



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

226 875

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita  
(22) Přihlášeno 19 08 81  
(21) PV 6220-81

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>

B 23 C 3/18

// B 23 B 23/04

(40) Zveřejněno 26.08 83  
(45) Vydáno 01 10 85

(75)

Autor vynálezu BENDA LUBOMÍR ing.,  
VORÁČEK MIROSLAV, PRAHA

(54) Plovoucí hrot pro upínání obrobku s velkým vnitřním pnutím

1

Vynález se týká plovoucího hrotu pro upínání obrobku s velkým vnitřním pnutím, například vrtulového listu, při jeho obrábění na obráběcím stroji, zejména na frézce.

Vrtulové listy se obrábějí z výkovků na kopírovacích nebo číslicově řízených frézách podle obdobného schéma obrábění, jako na soustruhu. Kořen vrtulového listu je upnut pevně v poháněném sklíčidle a jeho vrchol ve volně otočném koníku. Při obrábění se vrtulový list otáčí okolo své osy natáčení. Obrábění se provádí kotoučovou frézou, která řízeným přísuvem obrátí profil vrtulového listu v příčných řezech postupně od kořene k vrcholu. Odebíráním povrchových vrstev materiálu při obrábění se uvolňuje vnitřní pnutí, které je zvláště u výkovků z lehkých slitin značné a má snahu obrobek deformovat. U některých speciálních strojů na výrobu vrtulových listů se deformace v průběhu obrábění omezují tím, že na stroji namísto koníku je umístěno druhé sklíčidlo, mechanicky poháněné od hlavního sklíčidla. V tomto druhém sklíčidle je pevně upnut vrchol listu. Tím je znemožněno jeho odklonění oproti kořenové části v průběhu obrábění. K zdeformování vrtulového listu dojde v každém případě při sejmutí vrtulového listu ze stroje. Zdeformování dosahuje značných velikostí, u vrtulových listů délky okolo 1 m činí prostorové prohnutí až několik desítek milimetrů při současném nakroucení vrtulového listu. Deformace se u jednotlivých vrtulových listů značně liší vzhledem k rozptylu

vlastností jednotlivých výkovků. Pro dosažení předepsaného tvaru vrtulového listu je nezbytné jeho vyrovnaní, které se provádí pod lisem, je pracné a vyžaduje značné zkušenosti provádějícího pracovníka. Při vyrovnávání je nutné překračovat mez kluzu materiálu, což má velmi nepříznivý vliv na pevnostní vlastnosti, zvláště na mez únavy materiálu.

Uvedené nevýhody odstraňuje plovoucí hrot pro upínání obrobku s velkým vnitřním pnutím podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že volný kenec obrobku, například vrtulového listu, je připevněn k unášecí desce, v které jsou svými jedněmi konci neotočně a rovnoběžně s osou natáčení obráběného vrtulového listu upevněny nejméně dva levé čepy, rovnoměrně rozmístěné na roztečné kružnici. Z jejich vystupujících konců vyčnívají v souhlasném smyslu ve směru tečny k roztečné kružnici křídlové tlumiče, umístěné v komorách skříní, které jsou svými jedněmi konci uloženy otočně na vystupujících koncích levých čepů a na svých druhých koncích opatřeny krátkými čepy pro otočné uložení horních ok první, druhé a třetí ojnice, které jsou svými prvními, druhými a třetími dolními oky uloženy souose s osou natáčení obráběného vrtulového listu v obráběcím stroji.

Podle dalších alternativ provedení vynálezu dolní oka jsou otočně uložena na hřídeli obráběcího stroje, přičemž dolní oka mohou být otočně uložena na náboji jím příslušného dolního oka.

Podle jiné alternativy je dolní oko s nábojem uloženo na hřídeli pomocí naklápěcího ložiska.

Podle další alternativy jsou komory skříní vyplněny viskozni hmotou.

Podle poslední alternativy jsou na křídlových tlumičích v osách levých čepů a na opačných stranách k nim provedeny pravé čepy, pevně spojené s vyztužovací deskou, opatřenou středovým otvorem, přičemž skříně jsou otočně uloženy na vyčnívajících částech pravých čepů.

Výhody plovoucího hrotu podle vynálezu spočívají v tom, že vrchol vrtulového listu je spojen s koníkem přes systém křídlových tlumičů, které dovolují velmi pomalé přemisťování vrcholu vrtulového listu vůči jeho ose natáčení, přičemž vůči rychle se měnícím silám, jako jsou například obráběcí síly a kmitání, se systém chová jako tuhý. Při obrábění od kořene vrtulového listu, který je svázán se vzorem, ať již modelem pro kopírování nebo systémem řízení číslicově řízeného stroje, zůstává obrobebná část po obrobení téměř beze změny, uvolňování vnitřních pnutí způsobuje vychýlení neobrobebné části. Plovoucí hrot umožňuje vychýlení vrcholu listu ve směru ohybu, natočení podle jeho osy natáčení a úhlové vychýlení v rovině proložené touto osou. Uvolnění vnitřních pnutí takto způsobí deformaci asi 30 až 100 násobně menší než při původním způsobu obrábění a obvykle dovoluje provedení dokončovacích operací na vrtulovém listu bez jeho dodatečného vyrovnávání po obrobení.

Příklad provedení vynálezu je znázorněn na výkrese, kde na obr. 1 je příčný řez plovoucím hrotem vedený rovinou A-A v obr. 2 a na obr. 2 je podélný řez vedený rovinou

B-B v obr. 1.

Volný konec obrobku, například vrtulového listu 1, je připevněn pomocí svorníku 23 k výstupku 2 unášecí desky 3, v které jsou svými jedněmi konci neotočně a rovnoběžně s osou o natáčení obráběného vrtulového listu 1 upevněny nejméně dva levé čepy 4, rovnoměrně rozmístěné na roztečné kružnici 21. Z jejich vystupujících konců vyčnívají v souhlasném smyslu ve směru tečny k roztečné kružnici 21 křídlové tlumiče 5, umístěné v komorách 16 skříně 8, které jsou svými jedněmi konci uloženy otočně na vystupujících koncích levých čepů 4 a na svých druhých koncích opatřeny krátkými čepy 9 pro otočné uložení horních ok 17 první, druhé a třetí ojnice 10, 11 a 12. První dolní oko 18 je vnitřním povrchem svého prstencového náboje 13 otočně uloženo na naklápěcím ložisku 14, uloženém na předním konci hřídele 15 koníku obráběcího stroje. Na vnějším povrchu náboje 13 jsou otočně uložena druhé a třetí oka 19 a 20 druhé a třetí ojnice 11 a 12.

Na křídlových tlumičích 5 jsou v osách levých čepů 4 a na opačných stranách k nim provedeny pravé čepy 6, pevně spojené s vyztužovací deskou 7, opatřenou středovým otvorem 22, přičemž skříně 8 jsou otočně uloženy na vyčnívajících částech pravých čepů 6.

Skříně 8 křídlových tlumičů 5 jsou beze zbytku vyplněny hmotou o vhodné viskozitě, která se podle podmínek obrábění může pohybovat mezi viskozitou konsistentního tuku a řidších asfaltů.

Při obrábění je kořen výkovku vrtulového listu 1 pevně upnut do unášecího sklí-  
čidla obráběcího stroje a jeho vrchol je podepřen plovoucím hrotem. Vystředění výkovku před obráběním je pro zmenšení nutných přídavek na obrábění vhodné provést s předběžnou kompenzací očekávané deformace od uvolnění vnitřních pnutí. Plovoucí hrot klade vysoký odpor, chová se téměř jako tuhé spojení vůči silám, které nemají složku se stálým směrem a smyslem vzhledem k souřadnému systému, otáčejícímu se spolu s obrobkem. Takovými silami jsou síly obrábění, gravitace a kmitání.

Síly se složkou o stálém anebo jen pomalu se měnícím směru a smyslu vzhledem k uvedenému souřadnému systému, jakými jsou síly při uvolňování vnitřních pnutí, vyvozují stálý účinek na unášecí desku 3, která prostřednictvím levých čepů 4 tlačí na křídla křídlových tlumičů 5. Vyvozeným tlakem se začne přelévát mezerami mezi křídly křídlových tlumičů 5 a stěnami skříně 8 viskozní hmota tak dlouho, dokud síla nezmizí. Unášecí deska 3 se při tom může vzhledem k ose o natáčení vrtulového listu 1 libovolně přemisťovat v rozsahu kruhu, vymezeném krajními polohami zdvihu křídlových tlumičů 5. Úhlové vyklopení unášecí desky 3 umožňuje uložení plovoucího hrotu na naklápěcím ložisku 14.

Uvedené schéma plovoucího hrotu s výkyvnými křídlovými tlumiči a klikovým mechanismem je výhodné vzhledem k malému dosažitelnému oběžnému průměru a nízkým hodnotám klidového třecího odporu, přičemž malá velikost je nutná pro docílení dostatečné prahové silové citlivosti a nízké hystereze plovoucího hrotu. Pro dosažení funkce plovoucího hrotu jsou nutné nejméně dva tlumiče, pracující ve směrech vzájemně různoběž-

ných. Pro dosažení vyhovující isotropie je třeba použít tří tlumičů, protože isotropie a rostoucím počtem tlumičů roste.

Plovoucí hrot podle vynálezu je zejména určen pro obrábění vrtulových listů, ale jeho výhody se uplatní i při obrábění podobných obrobků s velkým vnitřním pnutím.

#### PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Plovoucí hrot pro upínání obrobku s velkým vnitřním pnutím, například vrtulového listu, při obrábění, sestávající z unášecí desky, upravené pro pnutí volného konce vrtulového listu a otočně uložené v obráběcím stroji kolem osy otáčení obráběného vrtulového listu, vyznačený tím, že volný konec obrobku, například vrtulového listu (1), je připevněn k unášecí desce (3), v které jsou svými jedněmi konci neotočně a rovnoběžně s osou (o) natačení obráběného vrtulového listu (1) upevněny nejméně dva levé čepy (4), rovnoměrně rozmístěné na roztečné kružnici (21), z jejichž vystupujících konců vyčnívají v souhlasném smyslu ve směru tečny k roztečné kružnici (21) křídlové tlumiče (5) umístěné v komorách (16) skříní (8), které jsou svými jedněmi konci uloženy otočně na vystupujících koncích levých čepů (4) a na svých druhých koncích opatřeny krátkými čepy (9) pro otočné uložení horních ok (17) první, druhé a třetí ojnice (10, 11, 12), které jsou svým prvním, druhým a třetím dolním okem (18, 19, 20) otočně uloženy souose s osou (o) v obráběcím stroji.
2. Plovoucí hrot podle bodu 1, vyznačený tím, že dolní oka (18, 19, 20) jsou otočně uložena na hřídeli (15) obráběcího stroje.
3. Plovoucí hrot podle bodu 1, vyznačený tím, že dolní oka (19, 20), popřípadě další oka jsou otočně uložena na náboji (13) prvního dolního oka (18).
4. Plovoucí hrot podle bodu 3, vyznačený tím, že první dolní oko (18) je na hřídeli (15) obráběcího stroje uloženo prostřednictvím naklápěcího ložiska (14).
5. Plovoucí hrot podle bodu 1, vyznačený tím, že komory (16) jsou vyplněny viskozní hmotou.
6. Plovoucí hrot podle bodu 1, vyznačený tím, že na křídlových tlumičích (5) jsou v osách levých čepů (4) a na opačných stranách k nim provedeny pravé čepy (6), pevně spojené s vyztužovací deskou (7), opatřenou středovým otvorem (22), přičemž skříně (8) jsou otočně uloženy na vyčnívajících částech pravých čepů (6).

