



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

229665

(11)

(B2)

(51) Int. Cl.³
F 16 D 13/24

(22) Přihlášeno 20 05 81

(21) (PV 3726-81)

(40) Zveřejněno 15 09 83

(45) Vydáno 15 11 86

(72)

Autor vynálezu

KÖVÁRI PÁL, GYÖR (MLR)

(73)

Majitel patentu

MAGYAR VAGON ÉS GÉPGYÁR, GYÖR (MLR)

(54) Způsob zhotovování radiálního spojovacího kuželového ozubení

1

Vynález se týká způsobu zhotovování radiálního kuželového spojovacího ozubení, zvláště Hirtschova čelního ozubení pomocí univerzálního třískového obráběcího stroje nebo pomocí jednoúčelového stroje.

Pod pojmem spojovací kuželové ozubení se rozumí ozubení, které se používá u spojek, například u motorových vozidel v mezeře synchronizačních spojek synchronizačního soukolí. Taková kuželová ozubení mohou být tvořena na koncových plochách dvou hřídelů, přičemž koncové plochy jsou navzájem rovnoběžné a vůči podélné ose hřídelů kolmé. Tyto hřídele mohou být pomocí kuželového ozubení spolu spojeny, takže se rotační pohyb jednoho hřídele přenáší na druhou hřídel.

Radiální kuželové ozubení je druh ozubení, které se zhotovuje velmi obtížně. Přesto je známo za současného stavu techniky více způsobů zhotovení radiálního spojovacího kuželového ozubení, jako jsou hoblování pomocí nože na speciální hoblovce pro kuželová ozubení, obrázení na odvalovací obrážecí pomoci odvalovacího nástroje, frézování na odvalovací frézce pomocí obrážecího nože, kotoučová fréza představující imaginární vícechodou odvalovací frézu nebo frézování na univerzální frézce pomocí dvoustranné úhlové frézy.

2

Z těchto způsobů je frézování na univerzální frézce pomocí dvoustranné symetrické úhlové frézy způsobem nejčastěji používaným, který nepotřebuje žádný speciální obráběcí stroj. Univerzální frézka je k dispozici ve všech strojírenských závodech a cena tohoto stroje je relativně nízká: čtyři až šestkrát nižší než válcovací obrážecí nebo odvalovací frézky. Tento způsob se provádí podle následujícího technologického postupu.

Obrobek se upne v děličce namontované na strojním stole, osa obráběného kusu se nakloní pod úhlem, který odpovídá sklonu hrany zubní mezery, úhlová fréza se nastaví dotekem špičkou řezné hrany nakloněného obrobku doprostřed obrobku a mezi zubní mezera se vytvoří následujícím postupem: pracovní posuv — rychlý posuv obrobku zpět — rychlý posuv frézy zpět — rychlé přiblížení. Po dělení se cyklus opakuje, až jsou všechny mezery opracovány nahotovo.

Tento způsob má podstatné nevýhody. Až po obrobení zubní mezery nahotovo je třeba strojním stolem čtyřikrát pohybovat, jednou v pracovním pochodu, třikrát v chodu naprázdno.

Čas nutný k opracování, který se skládá ze strojního hlavního času a z vedlejšího

času, je vzhledem k nepříznivému pořádání obrobku vůči nástroji příliš dlouhý. Hlavní strojní čas se skládá z času efektivního frézování, jakož i z přibližování a zpětného běhu nástroje, to jest z času pracovní operace. Vzhledem k nepříznivému uspořádání je zapotřebí dlouhý čas k přibližování obrobku a zpětný chod nástroje. Vedlejší strojní čas se skládá z časů běhů naprázdno. Protože pro obrobení zubní mezery nahotovo se musí strojní stůl třikrát pohybovat v běhu naprázdno, je také tento čas příliš dlouhý. Následkem toho je produktivita tohoto způsobu velmi nízká.

Dalším nedostatkem je, že nároky na frézku u tohoto způsobu jsou vysoké, její životnost je následkem toho krátká, často dochází k poruchám. Velikost nároku se dokáže na příkladu opracování ozubeného kola se 127 zuby; strojní stůl se musí pohybovat $4 \times 127 = 508$ krát, to jest, musí se zabrzdít, zastavit, nastartovat do jiného směru, urychlit atd. Přesnost je mimoto velmi nízká a geometrická chyba dvoustranné symetrické frézy se kopíruje do profilu zubní mezery.

Nedostatky jiného druhu vyplývají ze způsobu vytváření povrchu. V literatuře se uvádí, že všechny povrchy se vytvářejí pohybem tvořící křivky podél vodící křivky. Povrch je stopou tohoto pohybu tvořící křivky. K vytvoření tvořící a vodící křivky jsou potřebné pomocné prostředky. Těmito pomocnými prostředky mohou být čáry nebo hmotné body nebo obojí.

Je-li pomocným prostředkem hmotná křivka, mohou být tvořící a vodící křivky vytvořeny buď kopírováním, přičemž délka a tvar hmotné křivky sloužící jako pomocný prostředek jsou identické s délkou a tvarem vytvářené geometrické křivky, nebo odvalováním, přičemž délka a tvar hmotné křivky sloužící jako pomocný prostředek jsou identické s délkou a tvarem vytvářené geometrické křivky.

Je-li pomocným prostředkem hmotný bod, lze vytvářet tvořící a vodící křivky též dvojím způsobem, a to buď stopovou křivkou, u kterého vytvářená geometrická křivka je stopou pohybujícího se bodu, nebo dotekem, kde vytvářená geometrická křivka je vytvořena jako doteková křivka množiny geometrických pomocných křivek, přičemž pomocné křivky vznikají při pohybu hmotného bodu.

Tvořící a vodící křivka mohou být vytvořeny kopírováním, odvalováním, pomocí stopové křivky nebo dotekem.

V dalším bude blíže popsáno frézování dvoustrannou symetrickou úhlovou frézou, protože se tento způsob dnes nejvíce používá. U této technologie je tvořící křivka kopí profilu dvoustranné symetrické úhlové frézy. Tvořící křivka se pohybuje podél vodící křivky vytvořené metodou doteku. Takto je tvořící křivka současně dotekovou křivkou za sebou následujících poloh dvou-

stranné symetrické úhlové frézy. A to je další příčina nízké produktivity známého způsobu: rychlost pohybu tvořící křivky, to jest pracovní posuv, je malá a vodící křivka, to jest hrana zubní mezery, je dlouhá.

Na základě výše uvedeného lze tvrdit, že chyba profilu zubních mezer a velká řezná síla při vytváření povrchu jsou způsobeny způsobem kopírování. Shrne-li se známý stav techniky, lze tvrdit, že technologický standard zhotovování radiálního spojovacího kuželového ozubení je značně pod úrovní jiných způsobů strojního třískového obrábění.

Vynález si klade za úkol odstranit tyto potíže a navrhuje způsob zhotovování radiálního spojovacího kuželového ozubení na univerzálním třískovém obráběcím stroji nebo na speciálním jednoúčelovém obráběcím stroji s děličkou, v obou případech s vysokou výrobní produktivitou a menším zatížením příslušných dílů obráběcího stroje.

Základní myšlenka vynálezu spočívá v tom, že povrch boku zubu lze vytvořit pomocí krátké vodící křivky, to jest krátkou hranou zubní mezery, a že při vytváření tohoto povrchu se nepoužije kopírovací způsob, nýbrž metody stopové křivky.

Vynález se týká způsobu zhotovování radiálního spojovacího kuželového ozubení a jeho podstata spočívá v tom, že řezná hrana pracovního nástroje se uvede do pohybu po povrchu pláště šikmého kruhového válce, jehož základna se nastaví do roviny vymezené hranami mezer mezi dvěma protilehlými boky zubů, hlavní vřeteno nástroje se nastaví kolmo k rovině základny šikmého kruhového válce, tvořící křivka a vodící křivka protilehlých boků zubů se vytvářejí způsobem stopové linie, přičemž při vytváření tvořící křivky a vodící křivky se protilehlé boky zubů dotýkají šikmého kruhového válce vždy podél jedné přímky protilehlých boků.

Pomocí technických prostředků tohoto postupu — jak ještě dále bude obšírněji vysvětleno — je zajištěno splnění dané úlohy a ke zhotovování spojovacího kuželového ozubení lze použít univerzálního obráběcího stroje, zvýšit podstatně produktivitu výroby a vyrábět lepší, to jest přesnější spojovací kuželové ozubení.

Další podrobnosti vynálezu budou blíže vysvětleny pomocí přiložených výkresů v souvislosti s příkladem provedení, kde obr. 1 je ozubené kolo se spojovacím kuželovým ozubením vyrobeným podle vynálezu v nárysu a v řezu, na obr. 2 je perspektivní pohled vysvětlující podstatu vynálezu, na obr. 3 je vertikální frézka ve dvou pohledech, které je použito pro jeden příklad použití vynálezu, obr. 4a je vertikální frézka s děličkou v pohledu zepředu a ze strany, obr. 4b je základní pracovní poloha nástrojů se schématem nastavených úhlů, obr. 4c znázorňuje pracovní nástroje s vyznačením je-

jich posuvů a schéma tvoření zubní mezery, obr. 4d představuje pracovní nástroje s vyznačením posuvu stolu v závislosti na počtu zubů, obr. 5 je řez zubní mezerou obrobekovou způsobem podle vynálezu.

Pro lepší porozumění příkladu provedení lze shrnout technologii vynálezu v souvislosti s obr. 1, který představuje ozubené kolo, jehož ozubení bylo vyrobeno podle vynálezu.

Na obrázku je zakreslen vrchol 2 kužele hrany zubní mezery, to jest kužel hrany hlavy zubu, který je určen hranami zubních mezer, to jest hranami 3 hlavy zubu, které tvoří plášťové křivky.

Dále je na obr. 1 zřejmé zaoblení 4 paty zubu a hranice 4a zaoblení 4 paty zubu. Tato přímka (hranice 4a) je místem styku zaoblení 4 paty zubu a boku zubu. Znázorněny jsou zde i strany 5, 5a zubní mezery a protilehlé boky 6, 6a zubů a úhel α sklonu hrany zubní mezery. Úhel α je určen rovinou proloženou vrcholem 2 kužele hrany zubní mezery a kolmou k ose F — F obrobku.

Úhel β sklonu boku zubu je určen bokem 6 zubu a rovinou ležící na hraně 5a zubní mezery a ose F — F, a to z pohledu z roviny kolmé k hraně 5 zubní mezery.

Úhel φ sousední hrany 3 hlavy zubu pozorovaný na vrcholu 2 kužele hrany zubní mezery a v rovině kolmé k ose F — F obrobku mezi hranou 5 zubní mezery je

$$\varphi = \frac{180^\circ}{Z},$$

kde

Z je počet zubů ozubení.

Obr. 2 znázorňuje podstatu vynálezu. Šikmý kruhový válec 7 je nakreslen čárkováně, jeho základna 9 leží v rovině 10 určené hranami 5, 5a zubních mezer protilehlých boků 6, 6a zubů dvou různých zubních mezer. Tyto protilehlé boky 6, 6a zubů jsou nahrazeny částí pláště kruhového válce 7. Šikmý kruhový válec 7 se dotýká boku 6 zubu podél přímky 8 a bok 6a zubu podél přímky 8a. Vrchol frézy plní úlohu hmotného bodu 11 tvořícího povrch se pohybuje po plášti kruhového válce 7, například podél šroubovice 12, přičemž pod pojmem šikmý kruhový válec se rozumí kruhový válec, jehož osa není kolmá k jeho základně.

V dalším bude popsána praktická realizace způsobu podle vynálezu na vertikální frézce 14, která je znázorněna na obr. 3, s odvoláním rovněž na obr. 4, kde jsou znázorněny jednotlivé kroky způsobu podle vynálezu.

Těleso frézy 16 se namontuje na hlavní vřeteno 15 frézky 14 v jedné ose s tímto hlavním vřetenem 15. Na strojním stole 17 frézky 14 je namontována výklopná dělička 18, na děličce 18 je uspořádáno upínací

zařízení 19. V upínacím zařízení 19 se upne obrobek.

Strojní stůl 17 má pracovní posuv e, hlavní vřeteno 15 se vykloní do směru tohoto pracovního posuvu e pod úhlem ε . Obrobek 20 se nastaví tak, aby mezi osou obrobku 20 a osou hlavního vřetene 15 mohl být měřen úhel η . Povrch tvořící hmotný bod 11 řezné hrany 22 desky 21 tělesa frézy 16 se nastaví pomocí stavěcích šroubů 23 tak, že mezi bodem 11 a osou tělesa frézy 16 vznikne mezera R a potom se nastaví deska 21 v tělese frézy 16. Počet desek může být volen podle rozměrů tělesa frézy 16 libovolně.

Parametry nastavení lze vypočítat takto:

$$\eta = \arcsin \frac{\operatorname{tg} \frac{2}{\varphi}}{\operatorname{tg} \beta \cos [\varphi(Z_k - 0,5)]},$$

kde

Z_k je počet zubů mezi protilehlými boky 6, 6a zubu a jejich počet může být volen. Je třeba ale brát v úvahu, že při větší hodnotě Z_k bude maximální vzdálenost mezi protilehlými boky 6, 6a zubů a pláštěm šikmého kruhového válce 7 menší a tím přesnost opracování větší:

$$\varepsilon = 90^\circ - \arcsin \operatorname{tg} \alpha,$$

kde

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \delta \cdot \sin (\varphi Z_k) \cdot \cos \alpha}{\sqrt{1 - (\sin \varphi Z_k / \cos \alpha)^2}}$$

kde

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{\operatorname{tg} \beta \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \{\arcsin (\sin \varphi Z_k / \cos \alpha)\}}}$$

$$R = \frac{D + d}{4} \frac{\sin (\varphi / Z_k - 0,5)}{\sqrt{1 - (\sin \varphi Z_k / \cos \alpha)^2}}$$

kde

D je vnější průměr ozubení a d je vnitřní průměr spojeného kuželového ozubení.

Vlivem nastavení bude hlavní vřeteno 15 kolmé k rovině 10 a povrch tvořící hmotný bod 11 se bude pohybovat po plášti kruhového válce 7.

Kolmá poloha hlavního vřetena 15 vůči rovině 10 se využije pro praktické použití, to jest pro možnost, aby směr hran 5, 5a zubních mezer sledoval hmotný bod 11.

Pak se uvede do chodu otáčení hlavního vřetene 15 a svislý pracovní posuv e, hra-

na obrobku **20** se dotýká ve dvou místech, změří se vzdálenost **C** dotekových bodů. Poloha strojního stolu je správně nastavena,

$$C = \frac{D \sin \lambda}{\cos \alpha} - 2R \cos \lambda + \sqrt{4R^2 - \left(\frac{D-d}{2}\right)^2 \cos \lambda},$$

kde

$$\lambda = \arcsin\left\{\sin\left[\varphi/Z_k - 1/\right] \cos \alpha\right\} + \frac{B}{D} \cos \alpha \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$$

kde

B je šířka zad zubu při vnějším průměru D ozubení.

Vlivem tohoto nastavení se dotýká pláště kruhového válce **7** obou protilehlých boků **6**, **6a** zubů podél přímky **8**, popřípadě **8a**, je-li střední průměr spojovacího kuželového ozubení

$$\frac{D+d}{2}$$

Strojní stůl **17** se dále zapne na pracovní posuv ve vswlém směru — rychlý chod zpět, a dráha pracovního posuvu **e** se nastaví tak, že hmotný chod **11** ležící na desce **21** se pohybuje na opracovávaném boku zubu alespoň k hranici **4a** zaoblení **4** paty zubu, a že na neobráběném boku zubu zůstává přídavek **F**. Po rychlém chodu zpět následuje dělení. Tento cyklus se opakuje podle počtu zubů, to jest Z-krát.

Tuto situaci lze odvodit z obr. 5. Také na tomto obrázku je vidět průřez třísky. Jistota řezu je dána na obrázku pruhem zcela vlevo, kde se střídá šrafování jedním a druhým směrem. Z boku zubu obráběného jako první se odstraní průřezy třísek **24**, **24a**, z druhého v pořadí obráběného boku zubu průřezy třísek **25**, **25a** po sobě.

má-li vzdálenost **C** hodnotu, kterou lze spočítat pomocí následující rovnice:

Způsob podle vynálezu se hodí pro opracování na hotovo bez hrubování v jednom cyklu frézováním nebo broušením, hrubování frézováním nebo broušením, nebo opracování ohrubovaného ozubení nahotovo broušením.

Dále je uveden příklad provedení způsobu podle vynálezu, kde obrobek je z nelegované uhlíkaté oceli, jeho rozměry jsou $D = 92$ mm, $d = 81,8$ mm, $Z = 48$, $\beta = 30^\circ$, údaje pro nastavení jsou $\varepsilon = 37,56^\circ$, $\eta = 4,75^\circ$, $R = 47,996$ mm, $C = 66,102$ mm, strojní údaje jsou vertikální frézka jako na obr. 3, $n = 240$ obr./min, $e = 60$ mm/min a těleso frézy je nožová hlava se třemi deskami.

Strojní hlavní a vedlejší časy jsou 3,0 min. Až do zhotovení na čisto se strojní stůl pohybuje 96-krát, přičemž pravděpodobná chyba dělení zubů je 0,04 mm.

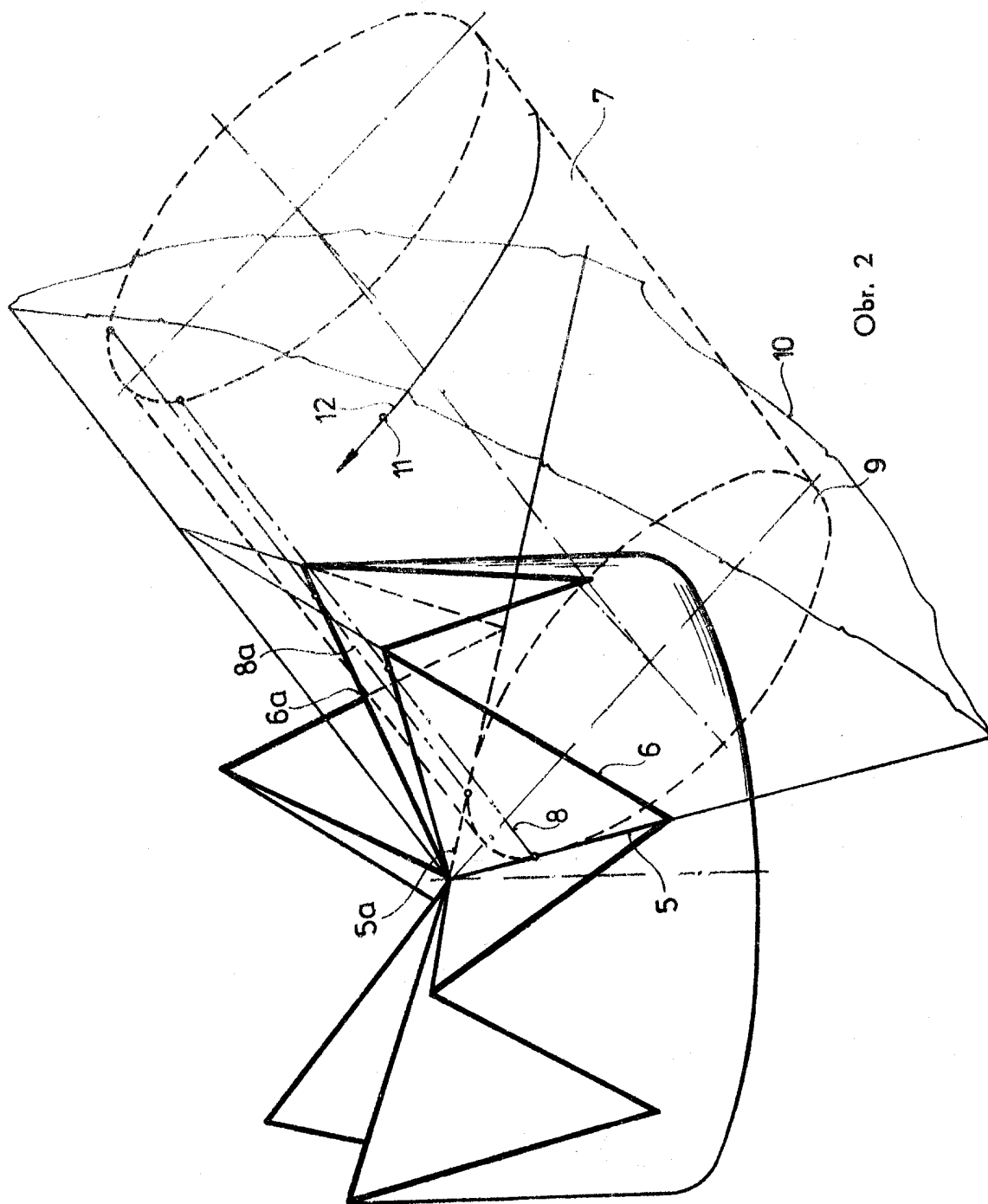
Náklady na nástroje jsou u moderního materiálu na nářadí zhotovovaného masově (ostří z tvrdokovu) nižší.

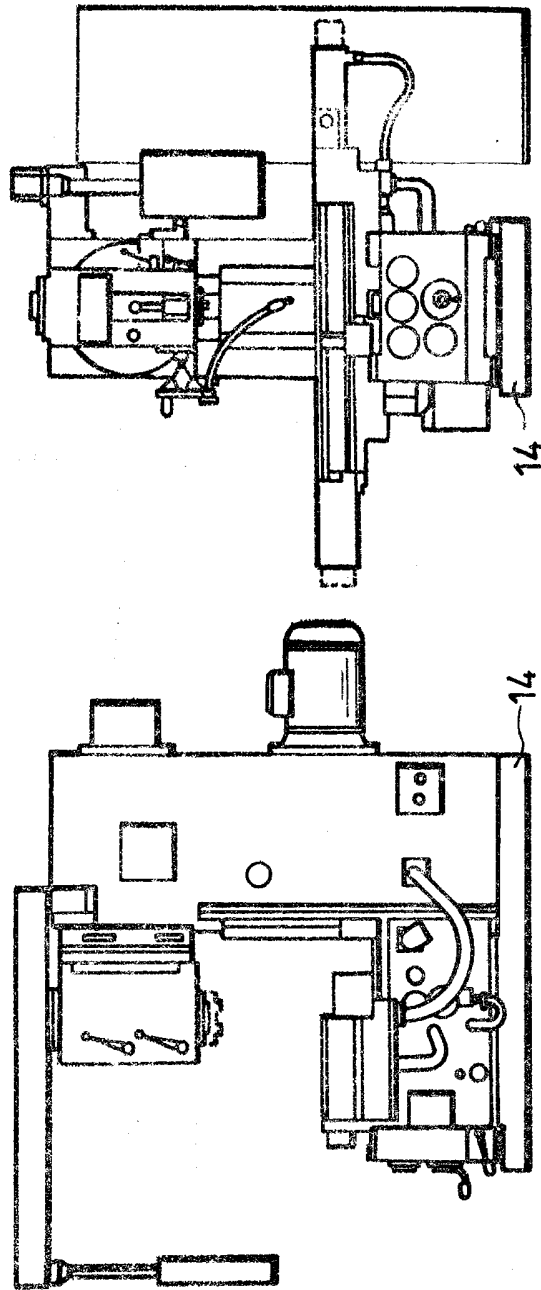
U způsobu podle vynálezu ke zhotovování radiálního spojovacího kuželového ozubení je možné souhrnně konstatovat, že jde o zásadně nový způsob, který sebou přináší značné zvýšení produktivity, kvality a hospodárnosti.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

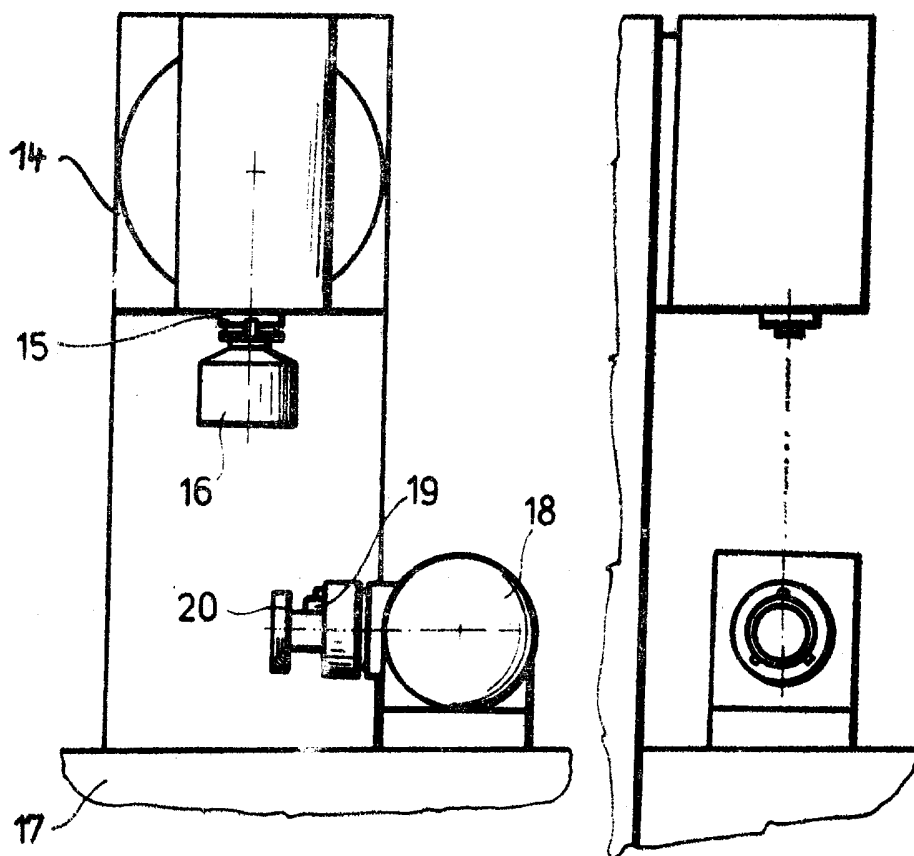
Způsob zhotovování radiálního spojovacího kuželového ozubení na obráběcím stroji s šikmým kruhovým válcem, zvláště na vertikální frézce, vyznačující se tím, že řezná hrana pracovního nástroje se uvede do pohybu po povrchu pláště šikmého kruhového válce, jehož základna se nastaví do roviny vymezené hranami mezer mezi dvěma protilehlými boky zubů, hlavní vřetenem ná-

stroje se nastaví kolmo k rovině základny šikmého kruhového válce, tvořící křivka a vodící křivka protilehlých boků zubů se vytvářejí způsobem stopové linie, přičemž při vytváření tvořící křivky a vodící křivky se protilehlé boky zubů dotýkají šikmého kruhového válce vždy podél jedné přímky protilehlých boků.





Obr. 3



Obr. 4 a

