

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

302 001

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:
B23F 23/12 (2006.01)
B23F 5/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2004-958**
(22) Přihlášeno: **13.09.2004**
(30) Právo přednosti: **12.09.2003 DE 10342495**
(40) Zveřejněno: **13.04.2005**
(Věstník č. 4/2005)
(47) Uděleno: **22.07.2010**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **01.09.2010**
(Věstník č. 35/2010)

(56) Relevantní dokumenty:
DE 3615365 C1; DE 3922241 A1; US 4769917 A; US 5461797 A.

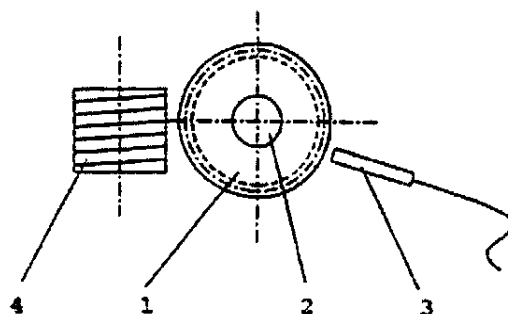
(73) Majitel patentu:
REISHAUER AG, Wallisellen, CH

(72) Původce:
Graf Jürg, Fehraltorf, CH
Ohm René, Uster, CH

(74) Zástupce:
JUDr. Zdeňka Korejzová, Spálená 29, Praha 1, 11000

(54) Název vynálezu:
Způsob sériového jemného obrábění obrobků s hrubě opracovaným ozubením

(57) Anotace:
Způsob sériového jemného obrábění obrobků s hrubě opracovaným ozubením na pracovním vřetenu stroje na dohotovení ozubení zahrnuje kroky: seřízení stroje na dohotovení ozubení provedením prvního zaškolovacího cyklu s ručně vyrovnaným nebo již broušeným seřizovacím obrobkem pro stanovení první požadované hodnoty středu mezer ozubení seřizovacího obrobku; uložení stanovené první požadované hodnoty; provedení řady po sobě jdoucích obráběcích cyklů pro dohotovení řady obrobků, přičemž před každým z obráběcích cyklů se příslušný obrobek upevní v obráběcím stroji, měří se úhlová poloha boků jeho ozubení a obrobek určený k obrábění se centruje podle první požadované hodnoty; sledování alespoň jednoho parametru procesu obrábění v průběhu této řady po sobě jdoucích obráběcích cyklů; zastavení procesu obrábění mezi dvěma po sobě jdoucími obráběcími cykly, když alespoň jeden sledovaný parametr splňuje předem stanovené kritérium. Způsob dále zahrnuje kroky: automatické provedení nového zaškolovacího cyklu, přičemž obrobek z posledního obráběcího cyklu zůstává upevněn po posledním obráběcím cyklu a užije se jako nový seřizovací obrobek; stanovení druhé požadované hodnoty pro střed mezer ozubení nového seřizovacího obrobku; uložení druhé požadované hodnoty jako nové požadované hodnoty pro následující řadu obráběcích cyklů; a opakování výše uvedených kroků pro následující řadu obráběcích cyklů na následujících obrobcích.



CZ 302001 B6

Způsob sériového jemného obrábění obrobků s hrubě opracovaným ozubením

Oblast techniky

5 Předkládaný vynález se týká způsobu sériového jemného obrábění obrobků s hrubě opracovaným ozubením na pracovním vřetenu stroje na dohotovení ozubení, přičemž tento způsob obrábění zahrnuje kroky: seřazení stroje na dohotovení ozubení provedením prvního zaškolovacího cyklu s ručně vyrovnaným nebo již broušeným seřizovacím obrobkem pro stanovení první požadované
10 hodnoty středu mezer ozubení seřizovacího obrobku; uložení stanovené první požadované hodnoty; provedení řady po sobě jdoucích obráběcích cyklů pro dohotovení řady obrobků, přičemž před každým z těchto obráběcích cyklů se příslušný obrobek upevní v obráběcí stroji, měří se úhlová poloha boků jeho ozubení a obrobek určený k obrábění se centruje podle první požadované hodnoty; sledování alespoň jednoho parametru tohoto procesu obrábění v průběhu této řady
15 po sobě jdoucích obráběcích cyklů; a zastavení tohoto procesu obrábění mezi dvěma po sobě jdoucími obráběcími cykly, když uvedený alespoň jeden sledovaný parametr splňuje předem stanovené kritérium.

Dosavadní stav techniky

20 Zvýšené nároky na běžnou kvalitu ozubených kol v ozubených převodech vyžadují stále přesnější konečné opracování ozubení. Ve většině případů se hrubě opracované obrobky cementují a potom se jemně opracují na konečné rozměry na všech funkčních plochách. Při tomto způsobu je jemné opracování boku zubů zvláště komplikovaná, nákladná a proto drahá operace. V zájmu hospodárné výroby, ale také proto, aby se nevytvářely zbytečně silné tvrzené vrstvy a aby se zrovnoměrnilo a minimalizovalo opotřebení levé a pravé strany nástroje pro jemné opracování, existuje snaha, aby přídavek materiálu pro jemné opracování byl co možná nejmenší. Pro jemné
25 opracování ozubení to v praxi znamená, že tloušťka záběru pro obrábění materiálu je na každém boku pouze několik setin až nanejvýš dvě desetiny milimetru. Jestliže, jak je obecně zvykem, se levý a pravý bok obrábí ve stejné operaci, vyžaduje to velmi přesné centrování hrubě opracovaného ozubení vzhledem k pracovnímu nástroji pro jemné opracování, aby se pracovní nástroj mohl přivést přesně do středu mezer ozubení, které se obrábí, a aby se tím dosáhlo rovnoměrného odstraňování materiálu na levém a pravém boku obrobku.

35 Při způsobu centrování na strojích pro konečné opracování ozubení, který se v praxi nejčastěji vyskytuje, se v pracovním prostoru obráběcího stroje na prostorově vhodném místě umístí bezdotyková měřicí sonda, tzv. centrovací sonda. S výhodou se tato sonda umístí v blízkosti vnějšího průměru hrubě opracovaného ozubení obrobku uchyceného na pracovním vřetenu. Tato centrovací sonda je obvykle založena na induktivním, optickém nebo magnetickém principu. Při centrování se pracovní vřeteno otáčí a centrovací sondou se měří úhlová natočení všech boků ozubení hrubě opracovaného ozubeného kola, které se má obrábět. Následně se vypočítá střední hodnota všech středů mezer ozubení. Tato střední hodnota se porovná s požadovanou hodnotou uloženou v řídicím systému obráběcího stroje. Nyní lze obrobek centrovat tak, že se pracovní
40 vřeteno otočí o úhel, který odpovídá rozdílu mezi naměřenou střední hodnotou a předem definovanou požadovanou hodnotou; to znamená, že střední hodnota a požadovaná hodnota se v řídicím systému přivedou ke shodě (koincidence).

50 Požadovaná hodnota úhlového natočení středu mezery ozubení vzhledem k pracovnímu nástroji se stanoví takzvaným zaškolovacím cyklem během seřizování stroje. K tomuto účelu se provede centrování na obrobku, který již byl právě opracován a který se ještě nachází na pracovním vřetenu. Pokud jsou oba boky tohoto obrobku na měřeném místě čistě opracovány, například oba boky jsou zcela obrobena, zejména vybroušena, představují tyto boky přesně požadovanou polo-

hu středu mezery ozubení vzhledem k obráběcímu nástroji. Požadovanou hodnotou je potom úhel natočení, který se změní tímto centrováním.

Jedním z předpokladů pro dosažení vysoké přesnosti centrování popsaným postupem je, že se podmínky měření při postupu centrování během sériové výroby nemění vzhledem k podmínkám při seřizování stroje nebo během stanovení požadované hodnoty centrování v zaškolovacím cyklu. Praktické zkušenosti však ukazují, že postupem času vznikají v průběhu sériové výroby chyby centrování v důsledku tepelných a jiných fyzikálních vlivů. Následkem je rozdílný úbytek materiálu na levém a pravém boku nebo zmetek, jakmile v důsledku malého přídavku pro opracování nejsou již jednotlivé boky ozubení po jemném opracování opracovány na celém povrchu některých boků.

Pod podmínkou komplexní konstrukce stroje a sledu procesů a mnoha fyzikálních veličin ovlivňujících tento proces se mohou příčiny těchto chyb centrování, které se během sériové výroby postupně mění, většinou stanovit a dostat pod kontrolu jen při velkých nákladech. V některých případech existuje pouze možnost přerušení výrobního procesu a opakování zaškolovací operace seřizovačem nebo obsluhou, čímž se výroba výrazně naruší a prodraží. Nezbytnost tohoto postupu se často nerealizuje, dokud se již nevyrobí velké množství zmetků.

20

Podstata vynálezu

Cílem předkládaného vynálezu je navrhnout způsob, kterým se při centrování ozubení hrubě obrobeného kola na stroji pro konečné opracování ozubeného kola může během sériové výroby obrobku a při nízkých nákladech udržet přesnost centrování v úzkém rozmezí tolerance.

Podle vynálezu je tohoto cíle dosazeno způsobem sériového jemného obrábění obrobků s hrubě opracovaným ozubením v úvodu uvedeného typu, jehož podstata spočívá v tom, že dále zahrnuje kroky: automatické provedení nového zaškolovacího cyklu, přičemž obrobek z posledního obráběcího cyklu zůstává upevněn po tomto posledním obráběcím cyklu a užije se jako nový seřizovací obrobek; stanovení druhé požadované hodnoty pro střed mezer ozubení nového seřizovacího obrobku; uložení této druhé požadované hodnoty jako nové požadované hodnoty pro následující řadu obráběcích cyklů; a opakování výše uvedených kroků pro následující řadu obráběcích cyklů na následujících obrobcích.

35

Výhodně parametry obráběcího procesu, z nichž alespoň jeden je sledován, jsou počet obráběcích cyklů, časová perioda mezi po sobě následujícími zaškolovacími cykly, řezná síla a teplota obráběcího stroje.

40 | Výhodně se sleduje několik těchto parametrů.

Výhodně jsou intervaly mezi dvěma po sobě jdoucími zaškolovacími cykly konstantní.

45 | Výhodně se trvání intervalů mezi dvěma po sobě jdoucími zaškolovacími cykly stanoví automaticky řídicím systémem obráběcího stroje podle sledování uvedených parametrů, prováděných obráběcím strojem automaticky.

Výhodně trvání intervalů mezi dvěma po sobě jdoucími zaškolovacími cykly závisí na teplotní charakteristice obráběcího stroje.

50

Výhodně se nový zaškolovací cyklus vyvolá automaticky po každém novém osazení nebo novém nabroušení obráběcího nástroje použitého při obráběcím procesu.

Výhodně lze nový zaškolovací cyklus vyvolat manuálně operátorem, přičemž tento nový zaškolovací cyklus probíhá po spuštění automaticky.

Výhodně jsou intervaly mezi dvěma po sobě jdoucími zaškolovacími cykly variabilní.

5

Přehled obrázku na výkresu

10 Následně je vynález podrobněji objasněn pomocí výhodného provedení, které je zobrazeno na přiloženém výkresu. Výkres obsahuje obr. 1, který schematicky zobrazuje uspořádání obrobku, centrovací sondy a obráběcího nástroje na obráběcím stroji pro konečné opracování ozubených kol s hrubě obrobeným ozubením.

Příklady provedení vynálezu

15 Obr. 1 schematicky zobrazuje půdorys uspořádání obrobku 1, centrovací sondy 3 a obráběcího nástroje 4 na obráběcím stroji ozubených kol pro konečné opracování obrobků s hrubě obrobeným ozubením. Typickými obráběcími nástroji jsou například brusné šneky, brusné kotouče, frézy, honovací nástroje, a podobně.

20 Začátek automatického obráběcího cyklu odpovídá výše uvedenému postupu, který je popsán v části dosavadní stav techniky. Nejdříve se hrubě opracovaný obrobek 1 nezobrazeným podávacím zařízením známým způsobem přiloží a upne na pracovní vřeteno 2 obráběcího stroje. Po upevnění se vřeteno 2 uvede do rotace a známým způsobem se pomocí centrovací sondy 3 měří úhlové natočení boků ozubení obrobku vzhledem k nepohyblivé centrovací sondě 3. Ze změřených údajů řídicí systém obráběcího stroje vypočítá střední hodnotu úhlových natočení všech mezer ozubení. Potom se obrobek 1 otočí o velikost úhlu odchylky mezi touto střední hodnotou a požadovanou hodnotou a následně se přivede do záběru s obráběcím nástrojem 4. Uvede-
30 ná požadovaná hodnota se získala předem známým způsobem při seřizování obráběcího stroje, přičemž se v zaškolovacím cyklu na již obrobeném nebo předem umístěném seřizovacím obrobku změří úhlová natočení mezer ozubení, která reprezentují požadovanou hodnotu, a získaná naměřená hodnota se uloží jako požadovaná hodnota pro použití řídicím systémem obráběcího stroje. Po opracování se obrobek oddálí ze záběru, uvolní se a odejme z vřetena pomocí podávacího zařízení, načež může začít nový cyklus.

35 U postupu známého z praxe podle stavu techniky, uvedeného v tomto popisu, se tento postup opakuje od obrobku k obrobku, dokud všechny součásti série nejsou obrobeny. Postup podle vynálezu na druhou stranu umožňuje řídicímu systému obráběcího stroje automaticky vyvolat
40 nový zaškolovací cyklus podle alespoň jednoho uvedeného kritéria dříve, než se právě obrobený obrobek 1 uvolní. V tomto zaškolovacím cyklu se měří úhlové natočení středu mezer ozubení právě obrobeného obrobku. Toto měření poskytuje novou požadovanou hodnotu, která podle vynálezu automaticky nahradí předchozí platnou požadovanou hodnotu. Teprve potom se měřený obrobek 1 uvolní a odejme z pracovního vřetena 2. Postup obrábění následně pokračuje známým
45 způsobem, dokud řídicí systém obráběcího stroje opět nevyvolá automatický zaškolovací cyklus na právě obrobeném obrobku 1.

Předem definovaným kritériem pro samostatnou referenci je například dosazení předem definovaného počtu provedených obráběcích cyklů. Počet může být závislý například na době obrábění.
50 Tento počet obráběcích cyklů se do příštího následného vyvolání zaškolovacího cyklu s výhodou řídí empiricky stanoveným vývojem chování obráběcího stroje. Stanovení nebo výpočet intervalů mezi dvěma po sobě následujícími zaškolovacími cykly může být založeno na čase, na teplotě měřené na obráběcím stroji, nebo na jiných rozhodujících kritériích. V případě konečného opracování obráběcím nástrojem, který lze opět upravit nebo opět nabrousit na obráběcím stroji, se

doporučuje automatický zaškolovací cyklus, například, po každé opakované úpravě nebo nabroušení. Je také možné použít několik těchto rozhodujících kritérií. Je dále možno zvolit stejné nebo různé intervaly mezi jednotlivými zaškolovacími cykly.

- 5 Samozřejmě může seřizovač nebo obsluha podle potřeby manuálně vyvolat zaškolovací cyklus, přičemž tento zaškolovací cyklus následně probíhá automaticky samostatně.

10

P A T E N T O V É N Á R O K Y

- 15 **1.** Způsob sériového jemného obrábění obrobků s hrubě opracovaným ozubením na pracovním vřetenu stroje na dohotovení ozubení, přičemž tento způsob obrábění zahrnuje kroky:

seřízení stroje na dohotovení ozubení provedením prvního zaškolovacího cyklu s ručně vyrovnaným nebo již broušeným seřizovacím obrobkem pro stanovení první požadované hodnoty středu mezer ozubení seřizovacího obrobku;

20

uložení stanovené první požadované hodnoty;

- provedení řady po sobě jdoucích obráběcích cyklů pro dohotovení řady obrobků, přičemž před každým z těchto obráběcích cyklů se příslušný obrobek upevní v obráběcím stroji, měří se úhlová poloha boků jeho ozubení a obrobek určený k obrábění se centruje podle první požadované hodnoty;

25

sledování alespoň jednoho parametru tohoto procesu obrábění v průběhu této řady po sobě jdoucích obráběcích cyklů;

30

zastavení tohoto procesu obrábění mezi dvěma po sobě jdoucími obráběcími cykly, když uvedený alespoň jeden sledovaný parametr splňuje předem stanovené kritérium;

v y z n a ě u j í c í s e t í m , že dále zahrnuje kroky:

35

automatické provedení nového zaškolovacího cyklu, přičemž obrobek z posledního obráběcího cyklu zůstává upevněn po tomto posledním obráběcím cyklu a užije se jako nový seřizovací obrobek;

40

stanovení druhé požadované hodnoty pro střed mezer ozubení nového seřizovacího obrobku;

uložení této druhé požadované hodnoty jako nové požadované hodnoty pro následující řadu obráběcích cyklů; a

45

opakování výše uvedených kroků pro následující řadu obráběcích cyklů na následujících obrobkách.

50

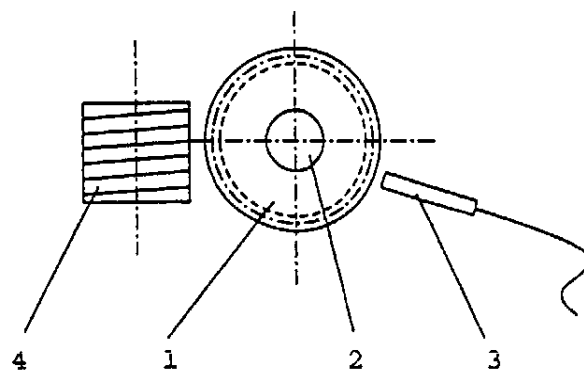
- 2.** Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m ,** že parametry obráběcího procesu, z nichž alespoň jeden je sledován, jsou počet obráběcích cyklů, časová perioda mezi po sobě následujícími zaškolovacími cykly, řezná síla a teplota obráběcího stroje.

- 3.** Způsob podle nároku 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m ,** že se sleduje několik těchto parametrů.

4. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že intervaly mezi dvěma po sobě jdoucími zaškolovacími cykly jsou konstantní.
- 5 5. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že trvání intervalů mezi dvěma po sobě jdoucími zaškolovacími cykly se stanoví automaticky řídicím systémem obráběcího stroje podle sledování uvedených parametrů, prováděných obráběcím strojem automaticky.
- 10 6. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že trvání intervalů mezi dvěma po sobě jdoucími zaškolovacími cykly závisí na teplotní charakteristice obráběcího stroje.
- 15 7. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že nový zaškolovací cyklus se vyvolá automaticky po každém novém osazení nebo novém nabroušení obráběcího nástroje použitého při obráběcím procesu.
- 15 8. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že nový zaškolovací cyklus lze vyvolat manuálně operátorem, přičemž tento nový zaškolovací cyklus probíhá po spuštění automaticky.
- 20 9. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že intervaly mezi dvěma po sobě jdoucími zaškolovacími cykly jsou variabilní.

25

I výkres



Obr.1

Konec dokumentu
