



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

207 834

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 02 02 79
(21) PV 756-79

(51) Int. Cl. B 23 F 5/20
B 23 F 9/08

(40) Zveřejněno 30 06 80
(45) Vydáno 01 12 83

(75)
Autor vynálezu ANATOLIJ MICHAJLOVIČ SITNIKOV ing., JERGENIJ KONSTANTINOVICH FILIPPOV ing. a
NADEŽDA MICHAJLOVNA NIKOLSKAJA ing., MOSKVA (SSSR)

(54) Frézka na ozubená kola numerickým řídicím systémem

1

Předložený vynález se týká výroby obráběcích strojů, zvláště frézek na ozubená kola se systémem numerického řízení.

Nejvýhodnější může být podle předloženého vynálezu provedena frézka na ozubená kola použita k výrobě ozubených kol s přímými zuby, kosými zuby a šnekových kol, zubů se zaoblenými boky, kuželových ozubených kol, jakož i neokrouhlých ozubených kol.

Je známa frézka na ozubená kola, u které je použit systém numerického řízení k bez - opěrovému ustavení pohonů k otáčení pohonného a nástrojového vřetena, jakož i k přímočarému posuvu nástrojového vřetena, k jehož otáčení kolem vlastní osy jsou upraveny nástrojové sáně.

U známých strojů je proveden systém numerického řízení se zpětnou vazbou a se snímači přímočarého posuvu pohonného vřetene, jakož i speciální systém postupu točivého pohonu pro pohonné vřeteno a nástrojové vřeteno, které jsou opatřena snímačem polohy pro pohonné i nástrojové vřeteno.

U známých obráběcích strojů je oběžná rychlost nástrojového vřetena, které je spojeno přes podvojný šnek a a otáčecím pohonem, v odvislosti od oběžné rychlosti nástrojového vřetene, od počtu vytvářených zubů a od rychlosti přímočarého posuvu nástrojového vřetene při opracování šnekových a šikmозubých ozubení. Ustavení elektronického systému následného pohonu uskutečňuje se změnou kmitočtu od synchronizačních signálů, vytvářených snímačem polohy, jejichž poměr může být zvolen spínačem na stroji.

U známého stroje je systémem numerického řízení jistěno ustavení polohy nástrojového vřetene neseného nástrojovými sáněmi.

Pod ustavováním se rozumí automatické seřízení montážních skupin stroje ve výchozí poloze.

U známého obráběcího stroje se provádí otáčení nástrojového vřetene neseného nástrojovými saněmi kolem jeho osy ručně.

K nevýhodám známých obráběcích strojů nutno počítat :

a/ nepostačující možnosti známých strojů při využití změny rychlostního stavu, při změně počtu zubů a tvar obráběných kol, které jsou odvislé od charakteristiky pohonu a nástrojového vřetene.

b/ nedostatečně vysoká přesnost vyráběných ozubených kol

c/ vysoké nároky na nepoddajnost a přesnost výroby a točivých pohonů pohonných a nástrojových hřídelí.

U známé frézky na ozubená kola je časově náročné přestavit stroj při otáčení nástrojových saní kolem jejich vlastní osy, při výměně a nasazení nástroje.

Vynález lezu je vytvoření frézky na ozubená kola se systémem numerického řízení, u které pohonná a nástrojová vřetena spolu spojena tak, že je umožněno vyrábět ozubená kola různých tvarů a rozdílnými počty zubů ve vysoké přesnosti a automatizovat otáčení nástrojových saní kolem jejich vlastní osy.

Tento úkol je vyřešen vytvořením frézky na ozubená kola, u které je uspořádán systém numerického řízení a bezpečového ustavení pohonů k otáčení pohonného a nástrojového vřetene, jakož i k přímočarému posuvu nástrojového vřetene, které je uspořádáno k otáčení kolem jeho vlastní osy na předem upravených nástrojových saních. Podle vynálezu je pohonná vřetena a nástrojové vřeteno spojeno přes kinematický řetězec, mající zařízení k neodvislému pohonu ke změně oběžné rychlosti, kterýžto pohon je řízen systémem numerického řízení se kterým jsou nástrojové saně operativně spojeny k otáčení kolem své vlastní osy.

Díky takovému provedení se sníží čas potřebný k přestavení frézky na ozubená kola a zvýší se přesnost výroby ozubených kol různého tvaru.

Dále je vhodné zařízení ke změně oběžné rychlosti nástrojového vřetene provést planetovým soukolím a neodvislý pohon řídit systémem numerického řízení, sladit rychlost otáčení na oběžnou rychlost nástrojového vřetene a rychlost přímočarého posuvu nástrojového vřetene.

Takové provedení zařízení ke změně oběžné rychlosti nástrojového hřídele je velice jednoduché a v provozu pohodlné. Neodvislý pohon řízený systémem numerického řízení dovoluje zvýšit přesnost při výrobě ozubených kol a zvýšit výkonost.

K porovnání přesnosti opracování na stroji podle vynálezu a známém stroji, která určována v soulase s točivým pohonem pro pohonná a nástrojová vřetena je uváděna tato závislost:

$$\delta = \Delta \cdot 1/\text{oběh} \cdot \frac{A}{Z_0} \cdot 1/\text{dílož} \cdot \frac{360 \cdot 60 \cdot 60 \cdot Z \cdot m}{412} \mu m$$

kde značí

δ - lineární vlničina v nesoulase s otáčením pohonného a nástrojového vřetene v μm na část průměru obrobku při $Z \cdot m \leq D$, přičemž

D - je maximální průměr opracování na obráběcím stroji podle vynálezu a

Δ - úhel rozladění neodvislého pohonu, vzhledem na pohon nástrojového vřetene. (v díložích kružnicích) :

$1/\text{oběh}$ - převodový poměr s neodvislým pohonem

A - stanovená hodnota kinematického řetězce :

Z_0 - počet zubů ustanovených pro kinematický řetězec :

$1/\text{dílož}$ - převodový poměr šnekových dvojic

Z - počet zubů opracovávaného kola

m - modul opracovávaného kola.

Pro známý obráběcí stroj je σ_1 lineární velikost v nesouladu pohonu s oběhem pohonného a nástrojového vřetena v μm na části průměru obrobku při úhlu rozladění Δ_1 otáčivého pohonu obrobku se zřetelem na otáčivý pohon nástroje, přičemž

$$\Delta_1 - \text{v dílcích kružnice}$$

$$\sigma_1 = \Delta_1 \cdot 1/\text{díleč} \cdot 1 \cdot \frac{360 - 60 \cdot Z}{412} \mu\text{m}$$

$1/\text{díleč}$ - převodový poměr podvojného dělicího šneku u známého obráběcího stroje pro stejné veličiny 1 a 2 .

Úhel rozladění Δ_1 a Δ pohonů se určují z odvislosti:

$$\Delta_1 \cdot 1/\text{díleč} \cdot 1 \cdot \frac{360 \cdot 60 \cdot 60}{412} = \Delta \cdot 1/\text{oběžná} = \frac{A}{Z_0}$$

$$\cdot 1/\text{díleč} \cdot \frac{360 \cdot 60 \cdot 60 \cdot Z \cdot u}{412}$$

$$\Delta = \Delta_1 \cdot \frac{1/\text{díleč} \cdot 1}{1/\text{díleč}} \cdot \frac{1}{1/\text{oběž}} \cdot \frac{Z_0}{A}$$

Při omezené frekvenci oběhu pohonu nástrojového vřetena, která u známých strojů obnáší 1000 U/min je $1/\text{díleč} = \frac{1}{35}$, zmenšení $1/\text{díleč} \cdot 1$ snižuje technologické možnosti stroje.

Pro předložený vynález je $1/\text{oběž} = \frac{1}{6}$;

$$1/\text{díleč} \cdot A = \frac{1}{3}$$

Hodnota Z_0 se určuje volbou opracovaného pásma a podle řzových zubů. Na stroji mohou být provedena více pásma Z_0 . Například je $Z_0 = 20 - 40 - 60 - 80$. Přitom je výsledek přípustné přesnosti opracování obrobku:

$$\Delta \approx \Delta_1 \cdot \frac{6 \cdot 3 \cdot Z_0}{35} \approx \frac{Z_0}{2} \cdot \Delta_1$$

to znamená, že velikost úhlu rozladění pohonů nástrojového vřetene a neodvislého pohonu, podle předloženého vynálezu, může být znatelně větší než u známého stroje, při stejné přesnosti a souhlasného otáčení pohonného vřetene a prokluzu nástrojového vřetene.

U obráběcího stroje podle vynálezu opracování neokrouhlých kol umožňuje využít spojení mezi otáčecím pohonem nástrojového vřetene, zařízením s neodvislým pohonem a pohonu a pohonem k posunutí nástrojových saní v radiálním směru (tz. změnou vzdálenosti středů mezi pohonným vřetenem a osou nástrojového vřetene).

Změna rychlosti neodvislého pohonu obrobku s ohledem na rychlost obrobku u opracování neokrouhlých kol se provádí použitím programu souhlasného pohonu děrnou páskou nebo systémem paměťové funkce.

Mimoto umožňuje předložený vynález korekci systematicky působících chyb v kinematickém řetězci zavedením do programu pohonů od veličin odpovídajících systematicky působících chyb kinematického řetězce.

K otáčení nástrojových saní kolem vlastní osy je doporučováno zapojit do kinematického řetězce mechanismus vytvořený ve tvaru ozubeného soukolí na jehož jednom hřídeli je uspořádána vysouvací spojka a na druhém hřídeli spojka se snímačem zpětné vazby systému numerického řízení pro odečítání úhlu pootáčení.

Použití takového mechanismu k otáčení nástrojových saní v předloženém vynálezu dovoluje zkrátit čas k seřízení stroje. Použití vysouvací spojky se snímačem zpětné vazby systému numerického řízení zaručuje jednoduché odečítání úhlu otáčení nástrojových saní.

Podle předloženého vynálezu provedená frézka na ozubená kola zaručuje vyšší výrobní přesnost ozubených kol s prakticky libovolným profilem zubů a s libovolným počtem zubů.

Mimoto má frézka na ozubená kola podle vynálezu vysokou výkonnost a poměrně jednoduché seřízení a širší technologické možnosti.

Stroj podle vynálezu má velmi jednoduchou a spolehlivou konstrukci.

Dále je popsán konkrétní příklad provedení vynálezu s ohledem na přiložený výkres, ve kterém je uvedeno kinematické schéma podle vynálezu provedené frézky na ozubená kola.

Frézka podle vynálezu se systémem numerického řízení má pohonné vřeteno 1, nástrojové vřeteno 2 pro nástroj 3 např. označující válcovou frézu.

Pohonné vřeteno 1 a nástrojové vřeteno 2 nástroje 3 mají společný pohon 5 ke svému otáčení, sestávající z elektromotoru 6 s hydraulickým zesilovačem 7.

Stroj je opatřen též pohony 8, 9, 10 k přímočarému pohybu nástrojových saní 4, upravených na nástrojovém vřetenu 2 nástroje 3.

Pohon 8 slouží k posuvu nástrojových saní 4 v přímočarém směru, tj. ve směru střední vzdálenosti od pohonného vřetena 1 a nástrojového vřetena 2 nástroje 3.

Pohon 8 sestává z elektromotoru 11 s hydraulickým zesilovačem 12, který je spojen se šnekovým pohonem 13 a kinematické dvojice - šroub 14 a matice 15, ve kterém je matice 15 pevně spojena s nástrojovými saněmi 4 a posouvá se na šroubu 14.

Pohon 9 je určen k posuvu nástrojových saní 4 v podélném směru, tzn. podél osy pohonného vřetene 1 a sestává z elektromotoru 16 s hydraulickým zesilovačem 17, který je spojen kinematickou dvojicí šroub 19 - matice 20, ve které je šroub 19 pevně připojen na nástrojové saně 4.

V jiných způsobech provedení frézek na ozubená kola podle vynálezu může být použito jiného pononu, který k tomuto účelu se hodí.

Pohon 10 je určen k posuvu nástrojových saní 4 v tangenciálním směru, tj. ve směru podél nástrojového vřetene 2 nástroje 3 a sestává z elektromotoru 21 s hydraulickým zesilovačem 22, který je spojen šnekový pohon 23 a kinematickou dvojicí šroub 24 matice 25, ve kterém je šroub 24 upevněn ve vozíku nástrojových saní 4.

Systém numerického řízení frézky na ozubená kola je určen na základě ustáleného typu kola je určen na základě ustáleného typu zařízení a systémů pro numerické řízení a ptově - den s otevřenými spojeními a bez podpěrného ustavení pononů 5, 8, 9, 10 za účelem nastavení nástrojových saní 4 do výchozího postavení.

Nástrojové vřeteno 2 nástroje 3 a pohonné vřeteno 1 jsou mezi sebou propojeny kinematickým řetězcem, který obsahuje čelní ozubení 26, 28, ze kterých je ozubené kolo 26 na - pevno na hřídeli 27 (společného) otočného pohonu 5 a zabírá s ozubeným kolem 26, které je upevněno na nástrojovém vřetenu 2 nástroje 3.

Na hřídeli 27 je též na pevno spojeno kuželové kolo 29 zabírající s kuželovým kolem 30, které je nasazeno na hřídeli 31. Na druhém konci hřídele 31 je na pevno upevněno kuželové kolo 32 zabírající s kuželovým kolem 33 upraveným na hřídeli 34.

Na hřídeli 34 je též na pevno upevněno kuželové kolo 35, které zabírá s kuželovým kolem 36 nasazeným na hřídeli 37. Na druhém konci hřídele 37 opatřené klínovou spojkou 38 je upevněno čelní ozubené kolo 39 zabírající do ozubeného kola 40 upevněného na konci hřídele 41. Na druhém konci hřídele 41 je upevněn šnek 42 zabírající do šnekového kola 43, které je na pevno spojeno s nástrojovým vřetenem 1.

Kinematický řetězec podle předloženého vynálezu je opatřen zařízením 44 s neodvislým pohonem 45 ke změně oběžné rychlosti pohonného vřetene 1, řízeného systémem numerického řízení.

Zařízením 44 ke změně oběžné rychlosti pohonného vřetene 1 je převodovka 44a.

Převodovka 44a je umístěna v pouzdru 46 a na pevně spojena s hřídelem 37, vedeným pouzdrem 46 a spojeným s čelním ozubeným kolem 39 klínovou spojkou 38.

Na pouzdru 46 je na pevně spojeno šnekové kolo 47 zabírající do šneku 48 připojené na hřídeli 49 neodvislého pohonu 45 sestaveného z elektrického motoru 50 s hydraulickým zesilovačem 51.

Neodvislý pohon 45 je řízen systémem numerického řízení tak, že rychlost jeho otáčení je sladěna s oběžnou rychlostí nástrojového vřetene 2 nástroje 3 a na rychlost přímočarého posuvu nástrojového vřetene 2 nástroje 3.

Řízením pohonů obráběcího stroje systémem numerického řízení mohou se na stroji opracovávat tato níže uvedená kola :

Čelní ozubená kola. V tomto případě je na systém numerického řízení práce otočného pohonu 5 pohonného vřetene 1 a nástrojového vřetene 2 a nástroje 3 jakož i neodvislého pohonu 45 sladěna. Přitom pracují pohony 8 a 9 s vypočítanou rychlostí.

Ozubená kola se šikmými zuby s posuvem podél osy obrobku. Systémem numerického řízení je práce otočného pohonu 5 pro pohonné vřeteno 1 a nástrojové vřeteno 2 nástroje 3, neodvislého pohonu 45 a pohonu 9 přímočarého posuvu podél osy obrobku odsouhlasena. Přitom pracuje pohon 8 s vypočítanou rychlostí.

Ozubená kola se šikmými zuby s diagonálním posuvem, skládající se ze dvou posuvů :

Přímocharého posuvu podél osy pohonného vřetene 1 a přímocharého posuvu podél osy nástrojového vřetene 2 nástroje 3. Systémem numerického řízení je práce (společného) otočného pohonu 5 pro pohonné vřeteno 1 a nástrojového vřeteno 2 nástroje 3, neodvislého pohonu 45, jakož i pohonů 9, 10 posuvu podél osy obrobku a ve směru nástrojového vřetene 2 nástroje 3 odsouhlasena. Přitom pracuje pohon 8 s vypočítanou rychlostí.

Šneková kola a šneky. Systémem numerického řízení je práce společného otočného pohonu 5 pro pohonné vřeteno 1 a nástrojového vřetene 2 nástroje 3 neodvislého pohonu 45 a pohonu 10 posuvu ve směru podél nástrojového pohonu 2 nástroje 3 dána do souladu. Přitom pracuje pohon 8 s vypočítanou rychlostí.

Neokrouhlá kola. Systémem numerického řízení je práce společného otočného pohonu 5 pro pohonné vřeteno 1, nástrojové vřeteno 2 a nástroje 3, neodvislého pohonu 45 a pohonu 8 radiálního posuvu a dále pohonu 10 pro posouvání podél osy nástrojového vřetene 2 nástroje 3, které jsou dány do souladu při opracovávání (obrobku) kratšími frézky. Přitom pracuje pohon 9 posuvu podél osy nástrojového vřetene vypočítanou rychlostí.

Čelní ozubená kola a ozubená kola s vypouklým nebo kuželovým tvarem zubů. Mimo odhouslasení pohonů 5, 9, dochází k opracovávání jmenovaných kol systémem numerického řízení ke koordinovanému spojení pohonu 8 radiálních posuvů se společným otočným pohonem 5 pro pohonné vřeteno 1 a nástrojové vřeteno 2 nástroje 3 neodvislého pohonu 45 a pohonu podél osy obrobku.

Podle úzké děrné pásky, nebo podle zásobníku paměti systému numerického řízení se zajišťuje na obráběcí stroji opracovávání stupňových ozubených kol s rozdílným počtem zubů ve dvou nebo více řezech se změnami opracovávané intenzity.

Podle vynálezu jsou nástrojové saně 4 opatřeny mechanismem 52 k otáčení nástrojových saní 4 kolem vlastní osy. Mechanismus 52 je vytvořen tak, že sestává ze dvou do sebe zabírajících čelních ozubených kol 53, 54, ze kterých je čelní ozubené kolo 53 usazeno volně na hřídeli 53 a je spojeno napevno s nástrojovými saněmi 4. Čelní ozubené kolo 54 je upevněno na hřídeli 55 na kterém je upraveno zařízení pro zpětný chod 56 určené k odečítání úhlu natáčení. Toto zařízení pro zpětný chod 56 je libovolně známé konstrukce hodící se k tomuto účelu.

Na využití části hřídele 31 je upravena polovina vysouvací spojky 57 stojící v záběru se zuby čelního ozubeného kola 53. Při zapojení této vysouvací spojky 57 nastává otáčení nástrojových saní 4 kolem vlastní osy o jeden stupeň, který je určen numerickým řízením.

Frézka na ozubená kola podle vynálezu funguje takto :

Při zapojení elektrického motoru 6 s hydraulickým zesilovačem 7 se přenesse pohyb dvojice čelních ozubených kol 26, 28 na nástrojové vřeteno 2 nástroje 3, tj. frézy 3 a je veden dále přes kuželová kola 29, 30, 32, 33, 35, 36 na hřídel 41 a čelní ozubené kolo 43.

Ke změně oběžné rychlosti pohonného vřetene 1 a sladění s rychlostmi pohonů 5, 8, 9, 10 při bezpodpěrovém ustavení získá pohonné vřeteno 1 pohyb od elektrického motoru 50 s hydraulickým zesilovačem 51 přes šnek 48, šnekové kolo 47, převodovku 44a, zařízení 44 čelní ozubená kola 39, 40, zařízení 41 šnek 42 a šnekové kolo 43.

Otáčení nástrojových saní 4 kolem vlastní osy je odvozeno od elektromotoru 6 s hydraulickým zesilovačem 7, přes kuželová kola 29, 30, vysouvací spojku 57, která zabírá s nástrojovými saněmi 4 s napevno spojeným čelním ozubeným kolem 53. Odečítání úhlu otáčení se provádí na hřídeli 55 čelního ozubeného kola 54 umístěného zařízení pro zpětný chod 56 systémem numerického řízení.

Pohyb v nástrojových saních 4 umístěného nástrojového vřetene 2 nástroje 3 v radiálním směru je odvozen od elektromotoru 11 s hydraulickým zesilovačem 12 a uskuteční se přes šnekové hnací ústrojí 13 a kinematickou dvojici - šroub 14, matice 15, ve které je s nástrojovými saněmi 4 napevno spojená matice 15, která se posunuje na šroubu 14.

Pohyb na nástrojových saních 4 uspořádaného nástrojového hřídele 2 nástroje 3 podle osy pohonného vřetene 1 se odvozuje od elektromotoru 16 s hydraulickým zesilovačem 17 přes šnekové hnací ústrojí 18 kinematické dvojice - šroubu 19 matice 20, ve které je šroub 2 napevno spojen s nástrojovými saněmi 4.

Pohyb nástrojového vřetene 2 nástroje 3 v tangenciálním směru se uskutečňuje od elektrického motoru 21 s hydraulickým zesilovačem 22 přes šnekové hnací ústrojí 23 a kinematickou dvojici - šroub 24, matice 25, ve kterém je šroub 24 napevno spojen a upevněn v nástrojových saních 4.

Systém numerického řízení zaručuje koordinovanou práci pohonů 5, 8, 9, 10, 45, čímž dochází k frézování zubů velikou rychlostí.

Vyrobený vzorový prototyp frézky na ozubená kola se systémem numerického řízení provedený podle předloženého vynálezu potvrdil zvýšení produktivity při znatelném zkrácení doby seřizování stroje, jakož i významné rozšíření jeho technických možností při vysoké výrobní přesnosti.

Samozřejmě mohou být odborníky provedeny rámec vynálezu nepřesahující změny na frése pro ozubená kola se systémem numerického řízení, které nebyly popsány jako mezní příklad.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Frézka na ozubená kola s numerickým řídicím systémem k bezpodpěrnému seřízení pohonů k otáčení pohonného vřetena a vřeten, jakož i k přímočarému posuvu pohonného vřetena, k jehož otáčení kolem vlastní osy jsou předupraveny nástrojové saně, vyznačující se tím, že nástrojové vřeteno (2) nástroje (3) odvalovací frézy a pohonné vřeteno (1) jsou spolu spojeny přes kinematický řetězec, který je opatřen zařízením (44) s neodvislým pohonem (45) ke změně oběžné rychlosti pohonného vřetene (1), přičemž pohon je upraven pro řízení systémem numerického pohonu, se kterým jsou nástrojové saně (4) spojeny pro otáčení kolem své vlastní osy.

2. Frézka na ozubená kola podle bodu 1, vyznačující se tím, že zařízení (44) ke změně oběžné rychlosti pohonného vřetene (1) je tvořeno převodovkou (44a), jejíž neodvislý pohon (45) je způsoben pro řízení systémem numerického pohonu tak, že jeho rychlost otáčení je sladitelná s oběžnou rychlostí nástrojového vřetene (2) nástroje (3) a rychlostí přímočarého posuvu vřetene (3).

3. Frézka na ozubená kola podle bodu 1, vyznačující se tím, že pro otáčení nástrojových saní (4) kolem vlastní osy je uspořádán do kinematického řetězce zapojený mechanismus (52) který tvoří čelní ozubená kola (53, 54), na jejichž jednom hřídeli (31) je uspořádána vysouvací spojka (57) a na druhém hřídeli (55) zařízení pro zpětný chod (56) systému numerického řízení k odečítání úhlu pootočení.

