



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

218663
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
B 24 B 51/00

(22) Přihlášeno 29 12 79
(21) (PV 9533-79)

(40) Zveřejněno 31 10 80

(45) Vydáno 15 04 85

(75)
Autor vynálezu JANDA JAN ing., STRAKONICE

(54) Způsob kompenzace úbytku a polohy orovnávacího diamantu orovnávače brousicího kotouče, kompenzace různého napružení soustavy stroj — nástroj — obrobek a kompenzace dilatací brusky

1

2

Vynález se týká způsobu kompenzace úbytku a polohy orovnávacího diamantu orovnávače brousicího kotouče, kompenzace různého napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek a kompenzace dilatací brusky za účelem dodržení přesnějšího rozměru obroušeného obrobku a zkrácení času potřebného pro poslední fáze brousicího cyklu.

Uvedeného účelu se dosáhne tím, že orovnávací diamant je upevněn na vůči průměru brousicího kotouče v kladném neb záporném směru posuvném držáku orovnávače s dálkovým ovládáním jeho posuvu. Přitom hodnota a kladný nebo záporný smysl kompenzace se odvozuje z rychlosti přísuvu do řezu při jemném broušení, čímž je získána první charakteristická hodnota přeměněná na úroveň prvního výstupního signálu, dále z celkové doby trvání jemného broušení, velikosti napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek nebo odpovídající rychlosti přísuvu při vyjiskřování a z doby trvání vyjiskření po jemném broušení.

Vynález se týká způsobu kompenzace úbytku a polohy orovnávacího diamantu orovnávače brousicího kotouče, kompenzace různého napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek a kompenzace dilatací brusky.

Je známo, že úbytek vznikající při broušení na brousicím kotouči je kompenzován automatickým relativním přisunutím brousicího kotouče, například při broušení otvorů k broušenému otvoru a k orovnávacímu diamantu orovnávače brousicího kotouče. Protože se jedná o relativní vzájemné přiblížení mezi brousicím kotoučem na jedné straně a broušeným obrobkem a orovnávacím diamantem na druhé straně, může to být provedeno také tak, že brousicí kotouč má stálou osu otáčení a přísuvové zařízení přisouvá do řezu broušený obrobek a orovnávací diamant orovnávače brousicího kotouče. Při následujícím orovnání brousicího kotouče orovnávacím diamantem orovnávače se vykompenzuje úbytek brousicího kotouče za předpokladu, že relativní přisunutí brousicího kotouče bylo větší, než jeho skutečný úbytek. Při tom poloha hrotu diamantu orovnávače leží v přímce rozměru broušeného otvoru.

Tato kompenzace je však závislá na dilatacích brusky a úbytku orovnávacího diamantu orovnávače, který by měl udávat a zachovávat konstantní polohu. O dodržení rozměru obrobku se stará buď sledovací měřidlo, které řídí i obvyklé fáze brousicího cyklu jako je hrubování, vyjiskření po hrubování, orovnání, jemné broušení, vyjiskření po jemném broušení a ukončení pracovního cyklu při dosažení žádaného rozměru, nebo sledování rozměrů v průběhu broušení odměřovacími čidly pro přísuvy jednotlivých částí stroje, obvykle spojené s tak zvaným adaptivním řízením brousicího cyklu.

Hrubováním se má odebrat podstatné množství materiálu při přísuvu hrubovací rychlostí, následuje vyjiskření po hrubování bez přísuvu, přičemž se snižuje napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek a po ukončení tohoto vyjiskření následuje orovnání brousicího kotouče orovnávacím diamantem. Při následujícím jemném broušení zakončeném povelům pro jeho ukončení a následujícím vyjiskření bez přísuvu se broušený obrobek vybrousí na žádaný rozměr a geometrickou přesnost.

Vlivem úbytku orovnávacího diamantu orovnávače brousicího kotouče, vlivem dilatací brusky a dalšími vlivy, jako je změna řezivosti brousicího kotouče, dochází v průběhu jemného broušení a k jeho konci k různému napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek a tím i ke změně reálné rychlosti jemného přísuvu, a po skončení jemného přísuvu k různě dlouhým dobám vyjiskření po jemném broušení, při němž je dosažen konečný rozměr a geometrická přesnost obrobku.

Je zřejmé, že každé zrovnoměrnění vpředu uvedených závislostí a dějů by se projevilo

ve vyšší kvalitě dodržení rozměrů broušených obrobků, jejich geometrické přesnosti a hlavně možností zkrátit celkovou dobu broušení nastavením a předvolením vhodných technologických podmínek, nebo jejich rozmezí.

Je znám způsob a zařízení, kterým se minimalizuje doba vyjiskření tím, že se sleduje rychlost úběru materiálu v průběhu vyjiskřování a při poklesu pod předem nastavenou hodnotu se automaticky zapíná dobrušování. Tento způsob řízení řeší sice minimalizaci doby vyjiskření, ale neřeší otázky ostatních vedlejších vlivů při broušení.

Společnou nevýhodou složitých systémů adaptivního řízení celého brousicího cyklu je vysoká cena a náročnost těchto systémů, z nichž některé již používají pro svoji činnost i počítač a přídavné snímače sil.

Oproti tomu si klade vynález za úlohu soustředit se na část brousicího cyklu, která rozhoduje o konečném výsledku broušení s cílem zvýšení rozměrové i geometrické přesnosti broušených obrobků, s cílem zkrátit čas potřebný pro celý brousicí cyklus a hlavně čas potřebný pro poslední části brousicího cyklu docílením vhodných technologických podmínek neb jejich rozmezí.

Uvedené nedostatky a nevýhody odstraňuje způsob kompenzace úbytku a polohy orovnávacího diamantu orovnávače brousicího kotouče, kompenzace různého napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek a kompenzace dilatací brusky, jehož podstata spočívá v tom, že hodnota a kladný neb záporný smysl kompenzace polohy orovnávacího diamantu neb orovnávací kladky se odvozuje z rychlosti přísuvu do řezu při jemném broušení, čímž je získávána první charakteristická hodnota přeměněná na úroveň prvního výstupního signálu, dále z celkové doby trvání jemného broušení, čímž je získána druhá charakteristická hodnota přeměněná na úroveň druhého výstupního signálu, dále z velikosti napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek, neb jí odpovídající rychlosti přísuvu napruženého brousicího kotouče do řezu při vyjiskřování po jemném broušení, čímž je získána třetí charakteristická hodnota přeměněná na úroveň třetího výstupního signálu, dále z doby trvání vyjiskření po jemném broušení, čímž je získána čtvrtá charakteristická hodnota, přeměněná na úroveň čtvrtého výstupního signálu, přičemž jsou zjišťovány a v řídicí signál přeměněny nejméně dvě z těchto uvedených charakteristických hodnot.

Další podstata způsobu kompenzace podle vynálezu je, že dodržení neb nedodržení žádaného rozsahu nejméně dvou z uvedených výstupních signálů až čtyř výstupních signálů je proměněno v samostatné či sloučené řídicí signály pro nulovou, neb kladnou či zápornou kompenzaci polohy hrotu orovnávacího diamantu neb kladky.

V průběhu broušení sledovací měřidlo neb

odměřovací zařízení řídí automaticky cyklus brusky počínající najetím na jiskru, hrubováním, prováděným při přísuvu hrubovací rychlostí, následuje vyjiskření po hrubování bez přísuvu, při něm se snižuje napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek a po následujícím orovnění broušícího kotouče orovnávacím diamantem následuje jemné broušení přísuvovou rychlostí jemného přísuvu, při němž se začne měřit rychlost přísuvu.

Tato rychlost jemného přísuvu broušícího kotouče do řezu je měřena s cílem, aby byla hlavně známa ke konci jemného broušení, může být proměnlivá v průběhu jemného broušení jak u hydraulických, tak u mechanických přísuvových systémů. S touto rychlostí přísuvu do řezu však souvisí celková trvání jemného broušení, kterážto doba je rovněž zjištěna, ať již přímým neb nepřímým způsobem. Skutečná rychlost přísuvu broušícího kotouče do řezu je však ovlivněna i napružením soustavy stroj-nástroj-obrobek, například při broušení otvorů prohnutím broušícího nástavce.

Toto napružení je ovlivněno řadou veličin jako jsou: relativní poloha hrany orovnění broušícího kotouče v předchozím broušícím cyklu, to je zda byl broušící kotouč orovněn na větší neb menší relativní rozměr, což je opět ovlivněno polohou hrotu orovnávacího diamantu a souvisejícími tepelnými dilatemi brusky; změna řezivosti broušícího kotouče a tuhost soustavy stroj-nástroj-obrobek. Z uvedeného je zřejmé, že při různém napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek se bude lišit skutečná rychlost přísuvu broušícího kotouče do řezu od skutečné rychlosti příslušných přísuvových saní podle toho, zda napružení soustavy a tím její průhyb právě vzrůstá nebo klesá. Je proto vhodné měřit toto napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek, a to tím spíše, že při vyjiskření následujícím po jemném broušení se velikost tohoto napružení projeví ve skutečné rychlosti přísuvu broušícího kotouče do řezu, kdy sice již přísuvové mechanismy jsou zastaveny, ale vlivem napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek dochází při vyjiskřování k úběru materiálu až do doby, kdy sledovací měřidlo neb odměřovací zařízení při dosažení žádaného rozměru broušeného obrobku oddálením broušícího kotouče od broušeného obrobku dokončí broušení přičemž větší napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek se projeví rychlejším dojetím, to je rychlostí přísuvu napruženého broušícího kotouče do řezu, při vyjiskřování, a tedy i rychlejším vybroušením rozměru a menší napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek se projeví opačným způsobem.

Způsob kompenzace podle vynálezu se tedy provede například tak, že je měřena rychlost přísuvu do řezu buď skutečná, neb přísuvových saní při jemném broušení, čímž je získána prvá charakteristická hodnota přeměněná na úroveň prvního výstupního signálu; v obráceném poměru k ní je celko-

vá doba trvání jemného broušení, která je rovněž měřena a přeměněna na úroveň druhého výstupního signálu, další měřenou veličinou je napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek, neb jí odpovídající rychlost přísuvu napruženého broušícího kotouče do řezu při vyjiskřování po jemném broušení, přeměněná na úroveň třetího výstupního signálu a v obráceném poměru k ní je celková doba trvání vyjiskření po jemném broušení, která je rovněž měřena a přeměněna na úroveň čtvrtého výstupního signálu.

Podle výsledné úrovně buď všech čtyř právě uvedených výstupních signálů, neb alespoň tří z nich, neb alespoň dvou z nich, v kterémžto případě se jeden ze dvou výstupních signálů týká obvykle fáze jemného broušení a jeden ze dvou výstupních signálů se týká fáze vyjiskření po jemném broušení, se úroveň těchto výstupních signálů promění v řídicí signály buď jednotlivé neb sloučené a v případě, že rozsah jednotlivých neb sloučených výstupních signálů vybočí z nastaveného rozmezí provede se buď plusová kompenzace neb minusová kompenzace polohy orovnávacího diamantu na jeho držáku vůči broušícímu kotouči.

Tím se pro příští broušící cyklus zajistí, že orovnění broušícího kotouče před začátkem jemného broušení bude orovnávacím diamantem provedeno buď na stejnou míru, pokud z úrovně a logiky výstupních signálů není důvod k provedení kompenzace polohy hrotu orovnávacího diamantu, nebo že bude provedena podle úrovně a logiky výstupních signálů buď plusová neb minusová kompenzace polohy hrotu orovnávacího diamantu a tím relativně vůči broušenému obrobku posunuta řezná hrana broušícího kotouče o určitou nastavenou hodnotu, například zpravidla 1 až 5 μm .

Toto relativní posunutí řezné hrany broušícího kotouče vůči broušenému obrobku způsobí při broušení otvorů v případě kladné kompenzace, to je přiblížení orovnávacího diamantu k broušícímu kotouči, jeho relativní zmenšení a tento relativně menší broušící kotouč dosáhne srovnatelné body příštího broušícího cyklu o něco později oproti stavu před provedením jeho kompenzace.

V případě záporné kompenzace, to je relativním oddálením orovnávacího diamantu od broušícího kotouče dojde k jeho relativnímu zvětšení a tento relativně větší broušící kotouč dosáhne srovnatelné body příštího cyklu o něco dříve oproti stavu před provedením jeho kompenzace.

Touto kompenzací je tedy možné ovlivnit jak jemné broušení a vyjiskření následující po něm, tak i napružení broušícího vřetene, tedy i soustavy stroj-nástroj-obrobek, přičemž kompenzace zachytila i vedlejší rušivý vliv případných tepelných dilatací celé brusky.

Je zřejmé, že popsaný způsob kompenzace může být použit i pro brusky na vnější prů-

měry obrobků. V tomto případě dojde v podstatě pouze ke změně pojmů z dřívějšího popisu, kde místo většího průměru otvoru bude menší průměr broušeného hřídele a místo menšího průměru otvoru bude větší průměr broušeného hřídele. Je zřejmé, že i pojem jemné broušení by mohl být nahrazen pojmem velmi jemné broušení.

Je rovněž zřejmé, že místo orovnávacího brousicího kotouče v každém brousicím cyklu by mohl být počet orovnávacích brousicích kotoučů jiný, buď jedenkrát za více brousicích cyklů neb výjimečně i vícekrát v jed-

nom brousicím cyklu, přičemž by byl i nadále plně uplatněn a využit tento vynález.

Je dále zřejmé, že místo orovnávacího diamantu by mohla být použita orovnávací kladka, která by obvykle mohla být se vsazenými diamanty. Není však vyloučeno ani provedení orovnávací kladky ze superabraziv, jako je kubický nitrid boru, nebo jiných tvrdých materiálů. Diamantová orovnávací kladka přichází v úvahu zvláště při použití brousicích kotoučů se superabraziv, jako je kubický nitrid boru.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob kompenzace úbytku a polohy orovnávacího diamantu orovnávače brousicího kotouče, kompenzace různého napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek a kompenzace dilatací brusky při orovnávacím brousicím kotoučem mechanicky působícím orovnávacím diamantem neb orovnávací kladkou, upevněným na vůči průměru brousicího kotouče v kladném neb záporném směru posuvném držáku orovnávače s dálkovým ovládáním jeho posuvu, s automatickým přisunutím brousicího kotouče o nastavenou hodnotu směrem k orovnávači u brusky vybavené sledovacím měřidlem neb odměřovacím zařízením, vyznačený tím, že hodnota a kladný neb záporný smysl kompenzace polohy orovnávacího diamantu neb orovnávací kladky se odvozuje z rychlosti přísuvu do řezu při jemném broušení, čímž je získána první charakteristická hodnota přeměněná na úroveň prvního výstupního signálu, dále z celkové doby trvání jemného broušení, čímž je získána druhá charakteristická

hodnota přeměněná na úroveň druhého výstupního signálu, dále z velikosti napružení soustavy stroj-nástroj-obrobek, neb jí odpovídající rychlosti přísuvu napruženého brousicího kotouče do řezu při vyjiskřování po jemném broušení, čímž je získána třetí charakteristická hodnota přeměněná na úroveň třetího výstupního signálu, dále z doby trvání vyjiskřování po jemném broušení, čímž je získána čtvrtá charakteristická hodnota, přeměněná na úroveň čtvrtého výstupního signálu, přičemž jsou zjišťovány a v řídicí signál přeměněny nejméně dvě z těchto uvedených charakteristických hodnot.

2. Způsob kompenzace podle bodu 1, vyznačený tím, že dodržení neb nedodržení žádaného rozsahu nejméně dvou z uvedených výstupních signálů až čtyř výstupních signálů je proměněno v samotné či sloučené řídicí signály pro nulovou, neb kladnou či zápornou kompenzaci polohy hrotu orovnávacího diamantu neb kladky.