohonu stavění válců.

Zařízení podle vynálezu odstraňuje dosavadní výše uvedené nevýhody a má přednosti oproti dřívějším zařízením. Hlavní výhodou je, že reaguje na rychlé změny vstupní tloušťky pásu, a tím zaručuje vysokou přesnost výstupní tloušťky pásu. Další výhodou je, že toto zařízení nepotřebuje předem znát nelineární charakteristiky válcovací stolice a nepotřebuje přesný matematický popis působení akčního členu na výstupní tloušťku pásu. Je to dáno tím, že zařízení si během válcovacího procesu průběžně vypočítává dva řídicí parametry, které reagují na změny různých technologických parametrů, jak válcovací stolice, tak válcovaného materiálu. Vysoká přesnost výstupní tloušťky pásu nezávisí na rychlosti válcování, válcovací síle, tahu pásu, napnutí stolice, materiálu válcovaného plechu atd. Další nevýhodou je, že toto zařízení pro regulaci tloušťky pásu nevyžaduje čidlo pro měření válcovacího tlaku, což umožňuje jeho použití i pro dvacetiválcové stolice a všude tam, kde umístění čidla válcovacího tlaku není možné. Další výhodou uvedeného zařízení pro regulaci

tloušťky pásu je skutečnost, že ho lze realizovat buď prostřednictvím jednodílného hybridního regulátoru, popřípadě mikroprocesoru nebo řídicího počítače.

Zařízení podle vynálezu je zřejmé z výkresů. Na obr. 1 je celkové blokové schéma zařízení pro regulaci výstupní tloušťky pásu. Na obr. 2 je blokové schéma bloku pro výpočet prvního parametru řízení. Na obr. 3 je blokové schéma bloku pro výpočet přírůstku prvního parametru řízení.

Měřič vstupní tloušťky 8 měří $\Delta h_0(0)$, což je odchylka skutečné vstupní tloušťky od jmenovité hodnoty. Měřič vstupní tloušťky 8 je umístěn ve vzdálenosti L_0 před vertikální osou stolice. Nezávisle proměnná označuje délkovou souřadnici "el" ve směru pohybu pásu daného místa. Počátek souřadnic je v místě měřiče vstupní tloušťky pásu 8, tj. "el" = 0, vertikální osa stolice je v místě "el" = L_0 , měřič výstupní tloušťky pásu 11 je v místě "el" = $L_0 + L_1$, kde L_1 je vzdálenost měřiče výstupní tloušťky pásu 11 za vertikální osou stolice. Výstup měřiče vstupní tloušťky 8 je připojen na vstup prvního paměťového posuvného registru 2, kam se ukládají odchylky vstupní tloušťky pásu $\Delta h_0(0)$ po elementárních úsecích vstupné délky pásu $\Delta "el"_0$. Vstupní délka pásu je měřena impulsním měřičem vstupní délky pásu 2, na jehož výstupu se objeví puls vždy po ujeté dráze pásu $\Delta "el"_0$. Tento signál je přiveden na logický vstup paměťového posuvného registru 2, kterým postupují vzorky Δh_0 synchronně s pohybem vstupního pásu. Na výstupu paměťového posuvného registru 2 je odchylka $\Delta h_0(L_0)$ místa pásu, které se právě nachází ve válcovací mezeře. Tím je umožněno stanovit výstup regulátoru tloušťky y, což je zároveň výstup prvního součtového bloku 7, úměrný hlavní poruše při válcování, kterou je odchylka vstupní tloušťky pásu. Protože výstup y regulátoru 1 tloušťky je přiveden na vstup pohonu stavění válců, může se pracovní mezera mezi válci nastavit tak, aby se potlačil vliv odchylky vstupní tloušťky na výstupní tloušťku pásu. Jelikož předem neznáme převod mezi výstupem y regulátoru 1 tloušťky, který v některých případech má význam žádané polohy pístitice hydraulického motoru stavění válců a velikostí válcovací mezery, bude se první parametr řízení k určovat průběžně během technologického procesu válcování na základě dále uvedeného adaptivního algoritmu. Parametr k je výstupem bloku pro výpočet prvního parametru řízení 4, který je přiveden na druhý vstup prvního součtového bloku 6, jehož výstupní signál má význam k. $\Delta h_0(L_0)$.

Na vstup bloku pro výpočet prvního parametru řízení 4 je přivedena $\Delta h_1(L_0 + L_1)$, což je odchylka výstupní tloušťky pásu od jmenovité hodnoty v místě měřiče výstupní tloušťky pásu 11 a odchylka vstupní tloušťky pásu $\Delta h_0(L_0 + L_1)$, která odpovídá úseku pásu, který je pod měřičem výstupní tloušťky pásu 11. Odchylka $\Delta h_1(L_0 + L_1)$ je přímo měřena měřičem výstupní tloušťky pásu 11. Odchylku $\Delta h_0(L_0 + L_1)$ získáme na výstupu druhého paměťového posuvného registru 3, na jehož vstup se ukládají odchylky vstupní tloušťky pásu $\Delta h_0(L_0)$, která je na výstupu prvního paměťového posuvného registru 2 po elementárních úsecích výstupní délky pásu Δl_1 . Výstupní délka pásu se měří impulsním měřičem výstupní délky pásu 10, na jehož výstupu se objeví puls vždy po ujeté dráze Δl_1 . Tento signál je přiveden na logický vstup paměťového posuvného registru 3, kterým postupují vzorky Δh_0 synchronně

s pohybem výstupního pásu. Blok pro výpočet prvního parametru řízení 4 určuje parametr k iterativním způsobem. V podstatě sleduje se účinek posledního parametru k na výstupní tloušťku pásu, který můžeme zjistit až v místě " $e1$ "= L_0+L_1 , tj. pod měřičem výstupní tloušťky pásu 11. Blok pro výpočet prvního parametru řízení 4 počká až místo pásu, které bylo válcováno s tímto novým parametrem k bude pod měřičem výstupní tloušťky 11 a podle zjištěného účinku, na základě signálů $\Delta h_0(L_0+L_1)$ a $-h_1+L_1$ určí nový parametr řízení k . Je zřejmé, že první parametr řízení se počítá po délkových úsecích pásu L_1 . Neustále opakovaným výpočtem parametru k lze dostatečně potlačit nejen vliv Δh_0 na výstupní tloušťku pásu, ale reagovat i na změny těch technologických parametrů válcovací stolice a pásu, které mají vliv na účinek signálu $k \cdot \Delta h_0(L_0)$ na mezeri mezi pracovními válci, například změny napružení stolice, tahu pásu, tuhosti materiálu apod. Ostatní vlivy na výstupní tloušťku pásu potlačuje druhý parametr řízení s , který je výstupem bloku pro výpočet druhého parametru řízení 2. Adaptivní algoritmus tohoto bloku iterativním způsobem opět po délkových úsecích pásu L_1 určuje absolutní složku výstupního signálu y regulátoru 1 tloušťky, který má následující tvar :

$$y = k \Delta h_0(L_0) + s \quad (1)$$

Tento signál je výstupem prvního součtového bloku 7, na jehož první vstup je připojen výstup součinnového bloku 6 a na druhý vstup je přiveden výstup bloku pro výpočet druhého parametru řízení 2. Na první vstup bloku pro výpočet druhého parametru řízení 2 je připojen výstup měřiče výstupní tloušťky pásu 11 a na druhý vstup bloku pro výpočet druhého parametru řízení 2 je připojen výstup paměťového posuvného registru 3. Použijeme-li gradientní algoritmus, lze druhý parametr řízení získat z rovnic :

$$s^{(i)} = s^{(i-1)} + \frac{A \cdot \Delta h_1^{(i)}(L_0+L_1)}{1 + B \Delta h_0^{(i)}(L_0+L_1)} \quad (2)$$

kde A a B jsou konstanty a index i označuje novou hodnotu parametru řízení a jemu odpovídající hodnoty vstupní a výstupní odchylky tloušťky pásu, index $(i-1)$ označuje předcházející hodnotu parametru řízení s .

Na obr. 2 je znázorněno schéma bloku pro výpočet prvního parametru řízení 4. Pro použitý iterativní způsob výpočtu můžeme pro první parametr řízení napsat rovnici :

$$k^{(i)} = k^{(i-1)} + \Delta k, \quad (3)$$

kde Δk je přírůstek prvního parametru řízení, který se určuje v bloku pro výpočet přírůstku prvního parametru řízení 13. Při použití gradientního způsobu výpočtu přírůstek Δk , který je na výstupu bloku pro výpočet přírůstku prvního parametru řízení 13, a který se počítá po délkových úsecích L_1 výstupního pásu, má tvar :

$$\Delta k = \frac{C \cdot \Delta h_1^{(i)}(L_0+L_1) \cdot \Delta h_0^{(i)}(L_0+L_1)}{1 + B \Delta h_0^{(i)}(L_0+L_1)} \quad (4)$$

kde C je konstanta a index i označuje hodnoty vstupní a výstupní odchylky pásu, které odpovídají nové hodnotě prvního parametru řízení. Okamžik výpočtu přírůstku prvního parametru řízení určuje časovací blok 17, jehož výstup je připojen na logický vstup bloku pro výpočet přírůstku prvního parametru řízení 13. Na vstup časovacího bloku 17 je připojen výstup druhého paměťového posuvného registru 3. Po skončení výpočtu přírůstku k následuje výpočet nové hodnoty parametru k v druhém součtovém bloku 14, na jehož první vstup a je přivedena předchozí hodnota parametru k , která je uchovávána v paměťovém bloku 15 a na druhý vstup b je přivedena právě vypočtená hodnota k vystupující z bloku pro výpočet přírůstku prvního parametru řízení 13. Okamžik výpočtu prvního parametru řízení určuje první zpožďovací blok 18, jehož výstup je připojen na logický vstup druhého součtového bloku 14. Výstup druhého součtového bloku 14 je připojen na vstup a paměťového bloku 15, na jehož vstup c je připojen výstup druhého zpožďovacího bloku 19, který určuje okamžik přenosu nové hodnoty parametru k do paměťového bloku 15, kde se tato hodnota bude uchovávat a používat pro určení výstupu regulátoru tloušťky y až do následujícího výpočetního kroku. Obr. 2 ještě znázorňuje zapojení bloku pro nastavení počáteční hodnoty prvního parametru řízení 16, jehož výstup je připojen na vstup b paměťového bloku 15, který umožňuje nastavení požadované počáteční hodnoty parametru k při připojení zařízení pro automatickou regulaci výstupní tloušťky pásu.

V rovnici 4 se určuje absolutní hodnota i znaménko přírůstku Δk podle okamžitých hodnot vstupních a výstupních odchylek tloušťky pásu. Pokud rovnici 4 využijeme pouze k určení znaménka předem daného kladného přírůstku Δk , potom struktura výpočetního bloku prvního parametru řízení 4 se podstatně zjednoduší. Tato skutečnost je výhodná z hlediska realizace jednoduše regulátoru 1 tloušťky. První parametr řízení k je v tomto případě dán následujícími rovnicemi :

$$|\Delta h_1(L_0+L_1)| \leq \delta_k \Rightarrow k^i = k^{(i-1)}$$

$$|\Delta h_1(L_0+L_1)| > \delta_k \wedge \text{sgn} [\Delta h_0(L_0+L_1)] = \text{sgn} [\Delta h_1(L_0+L_1)] \Rightarrow k^i = k^{(i-1)} + \Delta k$$

$$|\Delta h_1(L_0+L_1)| > \delta_k \wedge \text{sgn} [\Delta h_0(L_0+L_1)] \neq \text{sgn} [\Delta h_1(L_0+L_1)] \Rightarrow k^i = k^{(i-1)} - \Delta k,$$

kde přírůstek $\Delta k > 0$ a $\delta_k > 0$ je dovolená odchylka výstupní tloušťky pásu od jmenovité hodnoty. Struktura bloku pro výpočet přírůstku prvního parametru řízení 13, který realizuje rovnice 5 je na obr. 3. První nelineární blok 20, na jehož vstupu je odchylka výstupní tloušťky $\Delta h_1(L_0+L_1)$ má relovou charakteristiku s pásmem necitlivosti $\pm \delta_k$ kolem počátku. Výstup tohoto bloku v podstatě udává signum výstupní odchylky pásu. Na výstupu druhého součtového bloku 21 se v každém výpočetním kroku v čase daném průběhem signálu na logickém vstupu c objeví signál úměrný výrazu $\Delta h_0(L_0+L_1) \cdot \text{sgn} \Delta h_1(L_0+L_1)$. Výstup druhého součtového bloku 21 je připojen na vstup druhého nelineárního bloku 22, jehož charakteristika je reléového typu. Je-li uvažováno, že v bloku počáteční hodnoty přírůstku prvního parametru řízení 24 je uložena zvolená absolutní hodnota kroku Δk , potom na výstupu třetího součtového bloku 23, jehož dva vstupy jsou připojeny na bloky 22 a 24, je

přírůstek prvního parametru řízení podle rovnice 5.

Výše popsané zařízení pro automatickou regulaci výstupní tloušťky pásu lze použít u všech druhů válcovacích stolic pro válcování plechu, které jsou součástí vratné nebo tandemové tratě.

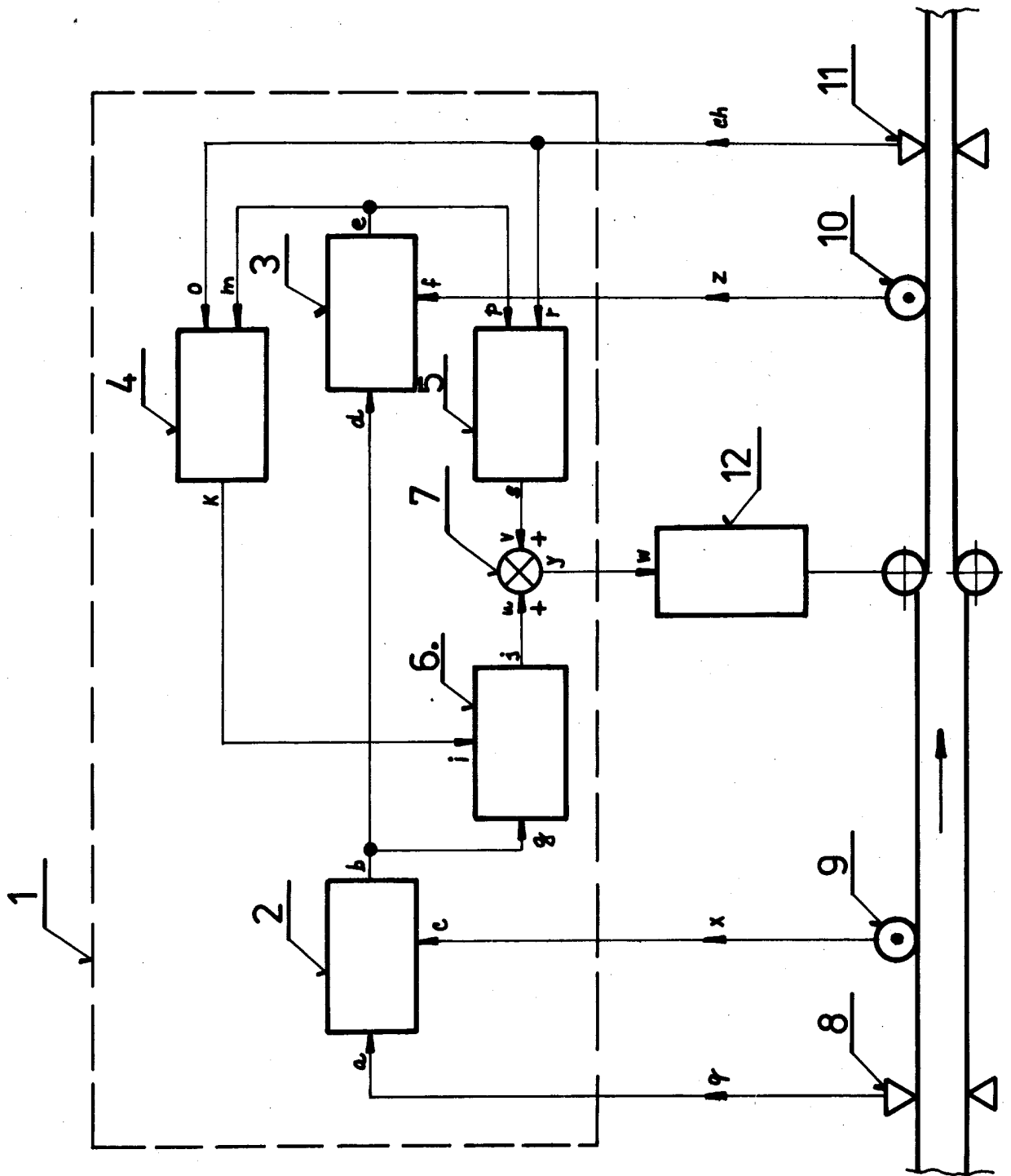
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

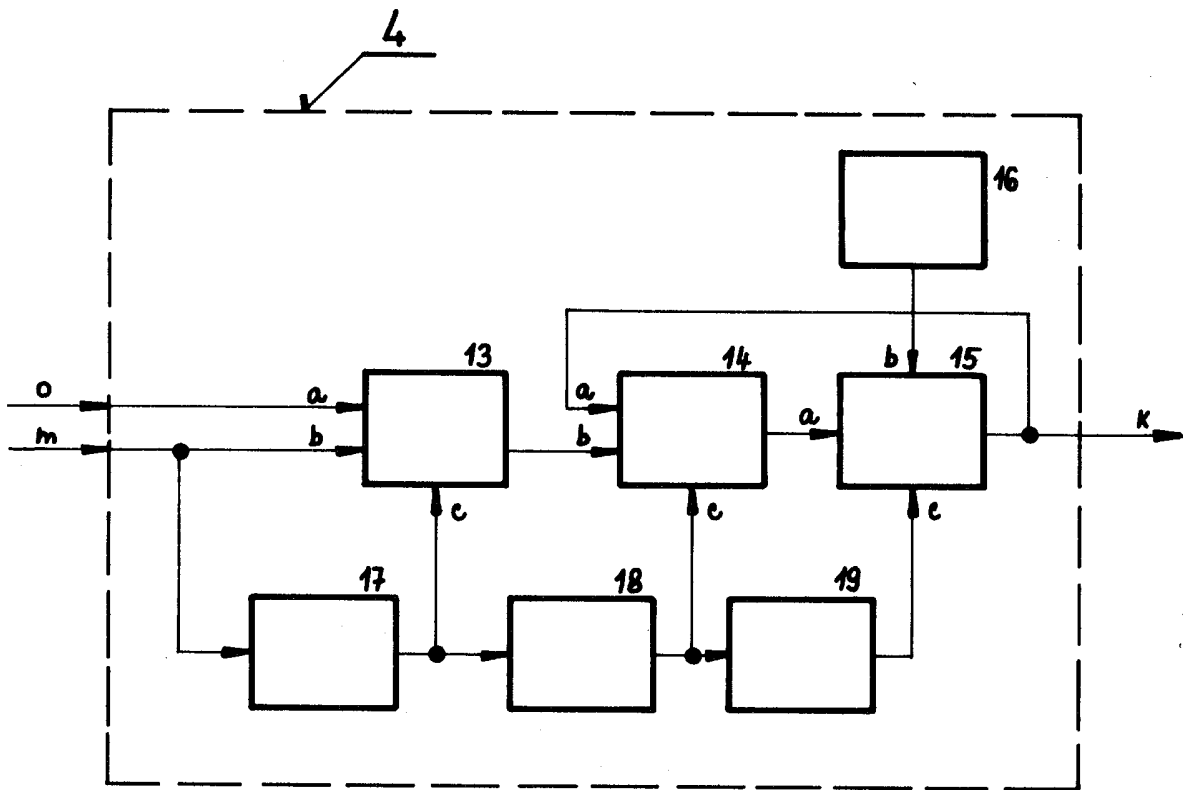
1. Zařízení pro automatickou regulaci výstupní tloušťky pásu obsahující pohon stavění válců, měřič vstupní tloušťky pásu, impulsní měřič vstupní délky pásu, impulsní měřič výstupní délky pásu, měřič výstupní tloušťky pásu a regulátor tloušťky, vyznačené tím, že regulátor (1) tloušťky pásu je tvořen prvním paměťovým posuvným registrem (2), na jehož hodnotový vstup (a) je připojen výstup (q) měřiče vstupní tloušťky pásu (8), na jehož logický vstup (c) je připojen výstup (x) impulsního měřiče vstupní délky pásu (9) a druhým paměťovým posuvným registrem (3), na jehož hodnotový vstup (d) je připojen výstup (b) prvního paměťového posuvného registru (2), na jehož logický vstup (f) je připojen výstup (z) impulsního měřiče výstupní délky pásu (10) a blokem pro výpočet prvního parametru řízení (4), na jehož první hodnotový vstup (m) je připojen výstup (e) druhého paměťového posuvného registru (3), na jehož druhý hodnotový vstup (o) je připojen výstup (ch) měřiče výstupní tloušťky pásu (11) a blokem pro výpočet druhého parametru řízení (5), na jehož první hodnotový vstup (r) je připojen výstup (ch) měřiče výstupní tloušťky pásu (11) na jehož druhý hodnotový vstup (p) je připojen výstup (e) druhého paměťového posuvného registru (3) a prvním součinným blokem (6), na jehož první hodnotový vstup (g) je připojen výstup (b) prvního paměťového posuvného registru (2), na jehož druhý hodnotový vstup (i) je připojen výstup (k) bloku pro výpočet prvního parametru řízení (4) a prvním součinným blokem (7), na jehož první hodnotový vstup (u) je připojen výstup (j) prvního součinného bloku (6), na jehož druhý hodnotový vstup (v) je připojen výstup (s) bloku pro výpočet druhého parametru řízení (5) a výstup (y) prvního součinného bloku (7) je připojen na vstup pohonu stavění válců (12).

2. Zařízení pro automatickou regulaci výstupní tloušťky pásu podle bodu 1, vyznačené tím, že blok pro výpočet prvního parametru řízení (4) je tvořen blokem pro výpočet přírůstku prvního parametru řízení (13), na jehož první hodnotový vstup (a) je připojen vstup (o) bloku pro výpočet prvního parametru řízení (4), na jehož druhý hodnotový vstup (b) je připojen vstup (m) bloku pro výpočet prvního parametru řízení (4), na jehož logický vstup (c) je připojen výstup časovacího bloku (17) a druhým součinným blokem (14), na jehož první hodnotový vstup (a) je připojen výstup paměťového bloku (15), na jehož druhý hodnotový vstup (b) je připojen výstup bloku pro výpočet přírůstku prvního parametru řízení (13), na jehož logický vstup (c) je připojen výstup prvního zpožďovacího bloku (18) a paměťovým blokem (15), na jehož první hodnotový vstup (a) je připojen výstup druhého součinného

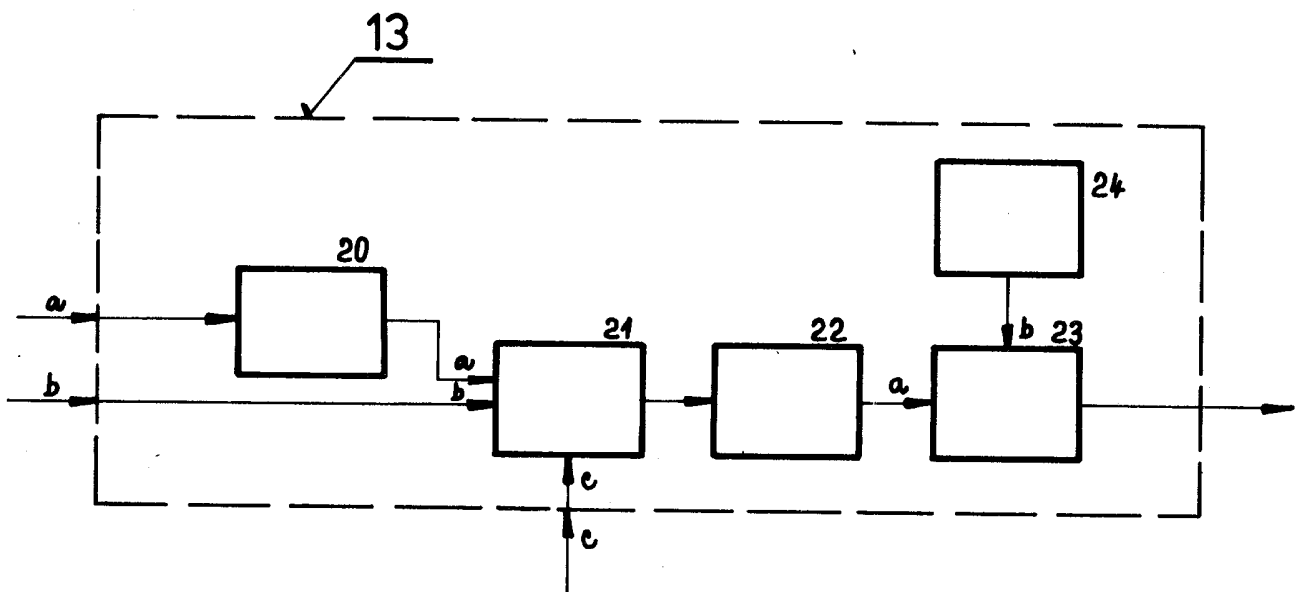
bloku (14), na jehož druhý hodnotový vstup (b) je připojen výstup bloku počátečního nastavení prvního parametru řízení (16), na jehož logický vstup (c) je připojen výstup druhého zpožďovacího bloku (19), jehož výstup je výstupem (k) bloku pro výpočet prvního parametru řízení (4) a časovacím blokem (17), na jehož hodnotový vstup je připojen vstup (m) bloku pro výpočet prvního parametru řízení (4) a prvním zpožďovacím blokem (18), na jehož logický vstup je připojen výstup časovacího bloku (17) a druhým zpožďovacím blokem (19), na jehož logický vstup je připojen výstup prvního zpožďovacího bloku (18).

3. Zařízení podle bodů 1 a 2, vyznačené tím, že blok výpočtu přírůstku prvního parametru řízení (13) je tvořen prvním nelineárním blokem (20), na jehož hodnotový vstup je připojen vstup (a) bloku pro výpočet přírůstku prvního parametru řízení (13) a druhým součinným blokem (21), na jehož první hodnotový vstup (a) je připojen výstup prvního nelineárního bloku (20), na jehož druhý hodnotový vstup (b) je připojen vstup (b) bloku pro výpočet přírůstku prvního parametru řízení (13), na jehož logický vstup (c) je připojen vstup (c) bloku pro výpočet přírůstku prvního parametru řízení (13) a druhým nelineárním blokem (22), na jehož hodnotový vstup je připojen výstup druhého součinného bloku (21) a třetím součinným blokem (23), na jehož první hodnotový vstup (a) je připojen výstup druhého nelineárního bloku (22), na jehož druhý hodnotový vstup (b) je připojen výstup bloku počáteční hodnoty přírůstku prvního parametru řízení (24), jehož výstup je výstupem bloku pro výpočet přírůstku prvního parametru řízení (13).





OBR. 2



OBR. 3