

HROVATIČ Igor

MPK⁷: B 23 C 05/00

B 23 C 05/02

B 23 C 05/10

B 23 C 05/18

Frezalo

Predmetni izum v okviru obdelave spada na področje frezanja, namreč k frezalom, ki so značilna po svoji obliki, zlasti k steblastim frezalom za čelno in bočno frezanje z neizmenljivimi rezili, v splošnem pa se tudi nanaša na konstrukcijske značilnosti frezal.

Pri tem je izum osnovan na problemu, kako zasnovati frezalo za čelno in bočno frezanje, še zlasti steblasto frezalo, ki naj bi bilo dovolj togo in žilavo, obenem pa naj bi še tudi po večkratnem ostrenju bočnih rezil na obodu omogočalo frezanje pri razmeroma velikih vrtilnih hitrostih in razen tega tudi na globini, ki presega dolžino običajnega delovnega območja frezala, pri čemer naj bi bilo zmožno prenašati visoke dinamične upogibne in torzijske obremenitve, katerim je med regularno uporabo v tovrstnem režimu izpostavljeno.

Steblasta frezala so rotacijska orodja za mehansko obdelavo materialov z odrezavanjem, ki so prirejena za vpetje v ustrezno vpenjalno pripravo, ki je gnana in vrtljiva okoli svoje vzdolžne osi. V ta namen steblasto frezalo obsega gladko cilindrično ali konusno vpenjalno steblo, h kateremu je v aksialni smeri priključeno delovno območje, ki obsega določeno število po obodu med seboj enakomerno razmaknjenih bočnih rezil, od katerih vsako poteka po vijáčnici, pri tem pa je vsakemu od omenjenih bočnih rezil na čelni ploskvi frezala prirejeno še po eno čelno rezilo. Na tovrstnem frezalu je torej v osnovi možno opredeliti dve območji, in sicer vpenjalno območje oz. vpenjalno steblo in delovno območje, v katerem se nahajajo omenjena rezila. Pri tem steblo skupaj s sredico delovnega območja tvori žilavo in karseda togo nosilno jedro frezala, medtem ko so rezila in še zlasti rezilni robovi termično ali tudi drugače obdelani, kar jim zagotavlja potrebno trdoto in odpornost proti obrabi, temu ustrezno pa tudi dokajšnjo krhkost.

Tovrstno frezalo je opisano v JP 03073210A, pri čemer gre za rezalno orodje, pri katerem sta obe območji, namreč vpenjalno in delovno, cilindrični, razen tega pa je premer vpenjalnega območja večji od premera delovnega območja, med vpenjalnim in delovnim območjem pa je na voljo karseda blago zaokrožen stopničast prehod. Tovrstno frezalo se odlikuje po svoji togosti in je ob primerni izbiri materiala, iz katerega sestoji, in/ali površinskih in/ali termičnih obdelav lahko primerno tudi za obdelavo pri visokih rezalnih hitrostih /tkzv. *high-speed cutting*/. Vendar pa je pri tem globina obdelave vselej omejena z dolžino delovnega območja, medtem ko obdelavo z bočnimi rezili na globini, ki bi bila večja od dolžine delovnega območja, onemogoča prisotnost debelejšega vpenjalnega območja. Kot enega od možnih ukrepov s tem v zvezi gre omeniti vpetje frezala v takem položaju, da se delovno območje nahaja karseda izven vpenjalne naprave, vendar pa tak ukrep znatno poslabša zanesljivost vpetja in tudi

togost frezala, kar se odraža v možnosti pojava vibracij in poslabšanja točnosti obdelave, obenem pa v znatno manj ugodnem obremenitvenem stanju v samem frezalu. Temu v izogib proizvajalci orodij v ta namen nudijo frezala ali celo skupine frezal določenega premera stebila in premera delovnega območja z različnimi dolžinami vpenjalnega območja in delovnega območja, vendar pa je nabava in posest celotnih asortimentov frezal za uporabnike ekonomsko lahko nedvomno zelo obremenjujoča. V zvezi z omenjenim stopničastim prehodom, ki je pri tovrstni rešitvi neizogibno prisoten, gre opozoriti tudi na problem takoimenovanega zarezne učinka, namreč dejstva, da v tovrstnih prehodih v obremenjenem stanju pride do izrazitih koncentracij obremenitev, kar v primeru dinamičnega obremenitvenega stanja vodi do pojava razpok in sčasoma do hudih mehanskih poškodb. Še zlasti je ta problem pereč pri steblastem frezalu, kjer gre običajno za kompleksno obremenitveno stanje, ki izhaja iz kombinacije normalne obremenitve, t.j. upogiba, in tangencialne obremenitve t.j. torzije, zato je med drugim tudi v izogib nepotrebni predimenzioniranosti nosilnih delov frezala, vključno stebila, pri steblastem frezalu zelo smiselno, če bi se bilo temu mogoče v kar največji meri izogniti. Pri tem je treba upoštevati tudi praktične izkušnje, iz katerih izhaja, da so posledice termične ali druge obdelave za zagotavljanje trdote in odpornosti proti obrabi v območju rezil zaznavne ne zgolj na rezilih samih, marveč tudi v bližini teh rezil, kjer so vsaj v določeni meri tudi prisotne strukturne spremembe v gradivu frezala. To, seveda v praksi pogosto pomeni, da po tovrstnih obdelavah bočnih rezil razmeroma krhko oz. bistveno manj žilavo postane tudi območje stopničastega prehoda, kjer potem še toliko bolj pride do izraza omenjeni zarezni učinek.

US 5,807,032 opisuje steblasto frezalo, pri katerem je premer delovnega območja praktično enak premeru vpenjalnega območja. Rešitev je sicer resda osredotočena

na površinsko obdelavo bočnih rezil, vendar sama zasnova frezala oz. orodja kot takega lahko predstavlja predmet diskusije v zvezi s stanjem tehnike tudi v zvezi s pričujočim izumom. V kontekstu uvodoma zastavljenega problema je namreč tovrstna izvedba frezala namreč povsem ustrezna vse dotlej, dokler ne pride do obrabe ali drugih poškodb bočnih rezil. V tem primeru je nujno ostrenje oz. brušenje, ker bi bilo sicer frezalo neuporabno in bi ga bilo potrebno zavreči. Brušenje pa neizogibno vodi do zmanjšanja premera delovnega območja, ki s tem postane manjši od premera vpenjalnega območja, obenem pa se med omenjenima območjema pojavi stopničast prehod, ki je sicer ob skrbni uporabi brusilnega sredstva lahko zaokrožen, kar pa posledice zgolj do neke mere ublaži, ni pa se jim mogoče v celoti izogniti. Tako dobljeno frezalo je pravzaprav opisano tudi v EP 0 225 052 B1. Vsako nadaljnje ostrenje bočnih rezil frezala potem pomeni zgolj še stopnjevanje tega problema, ki je bil tako v pogledu možnosti obdelave na želeni globini kot tudi v pogledu zarezne učinka že podrobno analiziran v zvezi z omenjenim JP 03073210A.

Nadalje je v CH 597 961 opisano steblasto frezalo, pri katerem je med delovnim območjem in vpenjalnim območjem predvideno gladko cilindrično območje. Tovrstna rešitev sicer nudi veliko možnosti kombiniranja vpenjalnih območij in delovnih območjih različnih oblik in izmer, vendar pa po drugi strani vključuje kar dva stopničasta prehoda, v katerih obstoji možnost zarezne učinka zaradi koncentracije napetosti. Kot rečeno so tovrstna orodja potem bodisi predimenzionirana ali pa primerna zgolj za manjše obremenitve, npr. za frezanje zgolj lesa ali nekaterih lahkih kovin, ki jih je lažje obdelovati.

Pričujoči izum se ukvarja s frezalom, namreč rotacijskim orodjem za izvajanje mehanske obdelave materialov z odrezavanjem. Tovrstno frezalo je predvideno za

vpetje v ustrezno vpenjalno pripravo vsakokrat razpoložljivega obdelovalnega stroja, pri čemer gre še zlasti steblasto frezalo, ki obsega vpenjalno območje z določenim premerom in delovno območje s prav tako vnaprej določenim premerom. V omenjenem delovnem območju je na voljo ustrezno število po obodu enakomerno razporejenih bočnih rezil, od katerih vsako vzdolž frezala v poteka po vijaknici, na čelni površini pa so razporejena čelna rezila, ki se na obodu frezala stekajo z omenjenimi bočnimi rezili. Za tovrstno frezalo je nadalje značilno, da je premer delovnega območja večji od premera vpenjalnega območja, kar omogoča obdelavo na globini, ki presega dolžino delovnega območja.

Po izumu pa delovno območje frezala obsega vsaj v bistvu cilindričen učinkovit delovni odsek in k slednjemu v smeri proti vpenjalnemu delu soosno priključen dodatni, vsaj v bistvu konusen odsek, pri čemer bočna rezila frezala potekajo preko celotnega učinkovitega odseka in tudi preko vsaj pretežnega dela omenjenega dodatnega, vsaj v bistvu konusnega odseka. Premer omenjenega dodatnega odseka na njegovem proti učinkovitemu odseku obrnjenem koncu ustreza premeru učinkovitega odseka, premer omenjenega dodatnega območja na njegovem proti vpenjalnemu območju obrnjenem koncu pa ustreza premeru vpenjalnega območja na proti delovnemu območju obrnjenem koncu. Na tej osnovi je prehod med omenjenim dodatnim odsekom in siceršnjim učinkovitim delovnim odsekom po eni strani, hkrati pa tudi prehod med omenjenim dodatnim območjem in vpenjalnim območjem po drugi strani, izveden brez stopnic in temu ustreznih zareznih učinkov. Omenjena bočna rezila lahko potekajo bodisi po celotni dolžini omenjenega dodatnega odseka ali vsaj preko polovice njegove dolžine. Pri prednostni izvedbi izuma je učinkoviti odsek delovnega območja cilindričen, medtem ko je dodatni omenjeni odsek delovnega območja zasnovan kot konus, namreč prisekan stožec. Nadalje so pri frezalu po izumu dopuščene široke

možnosti izvedbe bočnih in čelnih rezil, ki so bodisi prekinjena ali neprekinjena, po izbiri pa tudi prevlečena vsaj z eno neodstranljivo oblogo, ki dopušča naknadno ostrenje rezil z brušenjem.

Izum bo v nadaljevanju podrobneje obrazložen na osnovi primera izvedbe, ki je prikazan na priloženi skici, kjer kažejo

sl. 1 frezalo po izumu v narisu;

sl. 2 frezalo med uporabo;

sl. 3 frezalo med uporabo v primeru, ko globina frezanja presega dolžino efektivnega odseka delovnega območja frezala.

Prikazani primer izvedbe se nanaša na steblasto frezalo, ki v osnovi sestoji iz delovnega območja 1 in vpenjalnega območja 2. Pri tem velja poudariti, da geometrijski pojmi, ki se nanašajo na obliko določenih območij, označujejo obliko zunanje konture geometrijskih rotacijskih teles, ki jih ta območja opisujejo med rotacijo okoli vzdolžne osi frezala, torej obliko, ki jo orodje ustvari med uporabo.

Vpenjalno območje 2 frezala je v danem primeru cilindrično in gladko ter prirejeno za vpetje v ustrezno vpenjalno pripravo 3, ki je na sl. 2 in 3 shematično ponazorjena.

Delovno območje 1 frezala po izumu sestoji iz valjastega efektivnega delovnega odseka 11 in dodatnega, vsaj v bistvu konusnega odseka 12. Delovno območje 1 je kot običajno opremljeno s čelnimi rezili 13, ki so razporejena na čelni ploskvi 130 delovnega območja 1, in bočnimi rezili 14, ki so razporejena na pripadajočih vijačnicah 140, ki potekajo preko celotnega delovnega območja 1, namreč tako preko valjastega efektivnega odseka 11 kot tudi preko dodatnega vsaj v bistvu

konusnega odseka 12. Omenjena vzdolžna rezila 14 so lahko bodisi neprekinjena ali prekinjena, taisto pa v splošnem lahko velja tudi za čelna rezila 13.

Premer D delovnega območja 11 ustreza vsakokratnemu premeru valjastega efektivnega območja 11, in sicer tako pri novem oz. izvornem frezalu ali tudi pri rabljenem frezalu, ki je bilo že enkrat ali večkrat ponovno naostreno z brušenjem. Ta premer D je v vsakem primeru večji od premera d vpenjalnega območja 2, katerega dolžina je na sl. 1 označena z L . Med omenjenim efektivnim valjastim odsekom 11 premera D in dolžine B in vpenjalnim območjem 2 je po izumu torej predviden dodaten konusen ali vsaj v bistvu konusen odsek 12, katerega dolžina je na sl. 1 označena s C in ki omogoča blag, predvsem pa absolutno nestopničast prehod med omenjenim efektivnim delovnim območjem 11 in vpenjalnim območjem 2.

Omenjeni dodatni odsek 12 je tako zasnovan, da njegov manjši premer ustreza premeru d vpenjalnega območja 2, njegov večji premer pa vsakokrat razpoložljivemu premeru D valjastega odseka 11 delovnega območja 1 frezala, ki pa je v vsakem primeru večji od premera d vpenjalnega območja 2. Kot rečeno vsakokratna vijačnica 140 z bočnim rezilom 14 poteka po celotni dolžini B valjastega odseka 11, hkrati pa tudi preko vsaj pretežnega dela omenjenega dodatnega, vsaj v bistvu konusnega odseka 12.

Zahvaljujoč tovrstni zasnovi frezala je kljub dejstvu, da je premer D med uporabo (sl. 2 in 3) aktivnega valjastega odseka 11 delovnega območja 1 večji od premera vpenjalnega območja 2, brez vsakršnih stopničastih prehodov vseskozi zagotovljena diferenca med premeroma D delovnega območja 1 in premerom d vpenjalnega območja 2 v radialni smeri, ki je smotrno še tudi po večkratnem

ostrenju bočnih rezil 14 zadostna oz. vsaj tolikšna, da je s pomočjo frezala možna obdelava na globini, ki znatno presega dolžino B valjastega odseka 11, v splošnem pa dolžino $(B + C)$ celotnega delovnega območja 1. Obdelavo na različnih globinah (sl. 2 in 3) je v praksi možno realizirati s taistim frezalom. Pri obdelavi na večji globini je sicer treba upoštevati spremembo togosti, ki pa je pri frezalu po izumu že zaradi same geometrije bistveno manj izrazita kot pri tistih po stanju tehnike, še zlasti pa so zahvaljujoč frezalu po izumu v znatni meri reducirane posledice tovrstnih sprememb, pri čemer je praktično v celoti eliminiran takoimenovani zarezni učinek.

Nadalje je tudi očitno, da ostrenje bočnih rezil 14 z ničemer ne posega v kontinuiteto in nosilnost frezala v vitalnih območjih, tako da se dinamične trdnostne lastnosti frezala tudi v tem primeru v celoti ohranijo. Še nadalje se ohranijo tudi razmere v kontekstu odvajanja odrezkov oz. ostružkov, ker ostrenje bočnih rezil 14 tudi v območju konusnega odseka nima nikakršnega omembe vrednega vpliva na samo geometrijo frezala izven omenjenih bočnih rezil 14.

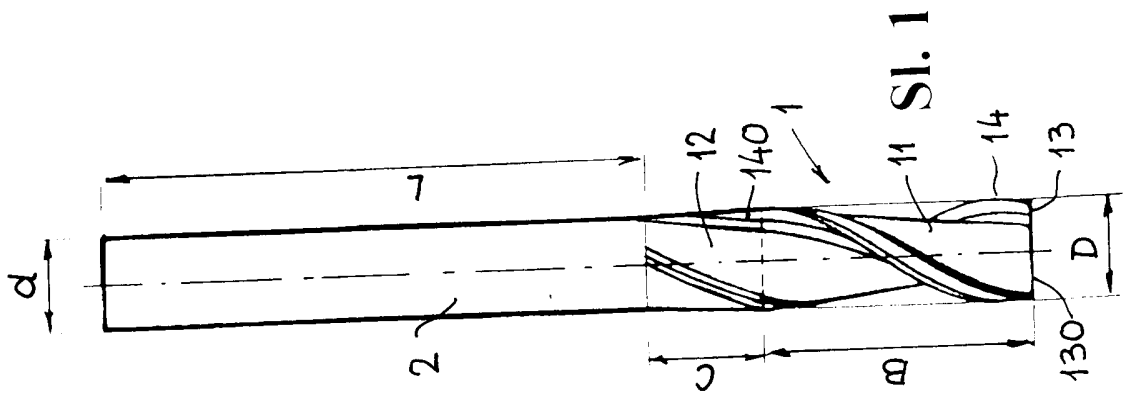
PATENTNI ZAHTEVKI

1. Frezalo, namreč rotacijsko orodje za izvajanje mehanske obdelave materialov z odrezavanjem, ki je predvideno za vpetje v ustrezno vpenjalno pripravo (3) vsakokrat razpoložljivega obdelovalnega stroja, še zlasti steblasto frezalo, ki obsega vpenjalno območje (2) s premerom (d) in delovno območje (1) s premerom (D), v katerem je na voljo ustrezno število po obodu enakomerno razporejenih bočnih rezil (14), od katerih vsako vzdolž frezala v poteka po vijačnici, in na čelni površini (130) razporejena čelna rezila (13), ki se na obodu frezala stekajo z omenjenimi bočnimi rezili (14), pri čemer je premer (D) delovnega območja (1) večji od premera (d) vpenjalnega območja (2), označeno s tem, da delovno območje (1) frezala obsega vsaj v bistvu cilindričen učinkoviti delovni odsek (11) in k slednjemu v smeri proti vpenjalnemu delu (2) soosno priključen dodatni, vsaj v bistvu konusen odsek (12), pri čemer bočna rezila (14) frezala potekajo preko celotnega učinkovitega odseka (11) in tudi preko vsaj pretežnega dela omenjenega dodatnega, vsaj v bistvu konusnega odseka (12), in pri čemer premer omenjenega dodatnega odseka (12) na njegovem proti učinkovitemu odseku (11) obrnjenem koncu ustreza premeru (D) učinkovitega odseka (11), premer omenjenega dodatnega območja (12) na njegovem proti vpenjalnemu območju (2) obrnjenem koncu pa ustreza premeru (d) vpenjalnega območja (2) na proti delovnemu območju (1) obrnjenem koncu.

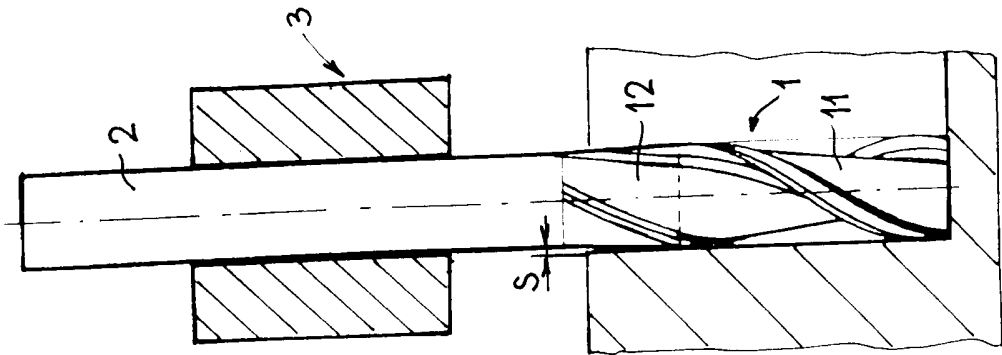
2. Frezalo po zahtevku 1, označeno s tem, da je učinkoviti odsek (11) delovnega območja (1) cilindričen.

3. Frezalo po zahtevku 1, označeno s tem, da je dodatni odsek (12) delovnega območja (1) zasnovan kot konus, namreč prisekan stožec.

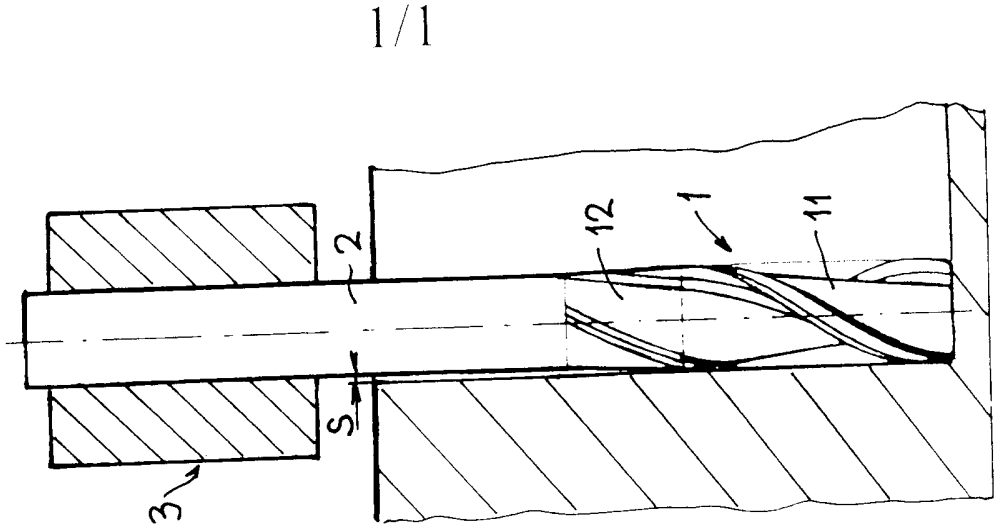
4. Frezalo po enem od zahtevkov 1 do 3, označeno s tem, da bočna rezila (14) potekajo preko celotne dolžine (C) konusnega odseka (12).
5. Frezalo po enem od zahtevkov 1 do 3, označeno s tem, da bočna rezila (14) potekajo preko vsaj polovice dolžine (C) celotnega konusnega odseka (12).
6. Frezalo po enem od zahtevkov 1 do 5, označeno s tem, da so bočna rezila (14) neprekinjena.
7. Frezalo po enem od zahtevkov 1 do 5, označeno s tem, da so bočna rezila (14) prekinjena.
8. Frezalo po enem od zahtevkov 1 do 7, označeno s tem, da so čelna rezila (13) neprekinjena.
9. Frezalo po enem od zahtevkov 1 do 7, označeno s tem, da so čelna rezila (13) prekinjena.
10. Frezalo po enem od predhodnih zahtevkov, označeno s tem, da so čelna (13) in/ali bočna rezila (14) prevlečena vsaj z eno neodstranljivo oblogo, ki dopušča naknadno ostrenje rezil (13, 14) z brušenjem.



SI. 1



SI. 2



SI. 3