

Znany jest ze zgłoszenia patentowego nr 28 416 USA frez pierścieniowy do obrabiania otworów, w którym każde ostrze ma szereg krawędzi skrawających, przebiegających w kierunku promieniowym freza i usytuowanych wzajemnie po jego obwodzie. Powierzchnia ozołowa każdego ostrza jest ukształtowana z dwóch przeciwnie nachylonych w kierunku promieniowym freza powierzchni, które przecinają się tworząc przebiegający ku dołowi wierzchołek, który z kolei przecina zewnętrzną po promieniu krawędź skrawającą. Każda ukształtowana krawędź skrawająca ścina oddzielny włók. Podczas, gdy każde ostrze ścina kilka włók, zaś jego geometria zapewnia ścinanie włók posiadającego szerokość nie przekraczającą głębokości rowków włókowych

w zewnętrznej powierzchni freza. Szczególnie w tym typie freza, część rdzenia jego bocznej ścianki jest utworzona z pojedynką, wewnętrzną krawędzią skrawającą.

Znane są też frezy, różniące się od wspomnianego rodzaju tym, że ich części rdzeniowe są ukształtowane raczej z dwiema, przesuniętymi po obwodzie krawędziami skrawającymi niż z jedną taką krawędzią. Mimo tego, że te znane narzędzia umożliwiają zastosowanie grubszego zębra i węższego rowka wiórowego, nie zawsze są one korzystne w użyciu, zwłaszcza do wysoko wydajnej produkcji.

Trudności, na jakie natrafiono przy próbach zapewnienia swobodnego, nie hamowanego spływu wiórów na zewnątrz w rowkach wiórowych frezów pierścieniowych, wynikają z faktu, że wióry przy ich ścinaniu pędzą we wszystkich kierunkach. Przez to, wióry, bezpośrednio po ich utworzeniu, mają szerokość większą od szerokości krawędzi skrawającej. W przypadku narzędzi, mających na każdym ostrzu przesunięte po obwodzie krawędzie skrawające, jeśli tylko szerokość wiórów ścinanych przez wewnętrzne krawędzie skrawające, na każdym ostrzu jest mniejsze od głębokości rowków wiórowych w zewnętrznej powierzchni freza i jeśli te wióry są w miarę sztywne, to przynajmniej teoretycznie nie powinny one zatykać rowków. Jednakże swobodne przesuwanie się takich wąskich wiórów ku górze w rowkach wiórowych jest utrudnione w wielu przypadkach przez wióry ściane przez zewnętrzne krawędzie skrawające. W pierścieniowych frezach zaopatrzonych w przesunięte na ich obwodzie krawędzie skrawające, zewnętrzne krawędzie kończą się od wewnętrznej po promieniu strony na rozciągającej się w koło freza tylnej jego ścianki. Dlatego, gdy wiór ścinany przez taką krawędź skrawającą spęcznieje, ma on tendencję do zakleszczania się między wymienioną ścianką tylną freza i ścianką obrabianego otworu. Hamuje to przesuwanie się wióra ku górze nad krawędzią skrawającą, co stwarza warunki, jakie wymagają zwiększonego momentu obrotowego i większej siły przesuwu oraz prowadzą do szybszego tępienia narzędzia, jak też pogorszenia wykończenia powierzchni obrabianego otworu. W pewnych warunkach, przy obróbce niektórych materiałów wywołuje to zatykanie rowków wiórowych, a często też pęknięcie ostrzy.

Problem zakleszczania się wiórów ścinanych przez zewnętrzne krawędzie skrawające występuje w znanych konstrukcjach frezów. Ponadto, jeśli wewnętrzne krawędzie skrawające rozciągają się na całą grubość rdzenia sąsiednimi ostrzami, to przesuwanie się stosunkowo szerokich wiórów ścinanych, przez te krawędzie po promieniu na zewnątrz freza do odpowiednich rowków wiórowych bywa też często hamowane.

Znany frez pierścieniowy do otworów, z częścią roboczą o ogólnie wałowej bocznej ścianie zawiera wiele ostrzy skrawających obniżających się w obszarze końcowym dookoła ich obwodu oraz posiada wiele rowków usytuowanych w kierunku do góry dookoła zewnętrznego obwodu na stronie roboczej bocznej ścianki od dolnej powierzchni czołowej. Ostrza skrawające mają postać zębów skrawających, a każde z ostrzy skrawających graniczy z rowkową ścianką, przy czym ostrze skrawające posiada usytuowane promieniowo wewnętrzne oraz zewnętrzne krawędzie skrawające.

Celem wynalazku jest opracowanie konstrukcji freza pierścieniowego pracującego z dużą wydajnością i posiadającego swobodny przesuw wiórów w rowkach wiórowych nad krawędzi skrawających ostrzy, zaś posiadający ukształtowanie zewnętrznych krawędzi skrawających zapewniających skrawanie o szerokości w zasadzie mniejszej od szerokości tych krawędzi, dla uniknięcia zakleszczania się wiórów w rowkach wiórowych, natomiast posiadających przesunięte względem siebie krawędzie skrawające o takiej geometrii, aby obie krawędzie wewnętrzna i zewnętrzna ścinały wióry o szerokości mniejszej niż szerokość odpowiednich krawędzi skrawających.

Frez pierścieniowy według wynalazku na każdym z wielu par ostrzy skrawających posiada na ich powierzchni w postaci zębów skrawających zatoczenia, każdego ostrza na powierzchni przyłożenia. Powierzchnie te są usytuowane promieniowo wewnętrznie i zewnętrznie oraz wydłużone obwodowo w kierunku do tyłu i skierowane w górę. Każde zewnętrzne zatoczenie powierzchni przyłożenia skierowane jest promieniowo wewnętrznie do dołu, a przecięcie wewnętrzne i zewnętrzne płaszczyzn powierzchni przyłożenia w obwodowym wydłużeniu stanowi

wierzchołem ostrza skrawającego, którego każde kolejne ostrze jest usytuowane promieniowo wewnętrznie, odpowiednio stycznie do wierzchołka pośredniego ostrza i wierzchołka. Każde ostrze rozmieszczone jest poniżej obwodowego usytuowania części skrawającej styznego ostrza.

Każde kolejne ostrze skrawające usytuowane poniżej części sąsiadującego pośredniego ostrza skrawającego w postaci zębów ma promieniowo najgłębszą część zewnętrzną krawędzi skrawającej i promieniowo stychnie części skrajne wewnętrznych krawędzi skrawających. Każde sąsiadujące pośrednie ostrze skrawające usytuowane poniżej części skrawającej kolejnego sąsiadującego ostrza skrawającego ma promieniową część zewnętrzną krawędzi skrawającej i promieniowo najgłębszą część wewnętrzną krawędzi skrawających.

Frez pierścieniowy według wynalazku, każde wewnętrzne zatoczenie powierzchni przyłożenia ma skierowane do dołu w promieniowym zewnętrznym kierunku, podobnie do wymienionych wierzchołków ukształtowanych promieniowo w zarysie litery "V".

Promieniowe zewnętrzne zatoczenia powierzchni przyłożenia kolejnego ostrza skrawającego są obciążone bardziej od wymienionych wierzchołków skierowanych w promieniowym zewnętrznym kierunku. Wymienione wewnętrzne zatoczenia powierzchni przyłożenia pośredniego ostrza są odciążone bardziej od wymienionych wierzchołków w promieniowym wewnętrznym kierunku.

Wewnętrzne zatoczenie powierzchni przyłożenia każdego kolejnego ostrza jest odciążone w kierunku do góry, przez promieniowe części tego ukształtowania wzdłuż linii podziału pomiędzy najgłębszą i najdalej od środka częścią wewnętrznego zatoczenia powierzchni przyłożenia.

Linia podziału freza pierścieniowego według wynalazku przedłużona jest do wewnętrznej krawędzi skrawającej, dzieląc ją promieniowo wewnętrzną częścią skrawającą i promieniowo zewnętrzną częścią skrawającą.

Promieniowe zewnętrzne zatoczenia powierzchni przyłożenia kolejnego ostrza skrawającego są odciążone w kierunku do góry, odpowiednio do promieniowych zewnętrznych zatoczeń powierzchni przyłożenia wymienionego pośredniego ostrza skrawającego. Promieniowe wewnętrzne zatoczenia powierzchni przyłożenia wymienionego pośredniego ostrza skrawającego są odciążone w kierunku do góry, odpowiednio do wewnętrznego zatoczenia powierzchni przyłożenia kolejnego ostrza skrawającego. Przedłużające uwypuklenia rozpoczynają się podobnie jak na zewnętrznej powierzchni przyłożenia każdego kolejnego ostrza skrawającego wódr przez cały czas tylko promieniowo wewnętrznie podzielony, przy czym zewnętrznej powierzchni przyłożenia, każdego pośredniego ostrza skrawającego wódr przez cały czas, tylko promieniowo wewnętrznie podzielony. Wódry rozdrobione przez wszystkie zewnętrzne powierzchnie przyłożenia korzystnie gromadzą się w postaci drobnej na promieniowej głębokości rowków.

Obwodowe skierowane do przodu zakończenie każdego wierzchołka stanowi przecięte promieniowe zewnętrznych krawędzi skrawających na ostrzach.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniiony na rysunku w przykładach wykonania, na którym na fig. 1 przedstawiono frez pierścieniowy w widoku perspektywnym, fig. 2 - fragment ozołowej części freza z fig. 1, w rzucie perspektywnym, fig. 3 - w widoku z boku wycinek ozołowego ostrza freza, fig. 4 - w widoku ostrza z fig. 3 w rzucie od ozoła freza, fig. 5 - w widoku z fig. 3, kolejne ostrze frezy, fig. 6 - w widoku ostrze z fig. 5 w rzucie od ozoła freza, fig. 7 - w widoku zagłębienie się kolejnych ostrzy freza w materiale obrabianym, fig. 8 - w widoku perspektywnym zmodyfikowany frez według wynalazku, fig. fig. 9, 10, 11, 12 i 13 - w widoku zmodyfikowany frez z fig.fig. 2 do 6, fig. 14 - w widoku zagłębienie freza w materiale obrabianym kolejnych ostrzy freza w rozwiązaniu z fig.fig. 8 do 13, a fig. 15 - i 16 przedstawiają części kolejnych ostrzy zmodyfikowanego freza.

Frez pierścieniowy 10 według wynalazku /fig. 1/ przeznaczony jest do wykonywania otworów w metalu, a składa się z roboczej części 12 i z chwytowej części 14. Robocza część 12 ma kształt odwróconego kielicha, którego ścianki 16 mają długość większą od grubości części, w której wykonany ma być otwór.

Dolny koniec cylindrycznej ścianki 16 ma na obrzeżu ukształtowanych szereg oślowych ostrzy, rozmieszczonych równomiernie na jego obwodzie w pewnych odstępach wzajemnych. W pokazanym na rysunku przykładzie wykonania frez pierścieniowy ma ostrza 18, 20 podzielone na dwie grupy. Te ostrza 18, 20 występują na zmianę. Każde pośrednie ostrze 20 znajduje się na obwodzie freza między sąsiednimi ostrzami 18. Przyległe do każdego ostrza wykonany jest w zewnętrznej powierzchni freza przebiegający ku górze, spiralny rowek 22 wiórowy. Sąsiednie rowki 22 rozdzielone są przez ścianki 24 tworzące zewnętrzną powierzchnię freza. Krawędź przyłożenia każdej ścianki 24 ma ukształtowane cienkie obrzeże 25. Części cylindrycznej ścianki 16 freza między sąsiednimi ostrzami 18, 20 tworzą rdzenie 26. Zewnętrzna po promieniu powierzchnia 28 każdego takiego rdzenia 26 stanowi wewnętrzną ściankę wiórowego rowka 22. Głębokość tego rowka 22 jest w przybliżeniu równa, lub może być nieco większa względnie mniejsza od grubości rdzenia 26. Każdy z rowków 22 ma boczną ściankę 30 przyłożenia i drugą, boczną ściankę 32 natarcia.

W omawianym przykładzie wykonania freza każde ostrze 18, 20 ma ukształtowane trzy krawędzie 34, 35, 36 skrawające. Skrawająca krawędź 38 składa się z dwóch omówionych dalej części 38a i 38b. Skrawająca krawędź 34 jest przesunięta względem krawędzi 36 ku przodowi w kierunku obrotów wiertła, a skrawająca krawędź 38 jest podobnie przesunięta względem krawędzi 36. Pierwsza skrawająca krawędź 34 jest utworzona na dolnym końcu ścianki 40 natarcia wewnętrznej wrębu 42 w rdzeniu 26. Górna ścianka 44 wrębu 42 jest nachylona promieniowo na zewnątrz w kierunku ku górze. Drugie ostrze 36 skrawające jest utworzone na dolnym końcu ścianki 46 natarcia drugiego wrębu 48, usytuowanego w rdzeniu 26, bezpośrednio przy wrębie 42. Górna ścianka 50 tego drugiego wrębu 48 jest zakrzywiona ku górze promieniowo na zewnątrz nad wewnętrznym wrębem 42. Skrawające krawędzie 34, 36 są rozdzielone rozciągającą się po obwodzie ścianką 51 osadzenia na dolnym krańcu wewnętrznej promieniowo powierzchni 52 wrębu 48. Skrawająca krawędź 38 jest utworzona na dolnym końcu powierzchni 36 natarcia rowka 22 i jest cofnięta względem skrawającej krawędzi 36 przez ściankę 52 odsadzenia na dolnym końcu rowka 22.

Czoło każdego ostrza ma ukształtowane dwie powierzchnie 56, 58 przyłożenia. W warunkach pracy freza/fig. 1/, wewnętrzna wzdłuż promienia powierzchnia 56 przyłożenia jest nachylona poosiowo ku górze i promieniowo do wewnątrz, podczas gdy zewnętrzna po promieniu powierzchnia 58 przyłożenia jest nachylona poosiowo również ku górze, ale promieniowo na zewnątrz, zaś każda z tych powierzchni przyłożenia jest nachylona nieco ku górze od swojej krawędzi skrawania w kierunku po obwodzie, np. o 8 do 10° dla zachowania niezbędnego odstępu ostrza skrawającego przy pracy narzędzia. Wymienione powierzchnie 56, 58 przyłożenia przecinają się tworząc rozciągający się ku dołowi wierzchołek 60, który z kolei przecina wewnętrzną po promieniu, skrawającą krawędź 38 dzieląc ją na zewnętrzną, wzdłuż promienia, część 38a i wewnętrzną część 38b tej skrawającej krawędzi. Kąt nachylenia powierzchni 58 przyłożenia po promieniu zawiera się w granicach 5 do 35° do poziomu, przy czym w najkorzystniejszym przypadku wynosi około 10°. Wewnętrzna powierzchnia 56 przyłożenia jest natomiast nachylona do poziomu pod kątem między -3 do +25°, najkorzystniej około 15°. W rezultacie takiego nachylenia powierzchni 56, 58 przyłożenia w obu kierunkach promieniowym i po obwodzie, skrawające krawędzie 34, 36, 38 są nie tylko przesunięte względem siebie wzdłuż obwodu, jak pokazano na fig. 4 i 6, ale są też przesunięte w kierunku pionowym, co widać z widoku powierzchni oślowej ostrza na fig. fig. 3 i 5.

Wióry ścinane przez opisany dotąd frez powinny być węższe od głębokości rowków 22 i dlatego powinny być przez te rowki łatwo odbierane. Jednakże przy ścinaniu wióra przez skrawającą krawędź 38 całą jej szerokością, skoro tylko wiór zostanie oddzielony od materiału obrabianej części, ulega spóźnieniu i ma tendencję do zakleszczania się między tylną powierzchnią 54 ostrza i ścianką wykonanego otworu. Zapobieżenie takiemu zakleszczaniu następuje przez zapewnienie odciążenia, przez każdą zewnętrzną krawędź 38 skrawającą, wióra o szerokości mniejszej od szerokości tej krawędzi 38 było właśnie celem wynalazku.

Wierzchołek 60 na ostrzu 18 jest przesunięty w kierunku promieniowym freza do wewnątrz względem podobnego wierzchołka 60 na ostrzu 20. Takie promieniowe przesunięcie

wierzchołków 60 kolejnych ostrzy freza wynika stąd, że na każdym ostrzu 18 powierzchnia 58 przyłożenia jest zatoczona na swą szerokości w kierunku promieniowym, wyżej od podobnej powierzchni 58 przyłożenia na ostrzu 20.

Zgodnie z wynalazkiem, powierzchnia 56 przyłożenia każdego ostrza 20 jest podobnie zatoczona na swą szerokości w kierunku promieniowym wyżej od powierzchni 58 przyłożenia ostrzy 18. Zataczanie powierzchni 56 przyłożenia na ostrzach 20 przesuwają dodatkowo wierzchołki 60 po promieniu na zewnątrz względem wierzchołków 60 na ostrzach 18.

To, do jakiego stopnia zataczane są względem płaszczyzny wymienione powierzchnie przyłożenia, nie jest istotne, ale w każdym razie zatoczenie musi być większe od wymaganego teoretycznie posuwu na jedno ostrze.

Na przykład, jeśli sześciostrożowy frez ma posuw o 0,03 cm na obrót, to teoretyczny posuw ma jedno ostrze wynosi 0,005 cm. A jeśli teoretyczny posuw na ostrze wynosi 0,005 cm, to powierzchnie 56, 58 przyłożenia powinny być zatoczone względem płaszczyzny pionowej, jak opisano wyżej, na długości większej niż 0,005 cm. Przyjmując, że w praktyce posuw na ostrze o wartości 0,005 cm stwarza zwykle minimalne obciążenie, przy jakim może pracować narzędzie, a posuw na ostrze około 0,013 cm odpowiada maksymalnemu obciążeniu, przy jakim pracuje frez tego typu, zatoczenie do pionu powierzchni 56, 58 natarcia powinno zawierać się w granicach 0,008 do 0,03 cm. Jednakże w przypadku frezów pracujących z dużym obciążeniem, ruch roboczy powinien być taki, aby stwarzał posuw na ostrze w zasadzie ponad 0,013 cm, to wtedy zatoczenie powinno wynosić 0,05 cm. W praktyce stosuje się zatoczenie tych powierzchni na około 0,018 do 0,02 cm, a najlepiej na długości około 0,023 cm. Zwraca się uwagę, że maksymalna długość zatoczenia uzależniona jest od kątów nachylenia w kierunku promieniowym powierzchni natarcia i szerokości zewnętrznej krawędzi skrawającej w tym znaczeniu, a po zatoczeniu wierzchołek 80 powinien jeszcze przecinać zewnętrzną krawędź 38 skrawającą, równocześnie nieprzecinać pośredniej krawędzi 36 skrawającej.

Jest bardzo pożądane zataczanie wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni przyłożenia w taki sposób, aby wierzchołki kolejnych ostrzy wypadały oddalone po promieniu w przybliżeniu w jednakowym stopniu od promieniowej linii środkowej rowka wiórowego. Jeśli bowiem, wierzchołki są tak rozmieszczone, aby zewnętrzne krawędzie skrawające następujących po sobie ostrzy ścinały wióry o jednakowej w przybliżeniu szerokości, przy czym każdy wypada niewiele tylko szerszy od połowy głębokości rowka wiórowego. Powoduje to, że wszystkie wióry, mają dużo wolnego miejsca w wiórowych rowkach 22.

Proces skrawania freza ilustrują najlepiej kolejne rysunki na fig. 7 przedstawiające frez tego typu z sześcioma ostrzami czołowymi 1, 3 i 5 /uwidoczonymi z lewej strony fig. 7/ odpowiadającym ostrzom 18, które mają zatoczone ku płaszczyźnie pionowej powierzchnie 58 przyłożenia, a ostrza 2, 4 i 6 z fig. 7 odpowiadają ostrzom 20, na których podobnie zatoczone są powierzchnie 56 przyłożenia.

Na fig. 7 patrząc od góry do dołu, przedstawiony jest proces skrawania kolejnych ostrzy frezem stosownie do jego obrotu o podziałkę między sąsiednimi ostrzami.

Szczegół a z fig. 7 przedstawia frez w położeniu, w którym skrawająca krawędź 36 zaczyna właśnie wnikać w powierzchnię obrabianej części i przez to ścina z niej wąski wiór 62. W tym położeniu, zatoczona ku górze skrawająca krawędź 38 ostrza 1 nie styka się jeszcze z obrabianą częścią, a dolny koniec skrawającej krawędzi 34 ledwie jej dotyka. Po obrocie freza o jedną podziałkę i odpowiednim posuwie osiowym z położenia na szczególne a, skrawająca krawędź 38 ostrza 2 wchodzi w materiał obrabiany skrawając wiór 64. Skrawające krawędzie 34, 36 ostrza 2 są zatoczone do pionu na długości większej niż teoretyczny posuw na ostrze powstający przy ruchu roboczym, a przez to krawędź 36 wypada aktualnie w pewnym odstępie nad rowkiem utworzonym uprzednio przez odpowiednią krawędź 36 ostrza 1 w materiale obrabianym.

Po obrocie o następną podziałkę między ostrzami i posuwie osiowym freza/fig. 7/wiór 62 ścinany przez krawędź 36 skrawającą ostrza 3 jest stosunkowo gruby, ponieważ krawędź ta nie jest zatoczona do pionu, a skrawająca krawędź 34 ostrza 3 ścina wiór 66. Wewnętrzna po promieniu część skrawającej krawędzi 38 na ostrzu 3 zaczyna pracować ścinając wiór

68. Kiedy frez odwrócił się o dalszą podziałkę szczegóły d/fig. 7/zewnętrzna po promieniu część skrawającej krawędzi 36 wygina szerszy i głębszy rowek od tego, jaki utworzony został poprzednio przez krawędź 38 ostrza 2 stąd wiór 64 wypada szerszy i grubszy od wióra wytworzonego przez wewnętrzną część skrawającej krawędzi 38 poprzedniego ostrza. Krawędzie 34, 36 ostrza 4 są zatoczone do pionu na długości większej niż posuw na ostrze, powstają one w pewnym oddaleniu od spodu żłobów utworzonych przez odpowiednie krawędzie skrawające ostrza 3 w materiale obrabianej części. Szczegóły przedstawia proces skrawania ostrza 5 po obrocie o dalszą podziałkę i odpowiednim posuwie freza. Krawędzie 34, 36 skrawające ścinają teraz wióry 62, 66 o pełnej szerokości, ale czynna jest tylko wewnętrzna usytuowana po promieniu część skrawającej krawędzi 38, przy czym jednak ścinany przez nią wiór 68 jest szerszy od wióra ścinanego przez wewnętrzną część skrawającej krawędzi 38 ostrza 3.

Choć wióry 62, 66 odpowiadają swą szerokością odpowiednio skrawającym krawędziom 36, 34 i ulegają pewnemu spóźnieniu bezpośrednio po ich ścięciu, nie wykazują tendencji do zatykania freza, ponieważ są stosunkowo wąskie. Skoro tylko jest skrawany wiór 66, to jest skierowany promieniowo na zewnątrz do przyległego wiórowego rowka 22 przez górną ściankę 44 wrębu 42. Podobnie przy ścinaniu wióra 62 jest on kierowany promieniowo na zewnątrz do przyległego, wiórowego rowka 22 przez górną ściankę 50 drugiego wrębu 46.

Dzięki temu, że wąskie wióry, skrawane krawędziami 34, 36 są kierowane do przyległych wiórowych rowków 22 bezpośrednio, zaś głębokość po promieniu tych rowków 22 jest stosunkowo większa niż szerokość wiórów 62, 66 i przesuwają się one swobodnie w górę rowków w sposób nie powodujący ich zakleszczeń.

Szczegóły z fig. 7 wszystkie krawędzie skrawające po ich zagłębieniu w materiale obrabianym, a każda z części 38a i 38b krawędzi 38 skrawa wiór o szerokości mniejszej od całkowitej szerokości tej krawędzi. Część zewnętrzna po promieniu krawędzi 38 na co drugim ostrzu ścina wiór 64, a wewnętrzna po promieniu część każdej krawędzi skrawającej na pośrednich ostrzach ścina wiór 68. W rezultacie każdy z tych wiórów 64, 65 jest węższy od promieniowej głębokości wiórowego rowka 22, stąd mogą one przesuwać się w nim swobodnie.

Skoro powierzchnie 56, 58 przyłożenia są na zmianę zatoczone do pionu /jak to opisano/, na długości większej od teoretycznego posuwu na ostrze, należy uznać, że po zagłębieniu się wszystkich krawędzi skrawających w materiał obrabiany to wszystkie wióry stają się stosunkowo grube i mają faktyczną grubość maksymalną większą od teoretycznego posuwu na ostrze.

Skrawane wióry są stosunkowo grube i mają tendencję do pozostawiania raczej w postaci wyprostowanej niż zwiniętej ściśle wstęgi; dlatego nie dochodzi do ich splatania z innymi wiórami, dzięki czemu przesuwały się one łatwo ku górze w rowkach wiórowych freza.

Ponadto, wszystkie powierzchnie 58 przyłożenia są nachylone, pod odpowiednim małym kątem do poziomu, najlepiej około 10° , wióry ścięte najpierw przez krawędź 38a skrawającą są skierowane zwykle wprost do rowka, a nie promieniowo do wewnątrz ku wewnętrznej ściance wiórowego rowka. Ułatwia to swobodne przesuwanie się wszystkich wiórów wytwarzanych przez krawędzie skrawające ku górze w rowkach wiórowych freza.

Jak już zaznaczono poprzednio, gdy tylko wstęgi wiórów przesuwały się znad krawędzi skrawającej w górę wzdłuż rowków wiórowych freza w sposób nie hamowany, zarówno moment obrotowy jak i siła posuwowa, niezbędne w procesie skrawania freza, ulegają znacznemu zmniejszeniu. Podobnie, krawędzie skrawające ulegają stępieniu po dłuższym czasie, a trwałość freza znacznie się przedłuża.

Krawędzie skrawające pozostają ostre, a wióry nie zakleszczają się o ścianki obrabianego otworu, uzyskuje się w ten sposób o wiele lepszą gładkość jego powierzchni niż w przypadku użycia tradycyjnych frezów lub wiertel.

Proces skrawania frezem według wynalazku zapewniają skrawające krawędzie 34, 36 tylko na co drugim ostrzu. Ponieważ skrawające krawędzie 34, 36 ostrzy 20 /a mianowicie

ostrzy 2, 4 i 6 w rozwiązaniu z fig. 7/ nie mogą wykonywać żadnej pracy, można zaniesić w ogóle ich wykonania na tych ostrzach. Daje się to łatwo zrealizować przez zatoczenie każdego ostrza 20 na całej jego szerokości, jak to zaznaczono promieniową linią przerywaną na fig. 2 i 4. W tym przypadku, tylko ostrze 18 powinno mieć utworzone wewnętrzne krawędzie 34, 36 skrawające. Kiedy ostrza 20 są wykonane tylko z pojedyną zewnętrzną krawędzią 38 skrawającą, to ostrza 20 mają, stosunkowo mniejszą długość wzdłuż obwodu freza, a każde ostrze 20 skrawa tylko pojedyną, wąski wiór, zaś przyległy rowek 22 wiórowy może być odpowiednio węższy wzdłuż obwodu freza od rowków przylegających do ostrzy 18, jakie muszą pomieścić trzy wąskie wióry. Dzięki temu, przy wykonaniu ostrzy 20 z pojedyną tylko krawędzią skrawającą, frez o przewidzianej średnicy może mieć utworzonych więcej ostrzy. Większa liczba ostrzy, należy pamiętać, nie tylko zapewnia skuteczniejszą pracę skrawania, ale też powoduje szybsze skrawanie przy tej samej prędkości powierzchniowej skrawania. W procesie tym tylko część krawędzi skrawających na każdym ostrzu bierze udział w procesie skrawania w danym momencie, pozostałe ich części mogą być łatwo zlewane przez oisoc chłodzącą, spływającą ku dołowi kanałem w części chwytowej freza, zaś wytwarzane ciepło może być szybko odprowadzane.

Frez przedstawiony na fig. fig. 8 do 14, różni się od freza przedstawionego w stanie techniki głównie tym, że każde ostrze ma ukształtowane korzystnie tylko dwie krawędzie skrawające, przy czym wewnętrzna krawędź 35 skrawająca rozciąga się na całej grubości rdzenia 26. Dla powodów wymienionych dalej nawet wtedy, gdy wewnętrzna krawędź 35 skrawająca odpowiada swą szerokością grubości rdzenia 26, to może mieć grubość równą w przybliżeniu połowie lub nieco większą od grubości ścianki freza. Ponieważ wewnętrzna krawędź 35 skrawająca rozciąga się na całą szerokość freza, jest konieczne utworzenie tylko pojedynego wrębu 42 między sąsiednimi ostrzami.

Podobnie, jak w opisanym poprzednio wykonaniu, zarówno powierzchnie zewnętrzne 58 przyłożenia ostrzy 18, jak i wewnętrzne powierzchnie 56 przyłożenia ostrzy 20 są zatoczone do pionu. Tak więc grzbiety 60 następujących po sobie ostrzy są przesunięte w kierunku promieniowym w taki sam sposób, jak w opisanym poprzednio wykonaniu. Jednakże w wykonaniu, pokazanym na fig. fig. 8 do 14, w którym krawędzie 35 ostrzy 18 rozciągają się na całej grubości rdzenia 26, wewnętrzne powierzchnie 56 przyłożenia ostrzy 18 są zatoczone, jak na fig. fig. 9, 12 i 13. Te powierzchnie przyłożenia są zatoczone ku górze, tylko na części ich szerokości, a mianowicie w części najbliższej środka freza. Powoduje to podział wewnętrznych krawędzi 35 skrawających ostrzy 18 na części 35a wewnętrzne i na części 35b zewnętrzne po promieniu freza. Jak pokazano na fig. fig. 9 i 13, powierzchnie 56 przyłożenia ostrzy 18 są zatoczone w taki sposób na całej ich długości po obwodzie freza, że powierzchnie 56 są podzielone wzdłuż linii 61 na dwie części 56a i 56b.

Najkorzystniej jest, gdy linia 61 podziału przy krawędziach 35 skrawających wypada odsunięta po promieniu do wewnątrz od powierzchni 54 tylnej na odległość wynoszącą między $1/4$ a $1/2$ grubości rdzenia 26. Jak wyjaśniono dalej, powoduje to ścinanie przez wewnętrzne krawędzie skrawające wiórów o pożądanych wymiarach. Ponieważ wewnętrzne powierzchnie 56 przyłożenia ostrzy 20 są zatoczone, aby uzyskać pożądane skrawanie, stąd powierzchnie 56 przyłożenia ostrzy 18 są w części 56b wewnętrznej zatoczone na większej szerokości, korzystnie między 2-3-krotnym zatoczeniem powierzchni 56 przyłożenia ostrzy 20. Dla przykładu, jeśli powierzchnie 56 przyłożenia ostrzy 20 są zatoczone na około 0,02 cm, to wtedy zatoczenie powierzchni 56b przyłożenia na wewnętrznym obrzeżu freza powinno zawierać się między 0,05 i 0,07 cm.

Działanie skrawające narzędzia, pokazanego na fig. 8 do 13, jest najlepiej zilustrowane na fig. 14. Ponieważ powierzchnie 56, 58 przyłożenia kolejnych ostrzy są zatoczone w taki sam sposób, jak w opisanym poprzednio wykonaniu, należy uznać, że zewnętrzne krawędzie 58 skrawające następujących po sobie ostrzy, ścinać powinny wióry 64 i 68/fig. 14, podobne do odpowiednich wiórów na fig. 7. Jednak wewnętrzne krawędzie skrawające kolejnych ostrzy ścinają, w tym wykonaniu freza, każde wiór o szerokości mniejszej od szerokości

skrawającej krawędzie 35. Ponieważ powierzchnia 56b przyłożona każdego ostrza 18 jest zataczana/fig. fig. 12 i 13/zewnętrzna po promieniu część krawędzi 35 skrawającej każdego ostrza 18 ścina wiór 63b/fig. 14/, a bardziej wewnętrzną część tejże krawędzi 35 skrawającej każdego ostrza 20 ścina wiór 63a. Szerokość wiórów 63a i 63b zależy od usytuowania w kierunku promieniowym linii 61 podziału powierzchni 56 przyłożenia. A że bardziej wewnętrzny, po promieniu freza, wiór 63a musi przesunąć się dalej w kierunku promieniowym, aby dostać się do wiórowego rowka 22 freza, korzystnym jest aby wióry 63a miały szerokość mniejszą od wiórów 63b. Stąd też, linia 61 podziału jest/fig. 14/oddalona od ścianki 54 tylnej o około $\frac{1}{3}$ grubości rdzenia 26, a wióry 63a wypadają w zasadzie węższe od wiórów 63b.

Dalsze rozwinięcie idei wynalazku uwidoczniają fig.fig. 15 i 16. Frez w tym wykonaniu ma w zasadzie taką samą konstrukcję jak pokazano na fig.fig. 8 do 14, które ma pojedyncze krawędzie 37 skrawające na części rdzenia, ale mogą też mieć dwie krawędzie skrawające, jak pokazano na fig.fig. 1 do 7. Powierzchnie przyłożenia kolejnych ostrzy są zataczone na zmianę, jak w opisanym poprzednio wykonaniu, ale w nieco odmienny sposób. I tak ostrza ukształtowane oryginalnie, posiadają powierzchnie 56 wewnętrzne i powierzchnie 58 zewnętrzne przyłożenia, które przecinają się tworząc rozciągający się do wnętrza wierzchołek 65. Na każdym ostrzu 18/fig. 16/zewnętrzna powierzchnia 58 przyłożenia ma zatoczenie 58c do pionu wierzchołka 65 do zewnętrznego obrzeża freza/fig. 16/. Szerokość zatoczenia 58c powierzchni przyłożenia na zewnętrznym obrzeżu freza powinna zawierać się między 0,008 i 0,05 cm zależnie od zadanego posuwu na ostrze, a w najkorzystniejszym przypadku powinna wynosić od około 0,018 do 0,02. Podobnie wewnętrzne powierzchnie 56 przyłożenia ostrzy 20/fig. 15/są zatoczone od pionu ku górze na požądanej długości od wierzchołka 65 w kierunku promieniowym do wnętrza, co zaznaczono linią 56d. Ponieważ kolejne ostrza są zatoczone w taki sam sposób, wierzchołki 65 wszystkich ostrzy pozostają w tym samym położeniu względem osi i promienia freza. Jest to wymagane w frezach o małej średnicy, posiadających ostrza w niewielkiej ilości. Na przykład, gdy frez ma tylko cztery ostrza, wszystkie cztery wierzchołki 65 powinny wchodzić w kontakt z obrabianym materiałem i zaczynać ją obróbkę jednocześnie, a w ten sposób powodować mniejsze drgania oraz pracować z większą dokładnością niż, gdyby tylko dwa z wierzchołków zapoczątkowały obrabianie w części otworu.

Na fig. 16 przedstawiony jest również zmodyfikowany sposób zatoczenia najbardziej wewnętrznej po promieniu części wewnętrznej krawędzi 37 skrawającej. W tym wykonaniu freza, wewnętrzna krawędź skrawająca ostrza 18 podzielona jest na wewnętrzną i zewnętrzną po promieniu 37a i 37b przez szlifowanie pionowej tylnej ścianki 37c na wewnętrznej powierzchni 56 przyłożenia. Podobnie jak w wykonaniu uwidocznionym na fig. 8 do 14, zatoczenie do pionu, zastosowane do części 37a krawędzi skrawającej, powinno być większe, korzystnie dwu- albo trzykrotnie w stosunku do zatoczenia wewnętrznej krawędzi 37 ostrza 20. Usytuowanie tylnej ścianki 37c w kierunku promieniowym jest określone przez te same czynniki, jakie rządzą rozmieszczeniem linii 61 przecięcia w frezie, przedstawionym na fig.fig. 12 i 13, a mianowicie przez pożądany względny wymiar wiórów ścinanych przez kolejne, wewnętrzne krawędzie skrawające.

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Frez pierścieniowy do otworów, posiadający część roboczą z walcową boczną ścianką zawierającą wiele ostrzy skrawających, obniżających się w obszarze końcowym dokoła ich obwodu oraz ma wiele rowków usytuowanych w kierunku do góry dokoła zewnętrznego obwodu ścianki bocznej od dolnej powierzchni osłowej, zaś ostrza skrawające mają postać zębów skrawających, a każde z ostrzy skrawających graniczy z wymienioną rowkową ścianką boczną, przy czym ostrze skrawające posiada usytuowane promieniowo wewnętrzne oraz zewnętrzne krawędzie skrawające, z n a m i e n n y t y m, że każde z wielu par ostrzy /18, 20/ skrawających posiada na ich dolnej powierzchni w postaci zębów skrawających zatoczenia każdego ostrza na powierzchni przyłożenia /56, 58/, które są usytuowane promieniowo wewnętrznie i zewnętrznie oraz wydłużone obwodowo w kierunku do tyłu i skierowane w górę,

zaś każde zewnętrzne zatoczenie powierzchni przyłożenia /58/ skierowane jest promieniowo wewnątrz do dołu, a przecięcie wewnętrzne i zewnętrzne płaszczyzn powierzchni przyłożenia /56, 58/ w obwodowym wydłużeniu stanowi wierzchołek /60/ ostrza skrawającego, którego każde kolejne ostrze /18/ jest usytuowane promieniowo wewnątrz, odpowiednio stycznie do wierzchołka pośredniego ostrza /20/ i wierzchołka /60/, przy czym każde ostrze /18, 20/, rozmieszczone jest poniżej obwodowego usytuowania części skrawającej stykowego ostrza /18/.

2. Frez pierścieniowy według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że każde kolejne ostrze /18/ skrawające usytuowane poniżej części sąsiadującego pośredniego ostrza /20/ skrawającego w postaci zębów ma promieniowo najgłębszą część zewnętrzną krawędzi /38/ skrawającej i promieniowo styknie części skrajne wewnętrznych krawędzi /34, 35, 36/ skrawających, zaś każde sąsiadujące pośrednie ostrze /20/ skrawające usytuowane poniżej części skrawającej kolejnego sąsiadującego ostrza /18/ skrawającego ma promieniową część zewnętrzną krawędzi /38/ skrawającej i promieniowo najgłębszą część wewnętrzną krawędzi /34, 35, 36/ skrawających.

3. Frez pierścieniowy według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że każde wewnętrzne zatoczenie powierzchni /56/ przyłożenia ma skierowane do dołu, w kierunku promieniowym zewnętrznym, podobnie do wierzchołków /60/ ukształtowanych promieniowo w zarysie litery "V".

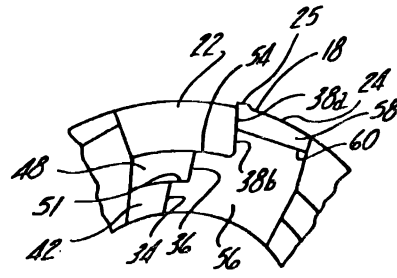
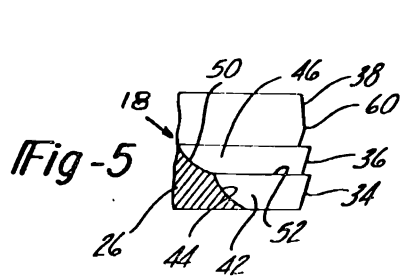
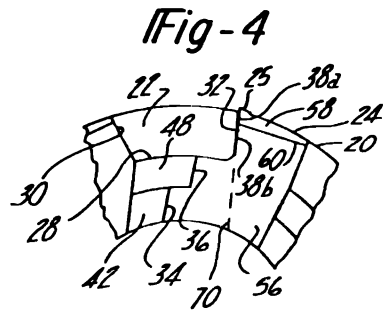
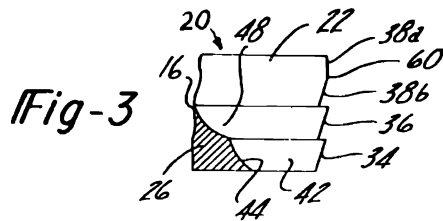
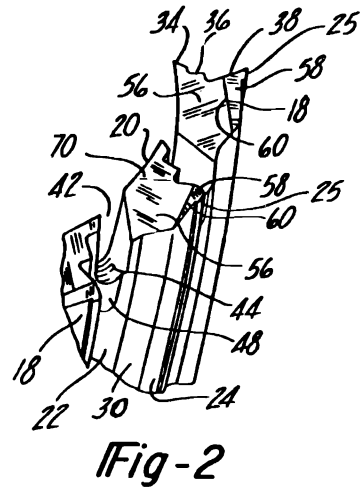
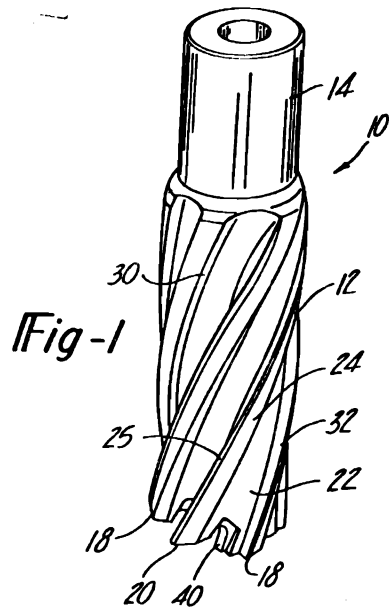
4. Frez pierścieniowy według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że promieniowo zewnętrzne zatoczenia powierzchni /58/ przyłożenia kolejnego ostrza /18/ skrawającego są odciążone bardziej od wierzchołków /60/ w skierowanych w promieniowym zewnętrznym kierunku, zaś wewnętrzne zatoczenia powierzchni /56/ przyłożenia pośredniego ostrza /20/ skrawającego są odciążone bardziej od wierzchołków /60/ skierowanych w promieniowym wewnętrznym kierunku.

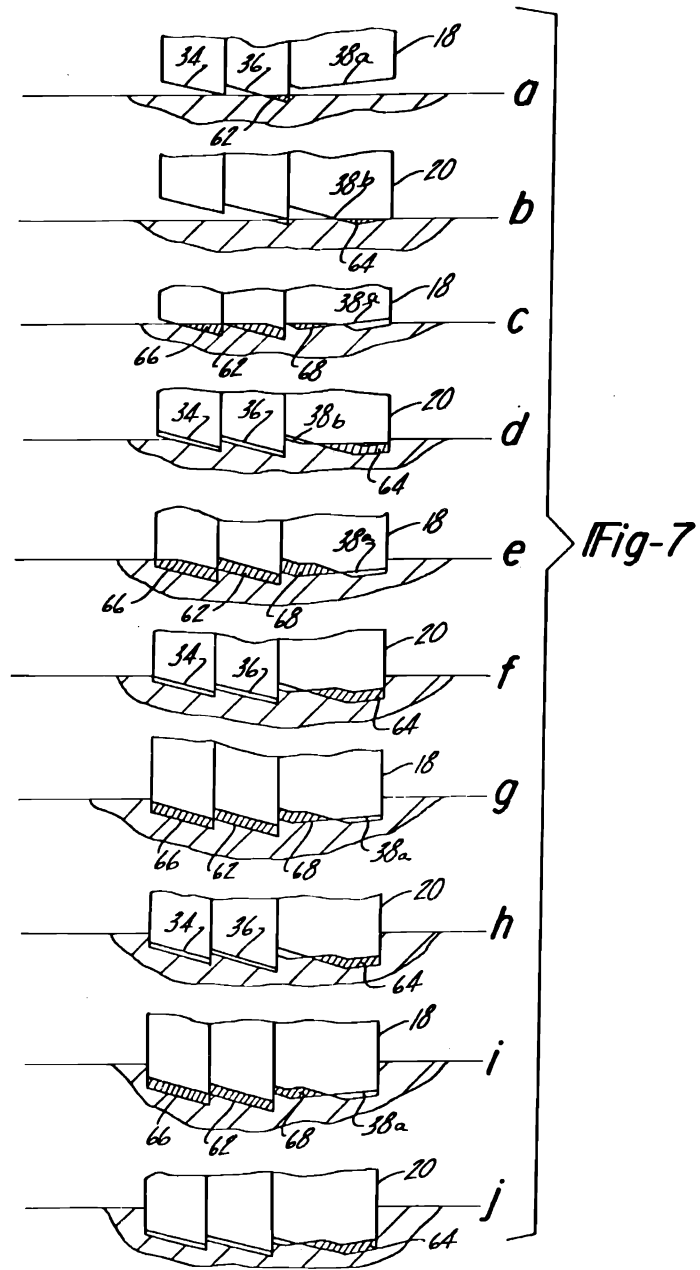
5. Frez pierścieniowy według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że wewnętrzne zatoczenie powierzchni /56/ przyłożenia każdego kolejnego ostrza /18/ jest odciążone w kierunku do góry przez promieniowe części tego ukształtowania wzdłuż linii /61/ podziału pomiędzy najgłębszą i najdalej od środka częścią wewnętrznego zatoczenia powierzchni /56/ przyłożenia.

6. Frez pierścieniowy według zastrz. 5, z n a m i e n n y t y m, że linia /61/ podziału przedłużona jest do wewnętrznej krawędzi /35/ skrawającej, dzieląc ją promieniowo wewnętrzną częścią /35a/ skrawającą i promieniowo zewnętrzną częścią skrawającą /35b/.

7. Frez pierścieniowy według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że promieniowe zewnętrzne zatoczenia powierzchni /58/ przyłożenia kolejnego ostrza /18/ skrawającego są odciążone w kierunku do góry, odpowiednio do promieniowych zewnętrznych zatoczeń powierzchni przyłożenia wymienionego pośredniego ostrza /20/ skrawającego i promieniowego wewnętrznego zatoczenia powierzchni /56/ przyłożenia wymienionego pośredniego ostrza /20/ skrawającego są obciążone w kierunku do góry, odpowiednio do wewnętrznego zatoczenia powierzchni /56/ kolejnego ostrza /18/ skrawającego przedłużającego wypuklenia rozpoczynające się podobnie jak na zewnętrznej krawędzi /38/ skrawającej każdego kolejnego ostrza /18/ skrawającego wódr przez cały czas tylko promieniowo wewnątrz podzielony, przy czym zewnętrzna krawędź /38/ skrawająca, każdego pośredniego ostrza /20/ skrawającego wódr przez cały czas, tylko promieniowo wewnątrz podzielony, zaś korzystnie wódry rozdrobnione przez wszystkie zewnętrzne powierzchnie przyłożenia gromadzą się w postaci drobnej na promieniowej głębokości rowków.

8. Frez pierścieniowy według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że obwodowe skierowane do przodu zakończenie każdego wierzchołka /60/ stanowi przecięcie promieniowe wewnętrznych krawędzi /38/ skrawających na ostrzach /18, 20/.





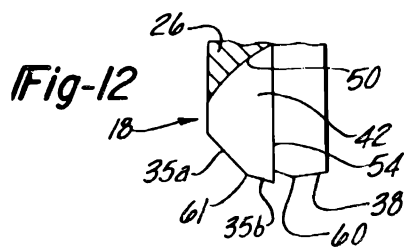
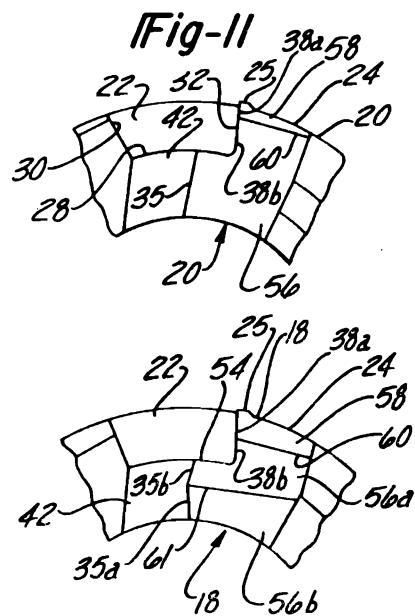
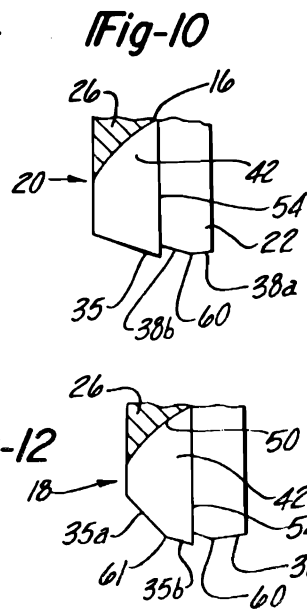
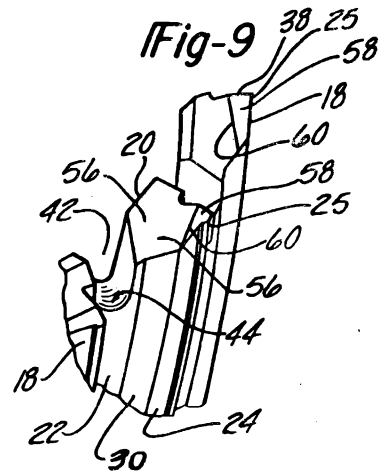
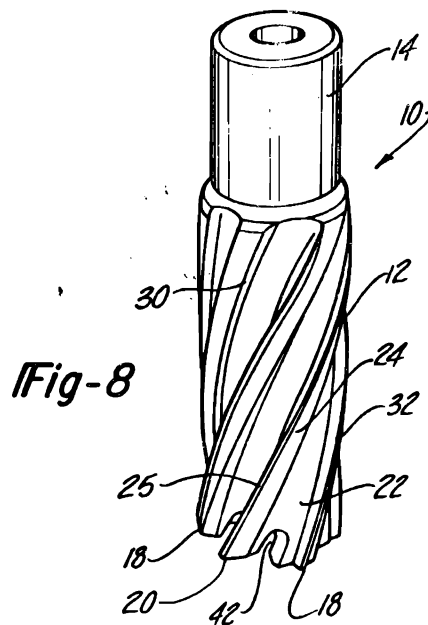


Fig-13

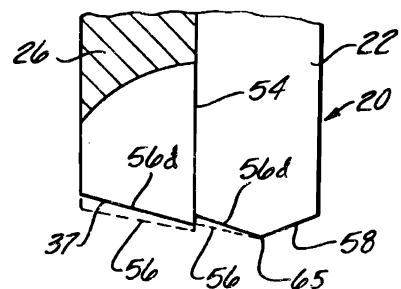
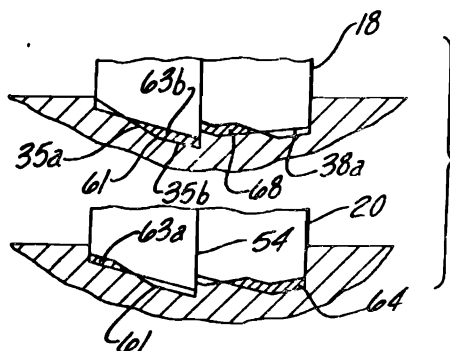


Fig-16

