PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2015-534

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G05B 19/23 (2006.01)
B23Q 15/02 (2006.01)

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **31.07.2015**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12.10.2016**

(Věstník č. 41/2016)

(71) Přihlašovatel:
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav výrobních strojů a zařízení, Praha 2, CZ

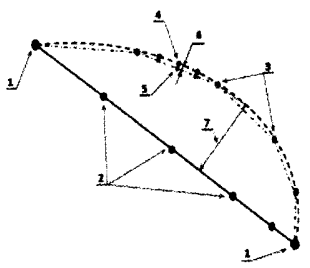
(72) Původce:
Ing. Petr Vavruška, Ph.D., Velešín, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Václav Kratochvíl, Husníkova 2086/22, 158 00 Praha 13

(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob korekce dráhy nástroje víceosého počítačem řízeného obráběcího stroje

(57) Anotace:
Způsob korekce dráhy nástroje víceosého počítačem řízeného obráběcího stroje, u kterého se v každém bloku víceosé dráhy nástroje určuje odchylka (7) skutečné dráhy nástroje od žádané dráhy a podle velikosti získané odchylky (7) se interpolují nové body dráhy nástroje pro nastavení skutečné dráhy nástroje v povolené odchylce (6) od žádané dráhy nástroje, přičemž výsledné souřadnice jsou standardně ukládány ve formě bloků s lineárními interpolacemi v NC programu a v každém bloku víceosé dráhy nástroje je generována opravná hodnota posuvové rychlosti pro strojní osy pro dosažení předepsané posuvové rychlosti při relativním pohybu mezi nástrojem a obrobkem, přičemž se vychází z osy, které pohyb trvá nejdéle.



CZ 2015 - 534 A3

PV 2015-519

Způsob korekce dráhy nástroje víceosého počítačem řízeného obráběcího stroje.

Oblast techniky

Vynález se týká korekce dráhy a rychlosti nástroje při řízení CNC strojů, určených zejména pro víceosé obrábění. Úpravou dráhy nástroje a posuvové rychlosti je působeno na řídicí a pohonné jednotky stroje tak, aby realizovaná dráha nástroje odpovídala v co nejvyšší míře požadované dráze nástroje, vytvořené prostřednictvím CAM systému, a byla dodržena posuvová rychlost mezi nástrojem a obrobkem, tedy aby reálný proces obrábění odpovídal předepsaným technologickým podmínkám, nastavených technologem.

Dosavadní stav techniky

V technické praxi existuje několik možností řízení dráhy nástroje pro realizaci víceosého obrábění, při kterém je využíváno rotačních os obráběcího stroje. Tyto způsoby jsou založeny na dvou základních předpokladech. Prvním předpokladem je, že je při řízení využíváno funkce řídicího systému stroje, využívající prostorové transformace souřadnic (funkce Tool Center Point) a řídicí systém tak mezi dvěma po sobě následujícími body dráhy nástroje interpoluje dostatečné množství bodů dráhy tak, aby byla splněna podmínka dosažení lineární dráhy mezi dvěma následujícími body dráhy nástroje. V tomto případě řídicí systém provádí transformaci souřadnic z obrobkového souřadného systému do strojního souřadného systému podle typu konfigurace rotačních os obráběcího stroje. Druhým předpokladem je, že funkce Tool Center Point není, nebo nemůže být, při víceosém obrábění využita. Poté řídicí systém neprovádí transformaci souřadnic, jelikož je transformace souřadnic předpřipravena postprocesorem. Řídicí systém interpoluje dráhu mezi dvěma po sobě následujícími body dráhy nástroje tak, že jsou interpolovány polohy dílčích strojních os samostatně. To má poté za důsledek, že požadovaná lineární dráha (lineární interpolace) není dodržena, ale vytvoří se určitá

prostorová křivka, jejíž tvar je závislý na aktuální vzdálenosti referenčního bodu nástroje od rotačních strojních os.

Existuje určité řešení algoritmu postprocesoru pro přiblížení se lineárnímu pohybu dráhy nástroje pomocí tzv. linearizace dráhy, avšak odchylku požadované dráhy nástroje od skutečné není možné uživatelsky ovlivnit vzhledem k požadované výrobní toleranci, kladené na výrobním výkrese obrobku. Toto řešení je založeno na pevně stanovené konstantě, podle které se linearizace řídí bez ohledu na skutečnou polohu nástroje vůči osám rotace, což významně ovlivňuje výslednou přesnost výroby a čím více je referenční bod nástroje vzdálen od rotačních os, tím je odchylka skutečné dráhy nástroje od ideální dráhy větší.

Stávající řešení tedy nerespektuje aktuální odchylku skutečné dráhy nástroje od požadované dráhy nástroje a tím není zaručena správná kompenzace dráhového řízení nástroje. Zároveň při použití funkce řídicího systému stroje pro prostorovou transformaci souřadnic většinou dochází ke korekci posuvové rychlosti mezi nástrojem a obrobkem tak, aby byla dodržena technologem předepsaná posuvová rychlost. Bez použití funkce pro transformaci souřadnic však korekci posuvové rychlosti při víceosém obrábění řídicí systém neprovádí a technologem předepsaná posuvová rychlost není dodržena. Navrženo bylo určité řešení přepočtu posuvové rychlosti při víceosém obrábění, avšak toto řešení nerespektuje reálné nastavení

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky jsou do značné míry odstraněny způsobem korekce dráhy nástroje víceosého počítačem řízeného obráběcího stroje, podle tohoto vynálezu. Jeho podstatou je to, že se v každém bloku víceosé dráhy nástroje určuje odchylka skutečné dráhy nástroje od žádané dráhy a podle velikosti získané odchylky se interpolují nové body dráhy nástroje pro nastavení skutečné dráhy nástroje v povolené odchylce od žádané dráhy nástroje. Výsledné souřadnice jsou standardně ukládány ve formě bloků s lineárními interpolacemi v NC programu a v každém bloku víceosé dráhy nástroje je generována opravná hodnota posuvové rychlosti pro strojní osy pro dosažení předepsané posuvové rychlosti při relativním pohybu mezi nástrojem a obrobkem, přičemž se vychází z osy, které pohyb trvá nejdéle.

Jedná se tedy o dráhové řízení s využitím algoritmu generování bodů dráhy nástroje tak, že algoritmus vypočítává dostatečný počet nově interpolovaných bodů dráhy nástroje podle uživatelem zadané přípustné odchylky dráhy nástroje. Dostatečný počet nově interpolovaných bodů nástroje se mění automaticky v závislosti na aktuální odchylce skutečné dráhy nástroje od žádané dráhy. Současně je získávána reálná posuvová rychlost mezi nástrojem a obrobkem v každém bloku NC programu. Na základě zjištěné reálné posuvové rychlosti je do NC programu generována korigovaná posuvová rychlost tak, aby posuvová rychlost při vykonávání NC programu na stroji odpovídala technologem požadované posuvové rychlosti v co nejvyšší míře podél dráhy nástroje.

Podstata řešení spočívá v implementaci víceprůchodového iteračního algoritmu, který v každém úseku dráhy nástroje při víceosém obrábění kontroluje, zda byla překročena povolená odchylka skutečné dráhy nástroje od požadované dráhy nástroje. Povolenou odchylku skutečné dráhy nástroje od žádané dráhy nástroje zadává uživatel před generováním dráhy nástroje, nebo může být převzata parametrem z CAM systému. Pokud je hodnota přípustné odchylky překročena, pak algoritmus určuje dostatečné množství nových bodů dráhy nástroje tak, aby byla splněna podmínka, že odchylka skutečné dráhy nástroje od žádané je menší nebo rovna uživatelem zadané hodnotě přípustné odchylky dráhy nástroje.

Postprocesor pomocí tohoto algoritmu následně generuje příslušný počet nově interpolovaných bodů dráhy nástroje podle požadovaného formátu, daného řídicím systémem stroje. Dráha nástroje je poté odbavena na číslicově řízeném stroji s využitím nově interpolovaných bodů dráhy nástroje, jejichž prostřednictvím je působeno na řídicí a pohonné jednotky stroje, aby docházelo k dodržení odchylky skutečné dráhy nástroje od žádané dráhy v rozmezí tolerance zadané uživatelem.

Výhodou tohoto řešení je kompenzace dráhového řízení nástroje podle zjištění aktuální odchylky skutečné dráhy nástroje od požadované dráhy nástroje.

Určení posuvové rychlosti spočívá v získání časů v dílčích strojních osách a zjištění nejdelšího času z těchto získaných časů a na základě znalosti dráhy nástroje je poté určena reálná posuvová rychlost. Do dílčích bloků NC programu s víceosou interpolací je poté generována korigovaná hodnota posuvové rychlosti tak, aby došlo k dodržení technologem předepsané posuvové rychlosti na stroji.

Při aplikaci uvedeného řízení lze předcházet velkým dráhovým odchylkám, které v určitých případech mohou být i v jednotkách milimetrů, což je způsobeno tehdy, pokud není, nebo nemůže být využíváno funkce Tool Center Point řídicího systému stroje. Odchylky skutečné dráhy nástroje od požadované jsou poté tím větší, čím větší je vzdálenost referenčního bodu nástroje od rotačních os stroje. Nasazením algoritmu pro korekci dráhy nástroje je nově generovanými body dráhy nástroje, resp. jejich souřadnicemi působeno na řídicí a pohonné jednotky stroje tak, aby bylo dosaženo požadované tolerance, resp. max. povolené odchylky v průběhu celé dráhy nástroje a zároveň předepsané posuvové rychlosti v co nejvyšší míře podél dráhy nástroje. Tento princip je možné využít pro jakoukoliv konfiguraci rotačních os stroje, jelikož je při generování bodů dráhy nástroje využito transformačních rovnic, které jsou vytvořeny konkrétně pro danou konfiguraci rotačních os stroje.

Objasnění ~~obrázku na~~ výkresů

Princip vynálezu je blíže naznačen s pomocí obr. 1, kde je znázorněn graficky způsob korekce dráhy nástroje víceosého počítačem řízeného obráběcího stroje.

Příklady uskutečnění vynálezu

Na obr. 1 černá úsečka znázorňuje skutečnou dráhu referenčního bodu nástroje, na které leží původní body **1** dráhy nástroje a skutečné body **2** před korekcí dráhy. Čárkovaná křivka znázorňuje požadovanou dráhu referenčního bodu nástroje a žádané body **3** dráhy jsou ty, které musí být v určitém počtu generovány do NC programu, aby byla zajištěna požadovaná přesnost obrábění. Aktuální odchylka **7** skutečné dráhy nástroje od požadované je označena kótou. Body **4** a **5** jsou tzv. výpočtové body. Bod **5** pro skutečnou dráhu referenčního bodu

nástroje a bod 4 pro požadovanou dráhu referenčního bodu nástroje, v daném iteračním kroku algoritmu a slouží pro určení aktuální odchylky 7 skutečné dráhy nástroje od požadované při interpolaci určitého počtu nových bodů dráhy nástroje. Počet nově interpolovaných bodů dráhy nástroje je ovlivněn velikostí povolené odchylky 6, kterou nastavuje uživatel. Skutečná dráha nástroje po interpolaci nových bodů je vyznačena čerchovanou čarou.

Příkladem řešení je implementace korekce dráhového řízení a korekce posuvové rychlosti do postprocesoru pro pětiosý frézovací CNC stroj MCV1000 s rotačně/naklápěcím stolem NIKKEN. Způsob provedení řešení je shodný, jako je naznačeno na obr. 1. Postprocesor je vybaven iteračním algoritmem, který v každém bloku víceosé dráhy nástroje určuje odchylku skutečné dráhy nástroje od žádané dráhy a podle velikosti získané odchylky je interpolován dostatečný počet nových bodů dráhy nástroje tak, aby povolená odchylka skutečné dráhy nástroje od žádané nebyla překročena. V každém bloku je tak interpolován různý počet nových bodů dráhy a výsledné souřadnice jsou standardně ukládány ve formě bloků s lineárními interpolacemi v NC programu. Podle souřadnice výpočtových bodů žádané a skutečné dráhy nástroje je kontrolována dosahovaná velikost odchylky skutečné a žádané dráhy nástroje po dodatečné interpolaci nových bodů dráhy nástroje. Pokud v tomto bloku není dodržena maximální povolená odchylka dráhy, pak je v dalším kroku algoritmu generován jiný počet nově interpolovaných bodů dráhy nástroje. Při splnění podmínky maximální povolené odchylky jsou nově interpolované body dráhy nástroje generované do NC programu. NC program je poté načítán řídicím systémem stroje a nově interpolovanými body dráhy nástroje, resp. souřadnicemi nově interpolovaných bodů dráhy nástroje je působeno na řídicí a pohonné jednotky stroje tak, aby byl výrobek realizován v rámci požadovaných tolerancí.

Příkladem může být realizovaná výroba lopatky kompresorového kola, při které byla před korekcí dráhy nástroje realizována dráha nástroje v určitých místech až s odchylkou téměř 1,2 mm, přičemž v CAM systému byla zadána tolerance dráhy 0,01 mm. Po korekci dráhy nástroje bylo v průběhu celé dráhy nástroje a tedy i povrchu lopatky dosaženo požadované tolerance, tedy 0,01 mm. Tím došlo ke zpřesnění výroby. Postprocesor zároveň u víceosé dráhy nástroje

do jednotlivých bloků NC programu generuje korigovanou hodnotu posuvové rychlosti a tím je docíleno dosažení technologem předepsané posuvové rychlosti. Tím dojde k úspoře výrobního času. Příkladem je obrábění tvarově složité plochy, kdy bylo pomocí korekce posuvové rychlosti uspořeno 47% původního výrobního času před korekcí posuvové rychlosti.

Průmyslová využitelnost

Tento způsob dráhového řízení a řízení posuvové rychlosti lze využívat u všech typů strojů, které disponují minimálně jednou rotační osou. Využití tohoto algoritmu je zejména velmi vhodné pro postprocesory pro stroje se speciálními konfiguracemi rotačních os, kde není možné využívat funkci Tool Center Point, kde úpravou NC programu dojde ke zpřesnění dráhového řízení a snížení výrobních časů.

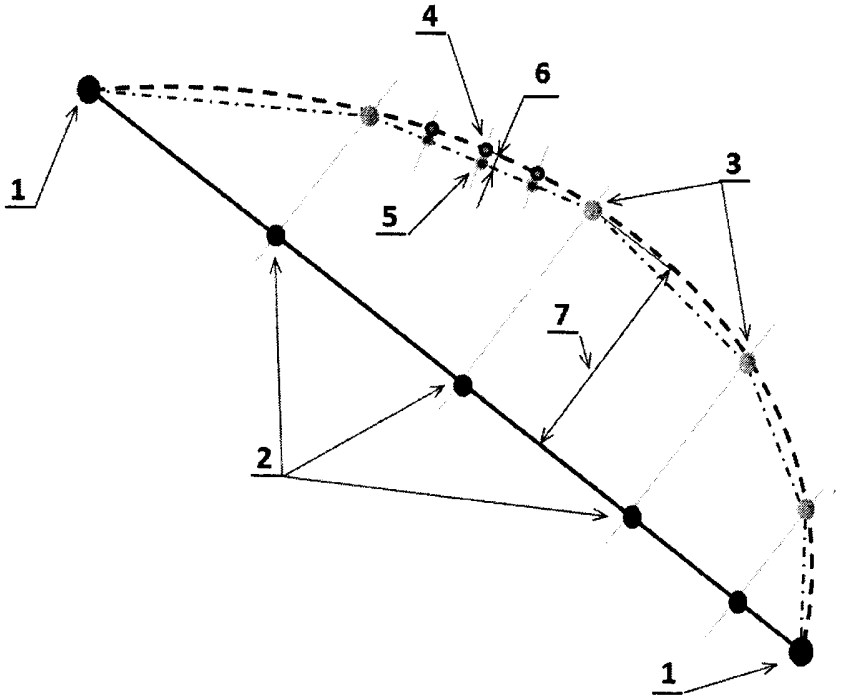
30.07.15

PV 2015-534

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob korekce dráhy nástroje víceosého počítačem řízeného obráběcího stroje, ***vyznačující se tím, že*** se v každém bloku víceosé dráhy nástroje určuje odchylka skutečné dráhy nástroje od žádané dráhy a podle velikosti získané odchylky se interpolují nové body dráhy nástroje pro nastavení skutečné dráhy nástroje v povolené odchylce od žádané dráhy nástroje, přičemž výsledné souřadnice jsou standardně ukládány ve formě bloků s lineárními interpolacemi v NC programu a v každém bloku víceosé dráhy nástroje je generována opravná hodnota posuvové rychlosti pro strojní osy pro dosažení předepsané posuvové rychlosti při relativním pohybu mezi nástrojem a obrobkem, přičemž se vychází z osy, které pohyb trvá nejdéle.

1/1 ✕ 31.07.15
PV 2015-534



Obr. 1