



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

206 695

(11) (B 1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 20 11 78
(21) 7801-78

(51) Int. Cl.³ B 24 B 51/00

(40) Zveřejněno 15 09 80
(45) Vydáno 15 01 84

(75)

Autor vynálezu MIRSCH Miroslav, ROUBERG František, ing., a ROŽIČKA Miroslav, ing., PRAHA

(54) Způsob adaptivního řízení zápichového cyklu na broušicím stroji a zařízení provádění tohoto způsobu

Vynález se týká způsobu adaptivního řízení zápichového cyklu na broušicím stroji, majícím za cíl dosáhnout zadaných geometrických vlastností za minimum času a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Jedna z cest vedoucích k realizaci systémů pro řízení zápichového broušicího cyklu pro vnější broušení vychází ze zpracování signálu ze snímače měřidla aktivní kontroly. U této skupiny metod je znám způsob a zařízení, jak minimalizovat dobu vyjiskření tím, že sleduje rychlost účeru materiálu v průběhu vyjiskřování a při poklesu pod předem nastavenou hodnotu se automaticky zapíná dobrušování.

Nevýhodou tohoto způsobu a zařízení je, že řeší pouze vlastní minimalizaci doby vyjiskřování, a neřeší otázky ostatních vedlejších vlivů při broušení.

Dále je znám způsob adaptivního řízení zápichového cyklu a příslušné zařízení, které při použití hodnot přídatku při začátku broušení a charakteristické hodnoty zjištěné v předchozím broušicím cyklu nebo cyklech provádí optimalizaci průběhu broušení. Zařízení vyhodnocuje soustavu dvou lineárních diferenciálních rovnic, ze kterých postupně vyhodnocuje podklady pro řízení cyklu.

Nevýhodou uvedeného způsobu a zařízení je zejména, že nevyhovuje pro broušicí stroje, jejichž přísuvový mechanismus nevykonává rovnoměrný pohyb, popřípadě sleduje předem stanovenou funkční závislost. Zařízení rovněž nepostihuje náhlou změnu přísuvové rychlosti,

jaká vzniká například při zásahu obsluhy při změně podmínek obrábění. Vlastní zařízení pro výpočet soustavy dvou diferenciálních rovnic je při realizaci v analogové formě poměrně složité.

Uvedené nedostatky odstraňuje způsob adaptivního řízení zápichového cyklu na brousicím stroji pro vnější broušení podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že hrubování je ukončeno, klesne-li přírůstek na obrábění součásti na velikost, která se určuje z charakteristické hodnoty nebo hodnot odvozených nejméně v jednom z předcházejících brousicích cyklů a z rychlosti úběru materiálu obrobku, přičemž broušení se ukončuje podle konečného rozměru obráběné součásti a povel pro dobrušování se provádí jen poklesne-li rychlost úběru materiálu pod předvolenou hodnotu rychlosti, popřípadě je-li přírůstek na obráběné součásti menší než předvolená hodnota, načež charakteristická hodnota nebo hodnoty pro následující brousicí cyklus nebo cykly se odvodí z hodnot rozměru obrobku na začátku a během vyjiskřování, z rychlosti úběru materiálu na počátku a během vyjiskřování a z požadovaného funkčního vztahu rychlosti úběru materiálu a na začátku a na konci vyjiskřování.

Charakteristická hodnota přenášená do nejméně jednoho následujícího brousicího cyklu je s výhodou jen jediná a je jí časová konstanta, definovaná jako poměr mezi napružením a rychlostí úběru materiálu.

Charakteristická hodnota přenášená do nejméně jednoho následujícího brousicího cyklu je s výhodou jen jediná a je jí redukovaná časová konstanta, definovaná jako poměr mezi napružením soustavy a rychlostí úběru materiálu, modifikovaný požadovaným funkčním vztahem rychlosti úběru materiálu na začátku a konci vyjiskřování.

Jako funkční vztah mezi rychlostí úběru materiálu na začátku a konci vyjiskřování se používá poměr těchto hodnot.

Údaje pro výpočet charakteristické hodnoty nebo hodnot pro následující cyklus nebo cykly se odvozují a zpracovávají průběžně v průběhu vyjiskřování.

Údaje pro výpočet charakteristické hodnoty nebo hodnot pro následující cyklus nebo cykly se zpracovávají na konci vyjiskřování.

K provádění způsobu podle vynálezu slouží zařízení, sestávající ze snímací hlavičky, která se dotýká obráběné součásti, z měřicí části, derivačního obvodu a komparátorů, jehož podstata spočívá v tom, že výstup ze snímací hlavičky je připojen na měřicí část, jejíž výstup je spojen se vstupem derivačního obvodu, jehož výstup je spojen s druhým vstupem druhé paměti, jejíž výstup je spojen s druhým pozitivním vstupem druhého rozdílového obvodu, jehož druhý negativní vstup je spojen s výstupem derivačního obvodu, přičemž výstup měřicí části je spojen ještě s prvním vstupem první paměti, jejíž výstup je spojen s prvním pozitivním vstupem prvního rozdílového obvodu, jehož první negativní vstup je spojen rovněž s výstupem měřicí části, načež výstup prvního rozdílového obvodu je spojen se vstupem dělence a výstup druhého rozdílového obvodu se vstupem dělitele děličky, jejíž výstup je spojen s třetím vstupem paměti, jejíž výstup je společně s výstupem derivačního obvodu připojen na vstupy násobičky, jejíž výstup je přes obvod koeficientu přiveden společně s výstupem z měřicí části na vstupy prvního komparátoru, přičemž vstup druhého komparátoru je rovněž spojen s výstupem měřicí části. Výstupy derivač-

ního obvodu a měřicí části jsou připojeny na vstupy pomocného komparátoru, přičemž výstupy komparátorů jsou spojeny po řadě se vstupy bloků řídicích obvodů a výstupy bloků řídicích obvodů jsou spojeny po řadě s prvním ovládacím vstupem první paměti, druhým ovládacím vstupem druhé paměti a třetím ovládacím vstupem třetí paměti.

U jiného zařízení k provádění způsobu podle vynálezu se předpokládá, že výstup ze snímací hlavice je připojen na měřicí část, jejíž výstup je spojen se vstupem derivačního obvodu, jehož výstup je spojen s druhým vstupem druhé paměti, jejíž výstup je spojen druhým pozitivním vstupem druhého rozdílového obvodu, jehož druhý negativní vstup je spojen s výstupem derivačního obvodu, přičemž výstup měřicí části je spojen dále s prvním vstupem první paměti, jejíž výstup je spojen s prvním pozitivním vstupem prvního rozdílového obvodu, jehož první negativní vstup je spojen rovněž s výstupem měřicí části, načež výstup prvního rozdílového obvodu je spojen přes první logaritmický obvod s třetím pozitivním vstupem třetího rozdílového obvodu a výstup druhého rozdílového obvodu je spojen přes druhý logaritmický obvod s třetím negativním vstupem třetího rozdílového obvodu, jehož výstup je spojen s třetím vstupem třetí paměti, přičemž výstup derivačního obvodu je přes čtvrtý logaritmický obvod spojen se vstupem sčítacího obvodu, jehož druhý vstup je spojen s výstupem třetí paměti a třetí vstup je spojen s výstupem obvodu koeficientu. Na vstupy prvního komparátoru je připojen jednak výstup sčítacího obvodu, jednak výstup třetího logaritmického obvodu, jehož výstup je spojen s výstupem měřicí části, načež vstup druhého komparátoru je spojen s výstupem třetího logaritmického obvodu, přičemž vstupy pomocného komparátoru jsou připojeny na výstupy třetího logaritmického obvodu a čtvrtého logaritmického obvodu, načež výstupy komparátorů jsou po řadě spojeny se vstupy bloků řídicích obvodů, jehož výstupy jsou po řadě spojeny s prvním ovládacím vstupem první paměti, druhým ovládacím vstupem druhé paměti a třetím ovládacím vstupem třetí paměti.

Pokrok dosažený vynálezem spočívá zejména v tom, že způsob adaptivního řízení zápi-
chového cyklu na broušicím stroji podle vynálezu umožňuje udržet optimální nastavení
i při měnících se podmínkách broušení, včetně změny přísluvové rychlosti, při respektování
změn řezivosti broušicího kotouče vlivem opotřebení a ostatních vedlejších vlivů broušení.

Pokrok dosahovaný zařízením na využití způsobu podle vynálezu spočívá zejména v tom,
že zařízení je oproti známému stavu techniky jednodušší, přičemž se samo seřídí na pod-
mínky broušení bez zásahu obsluhy. Seřízení je přitom optimální z hlediska dosažení za-
daných geometrických vlastností za minimum času jak při proměnných vedlejších podmínkách
broušení, tak i při změně nastavení přísluvové rychlosti brusky.

Vedlejším důsledkem těchto vlastností je, že zařízení může být konstruováno bez ov-
ládacích prvků, a že není nutný žádný zásah obsluhy seřizování, a to ani při změně přísu-
vové rychlosti brusky.

Příklad několika konkrétních zařízení, pracujících způsobem podle vynálezu, je zná-
m z obrázků, kde na obr. 1 je blokové schéma zařízení, realizovaného pomocí dě-
liček a násobiček, které jako charakteristickou hodnotu přenášejí do následujícího pra-

covního cyklu využívá časovou konstantu, na obr. 2 je blokové schéma jiného zařízení podle vynálezu, které s využitím techniky dělíček a násobiček využívá jako charakteristickou hodnotu redukovanou časovou konstantu, na obr. 3 je blokové schéma dalšího zařízení na využití způsobu podle vynálezu, které s využitím techniky logaritmování používá jako charakteristickou hodnotu pro přenos do dalšího cyklu časovou konstantu, a na obr. 4 je blokové schéma dalšího zařízení na využití způsobu podle vynálezu, které s využitím techniky logaritmování používá jako charakteristickou hodnotu pro přenos do dalšího cyklu redukovanou časovou konstantu.

Adaptivního řízení zápchového cyklu na brousicím stroji se způsobem podle vynálezu provádí tak, že hrubování je ukončeno, klesne-li přírůstek na obrábění součásti na velikost, která se určuje z charakteristické hodnoty nebo hodnot, odvozených nejméně v jednom z předcházejících brousicích cyklů a z rychlosti úběru materiálu obrobku, přičemž broušení se ukončuje podle konečného rozměru obráběné součásti a povel pro dobroušování se provádí jen, poklesne-li rychlost úběru materiálu před předvolenou hodnotu rychlosti, popřípadě je-li přírůstek na obrábění součásti menší než předvolená hodnota, načež charakteristická hodnota nebo hodnoty pro následující brousicí cyklus nebo cykly se odvodí z hodnot rozměru obrobku na začátku a při vyjiskřování, z rychlosti úběru materiálu na začátku a při vyjiskřování a z požadovaného funkčního vztahu rychlosti úběru materiálu na začátku a na konci vyjiskřování.

Dále se může pracovat tak, že charakteristická hodnota, přenášaná do nejméně jednoho následujícího cyklu, je s výhodou jen jediná a je jí časová konstanta, definovaná jako poměr mezi napružením soustavy a rychlostí úběru materiálu. Rovněž se může pracovat tak, že touto přenášenou hodnotou je redukováná časová konstanta, definovaná jako poměr mezi napružením soustavy a rychlostí úběru materiálu, modifikovaný požadovaným funkčním vztahem rychlosti úběru materiálu na začátku a na konci vyjiskřování. Popřípadě lze pracovat tak, že jako funkční vztah mezi rychlostí úběru materiálu na začátku a na konci vyjiskřování se používá poměr těchto hodnot.

Aplikaci způsobu podle vynálezu je možno podrobněji uvést na příkladu.

Pro broušení na brousicím stroji platí:

$$X = F(V)$$

kde X napružení soustavy
 V rychlost úběru materiálu

Je-li hrubování ukončeno rychlostí V_1 při napružení X_1 , a má-li být po vyjiskřování dosaženo rychlosti úběru V_2 (při napružení X_2), je zřejmé, že hrubování musí být ukončeno při hodnotě přírůstku D_1

$$D_1 = H = X_1 - X_2 = f(V_1) - f(V_2)$$

V praxi lze s odstatečnou přesností psát

$$X = T \cdot V$$

kde T je konstanta, charakterizující danou soustavu, která má rozměr času. V dalším textu bude zvána časovou konstantou.

Pro hodnotu H potom platí

$$H = X_1 - X_2 = T (V_1 - V_2),$$

kde V_1 a V_2 jsou rychlosti úběru materiálu na začátku a na konci vyjiskřování.

Místo hodnoty H je výhodné uvažovat vztažnou hodnotu

$$\frac{H}{V_1}$$

$$\frac{H}{V_1} = \frac{T (V_1 - V_2)}{V_1} = T \left(1 - \frac{V_2}{V_1} \right) = T_R,$$

kde vztažná veličina T_R je redukováná časová konstanta.

Zavedeme-li dále vztah k

$$k = \frac{V_2}{V_1},$$

je možno psát $\frac{H}{V_1} = T (1 - k) = T_R$

S využitím uvedených skutečností může potom být metoda podle vynálezu aplikována například takto:

Konkrétní zařízení je schopno v průběhu broušení vyhodnocovat průběh přídávku na obrábění d a rychlost jeho změny v . Předpokládejme, že již proběhl nejméně jeden broušicí cyklus, ve kterém byla zjištěna hodnota T_R , respektive T a je zadána hodnota k .

Zařízení průběžně vyhodnocuje hodnotu h , kde

$$h = T_R \cdot v = T (1 - k) \cdot v$$

přičemž hodnota v se průběžně měří.

Hodnota h se průběžně porovnává s přídávkem na broušení d .

Při rovnosti $h = d$ je dosažena mez H

$$H = T_R \cdot V_1 = T \cdot V_1 (1 - k) = D_1$$

a vypne se hrubovací přísuv a hrubování je ukončeno. Současně se odečtou a zapamatují hodnoty D_1 a V_1 pro další zpracování. Pokračuje vyjiskřování, které je ukončeno dosažením konečného nominálního rozměru.

V průběhu vyjiskřování se vyhodnocuje hodnota

$$T = \frac{D_1 - d}{V_1 - v},$$

která při ukončení vyjiskřování nabývá tvaru

$$T = \frac{\frac{D_1}{V_1} - \frac{D_2}{V_2}}{1 - k},$$

anebo hodnota

$$T_R = \frac{\frac{D_1}{V_1} - d}{V_1 - v} (1 - k),$$

která při ukončení vyjiskřování nabývá tvaru

$$T_R = \frac{\frac{D_1}{V_1} - \frac{D_2}{V_2}}{1 - k} (1 - k)$$

Hodnoty T , respektive T_R jsou uváděny ve dvou různých výrazech, protože pro určité techniky, řešené způsobem podle vynálezu, je výhodné využít formu zpracování ve vzorku při ukončení vyjiskřování, u jiných technik je výhodné průběžné vyhodnocování v průběhu vyjiskřování.

Pro první broušicí cyklus je hodnota T respektive T_R stanovena tak, že nemůže být prakticky překročena. První broušicí cyklus je zpracován s touto hodnotou, v jeho průběhu se zjistí skutečná velikost T , respektive T_R a další broušicí cykly probíhají s optimálně seřízeným zařízením. U prvního broušicího cyklu je konečná nominální hodnota rozměru obrobku dosažena zpravidla dobrušováním.

Příklad jedné varianty zařízení pro adaptivní řízení zápichového cyklu na broušicím stroji je na obr. 1. Toto zařízení využívá techniku dělení a násobení, přičemž jako charakteristická hodnota se používá časová konstanta T . Pro jednoduchost nejsou zakreslány obvody pro zadání hodnoty T v prvním cyklu broušení. Zařízení se skládá ze snímací hlavičky 2, měřicí části 3, derivačního obvodu 4, paměti 5, 6, 7, rozdílových obvodů 8, 9, obvodu koeficientu 10, děličky 11, komparátorů 12, 13 a pomocného komparátoru 14, bloku 15 řídicích obvodů a násobičky 16.

Výstup ze snímací hlavičky 2 je připojen na měřicí část 3, jejíž výstup je spojen se vstupem derivačního obvodu 4, jehož výstup je spojen s druhým vstupem 62 druhé paměti 6, jejíž výstup je spojen s druhým pozitivním vstupem 91 druhého rozdílového obvodu 9, jehož druhý negativní vstup 92 je spojen s výstupem derivačního obvodu 4, přičemž výstup měřicí části 3 je spojen ještě s prvním vstupem 52 první paměti 5, jejíž výstup je spojen s prvním pozitivním vstupem 81 prvního rozdílového obvodu 8, jehož první negativní vstup 82 je spojen rovněž s výstupem měřicí části 3, načež výstup prvního rozdílového obvodu 8 je spojen se vstupem dělence 111 a výstup druhého rozdílového obvodu 9 se vstupem dělitele 112 děličky 11, jejíž výstup je spojen s jedním vstupem 72 třetí paměti 7, jejíž výstup je společně s výstupem derivačního obvodu 4 připojen na vstupy násobičky 16, jejíž výstup je přes obvod koeficientu 10 přiveden společně s výstupem z měřicí části 3 na vstupy prvního komparátoru 12, přičemž vstup druhého komparátoru 13 je rovněž spojen s výstupem měřicí části 3, výstupy derivačního obvodu 4 a měřicí části 3 jsou připojeny na vstupy pomocného komparátoru 14, přičemž výstupy komparátorů 12, 13 a 14 jsou spojeny po řadě se vstupy bloku 15 řídicích obvodů a výstupy bloku 15 řídicích obvodů jsou spojeny po řadě s prvním ovládacím vstupem 51 první paměti 5, druhým ovládacím vstupem 61 druhé paměti 6 a třetím ovládacím vstupem 71 třetí paměti 7.

Přídavek na broušení součástí 1 se snímá snímací hlavičkou 2, která jej převádí na měřitelnou veličinu. Tato veličina se v měřicí části 3 upraví a zesílí a na výstupu měřicí části 3 je signál, odpovídající přídavku na obrábění d . V derivačním obvodu 4 se z tohoto signálu odvodí signál, úměrný rychlosti úběru materiálu v . Při začátku broušicího cyklu je ve třetí paměti 7 k dispozici zaznamenaná hodnota T , která se společně se signálem úměrným rychlosti úběru materiálu přivádí na vstupy násobičky 16 a po průchodu obvodem koeficientu 10 je na vstup prvního komparátoru 12 k dispozici signál, úměrný

hodnotě

$$h = v \cdot T (1 - k)$$

Tento signál se porovnává s velikostí přídatku na opracování d . Při vyrovnání hodnot se na výstupu prvního komparátoru 12 objeví signál o ukončení hrubování, který je přiveden do bloku 15 řídicích obvodů.

V okamžiku ukončení hrubování přijde povel z bloku 15 řídicích obvodů, který vydá povel prostřednictvím ovládacích vstupů, a to prvního ovládacího vstupu 51 a druhého ovládacího vstupu 52 paměti 5 a 6 k zaznamenání hodnot D_1 a V_1 . Tyto zaznamenané hodnoty jsou stále k dispozici na výstupech odpovídajících pamětí tak, že v průběhu vyjiskřování na vstupu prvního rozdílového obvodu 8 se průběžně vyhodnocuje signál, úměrný $D_1 - d$ a na výstupu druhého rozdílového obvodu 9 signál úměrný $V_1 - v$. Z těchto signálů vzniká na výstupu děličky 11 signál

$$T = \frac{D_1 - d}{V_1 - v}$$

Po ukončení hrubování probíhá vyjiskřování, během něhož klesají hodnoty d a v . Při normálním opakovaném broušícím cyklu poklesne po uplynutí určité doby hodnota d na velikost, při které druhý komparátor 13 dá povel k ukončení vyjiskřování, a tím i celého cyklu. Při ukončení cyklu vydá blok 15 řídicích obvodů povel k ukončení zápisu hodnoty T do třetí paměti 7 prostřednictvím třetího ovládacího vstupu 71. Pomocný komparátor 14 se využívá pouze výjimečně, například při broušení prvního kusu, na jeho výstupu se objeví signál, je-li třeba provádět dobrušování.

Jiný příklad konkrétního provedení zařízení podle vynálezu je na obr. 2. Jedná se o zařízení, které s využitím techniky děliček a násobiček využívá jako charakteristickou hodnotu redukovanou časovou konstantu.

Zařízení se skládá ze stejných funkčních bloků jako varianta zobrazená na obr. 1, liší se však jejich uspořádáním. Typickým pro toto uspořádání je, že obvod koeficientu 10 je zapojen mezi výstup prvního rozdílového obvodu 8 a vstup dělence 111 děličky 11.

Tímto uspořádáním se docílí, že jako charakteristická hodnota, přenášená do následujícího pracovního cyklu se zapamatovává přímo hodnoty T_R .

Stejného účinku se dosahuje, uspořádá-li se zařízení tak, že obvod koeficientu 10 je zapojen například mezi výstup měřicí části 3 a mezi propojené vstupy, a to první vstup 52 první paměti 5 a první negativní vstup 82 prvního rozdílového obvodu 8.

Další příklad zařízení na využití metody podle vynálezu je na obr. 3. Zobrazené zařízení využívá techniku logaritmování, a jako charakteristickou hodnotu pro přenos do dalšího cyklu používá časovou konstantu. Na obr. 3 jsou pro zjednodušení výkladu vypuštěny obvody, sloužící k zavedení výchozích hodnot pro 1. broušící cyklus.

Zařízení se skládá ze snímací hlavice 2, měřicí části 3, derivačního obvodu 4, pamětí 5, 6, 7, rozdílových obvodů 8, 9, a 21 obvodu koeficientu 10, komparátorů 12, 13 apomocného komparátoru 14, bloku 15 řídicích obvodů, logaritmických obvodů 17, 18, 19, 20 a sčítacího obvodu 22.

Výstup ze snímací hlavice 2 je připojen na měřicí část 3, jejíž výstup je spojen se vstupem derivačního obvodu 4, jehož výstup je spojen s druhým vstupem 62 druhé paměti 6, jejíž výstup je spojen s pozitivním vstupem 91 druhého rozdílového obvodu 9, jehož negativní vstup 92 je spojen s výstupem derivačního obvodu 4, přičemž výstup měřicí části 3 je spojen dále s prvním vstupem 52 první paměti 5, jejíž výstup je spojen s pozitivním vstupem 81 prvního rozdílového obvodu 8, jehož negativní vstup 82 je spojen rovněž s výstupem měřicí části 3, načež výstup prvního rozdílového obvodu 8 je připojen přes první logaritmický obvod 17 s pozitivním vstupem 211 třetího rozdílového obvodu 21 a výstup druhého rozdílového obvodu 9 je spojen přes druhý logaritmický obvod 18 s negativním vstupem 212 třetího rozdílového obvodu 21, jehož výstup je spojen s jedním vstupem 72 třetí paměti 7, přičemž výstup derivačního obvodu 4 je přes čtvrtý logaritmický obvod 20 spojen se vstupem sčítacího obvodu 22, jehož druhý vstup je spojen s výstupem třetí paměti 7 a třetí vstup je spojen s výstupem obvodu koeficientu 10, načež na vstupy prvního komparátoru 12 je připojen jednak výstup sčítacího obvodu 22, jednak výstup třetího logaritmického obvodu 19, jehož vstup je spojen s výstupem měřicí části 3 a vstup druhého komparátoru 13 je spojen s výstupem třetího logaritmického obvodu 19, přičemž vstupy pomocného komparátoru 14 jsou připojeny na výstupy třetího logaritmického obvodu 19 a čtvrtého logaritmického obvodu 20, načež výstupy komparátorů 12, 13 a 14 jsou po řadě spojeny se vstupy bloku 15 řídicích obvodů, jehož výstupy jsou po řadě spojeny s ovládacím vstupem 51 první paměti 5, ovládacím vstupem 61 druhé paměti 6 a ovládacím vstupem 71 třetí paměti 7.

Přídavek na broušení součásti 1 se snímá snímací hlavicí 2, která jej převádí na měřitelnou veličinu. Tato veličina se v měřicí části 3 upraví a zesílí, a na výstupu měřicí části 3 je signál, odpovídající přídavku na obrábění d . V derivačním obvodu 4 se z tohoto signálu odvodí signál úměrný rychlosti úběru materiálu v .

Při začátku broušícího cyklu je ve třetí paměti 7 k dispozici zaznamenaná hodnota $\log T$ z předchozího cyklu, která se společně se signálem úměrným logaritmu rychlosti úběru materiálu $\log v$, který je odvozen ze čtvrtého logaritmického obvodu 20 a společně se signálem z obvodu koeficientu 10 přivádí na vstupy sčítacího obvodu 22, na jehož výstupu je pak signál $\log T (1-k) \cdot v$. Tento signál se porovnává v prvním komparátoru 12 se signálem $\log d$, který se odvozuje z třetího logaritmického obvodu 19. Při rovnosti obou signálů se objeví na výstupu prvního komparátoru 12 signál o ukončení hrubování, který je přiveden do bloku 15 řídicích obvodů.

V okamžiku ukončení hrubování přijde povel z bloku 15 řídicích obvodů, který vydá povel prostřednictvím ovládacích vstupů, a to prvního ovládacího vstupu 51 a druhého ovládacího vstupu 52 paměti 5 a 6 k zaznamenání hodnot D_1 a V_1 .

Tyto zaznamenané hodnoty jsou stále k dispozici na výstupech odpovídajících pamětí tak, že na výstupu prvního rozdílového obvodu 8 se průběžně vyhodnocuje signál, úměrný $D_1 - d$ a na výstupu druhého rozdílového obvodu 9 signál, úměrný $V_1 - v$. Po logaritmování v prvním a druhém logaritmickém obvodu 17 a 18 a po zpracování ve třetím rozdílovém obvodu 21

se získá signál, úměrný hodnotě

$$\log \frac{D_1 - d}{V_1 - v} = \log T$$

Po ukončení hrubování probíhá vyjiskřování, během něhož klesají hodnoty d a v . Při normálním opakovaném brousicím cyklu poklesne po uplynutí určité doby hodnota d respektive $\log d$ na velikost, při které druhý komparátor 13 dá povel k zakončení vyjiskřování, a tím i celého brousicího cyklu. Po ukončení cyklu vydá blok 15 řídicích obvodů povel k ukončení zápisu hodnoty $\log T$ do třetí paměti 7 prostřednictvím ovládacího vstupu 71. Pomocný komparátor 14 se využívá pouze výjimečně, například při broušení prvního kusu, na jeho výstupu se objeví signál, je-li třeba provádět dobrušování.

Na obr. 4 je uveden další příklad zařízení pracující způsobem podle vynálezu, které s využitím techniky logaritmování používá jako charakteristickou hodnotu pro přenos do dalšího brousicího cyklu redukovanou časovou konstantu T_R .

Zařízení se skládá ze stejných funkčních bloků jako varianta zobrazená na obr. 3, liší se však jejich uspořádáním.

V tomto novém konkrétním uspořádání je obvod koeficientu 10 zapojen mezi výstup prvního rozdílového obvodu 8 a vstup prvního logaritmického obvodu 17. Tímto uspořádáním se docílí, že jako charakteristická hodnota, přenášená do následujícího brousicího cyklu, se ve třetí paměti 7 zapamatovává přímo hodnota T_R .

Stejného účinku se dosáhne, uspořádá-li se zařízení tak, že obvod koeficientu 10 je zapojen například mezi výstup měřicí části 3 a propojené vstupy, a to první vstup 52 první paměti 5 a první negativní vstup 82 prvního rozdílového obvodu 8.

Uvedená konkrétní zařízení představují realizace jen základní modifikace využití způsobu podle vynálezu. Je zřejmé, že mohou být realizovány i složitější varianty, které používají charakteristické hodnoty odvozené z více než jednoho předcházejícího cyklu nebo z určených hodnot pro zpřesnění výpočtu. Odvodí mimo hlavní charakteristické hodnoty ještě další pomocné veličiny, popřípadě využívají složitější funkční vztah rychlostí úběru materiálu na začátku a na konci vyjiskřování než je prostý poměr. Tyto cesty se mohou nejnázne používat u číslicově realizovaných zařízení, například s mikroprocesory, protože složitější varianty představují jen prodloužení programu bez nutnosti jakýchkoli úprav v materiálním řešení zařízení.

Další varianty základních modifikací mohou vznikat přesouváním bloku koeficientu 10 podle výše naznačeného schématu, využívající zaměnitelnosti pořadí jednotlivých členů při násobení podle obr. 1, a to tak, že obvod koeficientu 10 je místo mezi výstup násobičky 16 a vstup prvního komparátoru 12 zapojen mezi výstup prvního rozdílového obvodu 8 a vstup dělence 111 děličky 11 a nebo mezi výstup měřicí části 3 a propojené vstupy, a to první vstup 52 první paměti 5 a první negativní vstup 82 prvního rozdílového obvodu 8.

Alternativě lze potom přesouvat i obvod koeficientu 10, znázorněný na obr. 3, a

to tak, že obvod koeficientu 10 je na místo spojení se vstupem sčítacího obvodu 22 zařazen mezi výstup prvního rozdílového obvodu 8 a vstup prvního logaritmického obvodu 17, a nebo mezi výstup měřicí části 3 a propojené vstupy, a to první vstup 52 první paměti 5 a první negativní vstup 82 prvního rozdílového obvodu 8.

P ř e d m ě t v y n á l e z u

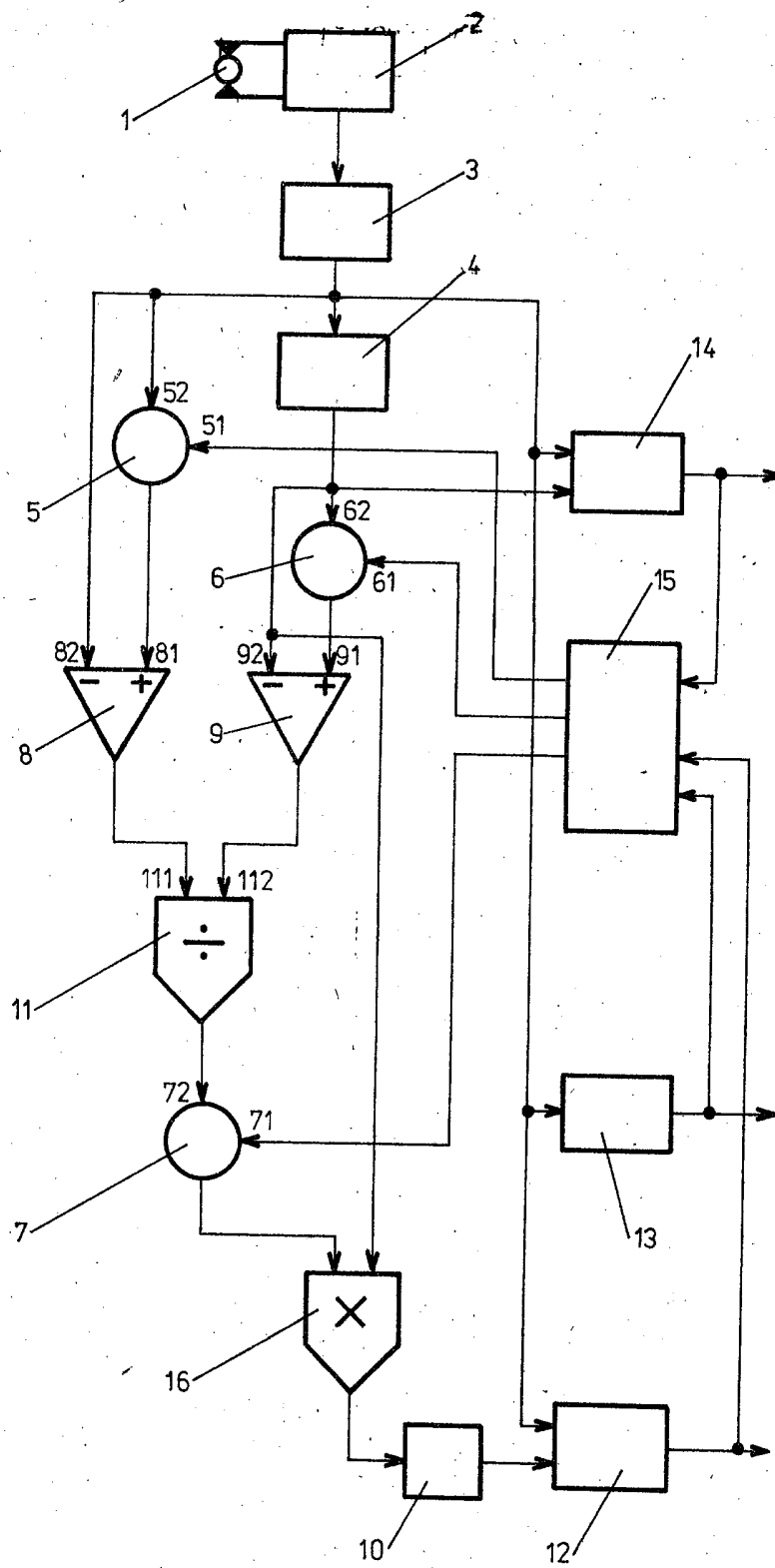
1. Způsob adaptivního řízení zápichového cyklu na brousicím stroji pro vnější broušení, mající za cíl dosáhnout zadaných geometrických vlastností obráběné součásti za minimum času, vyznačený tím, že hrubování je ukončeno klesne-li přídavek na obrábění součástí na velikost, která se určuje z charakteristické hodnoty, nebo hodnot odvozených nejméně v jednom z předcházejících brousicích cyklů a z rychlosti úběru materiálu obrobku, přičemž broušení se ukončuje podle konečného rozměru obráběné součásti a povel pro dobrušování se provádí jen, poklesne-li rychlost úběru materiálu pod předvolenou hodnotu rychlosti, popřípadě je-li přídavek na obráběné součásti menší než předvolená hodnota, přičemž charakteristická hodnota nebo hodnoty pro následující brousicí cyklus nebo cykly se odvodí z hodnot rozměru obrobku na začátku a během vyjiskřování, z rychlosti úběru materiálu na začátku a během vyjiskřování a z požadovaného funkčního vztahu rychlosti úběru materiálu na začátku a na konci vyjiskřování.
2. Způsob adaptivního řízení podle bodu 1, vyznačený tím, že charakteristická hodnota přenášená do nejméně jednoho následujícího brousicího cyklu je s výhodou jen jediná, a je jí časová konstanta, definovaná jako poměr mezi napružením soustavy a rychlostí úběru materiálu.
3. Způsob adaptivního řízení podle bodu 1, vyznačený tím, že charakteristická hodnota přenášená do nejméně jednoho následujícího brousicího cyklu je s výhodou jen jediná a je jí redukovaná časová konstanta, definovaná jako poměr mezi napružením soustavy a rychlostí úběru materiálu, modifikovaný požadovaným funkčním vztahem rychlosti úběru materiálu na začátku a konci vyjiskřování.
4. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že jako funkční vztah mezi rychlostí úběru materiálu na začátku a konci vyjiskřování se používá poměr těchto hodnot:
5. Způsob adaptivního řízení podle bodů 1 a 2 nebo 3, vyznačený tím, že údaje pro výpočet charakteristické hodnoty nebo hodnot následující cyklus nebo cykly se odvozují a zpracovávají průběžně v průběhu vyjiskřování.
6. Způsob adaptivního řízení podle bodů 1, 2 nebo 3, vyznačený tím, že údaje pro výpočet

charakteristické hodnoty nebo hodnot pro následující cyklus nebo cykly se zpracovávají na konci vyjiskřování.

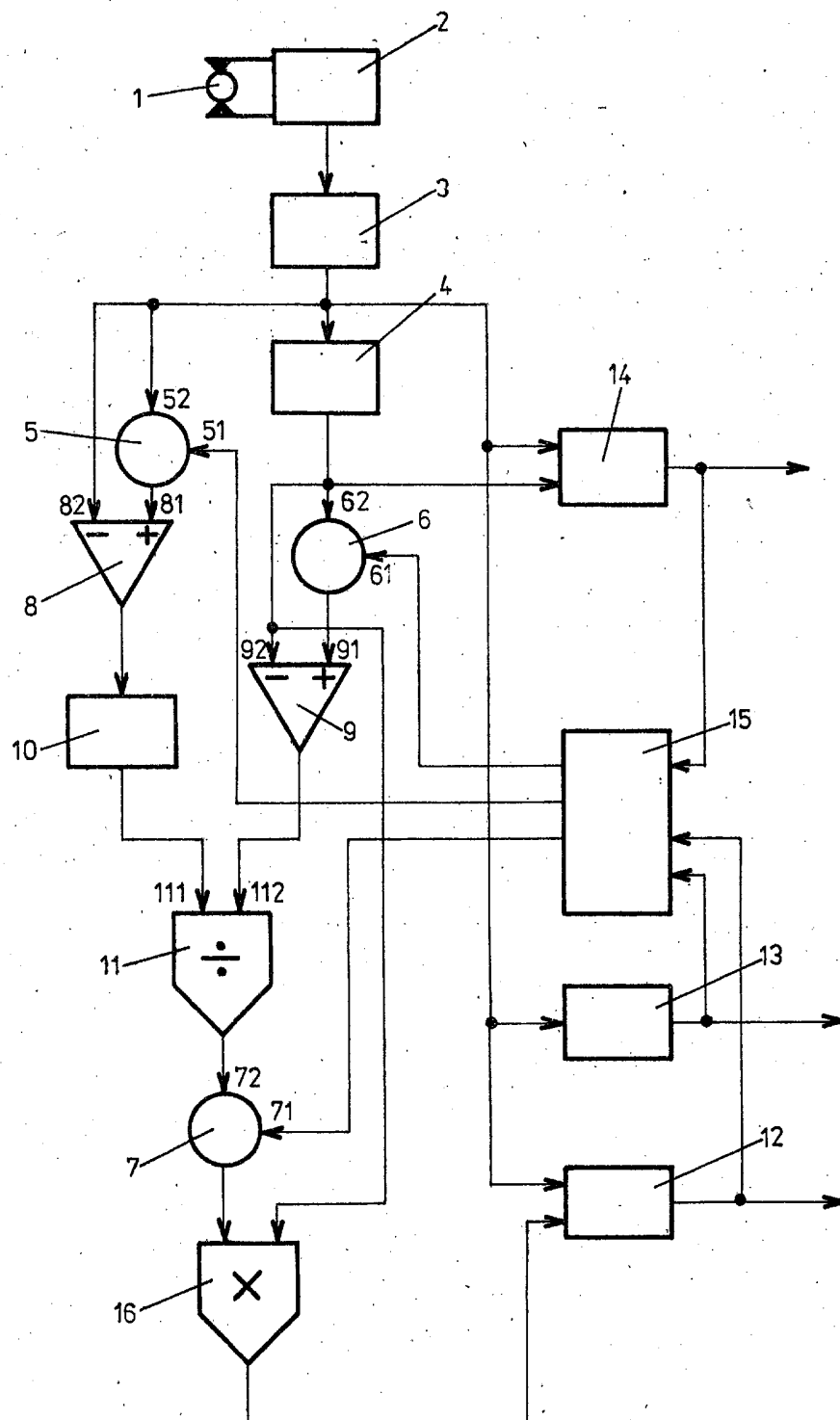
7. Zařízení k provádění způsobu podle bodů 1, 2 a 4, sestávající ze snímací hlavičky, která se dotýká obráběné součásti, z měřicí části, derivačního obvodu a komparátorů, vyznačené tím, že výstup ze snímací hlavičky /2/ je připojen na měřicí část /3/, jejíž výstup je spojen se vstupem derivačního obvodu /4/, jehož výstup je spojen s druhým vstupem /62/ druhé paměti /6/, jejíž výstup je spojen s pozitivním vstupem /91/ druhého rozdílového obvodu /9/, jehož negativní vstup /92/ je spojen s výstupem derivačního obvodu /4/, přičemž výstup měřicí části /3/ je spojen ještě s prvním vstupem /52/ první paměti /5/, jejíž výstup je spojen s pozitivním vstupem /81/ prvního rozdílového obvodu /8/, jehož negativní vstup /82/ je spojen rovněž s výstupem měřicí části /3/, načež výstup prvního rozdílového obvodu /8/ je spojen se vstupem dělence /111/ a výstup druhého rozdílového obvodu se vstupem dělitele /112/ děličky /11/, jejíž výstup je spojen se vstupem /72/ třetí paměti /7/, jejíž výstup je společně s výstupem derivačního obvodu /4/ připojen na vstupy násobičky /16/, jejíž výstup je přes obvod koeficientu /10/ přiveden společně s výstupem z měřicí části /3/ na vstupy prvního komparátoru /12/, přičemž vstup druhého komparátoru /13/ je rovněž spojen s výstupem měřicí části /3/, výstupy derivačního obvodu /4/ a měřicí části /3/ jsou připojeny na vstupy pomocného komparátoru /14/, přičemž výstupy komparátorů /12/, /13/ a /14/ jsou spojeny po řadě se vstupy bloku 15 řídicích obvodů a výstupy bloku 15 řídicích obvodů jsou spojeny po řadě s ovládacím vstupem /51/ první paměti /5/, ovládacím vstupem /61/ druhé paměti /6/ a ovládacím vstupem /31/ třetí paměti /7/.
8. Zařízení k provádění způsobu podle bodů 1, 2 a 4, sestávající ze snímací hlavičky, která se dotýká obráběné součásti, z měřicí části, derivačního obvodu a komparátorů, vyznačené tím, že výstup ze snímací hlavičky /2/ je připojen na měřicí část /3/, jejíž výstup je spojen se vstupem derivačního obvodu /4/, jehož výstup je spojen s druhým vstupem /62/ druhé paměti /6/, jejíž výstup je spojen s pozitivním vstupem /91/ druhého rozdílového obvodu /9/, jehož negativní vstup /92/ je spojen s výstupem derivačního obvodu /4/, přičemž výstup měřicí části /3/ je dále spojen s prvním vstupem /52/ první paměti /5/, jejíž výstup je spojen s pozitivním vstupem /81/ prvního rozdílového obvodu /8/, jehož negativní vstup /82/ je spojen rovněž s výstupem měřicí části /3/, načež výstup prvního rozdílového obvodu /8/ je spojen přes první logaritmický obvod /17/ s pozitivním vstupem /211/ třetího rozdílového obvodu /21/ a výstup druhého rozdílového obvodu /9/ je spojen přes druhý logaritmický obvod /18/ s negativním vstupem /212/ třetího rozdílového obvodu /21/, jehož výstup je spojen vstupem /72/ třetí paměti /7/, přičemž výstup derivačního obvodu /4/ je přes čtvrtý logaritmický obvod /20/ spojen se vstupem sčítacího obvodu /22/, jehož druhý vstup je spojen s výstupem třetí paměti /7/ a třetí vstup je spojen s výstupem obvodu koeficientu /10/.

načež na vstupy prvního komparátoru /12/ je připojen jednak výstup sčítacího obvodu /22/, jednak výstup třetího logaritmického obvodu /19/ jehož vstup je spojen s výstupem měřicí části /3/, načež vstup druhého komparátoru /13/ je spojen s výstupem třetího logaritmického obvodu /18/, přičemž vstupy pomocného komparátoru /14/ jsou připojeny na výstupy třetího logaritmického obvodu /19/ a čtvrtého logaritmického obvodu /20/, načež výstupy komparátorů /12/, /13/ a /14/ jsou po řadě spojeny se vstupy bloku řídicích obvodů /15/, jehož výstupy jsou po řadě spojeny s ovládacím vstupem /51/ první paměti /5/, ovládacím vstupem /61/ druhé paměti /6/ a s ovládacím vstupem /71/ třetí paměti /7/.

4 výkresy



obr. 1



obr. 2

