



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

254977
(11) (B2)

{51} Int. Cl.⁴
B 23 C 5/10

(22) Přihlášeno 20 07 84

(21) (PV 5596-84)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 29 07 83
(518637) Spojené státy americké

(40) Zveřejněno 16 07 87

(45) Vydáno 15 11 88

(72) (73)
Autor vynálezu
a současně
majitel patentu

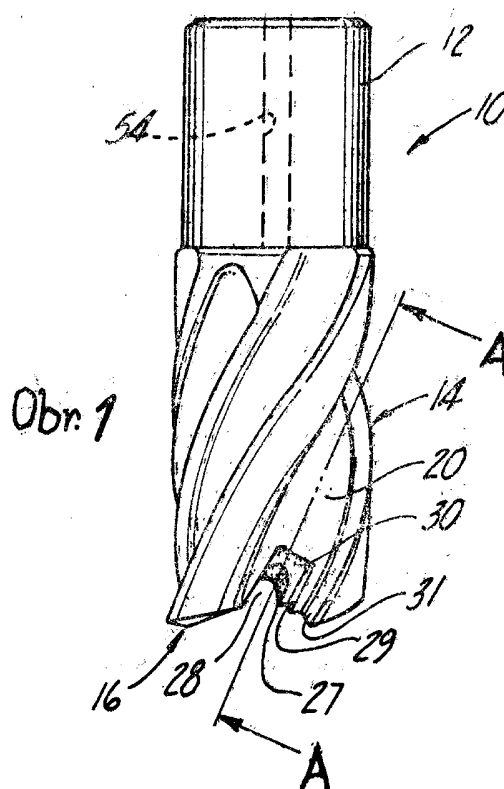
HOUGEN EVERETT DOUGLAS, FLINT (Sp. st. a.)

[54] Prstencová fréza

1

Prstencová fréza je tvořena válcovým tělesem s prstencovou stěnou, na jejímž spodním čele je vytvořen větší počet řezacích zubů a která je opatřena stejným počtem spirálových drážek probíhajících mezi jednotlivými sousedními zuby směrem nahoru, přičemž každý zub je opatřen alespoň jednou radiální řeznou hranou a mezi sousedními zuby jsou provedeny mezizubové drážky s radiální zadní stěnou probíhající od vnitřního povrchu prstencové stěny do spirálových drážek a vystupující z radiální vnitřní části každé řezné hrany. U každého zubu přímo za průsečnicí mezi vnitřním povrchem prstencové frézy a vystupující nahoru z vnitřní řezné hrany každého zubu. Průchod pro odvod třísek má tvar kruhového oblouku. Průchod je tvořen rovnou plochou na vnitřní straně každého zubu, svírající s tečnou hrany fazety (m) odvrácené od vnitřní řezné hrany o úhel α v rozmezí 2° až 12° . Průchody zajišťují odvod třísek zvláště z prostoru mezi vnitřním povrchem prstencové frézy a vyřezávaným špalíkem materiálu.

2



Vynález se týká prstencové frézy pro vytváření otvorů v obrobkách.

Jedním z běžných problémů, souvisejících s prstencovými frézami, je opotřebování a vylamování radiálně vnitřních hran zubů frézy. Bylo zjištěno, že tento problém vzniká proto, že v průběhu obráběcí operace dochází k usazování kovových třísek mezi vnitřním povrchem zubů frézy a vnějším povrchem středového špalíku v obrobku, vytvářeného prstencovou frézou. Tyto třísky se hromadí a napékají na vnitřní povrch frézy za čelními břity zubů frézy.

Napékání kovu na vnitřní povrch zubů frézy vyvolává značné tření a zvyšuje točivý moment, potřebný pro otáčení frézy. Vyvíjí se též značné množství přídavného tepla a dochází k nadměrnému opotřebení, čímž se urychluje poškození frézy vylamováním a prasknutím. Třísky, napečené na vnitřní povrch frézy, vyvolávají také radiální zatížení frézy, což má za následek vytváření otvorů s nadměrnými rozměry a se špatně obrobeným povrchem a mohou být také příčinou prasknutí frézy. Životnost prstencové frézy je možno prodloužit snížením tření na minimum a účinným chlazením jejích břitů.

Úkolem vynálezu je vyřešit problém opotřebení, vylamování, přehřívání a praskání prstencových fréz, k nimž dochází usazováním třísek na vnitřním povrchu frézy. Jinak řečeno, je úkolem vynálezu vytvoření prstencové frézy tak, aby vnitřní obvod tělesa prstencové frézy měl minimální styk se středovým špalíkem vytvářeným frézou v obrobku.

Dalším úkolem vynálezu je zajištění velkého průchozího objemu chladicí kapaliny, navazujícího přímo na zuby frézy.

Vynález se týká prstencové frézy tvořené válcovým tělesem s prstencovou stěnou, na jejímž spodním čele je vytvořen větší počet řezacích zubů a která je opatřena stejným počtem spirálových drážek probíhajících mezi jednotlivými sousedními zuby směrem nahoru, přičemž každý zub je opatřen alespoň jednou radiální řeznou hranou a mezi sousedními zuby jsou provedeny mezizubové drážky s radiální zadní stěnou probíhající od vnitřního povrchu prstencové stěny do spirálových drážek a vystupující z radiální vnitřní části každé řezné hrany.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že u každého zubu přímo za průsečnicí mezi vnitřním povrchem prstencové frézy a zadní stěnou mezizubové vnitřní drážky je ve vnitřním povrchu prstencové stěny vytvořen radiálně směrem ven směřující průchod pro odvod třísek s ponecháním alespoň na některých zubech fazety s maximální šířkou 1 mm, probíhající obvodově proti směru otáčení prstencové frézy a vystupující nahoru z vnitřní řezné hrany každého zubu.

Průchod pro odvod třísek má v jednom provedení tvar kruhového oblouku. V dru-

hém provedení je průchod pro odvod třísek tvořen rovnou plochou na vnitřní straně každého zubu, svírající s tečnou hrany fazety odvrácené od vnitřní řezné hrany o úhel v rozmezí 3 až 12°.

Výstupy průchodů pro odvod třísek se rovnají v místě napojení na mezizubovou vnitřní drážku tloušťce třísky odríznuté vnitřní řeznou hranou.

Alespoň u některých zubů má fazeta šířku v rozmezí 0,05 až 0,4 mm.

Fazeta je na svém horním konci širší než na spodním.

Výhoda vynálezu spočívá v tom, že provedením přídavných průchodů pro odvod třísek je zajištěn plynulý odvod třísek, zejména z prostoru mezi vnitřním povrchem stěny prstencové frézy a povrchem středového špalíku, vytvářeného prstencovou frézou v materiálu.

Vynález je blíže vysvětlen v následujícím popisu podle připojených výkresů, kde značí obr. 1 nárys prstencové frézy; obr. 2 dílčí čelní pohled na spodní čelo prstencové frézy; obr. 3 řez A—A podle obr. 1; obr. 4 pohled na spodní čelo, znázorňující další variantu provedení prstencové frézy; obr. 5 dílčí nárys jednoho zubu prstencové frézy v pohledu z vnitřního obvodu prstencové frézy.

Prstencová fréza 10 podle vynálezu je tvořena dříkem 12, jehož pokračováním směrem dolů je prstencová stěna 14. V spodním konci stěny 14 je vytvořen větší počet řezacích zubů 16, provedených po obvodu v daných roztečích. Mezi sousedními řezacími zuby 16 jsou na stěně 14 vytvořeny nahoru probíhající spirálové drážky 18 (obr. 2), jejichž radiální hloubka se přibližně rovná polovině tloušťky stěny 14 nebo je menší. Každá spirálová drážka 18 radiálně navazuje na příslušné žebro 20.

V jednom provedení prstencové frézy 10 je každý řezací zub 16 opatřen třemi radiálně a obvodově odstupňovanými řeznými hranami, vnitřní řeznou hranou 22, střední řeznou hranou 24 a vnější řeznou hranou 26.

Vnitřní řezná hrana 22 a střední řezná hrana 24 jsou vytvořeny na spodních čelech žebor 20, přičemž pro odvod třísek vytvářených řeznými hranami 22, 24 jsou k nim přilehlé části žebor 20 utvářeny s mezizubovou vnitřní drážkou 28 a s mezizubovou vnější drážkou 30. Vnitřní řezná hrana 22 je omezena spodním čelem zadní stěny mezizubové vnitřní drážky 28 a střední řezná hrana 24 je omezena spodním čelem zadní stěny 29 mezizubové vnější drážky 30.

Vnější řezná hrana 26 je omezena spodním čelem zadní stěny 31 spirálové drážky 18. Zadní stěny 27, 29 jsou ploché a horní konce mezizubových drážek 28 a 30 jsou částečně zaobleny.

Vnitřní řezná hrana 22 a střední řezná

hrana **24** jsou vzájemně spojeny obvodově probíhajícími osazením **32** (obr. 2).

Střední řezná hrana **24** a vnější řezná hrana **26** jsou vzájemně spojeny obvodově probíhajícími osazením **34**. Jak je znázorněno na obr. 2, je každé osazení **32**; **34** provedeno zaoblené o poloměru, který je spojuje se sousední následující řeznou hranou.

Řezné hrany **22**, **24**, **26** jsou kromě toho vertikálně nebo axiálně odstupňovány tak, že každý řezací zub **16** je tvořen dvojicí podbroušených čel **36**, **38**, vystupujících z těchto řezných hran po obvodu dozadu proti směru otáčení prstencové frézy **10**, a nahoru, například pod úhlem asi 8° až 15° . Kromě toho je podbroušené čelo **36** nakloněno radiálně dovnitř a axiálně nahoru a podbroušené čelo **38** je nakloněno radiálně ven a axiálně rovněž nahoru.

Tato dvě podbroušená čela **36**, **38** se protínají ve vrcholu **40**. Podle zamýšleného použití prstencové frézy **10** je podbroušené čelo **36** provedeno s radiálním sklonem pod úhlem $+25^\circ$ až -3° , přednostně asi 15° vůči rovině kolmé na osu prstencové frézy **10** a podbroušené čelo **38** je provedeno v radiálním sklonu pod úhlem asi 5° až 35° , přednostně v rozmezí asi 5° až 10° .

Řezné hrany **22**, **24**, **26** jsou vertikálně anebo obvodově odstupňovány tak, aby každá z těchto řezných hran řezala samostatnou třísku nebo alespoň oddělovala třísky spojené i po odříznutí tenkým pásem materiálu. Tím, že řezné hrany **22**, **24** jsou radiálně a axiálně nakloněny, budou odřezávané třísky stoupat vzhůru přes mezizubové vnitřní drážky **28**, vnější drážky **30** do spirálové drážky **18**. Podobně bude tříska, odříznutá vnější řeznou hranou **26**, stoupat nahoru přilehlou spirálovou drážkou **18**, takže všechny třísky jsou spirálovými drážkami **18** odváděny směrem nahoru.

Jak bylo shora uvedeno, je hlavním problémem vznikajícím při provozu prstencových fréz popsaného typu usazování třísek mezi vnitřním povrchem stěny **14** prstencové frézy **10** a povrchem středového špalíku vytvářeného prstencovou frézou **10** v materiálu. Tento problém je odstraněn provedením případných odvodů třísek provedených na vnitřním povrchu prstencové stěny **14**.

Jak je znázorněno na obr. 2, je vnitřní povrch prstencové stěny **14** přímo za průsečnicí **41** mezi vnitřním povrchem prstencové frézy **10** a zadní stěnou **27** mezizubové vnitřní drážky **28** odlehčen radiálně směrem ven, čímž je vytvořen průchod **42** pro odvod třísek, přičemž je ponechána pouze úzká fazeta **m**, vystupující po obvodu dozadu proti směru otáčení prstencové frézy **10** z vnitřní řezné hrany **22** každého zubu **16** a směřující nahoru.

V provedení podle obr. 2 je průchod **42** vytvořen úběrem kovu z vnitřního obvodu stěny **14** prstencové frézy **10** za každým zubem **16** válcovou frézou nebo brusným ko-

tučem **43**. Průchod **42** pro odvod třísek má tvar kruhového oblouku **44**.

Vnitřní povrch stěny **14** prstencové frézy **10** může být pro průchod třísek odlehčen vhodněji způsobem, znázorněným na obr. 4, kdy je místo vyfrézování nebo vybroušení průchodu **42** ve tvaru kruhového oblouku **44** na radiálně vnitřní stěně **14** každého zubu **16** provedeno odlehčení jednoduchým obrousáním rovné plochy **46** s použitím brusného kotouče **40**, zavedeného radiálně do každé mezizubové drážky **28** pod stanoveným požadovaným úhlem **a**. Tím je vytvořen pro odvod třísek průchod **50**, jehož šířka se postupně zvětšuje směrem do řezné hrany **22**. Fazeta **m** je u průchodu **50** pro odvod třísek uspořádána obdobně jako v průchodu **42**.

Maximální šířka fazety **m** je 1,0 mm. Přednostní její rozmezí je 0,05 až 0,4 mm. Úzká fazeta **m** je žádoucí z toho důvodu, že skýtá prstencové fréze **10** radiální stabilitu a zabraňuje vyfrézování otvorů o větších než žádaných rozměrech.

Fazeta **m** nemusí však být provedena na každém řezacím zubu **16**. Je-li vnitřní povrch prstencové frézy **10** odlehčen přímo od průsečnice **41** mezi vnitřním povrchem prstencové frézy **10** a zadní stěnou **27** mezizubové drážky **28** jak je vyznačeno na obr. 5 čárkovanou čarou **52**, vytvoří se snáze vertikálně probíhající hlavní břit než při vertikálně probíhající fazetě **m**. Tím se sníží na minimum tření mezi vnitřním povrchem prstencové frézy **10** a vnějším povrchem středového špalíku vytvářeného touto frézou v materiálu.

Jsou-li prstencové frézy vyráběny jako produkční výrobky, je obtížné odlehčit každou řeznou hranu každé prstencové frézy tak, aby byly vytvořeny vertikální řezné hrany, které by všechny měly přesně stejnou radiální vzdálenost od axiální osy prstencové frézy jako válcově vybroušené fazety **m**.

Je proto praktičtější odlehčit prstencovou frézou tak, aby na každém zubu nebo alespoň na většině zubů byla ponechána úzká vnitřní fazeta **m**. Odlehčení může být tvarováno tak, že se fazeta **m** z velmi malého rozměru na axiálně náběhové hraně zubu **16** směrem nahoru postupně rozšiřuje. Tím je zajištěno vytvoření alespoň úzké fazety **m** jak při původní výrobě prstencové frézy, tak i po jejím opakovaném naostření broušením podbroušených čel **36**, **38** a také čel mezizubových drážek **28**.

Jak je znázorněno na obr. 5, může být fazeta **m** vybroušena tak, aby její původní šířka u jejího spodního konce byla v rozmezí asi 0,05 až 0,125 mm a u jejího horního konce asi 0,4 mm. Vertikální rozsah fazet **m** je o něco větší než vertikální rozsah mezizubových drážek **28**, takže průchody **42**, **50** pro otvor třísek probíhají směrem

nahoru alespoň mírně nad horní konce mezizubových drážek **28**.

Uspořádáním přídavných průchodů **42**, **50** pro odvod třísek je vyřešen hlavní problém odvodu třísek z prostoru mezi vnitřním povrchem prstencové frézy **10** a povrchem středového špalíku vyříznutého prstencového frézou **10** v materiálu. Když dojde k zaklínění třísky mezi vnitřním povrchem prstencové frézy **10** a povrchem středového špalíku, má na ni působící vysoký jednotvárný tlak úzké fazety **m** nebo vertikální vnitřní řezné hrany **22**, za následek zlomení této třísky nebo alespoň nejprve její stlačení v kruhovém oblouku **44** a potom odvod průchodem **42** radiálně směrem ven, popřípadě přes rovnou plochu **46** průchodu **50** do následující mezizubové drážky **28**.

Z uvedeného popisu vyplývá, že průchody **42**, **50** pro odvod třísek musí mít dostatečný radiální rozměr, aby mohly pojmout každou třísku, která do nich vnikne. Normálně jsou prstencové frézy řešeny pro provoz při rychlosti posuvu, kterým jsou vyvozována zatížení třískami v tloušťce až do asi 0,125 milimetru. Průchod **42**, **50** pro odvod třísek musí proto mít v místě jeho napojení na následující mezizubovou drážku **28** radiální rozměr, který se alespoň rovná uvedené tloušťce třísky.

Průchod **42**, **50** pro odvod třísek musí mít tento minimální radiální rozměr také poměrně těsně u zadní hrany fazety **m** tak, aby tříska po jejím styku s fazetou **m** mohla být rychle uvolněna. Zkušeností bylo zjištěno, že je-li průchod **50** pro odvod třísek vymezen povrchem odklánějícím se radiálně od zadní stěny **27** mezizubové vnitřní drážky **28** pod úhlem v rozmezí od 3° do 12° vůči tečně zadní hrany fazety **m**, odvrácené od vnitřní řezné hrany **22** nebo, není-li fazeta **m** provedena od vnitřní řezné hrany **22**, je požadovaná radiální šířka 0,125 milimetru průchodu **50** pro odvod třísek těsně za fazetou **m** nebo vnitřní řeznou hranou **22** dostačující pro plynulý odvod třísek.

Tento úhel vůči tečně je na obr. 2 a na

obr. 4 označen jako **a** a je znázorněn o velikosti asi 12°, což je přednostní hodnota pro provedení prstencové frézy **10** podle obr. 4. Má-li průchod **42** pro odvod třísek tvar oblouku **44** s maximální hloubkou uprostřed mezi jeho protilehlými konci **b**, je třeba, aby výstupní konec průchodu **42** pro odvod třísek měl rovněž šířku alespoň 0,125 milimetru.

Je-li do prstencové frézy **10** přiváděna chladicí kapalina, zaváděná do ní směrem dolů středovým vrtáním **54**, provedeným v dřívku **12** prstencové frézy **10**, je zřejmé, že průchody **42**, **50** pro odvod třísek plní přídavnou funkci, totiž zajištění dostatečně velkého objemu chladicí kapaliny v přímém sousedství řezacích zubů **16**, které mají menší hmotu než by měly bez provedení průchodů **42**, **50** pro odvod třísek. Jelikož z hlediska účinného chlazení řezacích zubů **16** mohou být žádoucí větší průchody, musí být dbáno na to, aby řezací zuby **16** nebyly odlehčeny tak, že by se zmenšila hmotu jednotlivých řezacích zubů **16** na hodnotu, kde by již byly nepřiměřeně zeslabeny.

Pro ilustraci zlepšených výsledků, dosažených s prstencovými frézami, provedenými podle vynálezu, byly provedeny zkoušky se dvěma prstencovými frézami za stejných podmínek a byly získány dále uvedené výsledky. Obě prstencové frézy měly vnější průměr 47,6 mm a byly provedeny v obecném provedení podle obr. 1.

Obě prstencové frézy měly stejný tvar a rozměry a lišily se vzájemně tím, že na prstencové fréze **A** nebyly provedeny vnitřní fazety a že na prstencové fréze **B** byly provedeny vnitřní fazety ve tvaru znázorněném na obr. 4, přičemž šířky fazet byly v rozmezí asi 0,05 až 0,125 mm. Obě prstencové frézy **A**, **B** pracovaly s otáčkami 150 min⁻¹ a byly jimi vyfrézovány otvory Ø 50,8 mm do ocelové tyče s jakostí oceli s nízkým obsahem uhlíku o složení 15 až 20 % hmotnosti uhlíku, 16 až 19 % hmotnosti hořčíku, maximálně 0,4 % hmotnosti fosforu a 0,5 % hmotnosti síry.

9		Příkon kW	Tlak kg	Povrch otvoru μm	10	
Rychlost posuvu					Povrch špalíku μm	Zvětšení otvoru mm
tříska mm	posuv mm/min					
FRÉZA A						
0,05	91,5	2,7 až 3,0	258	4,0	4,0	0,13
0,075	137,0	3,6 až 3,9	342	13,0	13,0	0,22
0,1	183,0	6,0 až 6,7	509	13,0	13,0	0,25
FRÉZA B						
0,05	91,5	2,6 až 2,9	245	4,0	2,5	0,09
0,075	137,0	3,7 až 4,1	343	9,5	6,5	0,11
0,1	183,0	5,1 až 5,6	454	13,0	6,5	0,13
0,125	228,0	6,4 až 6,9	537	13,0	9,5	0,1

Z uvedených výsledků jsou zřejmé výhody prstencové frézy v provedení podle vynálezu. Ve všech případech měly všechny otvory, vyfrézované frézou B, podstatně přesnější žádaný průměr a byly rovněž dokonaleji opracovány. Při vyšších rychlos-

tech posuvu vyžadovala prstencová fréza B menší hnací energii a nižší tlak. Prstencová fréza A nebyla zkoušena při zatížení třískou 0,125 mm, protože u ní bylo možno předpokládat, že by při takovém zatížení mohla prasknout.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Prstencová fréza tvořená válcovým tělesem s prstencovou stěnou, na jejímž spodním čele je vytvořen větší počet řezacích zubů a která je opatřena stejným počtem spirálových drážek probíhajících mezi jednotlivými sousedními zuby směrem nahoru, přičemž každý zub je opatřen alespoň jednou radiální řeznou hranou a mezi sousedními zuby jsou provedeny mezizubové drážky s radiální zadní stěnou probíhající od vnitřního povrchu prstencové stěny do spirálových drážek a vystupující z radiální vnitřní části každé řezné hrany, vyznačující se tím, že u každého zubu (16) přímo za průsečnicí (41) mezi vnitřním povrchem prstencové frézy (10) a zadní stěnou (27) mezizubové vnitřní drážky (28) je ve vnitřním povrchu prstencové stěny (14) vytvořen radiálně směrem ven směřující průchod (42, 50) pro odvod třísek s ponecháním alespoň na některých zubech (16) fazety (m) s maximální šířkou 1 mm, probíhající obvodově proti směru otáčení prstencové frézy (10) a vystupující nahoru z vnitřní řezné hrany (22) každého zubu (16).

2. Prstencová fréza podle bodu 1, vyznačující se tím, že průchod (42) pro odvod třísek má tvar kruhového oblouku (44).

3. Prstencová fréza podle bodu 1, vyznačující se tím, že průchod (50) pro odvod třísek je tvořen rovnou plochou (46) na vnitřní straně každého zubu (16), svírající s tečnou hrany fazety (m) úhel (a) v rozmezí 3° až 12°.

4. Prstencová fréza podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že výstupy průchodů (42, 50) pro odvod třísek se rovnají v místě napojení na mezikruhovou vnitřní drážku (28) tloušťce třísky odříznuté vnitřní řeznou hranou (22).

5. Prstencová fréza podle bodu 1, vyznačující se tím, že alespoň u některých zubů má fazeta (m) šířku v rozmezí 0,05 až 0,5 milimetru.

6. Prstencová fréza podle bodu 1, vyznačující se tím, že fazeta (m) je na svém horním konci širší než na spodním.

