

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0613966-3 A2**

(22) Data de Depósito: 02/08/2006
(43) Data da Publicação: 22/02/2011
(RPI 2094)



(51) *Int.Cl.:*
B23B 51/02

(54) Título: **BROCA HELICOIDAL**

(30) Prioridade Unionista: 02/08/2005 GB 0515898.5

(73) Titular(es): DORMER TOOLS LIMITED

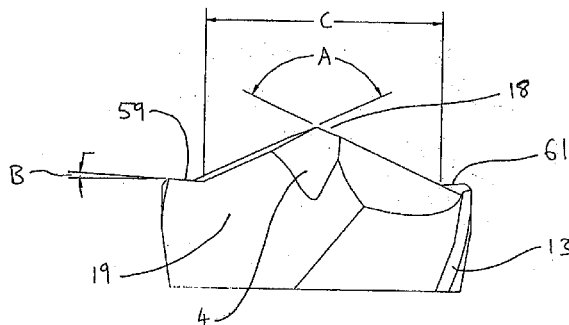
(72) Inventor(es): GOULBOURNE, DAVID

(74) Procurador(es): MAGNUS ASPEBY

(86) Pedido Internacional: PCT GB2006002890 de 02/08/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/015095 de 08/02/2007

(57) **Resumo:** BROCA HELICOIDAL Uma broca helicoidal de operação de metal é provida com bordas de corte internas que formam um ponto (18) tendo um ângulo A de 130° . Uma parte periférica externa de cada borda de corte (55, 57) forma uma porção de corte externa (59, 61). As porções de corte externas se inclinam na direção oposta às bordas de corte internas correspondentes e formam um ângulo B de 3° em relação a um plano normal ao eixo de rotação da broca helicoidal. A largura da porção de corte externa D, conforme medida na borda de corte, é 10,5% do diâmetro da broca helicoidal. A broca helicoidal de operação de metal produz furos tendo uma altura de rebarba de saída reduzida.



**"BROCA HELICOIDAL"**

A presente invenção se refere a brocas helicoidais, em particular brocas helicoidais de carbeto estriadas
5 particulares para corte de metais e compostos.

As brocas helicoidais (também conhecidas como brocas de perfuração helicoidais) incluem uma haste em uma extremidade para fixação a um dispositivo para rotação da broca (por exemplo, um mandril de broca) e na extremidade
10 oposta, uma ponta de corte tendo uma borda de corte, para corte no material que é para ser furado ou usinado (isto é, a peça de operação). No caso de brocas helicoidais de operação de metal para perfuração de peças de operação de metal, a borda de corte tipicamente se estende
15 substancialmente radialmente a partir de uma parte central da ponta de corte para a borda externa da ponta de corte. Entre a haste e a ponta existe usualmente uma porção de corpo estriada que proporciona estabilidade à broca helicoidal à medida que ela forma um furo e auxilia na
20 remoção do material escavado a partir do furo.

Um vasto número de projetos de broca helicoidal é conhecido, e a geometria da ponta de corte é provida para peças de operação específicas. Por exemplo, brocas helicoidais para madeira têm uma geometria diferente
25 daquela usada para peças de operação de metal. É reconhecido que mesmo mudanças pequenas na geometria podem afetar significativamente o desempenho.

Dentro da subclasse específica de brocas helicoidais para operação de metal, é conhecido que quando um furo é criado por uma broca helicoidal, algum do material removido a partir da peça de operação (isto é, o material sendo
5 perfurado) para formar o furo é plastificado devido às altas temperaturas localizadas e pressões experimentadas na borda de corte. O material plastificado flui para as bordas externas do furo, e é efetivamente "extrudado" de volta nas bordas da broca para formar uma rebarba de saída ao redor
10 da circunferência da abertura de saída da broca. Em adição, uma 'capa de rebarba' de material é freqüentemente formada à medida que a ponta de corte da broca 'trava' a peça de operação.

Um exemplo de uma broca helicoidal de operação de
15 metal de carbeto convencional para perfuração de peças de operação de metal é mostrado nas Figuras 1A e 1B. A ponta de corte 1 da broca helicoidal tem, em uma porção central, uma borda de cinzel 3 formada entre adelgaçamentos de trama 4. As bordas de corte 5, 7 se estendem a partir de uma
20 parte interna da ponta de corte onde elas são unidas a respectivas extremidades da borda de cinzel 3, à borda mais externa da ponta de corte. Primeira e segunda facetas 9, 11 (também conhecidas como primeira e segunda folgas primária e secundária) se estendem atrás das bordas de corte para
25 proporcionar folga para a borda de corte. A borda de cinzel 3 é formada durante moagem das facetas.

As bordas de corte 5, 7 e primeira e segunda facetas (folgas) 9, 11 formam um 'ponto' 17 tendo um ângulo de

cerca de 130° . Quando a broca é girada, a borda de cinzel 3 extruda a peça de operação de metal 5, 7 cortada no material da peça de operação.

A broca helicoidal também tem uma região cilíndrica ou margem 13 no lado mais externo da broca helicoidal para suportar a broca em uso.

O 'ponto' 17 e a região cilíndrica 13 são características de brocas helicoidais de operação de metal, e estas características não são normalmente encontradas em outros tipos de broca helicoidal.

Os furos 15 se estendem através da broca helicoidal e permitem que o fluido de corte seja distribuído para as bordas de corte 5, 7 durante uso. Estes furos ou condutos são características de algumas brocas helicoidais de operação de metal.

A broca helicoidal é estriada e a face de saída 19 faz com que o material usinado que foi cortado a partir da peça de operação (também conhecido como 'apara') seja dirigido nas estrias, que, por sua vez, movem o material para fora a partir da ponta de corte e para fora do furo.

Durante uso, as bordas de corte 5, 7 engatam simultaneamente a peça de operação que é para ser perfurada. Conforme discutido acima, à medida que a ponta de corte (isto é, ponto 17) 'trava' a superfície da peça de operação, altas temperaturas e pressões são criadas na borda de corte. Isto causa plastificação do material da peça de operação. Esta plastificação pode ocorrer em metal ou peças de operação contendo metal (por exemplo, Al, Ti,

Ni, aço, aço inoxidável e ligas e combinações destes). Um problema similar relacionado de arrancar fibra pode ocorrer em certos compostos, tais como fibra de carbono e peças de operação de plástico reforçado com fibra de vidro. Existe também um problema de rebarba, arranque de fibra e de-laminação nas peças de operação que incluem duas ou mais camadas de material diferentes, por exemplo, metal e camadas compostas (por exemplo, plástico reforçado com fibra de carbono) na mesma peça de operação.

O material plastificado formado na borda de corte não se comporta do mesmo modo como 'aparas' normais, e não ele não é prontamente flexionado nas estrias helicoidais pelas faces de saída. Ao invés, ele pode fluir para a borda externa da ponta de corte nos lados da broca rotativa, onde ele se resfria e forma uma rebarba de saída. Um mecanismo similar pode também causar coberturas de rebarba. Exemplos de rebarba de saída e coberturas de rebarba produzidas por brocas helicoidais de operação de metal conhecidas são mostrados na Figura 3A.

A presença de rebarba de saída e/ou coberturas de rebarba na peça de operação é altamente indesejável porque requer usinagem adicional, ou rebarbamento, para remover o material em excesso. Isto pode adicionar uma etapa total a um processo de manufaturamento, com o resultante aumento na complexidade de produção e custos. Este é um problema particular com metal duro e peças de operação contendo metal.

Várias tentativas têm sido feitas para discutir este problema, mas elas têm falhado em reduzir significativamente a rebarba de saída a um nível aceitável, e/ou têm tido pelo menos algum efeito prejudicial no desempenho da ferramenta.

5 Por exemplo, tem sido sugerido que um chanfro deva ser aplicado à borda circunferencial externa da ponta de corte, ou que o ângulo do ponto da ponta de corte deva ser aumentado (para produzir um ponto 'mais plano'). Em ambos os casos, a rebarba de saída é ainda um problema.

10 Uma tentativa adicional na redução de rebarba envolve a provisão de uma borda de corte que tenha uma parte externa que é virada para dentro em direção ao centro da ponta de corte para formar um ângulo agudo em relação à periferia externa da broca, conforme visto a partir da
15 direção axial da broca (US5078554). Esta característica de ângulo agudo é referida por fazer com que o material usinado seja dirigido para o centro do furo usinado. Desse modo, esta aproximação não discute diretamente o problema de plastificação de material usinado, preferivelmente ela
20 procura redirecionar o material plastificado. A característica de 'ângulo agudo' é mais propensa a dano.

A presente invenção procura discutir o problema de formação de rebarba de saída e coberturas de rebarba, enquanto mantém o desempenho da broca.

25 Em sua forma geral, a presente invenção propõe que uma borda de corte de uma broca helicoidal de operação de metal (por exemplo, para perfuração de aço) deve ter uma porção de corte externa que é inclinada na direção oposta ao

'ponto' formado por porções internas da borda de corte, de modo que a plastificação do substrato seja reduzida, e o fluxo de material plastificado é interrompido.

Em um primeiro aspecto, a presente invenção
5 proporciona uma broca helicoidal tendo:

uma espiga ou haste,

um eixo de rotação sobre o qual a broca helicoidal
gira durante uso, e

uma ponta de corte, a ponta de corte tendo uma borda
10 de corte, no qual uma porção de corte interna da borda de
corte forma um ponto, o ângulo do ponto estando na faixa de
110° a 160°, caracterizada em que uma parte radialmente
externa da borda de corte inclui

uma porção de corte externa que é inclinada na direção
15 axial oposta à porção de corte interna.

Neste arranjo, a porção de corte externa pode ser
através de como tendo um ângulo 'negativo' na direção axial
porque a inclinação é oposta àquela do restante da borda de
corte (isto é, o ponto formado pela porção de corte
20 interna), que, por convenção, é normalmente relacionada
como tendo um ângulo positivo.

Adequadamente, a haste inclui uma extremidade de
fixação traseira para engatamento com meios para girar a
broca helicoidal, e segue que a ponta de corte está
25 localizada na extremidade dianteira da broca.

Adequadamente, uma parte radialmente externa da porção
de corte externa é axialmente espaçada em uma direção

dianteira com relação a uma parte radialmente interna da porção de corte.

Os termos 'ponto' e 'ângulo de ponto' são familiares ao técnico no assunto, conforme é o fato que ângulos de ponto são relacionados como positivo, por convenção. Por exemplo, o ângulo de ponto de uma concretização da presente invenção é mostrado como características A na Figura 2B. Para se evitar dúvida, o ângulo de ponto é o ângulo incluído entre as bordas de corte primária e secundária projetadas sob um plano paralelo ao eixo da broca e paralelo às duas bordas de corte.

O termo 'corpo' é familiar ao técnico no assunto. Para se evitar dúvida, o corpo é a porção da broca que se estende a partir da extremidade de corte extrema ao começo da haste.

Os termos 'dianteiro' e 'traseiro', conforme aqui usados, são pretendidos somente para auxiliar na compreensão das características estruturais da broca helicoidal. Eles não são pretendidos para serem uma referência ou limitação à broca em uso.

Preferivelmente, a ponta de corte inclui 2 ou mais bordas de corte (por exemplo, 2, 3, 4, 5, ou 6 bordas de corte). Mais preferivelmente, existem somente 2 bordas de corte, isto é, bordas de corte primária e secundária.

Adequadamente, cada borda de corte inclui uma porção de corte interna que forma o ponto. Preferivelmente, cada borda de corte inclui uma porção de corte externa.

Adequadamente, um 'vale' ou 'depressão' em forma de V raso é formado entre a porção de corte interna e a porção de corte externa. Este vale ou depressão formado devido às inclinações opostas da porção de corte interna e da porção de corte externa (isto é, como um resultado do 'abaulamento' da porção de corte externa), pode ajudar a direcionar o material de despejo a partir do furo para fora a partir das bordas da ferramenta, e nas estrias da broca. Também se acredita que a porção de corte externa interrompe ou interfere com a plastificação e fluxo do material da peça de operação à medida que a broca trava através da superfície da peça de operação.

É preferido que a borda de corte seja contínua, isto é, que a porção de corte externa seja parte da borda de corte que se estende continuamente (ininterrupta) de uma parte interna para uma parte externa da ponta de corte. Adequadamente, a porção de corte interna e a porção de corte externa são unidas.

A parte radialmente mais externa da porção de corte externa está preferivelmente localizada na borda periférica externa da ponta de corte. Adequadamente a broca helicoidal inclui uma região cilíndrica (também conhecida como a margem), para proporcionar estabilidade e suporte quando perfurando na peça de operação, em particular peças de operação duras, tal como aço. Preferivelmente, a porção de corte externa se estende para a borda mais externa (periferia) da região cilíndrica.

A broca helicoidal pode incluir regiões cilíndricas duplas na borda de condução das estrias e na borda de reboque das estrias. Isto aperfeiçoa a estabilidade e suporte.

5 Além disso, é preferido que o comprimento combinado das porções de corte interna e externa seja pelo menos tão longo quanto o diâmetro do corpo da broca helicoidal.

Acredita-se que as concretizações da presente invenção reduzem a pressão no material de peça de operação à medida
10 que a broca helicoidal trava a superfície da peça de operação. As concretizações podem também proporcionar uma baixa temperatura na borda de corte, comparada às brocas helicoidais convencionais. Os resultados de testes indicam que estes efeitos benéficos são causados pela porção de
15 corte externa. Em particular, é pensado que o ângulo 'negativo' (ângulo de 'abaulamento') da porção de corte externa é responsável por estes aperfeiçoamentos. Acredita-se também que o 'vale' ou 'depressão' não somente abaixa a pressão na ponta de corte e/ou resulta em uma distribuição
20 mais favorável de pressão, mas também auxilia na interrupção ou interferência com a plastificação e fluxo do material da peça de operação à medida que a broca helicoidal trava a superfície da peça de operação.

Em qualquer caso, as concretizações da presente
25 invenção produzem furos tendo uma altura de rebarba de saída reduzida, conforme discutido mais totalmente mais tarde. Além disso, mesmo se as concretizações da presente invenção produzem uma cobertura de rebarba de saída, ela é

removida mais facilmente comparado às coberturas de rebarba produzidas por brocas helicoidais de operação de metal conhecidas porque a espessura do material que interliga a cobertura de rebarba à parede do furo é muito reduzida.

5 A porção de corte externa é preferivelmente inclinada em um ângulo de a partir de 1° a 15° em relação a um plano normal ao eixo de rotação da ferramenta, mais preferivelmente 2° a 10° , ainda mais preferivelmente 2° a $<10^{\circ}$, ainda mais preferivelmente 2° a 8° , ainda mais
10 preferivelmente, 2° a 6° , ainda mais preferivelmente 2° a 5° , e, mais preferivelmente, 2° a 4° . Este ângulo é mostrado como característica B na Figura 2B.

Conforme mencionado acima, a porção de corte externa inclinada pode, por convenção, estar relacionada como tendo
15 um ângulo negativo (ângulo de abaulamento). Neste caso, os ângulos preferidos da borda de redução de rebarba dados acima são ângulos negativos.

Adequadamente, a broca helicoidal inclui uma borda de cinzel. Neste caso, preferivelmente as extremidades
20 internas das bordas de corte são unidas às extremidades respectivas da borda de cinzel.

Adequadamente, a ponta de corte inclui adelgaçamentos de trama.

O ângulo do ponto, indicado como característica A na
25 Figura 2A, pode estar na faixa de 110° a 155° , mais preferivelmente 115° a 150° , mais preferivelmente 115° a 145° , ainda mais preferivelmente 118° a 140° , e, mais preferivelmente, cerca de 130° a 140° . De fato, um limite

inferior para o ângulo do ponto pode ser selecionado de 110°, 115°, 120°, 125°, 128° e 130° (isto é, existe um ângulo do ponto de pelo menos o valor selecionado). Um limite superior para o ângulo do ponto pode ser selecionado
5 (independentemente de um limite inferior) de 140°, 145°, 150° e 160° (isto é, existe um ângulo de não mais do que o valor selecionado).

Estes limites superior e inferior podem ser aplicados individualmente, ou em qualquer combinação para definir uma
10 faixa. Faixas particularmente preferidas incluem 128° a 160°, 128° a 155°, 128° a 150°, 128° a 145°, e 128° a 140°. Outras faixas preferidas são 130° a 160°, 130° a 155°, 130° a 150°, e 130° a 145°.

É preferido que a largura da porção de corte externa
15 esteja na faixa de 5% a 50% do diâmetro da broca helicoidal, mais preferivelmente na faixa 5% a 40%, ainda mais preferivelmente 5% a 30%, ainda mais preferivelmente 5% a 20%, e, mais preferivelmente, 10% a 20%.

Mais geralmente, a largura da porção de corte externa
20 é preferivelmente pelo menos um valor selecionado de 5% a 7,5%, 10%, 12,5% e 17,5% do diâmetro da broca helicoidal. Preferivelmente a largura da porção de corte externa não é mais do que um valor selecionado de 12,5%, 15%, 17,5%, 20%, 22,5%, 25%, 27,5% e 30% do diâmetro da broca helicoidal.
25 Estes valores podem ser aplicados individualmente, ou em qualquer combinação para definir uma faixa. Faixas particularmente preferidas incluem 5% a 17,5%, 5% a 15%, 5%

a 12,5% e 5% a 10%. Também preferidas são 7,5% a 15%, 7,5% a 12,5% e 7,5% a 10%.

Para se evitar dúvida, a largura da porção de corte externa é medida a partir do ponto no qual as porções de corte interna e externa se encontram (isto é, o "vale" referido acima) à ponta externa da porção de corte externa. Isto é indicado como característica D na Figura 2A.

A largura do ponto (característica C na Figura 2A) está preferivelmente na faixa de 50% a 90% do diâmetro da broca. Preferivelmente, a largura é pelo menos um valor selecionado de 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80% e 85% do diâmetro da broca. Preferivelmente, a largura é não mais do que um valor selecionado de 75%, 80%, 85%, 90% e 95% do diâmetro da broca. Estes valores podem ser aplicados individualmente, ou em qualquer combinação para definir uma faixa. Faixas particularmente preferidas incluem 70% a 90%, 70% a 90%, 70% a 85%, 70% a 80%. Também preferidas são 75% a 95%, 75% a 90%, 75% a 85%. Também preferidas são 80% a 95% e 80% a 90%.

O diâmetro da broca é o diâmetro sobre as margens de uma broca medida na ponta de corte.

A borda de corte, incluindo a porção de corte externa, pode ter um perfil reto na direção radial, quando vista ao longo do eixo de rotação da broca helicoidal (isto é, olhando-se na extremidade da ponta de corte). Em outras palavras, a borda de corte se estende linearmente a partir da parte interna da ponta de corte para a parte externa (por exemplo, conforme é conhecido a partir da ponta de

corte da Figura 1A). Contudo, o perfil de borda de corte pode também ser não-linear ou curvo. Em certas concretizações preferidas, o perfil de borda de corte, em particular o perfil da porção de corte interna, é curvo.

5 Ele pode ser curvo (ou dobrado) de modo que ele é convexo ou côncavo. Preferivelmente ele é convexo. Exemplos de bordas de corte convexas são dados em GB2184046A, que é incorporado aqui por referência, em particular o exemplo mostrado nas Figuras 3 e 4, e descrito na página 1, linhas
10 45 a 106 do GB2184046A.

Em concretizações preferidas, a porção de corte externa compartilha do mesmo perfil na direção radial (conforme visto ao longo do eixo de rotação, isto é, na extremidade) como o restante da borda de corte (por
15 exemplo, a porção de corte interna). Contudo, em arranjos preferidos alternativos, a porção de borda de corte tem um perfil na direção radial que é diferente do perfil do restante da borda de corte. Por exemplo, em concretizações preferidas, a porção de corte externa forma um ângulo, na
20 direção radial, com o restante da borda de corte (por exemplo, a porção de corte interna), quando a ponta de corte é vista axialmente (na extremidade). Por exemplo, a porção de corte externa é inclinada na direção radial em relação à porção de corte interna. A porção de corte
25 externa pode formar um ângulo de menos do que 180° com o restante da borda de corte, por exemplo, um ângulo na faixa $<180^\circ$ a 140° . Ângulos preferidos são na faixa $<180^\circ$ a $>160^\circ$. Desse modo, a porção de corte externa pode se

estender na frente do restante da borda de corte, na direção de corte da broca helicoidal.

Em concretizações preferidas, a ponta de corte inclui pelo menos uma face de flanco (também conhecida como uma
5 faceta ou folga) que se estende atrás da borda de corte (preferivelmente cada) na direção oposta à direção de corte, para proporcionar folga. Preferivelmente, a face de flanco forma um ângulo de folga de cerca de 5° a 20° , preferivelmente 6° a 10° . Preferivelmente, a ponta de corte
10 inclui duas, também preferivelmente três, facetas/faces de flanco associadas com a ou cada borda de corte. Adequadamente, uma segunda face de flanco se estende atrás da primeira face de flanco. Preferivelmente, o ângulo da segunda face de flanco é cerca de 10° a 30° ,
15 preferivelmente cerca de 17° a 25° .

Preferivelmente, a ponta de corte tem uma primeira face de flanco que se estende imediatamente atrás da borda de corte (preferivelmente cada), para formar um ângulo de folga de cerca de 5° a 20° , preferivelmente cerca de 6°
20 10° , e uma segunda face de flanco que se estende atrás da primeira face de flanco para formar um ângulo de folga de cerca de 10° a 30° , preferivelmente cerca de 17° a 25° .

Preferivelmente, a broca helicoidal inclui uma ou mais faces de flanco estendendo-se atrás da porção de corte
25 externa, na direção oposta à direção de corte. Adequadamente, o ângulo de folga de tal face de flanco ou faces de flanco é/são o(s) mesmo(s) conforme descrito com relação as primeira e segunda faces de flanco,

respectivamente. Tipicamente, cada uma das porções de corte interna e externa tem pelo menos uma face de flanco associada com esta. Preferivelmente, a face de flanco ou faces de flanco associadas com a porção de corte externa
5 são afiladas de modo que elas ficam mais estreitas em distâncias maiores atrás da porção de corte externa. Preferivelmente, o afilamento se estende atrás da porção de corte externa para uma distância equivalente para cerca de 5% a 40% da circunferência da broca helicoidal, mais
10 preferivelmente cerca de 5% a 20%. Em certas concretizações, isto corresponde à face de flanco ou faces de flanco de cerca de 1 mm a 10 mm, preferivelmente cerca de 1 mm a 5 mm.

Alternativamente, as faces de flanco associadas com a
15 porção de corte externa podem ser não-afiladas de modo que as bordas das faces de flanco permanecem paralelas.

Preferivelmente, a largura da face de flanco associada com a porção de corte externa, conforme medida na porção de corte externa, é a mesma conforme a largura da porção de
20 corte externa. Em outras palavras, a parte mais larga da face de flanco é preferivelmente a mesma conforme a largura da porção de corte externa com a qual ela está associada.

Preferivelmente, a broca helicoidal tem duas ou três estrias helicoidais.

25 Preferivelmente, a broca helicoidal tem um diâmetro na faixa de 1mm a 50 mm, preferivelmente 1 a 20 mm, mais preferivelmente 1 mm a 15 mm, e, mais preferivelmente, 2 mm a 15 mm.

Em uma concretização particularmente preferida, a presente invenção proporciona uma broca helicoidal tendo uma extremidade de fixação traseira para engatamento com meios para girar a broca helicoidal,

5 um eixo de rotação sobre o qual a broca helicoidal gira durante uso,

uma ponta de corte traseira, e

uma região cilíndrica para proporcionar folga de corpo, a ponta de corte incluindo

10 bordas de corte primária e secundária, bordas internas respectivas das quais formam um ponto, o ângulo do ponto sendo na faixa de 115° a 155° , no qual uma parte radialmente externa de cada uma das bordas de corte primária e secundária inclui uma porção de corte externa
15 que é inclinada na direção axialmente oposta à respectiva porção de corte interna, no qual o ângulo formado pelas porções de corte externas com relação a um plano normal ao eixo de rotação da broca helicoidal está na faixa $>2^{\circ}$ a $<10^{\circ}$, e a largura das porções de corte externas conforme
20 medida na borda de corte está na faixa 5% a 30% do diâmetro da broca helicoidal.

Preferivelmente, a largura das porções de corte externa está na faixa de 5% a 15% do diâmetro da broca helicoidal.

25 Em algumas concretizações, a broca helicoidal inclui um ou mais canais ou condutos para distribuição de refrigerante ou lubrificante à ponta de corte. Adequadamente, estes canais ou condutos se estendem a

partir da extremidade traseira da broca helicoidal para a ponta de corte dianteira.

Nas concretizações, o canto externo da porção de corte externa é chanfrado. Isto estende a vida da broca. Um raio de chanfro de 0,2 a 0,8 mm, preferivelmente 0,2 a 0,5 mm, é apropriado, dependendo do raio da broca. O chanfro pode ser provido por um aparte de cerca de 45°.

Preferivelmente a broca helicoidal de operação de metal é produzida de carbeto. Um carbeto preferido é carbeto de tungstênio. Materiais alternativos de construção incluem aço de alta velocidade (HSS), HSCo e HSCoXP, nitreto de silício e PCD (diamante policristalino), ou combinações destes (por exemplo, PCD montado em uma broca de metal).

Preferivelmente a broca helicoidal é revestida, parcialmente ou totalmente, com um revestimento superficial, tal como titânio alumínio nitreto (TiAlN). Preferivelmente o revestimento é um revestimento resistente a desgaste, adequadamente tendo um coeficiente inferior de fricção do que a ferramenta não-revestida. Outros revestimentos incluem TiN, TiCN, AlTiN, DLC (carbono similar a diamante), diamante e AlCrN.

Em um aspecto adicional, a presente invenção proporciona uma broca helicoidal tendo

uma haste,

um eixo de rotação sobre o qual a broca helicoidal gira durante uso,

uma ponta de corte, a ponta de corte tendo uma borda de corte, no qual uma porção de corte interna da borda de corte forma um ponto, o ângulo do ponto estando na faixa de 110° a 160°, no qual uma parte radialmente externa da borda de corte inclui uma porção de corte externa que é inclinada na direção axial oposta à porção de corte interna,

uma região cilíndrica na qual a porção de corte externa se estende para a borda mais externa da região cilíndrica,

uma face de flanco primária que se estende atrás da borda de corte na direção oposta à direção de corte, e

uma face de flanco secundária que se estende atrás da face de flanco primária na direção oposta à direção de corte.

As características opcionais e preferidas do primeiro aspecto podem também se aplicar a este aspecto.

Em um aspecto adicional, a presente invenção proporciona uma broca helicoidal tendo

uma haste,

um eixo de rotação sobre o qual a broca helicoidal gira durante uso,

uma ponta de corte, a ponta de corte tendo uma borda de corte, no qual uma porção de corte interna da borda de corte forma um ponto, o ângulo do ponto estando na faixa de 128° a 160°, no qual uma parte radialmente externa da borda de corte inclui

uma porção de corte externa que é inclinada na direção axial oposta à porção de corte interna, e

uma região cilíndrica na qual a porção de corte externa se estende para a borda mais externa da região cilíndrica.

Preferivelmente, o ângulo do ponto está na faixa de
5 130° a 160°.

As características opcionais e preferidas do primeiro aspecto podem também se aplicar a este aspecto.

Em um outro aspecto, a presente invenção proporciona um método de manufaturamento de uma broca helicoidal para
10 perfuração de substratos de metal, incluindo as etapas de

(i) estriar uma porção de broca para produzir uma estria helicoidal;

(ii) formar uma borda de corte na extremidade da estria, na qual uma porção de corte interna da borda de
15 corte forma um ponto tendo um ângulo do ponto na faixa 110° a 160°; e

(iii) formar uma porção de corte externa em uma parte radialmente externa da borda de corte, na qual a porção de corte externa é inclinada na direção axial oposta à porção
20 de corte interna.

Preferivelmente, a etapa (i) inclui formar 2 ou 3 estrias helicoidais. Preferivelmente a etapa (ii) inclui formar uma faceta na extremidade de cada estria, preferivelmente para produzir 2 ou 3 bordas de corte.

25 Alternativamente, a etapa (ii) inclui aplicar moagem cônica à ponta de corte para produzir a borda de corte.

Preferivelmente, a etapa de formar uma faceta na extremidade de cada estria inclui as etapas de formar uma

faceta primária atrás de cada borda de corte e, atrás de cada faceta primária, uma faceta secundária.

Preferivelmente, a etapa de formar cada faceta inclui moagem.

5 Preferivelmente, a etapa de formar a porção de corte externa inclui formar uma faceta em uma porção radialmente externa da borda de corte. Alternativamente, a porção de corte externa pode ser formada usando-se uma moagem cônica.

10 As características opcionais e preferidas dos aspectos anteriores também se aplicam a este aspecto.

Em um aspecto adicional, a presente invenção proporciona um método de modificar uma broca helicoidal tendo uma ponta de corte com um ponto tendo um ângulo do ponto na faixa 110° a 160° , no qual o método inclui a etapa
15 de formar uma porção de corte externa em uma parte externa da borda de corte, no qual a porção de corte externa é inclinada na direção axial oposta a uma porção de corte interna da borda de corte.

Preferivelmente a etapa de formar uma porção de corte
20 externa inclui reformar (preferivelmente re-moagem) da borda de corte da broca helicoidal. Adequadamente, isto envolve re-moagem das facetas primária e secundária.

Preferivelmente a broca helicoidal a ser modificada tem bordas de corte primária e secundária, e um ângulo do
25 ponto na faixa de 115° a 155° .

As características opcionais e preferidas dos aspectos anteriores também se aplicam a este aspecto.

Em um aspecto adicional, a presente invenção proporciona um método de perfuração de um material laminado, no qual uma broca helicoidal, de acordo com qualquer um dos aspectos anteriores, é usada para perfurar
5 o material laminado.

Desse modo, a presente invenção inclui o uso de brocas helicoidais de acordo com qualquer um dos aspectos anteriores em um método de perfuração de um material laminado.

10 A broca helicoidal da presente invenção é particularmente adequada para perfuração em materiais laminados (isto é, multicamada) porque ela reduz o problema de delaminação.

A delaminação ou o puxamento separado de camadas de um
15 material laminado é um problema quando brocas helicoidais convencionais são usadas. Em particular, o problema é significativo para a indústria aeroespacial que utiliza materiais "em pilha" compreendendo laminados de fibra de carbono-alumínio (isto é, uma camada de material de fibra
20 de carbono e uma camada de alumínio, às vezes conhecidos como CFRP/Al - plásticos reforçados com fibra de carbono/AL). Além, disso, a camada de fibra de carbono roça e se fragmenta no lado de entrada do furo da broca. Rebarba de saída substancial é formada no lado de saída de
25 alumínio.

As concretizações das brocas helicoidais da presente invenção não somente reduzem o problema de delaminação, mas eles também reduzem o problema de desgaste e fragmentação

do material contendo fibra ou fibroso, tal como compostos de fibra de carbono. Desse modo, no método da presente invenção, o material laminado preferivelmente compreende uma camada contendo fibra, por exemplo, uma camada contendo fibra de carbono. Preferivelmente, o material laminado inclui uma camada contendo metal, por exemplo, uma camada contendo alumínio. Adequadamente o material laminado compreende uma camada contendo fibra e uma camada contendo metal (preferivelmente uma camada contendo fibra de carbono e uma camada contendo alumínio). É particularmente preferido que o material laminado seja um material de CFRP/Al - plásticos reforçados com fibra de carbono/AL.

Adequadamente, a perfuração começa na camada contendo fibra de carbono (isto é, o furo de entrada está na camada contendo fibra de carbono). Adequadamente, a camada contendo alumínio é a última camada a ser perfurada (isto é, o furo de saída está na camada contendo alumínio).

As brocas helicoidais da presente invenção são também particularmente adequadas para uso com laminados compreendendo mais do que duas camadas, por exemplo, três, quatro, cinco ou seis camadas.

Em um aspecto adicional, a presente invenção proporciona um método de perfuração de um material contendo fibra, no qual uma broca helicoidal, de acordo com qualquer um dos aspectos anteriores, é usada para perfurar o material contendo fibra. Conforme notado acima, as brocas helicoidais da presente invenção podem reduzir o problema de desgaste e fragmentação de materiais contendo fibra.

As características opcionais e preferidas de qualquer um aspecto podem também se aplicar a qualquer dos outros aspectos. Além disso, qualquer um aspecto pode ser combinado com um ou mais dos outros aspectos.

5

Breve descrição das figuras

As concretizações da invenção, testes e experimentos ilustrando os princípios da invenção serão agora descritos com referência aos desenhos acompanhantes, em que:

10 As Figuras 1A e 1B mostram uma broca helicoidal da técnica anterior;

As Figuras 2A e 2B mostram uma broca helicoidal sendo uma concretização da presente invenção;

15 As Figuras 3A e 3B mostram os resultados de um teste de rebarba de saída para uma broca helicoidal da técnica anterior (Figura 3A), e uma broca helicoidal da presente invenção (Figura 3B);

20 As Figuras 4A e 4B mostram os resultados de um teste no material laminado CFRP/Al usando uma broca helicoidal da técnica anterior; e

As Figuras 5A e 5B mostram os resultados de um teste no material laminado CFRP/Al usando uma broca helicoidal da presente invenção.

25 Descrição Detalhada de Concretizações da Invenção e Experimentos de Suporte

A Figura 1 mostra a extremidade de corte de uma broca helicoidal convencional, por exemplo, uma broca helicoidal

CDX, conforme manufaturada por Dormer Tools (Sheffield) Ltd. Esta broca já foi discutida.

As Figuras 2A e 2B mostram uma concretização da presente invenção na qual a broca helicoidal de operação de metal é produzida de carbeto. Outros materiais são também possíveis, por exemplo, HSS, etc.

A ponta de corte 51 da broca helicoidal tem muitas características em comum com a broca helicoidal convencional mostrada nas Figuras 1A e 1B, e as mesmas referências numéricas foram usadas para identificar características comuns.

Esta concretização difere da broca helicoidal convencional da Figura 1 em que as bordas de corte incluem bordas de corte internas 55, 57 e, radialmente para fora destas porções internas, porções de corte externas 59, 61.

As bordas de corte internas formam um ponto 18 que tem um ângulo 'positivo' A, neste caso 130° . Outros ângulos de ponto podem também serem usados, preferivelmente na faixa de 115° a 155° .

Em uma parte periférica externa de cada borda de corte 55, 57 está uma porção de corte externa 59, 61. As porções de corte externas são inclinadas em um ângulo B de 3° em relação a um plano normal ao eixo de rotação. Devido à inclinação da porção de corte externa ter uma inclinação oposta ao ângulo de ponto, o ângulo da porção de corte externa pode ser relacionado como um ângulo negativo, isto é, -3° . Outros ângulos são também possíveis,

preferivelmente maiores do que 2° (-2°), e mais preferivelmente, na faixa de $>2^\circ$ a 15° .

A largura da porção de corte externa D, conforme medida na borda de corte, é 10,5% do diâmetro da broca helicoidal. Outras larguras são possíveis, preferivelmente na faixa de 10% a 30%.

Uma terceira faceta 69 se estende atrás de cada porção de corte externa, para proporcionar folga.

A largura do ponto C é 75% do diâmetro da broca helicoidal. Outras larguras de ponto são possíveis, preferivelmente na faixa de 50% a 90%.

O perfil da borda de corte interna, conforme visto axialmente (na extremidade ou vista plana da broca helicoidal) é reto, apenas similar à broca helicoidal convencional da Figura 1. Contudo, em outras concretizações preferidas, a borda de corte interna tem um perfil curvo (adequadamente convexo) na direção radial. Na concretização mostrada na Figura 2A, o perfil da porção de corte externa é curvo, tal que a borda periférica externa da porção de corte externa assenta na frente do restante da borda de corte, isto é, na direção de corte. Em outras palavras, a porção de corte externa curva conduz à borda de corte. Outros perfis são possíveis, por exemplo, uma borda de corte reta, ou uma borda de corte interna curva, e porção de corte externa reta.

A borda de corte desta concretização foi afiada com uma ferramenta de moagem de diamante. Outras técnicas de

acabamento e afiamento de borda de corte conhecidas podem também serem usadas.

Nesta concretização, a broca helicoidal tem um diâmetro de 6,0 mm. Outros diâmetros são possíveis, preferivelmente na faixa de 1 mm a 50 mm, mais preferivelmente 1 a 20 mm.

Medições de características estruturais chaves da broca helicoidal mostrada nas Figuras 2A e 2B são colocadas na tabela abaixo.

10 Broca ϕ - 6,0 mm

Item	Nom.	Tolerância
A	130	± 2
B	-3°	± 1
C	4,50	$\pm 0,05$
D	0,63	$\pm 0,10$

Método de produção de broca helicoidal

O método seguinte ilustra como uma concretização da presente invenção pode ser produzida.

Um pedaço de broca foi submetido as seguintes etapas de usinagem e moagem:

- Formação de estrias helicoidais duplas
- Moagem de folga de corpo (isto é, margem de formação

20 13)

- Moagem de Folga Secundária (11)
- Moagem de Folga Primária (9)
- Moagem de Terceira Faceta (69) na Folga Primária (9)

- Moagem de Adelgaçamento (4)
- Afiamento de Bordas de Corte (55, 57, 59 e 61)

Método de modificação de broca helicoidal convencional

5 Uma broca CDX convencional, disponível de Dormer Tools (Sheffield) Ltd, foi re-móida para formar uma porção de corte externa, conforme mostrado nas Figuras 2A e 2B.

 O procedimento foi conforme colocado acima para produção da broca helicoidal, exceto que não foi necessário
10 formar as estrias ou folga de corpo. A re-moagem, portanto, compreendeu re-moagem das facetas primária e secundária, seguido por moagem da terceira faceta, para formar a porção de corte externa.

15 Estudos da altura da rebarba

 As brocas helicoidais da presente invenção se comprovaram bem sucedidas na redução da altura de rebarba de saída. A Figura 3A mostra a rebarba de saída criada quando uma broca helicoidal de operação de metal
20 convencional (nesta caso, uma broca CDX disponível de Dormer Tools (Sheffield) Ltd) foi usada para perfurar furos em uma peça de operação de aço (EM 3B). Em adição, a broca produziu uma cobertura de rebarba que foi difícil de desalojar.

25 Usando-se as mesmas condições de operação e mesma peça de operação (EM 3B), uma broca helicoidal de acordo com a presente invenção (isto é, muito similar a uma broca mostrada nas Figuras 2A e 2B) produziu furos tendo uma

altura de rebarba muito menor. Em adição, poucas coberturas de rebarba foram produzidas, e aquelas que estavam ainda fixadas à peça de operação foram facilmente desalojadas porque elas estavam ligadas ao substrato por apenas uma
5 peça delgada de material de rebarba.

As brocas helicoidais da presente invenção podem ser usadas para cortar um furo em uma variedade de metais e compostos, e, em todos os casos, ela tem se mostrado reduzir a altura de rebarba de saída. Contudo, os
10 resultados mais benéficos são exibidos com peças de operação produzidas de aços de carbono, Ti, aço inoxidável, alumínio, cobre, latão, e materiais compostos, tais como fibra de carbono e plásticos reforçados com vidro. As concretizações têm também conduzido a uma redução na
15 'delaminação', enquanto perfura materiais compostos (isto é, peças de operação compreendendo camadas de material diferente).

Em AMG 1.2 (similar a EM 3B), a altura de rebarba de saída foi mostrada reduzir até 80-90%. A Figura 3A mostra
20 os resultados de um teste com uma broca padrão do tipo mostrado na Figura 1. A broca padrão produziu uma altura de rebarba de saída de 0,8 - 1,0 mm. Em contraste, a broca helicoidal da presente invenção, do tipo mostrada na Figura 2, produziu consistentemente uma altura de rebarba de saída
25 de entre 0,1 - 0,2 mm.

Os Requerimentos de Condição de Corte em AMG 1.2 (similar a EM 3B) são conforme segue:

Velocidade de Fuso - 3500 rpm

Taxa de Penetração - 875 mm/min

Profundidade de Perfuração - 39 mm

A broca helicoidal cortou por cerca de 25,5 minutos, que equivale a 654 furos na profundidade de perfuração
5 acima.

Profundidade de Perfuração e Estudos de Desgaste

Testes com a broca helicoidal da presente invenção mostram que ela é capaz de alcançar tempos de perfuração em
10 excesso de 38 minutos, usando os seguintes parâmetros operacionais.

A requerente normalmente recomenda que uma broca seja capaz de um tempo de perfuração de 30 minutos, de modo que este requerimento é encontrado confortavelmente pela nova
15 broca helicoidal.

Testes para estabelecer as características de desgaste das brocas helicoidais da presente invenção indicam que a eficiência de corte e taxa de falha da broca helicoidal é comparável ao desempenho das brocas helicoidais de operação
20 de metal padrões do tipo mostrado na Figura 1.

Estudo 1

Testes foram efetuados com uma broca helicoidal similar àquela mostrada nas Figuras 2A e 2B, usando-se
25 configuração de máquina e parâmetros, em AMG 1.2 (similar a EM 3B):

- Centro de Usinagem Vertical
- Refrigerante de Ferramenta Através de 20 bar

Velocidade rpm	3500
Alimentação mm/min	875
Profundidade mm	40

Neste teste, os diâmetros de broca de 10,1 mm e 8,2 mm foram usados para furos atravessantes.

5 Após completar 516 furos (258 furos por bilete), a borda de corte estava ainda cortando eficientemente. A altura de rebarba de saída foi consistentemente baixa, e o teste continuou até falha da broca.

Os resultados do teste mostraram uma grande redução no
10 controle da altura de rebarba de saída, enquanto o desempenho do corte foi mantido.

Estudo 2

Testes múltiplos foram efetuados usando-se brocas
15 helicoidais similares àquela mostrada nas Figuras 2A e 2B.

A configuração da máquina foi conforme se segue:

- Centro de Usinagem Vertical
- Refrigerante de Ferramenta Através de 20 bar
- Concentração de Refrigerante 7-8%

20 Os diâmetros da broca foram 8,2 mm, e os parâmetros de perfuração ótimos foram encontrados para serem conforme segue:

Velocidade rpm	5240
Alimentação mm/min	1048
(mm/ver)	(0,2)
Profundidade mm	37,40

Em cada caso, as brocas de 8,2 mm operaram bem com uma vida de broca média de 38,85 metros de corte. O objetivo era alcançar um desempenho consistente de pelo menos 30 metros, e este foi confortavelmente excedido.

A broca produziu limalha aceitável, com raspagem curta, em particular partida curta e apara de saída. A produtividade foi boa e comparável ao desempenho de brocas helicoidais de operação de metal conhecidas.

O critério de desempenho principal foi com relação à altura de rebarba minimizada e a geometria da broca helicoidal da presente invenção alcançadas com uma entrada minimizada consistente e altura de rebarba de saída de um máximo de cerca de 0,1 mm. Em alguns casos, existe uma 'cobertura de saída' produzida, mas esta foi facilmente removida sem dano à peça de operação.

Conforme notado acima, o crescimento continuado de fibra de carbono e material em pilha de fibra de carbono alumínio nos últimos projetos de aeronave (por exemplo, A380/B787/A400M/JSF), trouxe consigo uma necessidade aumentada de se perfurar este novo material laminado, enquanto se mantêm os critérios estritos do desempenho da ferramenta em termos de tamanho de furo, acabamento superficial e rebarba de saída. Estes materiais laminados

trazem consigo a dificuldade adicionada de usinagem de fibra de carbono, tais como delaminação, desgaste, erosão do furo, fragmentação e desgaste excessivo da ferramenta.

A combinação de fibra de carbono e alumínio em um laminado proporciona um desafio porque as características de usinagem são muito diferentes para cada material. Não obstante, o uso de concretizações das brocas helicoidais da presente invenção resulta em delaminação reduzida, desgaste, erosão de furo e fragmentação, conforme ilustrado no teste abaixo. Além disso, a vida aumentada da ferramenta foi alcançada, comparada às brocas helicoidais conhecidas.

CFRP/Al Resultados dos Testes

(A) Broca helicoidal da técnica anterior

Os projetos de broca atuais usados pela indústria aeroespacial não produzem as especificações de furo requeridas quando se perfura material em pilha de fibra de carbono alumínio (CFRP/Al). As Figuras 4A e 4B mostram um exemplo dos resultados produzidos pelas geometrias de broca atuais.

As Figuras 4A e 4B realçam os problemas comuns quando se perfura material em pilha de CFRP/Al com brocas helicoidais convencionais: - A Figura 4A mostra desgaste e fragmentação do material de CFRP; e a Figura 4B mostra grandes rebarbas de 'coroamento', que não são um resultado aceitável quando da perfuração.

Os testes acima foram realizados nas seguintes condições:

- Perfuração Seca

- Velocidade - 3130 rpm
- Alimentação - 239 mm/min
- Profundidade - 24,0 mm (Al 12,0 mm/CRFP 12,0 mm)

Uma broca de ponto moída cônica de 118° foi usada (sem
5 porção de corte interna inclinada).

A vida da ferramenta alcançada com as brocas helicoidais convencionais foi entre 10-15 horas antes de a ferramenta falhar.

(B) Broca helicoidal da presente invenção

10 As Figuras 5A e 5B realçam os benefícios de desempenho da nova geometria de ponto: - A Figura 5A mostra fragmentação mínima e nenhum desgaste do composto de fibra de carbono; e a Figura 5B não mostra rebarba produzida quando da saída do alumínio.

15 Os resultados acima foram produzidos usando-se as mesmas condições de corte conforme mencionadas acima, mas usando-se uma broca similar a uma mostrada nas Figuras 2A e 2B. Bem como os benefícios de perfuração realçados, a vida da ferramenta foi também aumentada de 10 furos para 100
20 furos.

Isto é um aperfeiçoamento na vida da ferramenta de 10 vezes o padrão atual.

É para ser compreendido que variantes dos exemplos descritos acima da invenção em seus vários aspectos, tais
25 como seriam prontamente aparentes ao técnico no assunto, podem ser feitas sem fugir do escopo da invenção em qualquer de seus aspectos.

REIVINDICAÇÕES

1.- Broca helicoidal tendo

uma haste,

5 um eixo de rotação sobre o qual a broca helicoidal gira durante uso, e

uma ponta de corte, a ponta de corte tendo uma borda de corte, no qual uma porção de corte interna da borda de corte forma um ponto, o ângulo do ponto estando na faixa de
10 110° a 160°, caracterizada pelo fato de que uma parte radialmente externa da borda de corte inclui

uma porção de corte externa que é inclinada na direção axial oposta à porção de corte interna.

2.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 1,
15 caracterizada pelo fato de que o ângulo do ponto está na faixa de 128° a 160°.

3.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que o ângulo do ponto está na faixa de 130° a 160°.

20 4.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que a porção de corte externa é inclinada em um ângulo de a partir de 2° a <10° em relação a um plano normal ao eixo de rotação.

25 5.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que a porção de corte externa é inclinada em um ângulo de a partir de 2° a 8° em relação a um plano normal ao eixo de rotação.

6.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de que a porção de corte externa é inclinada em um ângulo de a partir de 2° a 6° em relação a um plano normal ao eixo de rotação.

7.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o ângulo do ponto é 128° a 160° , e a porção de corte externa é inclinada em um ângulo de a partir de 2° a $<10^{\circ}$ em relação a um plano normal ao eixo de rotação.

8.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que a largura da porção de corte externa é na faixa de 5% a 30% do diâmetro da broca helicoidal.

9.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que a largura da porção de corte externa é na faixa de 5% a 20% do diâmetro da broca helicoidal.

10.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que a largura da porção de corte externa é na faixa de 5% a 15% do diâmetro da broca helicoidal.

11.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o ângulo do ponto é 128° a 160° , a porção de corte externa é inclinada em um ângulo de a partir de 2° a $<10^{\circ}$ em relação a um plano normal ao eixo de rotação, e a largura da porção de corte externa é na faixa de 5% a 15% do diâmetro da broca helicoidal.

12.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que a broca helicoidal inclui uma região cilíndrica.

5 13.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que a porção de corte externa se estende para a borda mais externa da região cilíndrica.

14.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o ângulo do ponto é 128° -
10 160° , a porção de corte externa é inclinada em um ângulo de a partir de 2° a $<10^{\circ}$ em relação a um plano normal ao eixo de rotação, e a broca helicoidal inclui uma região cilíndrica, no qual a porção de corte externa se estende para a borda mais externa da região cilíndrica.

15 15.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que a parte radialmente mais externa da porção de corte externa está localizada na borda periférica externa da ponta de corte.

20 16.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que a ponta de corte tem uma primeira face de flanco que se estende imediatamente atrás da borda de corte, e uma segunda face de flanco que se estende atrás da primeira
25 face de flanco.

17.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 16, caracterizada pelo fato de que o ângulo de folga da

primeira face de flanco é cerca de 5° a 20° , e o ângulo de folga da segunda face de flanco é cerca de 10° a 30° .

18.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 16 ou reivindicação 17, caracterizada pelo fato de que a
5 broca helicoidal inclui uma face de flanco que se estende atrás da porção de corte externa para proporcionar um ângulo de folga que é o mesmo do ângulo de folga da primeira face de flanco.

19.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação
10 18, caracterizada pelo fato de que a face de flanco associada com a porção de corte externa é afilada de modo que ela se torna mais estreita em distâncias maiores atrás da porção de corte externa.

20.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das
15 reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que o ângulo do ponto é na faixa de 130° a 150° .

21.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que o ângulo do ponto é na faixa de 130° a 140° .

20 22.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que a ponta de corte inclui 2 bordas de corte, que formam o ponto.

23.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das
25 reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que a broca helicoidal inclui uma borda de cinzel, e extremidades radialmente internas das bordas de corte são unidas a extremidades respectivas da borda de cinzel.

24.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que a broca helicoidal inclui estrias helicoidais duplas.

5 25.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que a broca helicoidal inclui um ou mais canais ou condutos para a distribuição de refrigerante ou lubrificante para a ponta de corte.

10 26.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que a broca helicoidal é produzida de carbeto de tungstênio.

15 27.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que a broca helicoidal é revestida, parcialmente ou totalmente, com um revestimento superficial resistente a desgaste.

28.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 24, caracterizada pelo fato de que o revestimento superficial resistente a desgaste é carbono similar a diamante (DLC).

20 29.- Broca helicoidal tendo
uma extremidade de fixação traseira para engatamento com meios para girar a broca helicoidal,
um eixo de rotação sobre o qual a broca helicoidal gira durante uso,
25 uma ponta de corte traseira, e
uma região cilíndrica para proporcionar folga de corpo, a ponta de corte incluindo

bordas de corte primária e secundária, bordas internas respectivas das quais formam um ponto, o ângulo do ponto sendo na faixa de 130° a 155° , no qual uma parte radialmente externa de cada uma das bordas de corte primária e secundária inclui uma porção de corte externa que é inclinada na direção axialmente oposta à respectiva porção de corte interna, no qual o ângulo formado pelas porções de corte externas com relação a um plano normal ao eixo de rotação da broca helicoidal está na faixa $>2^{\circ}$ a $<10^{\circ}$, e a largura das porções de corte externas conforme medida na borda de corte está na faixa 5% a 15% do diâmetro da broca helicoidal.

30.- Broca helicoidal tendo

uma haste,

um eixo de rotação sobre o qual a broca helicoidal gira durante uso,

uma ponta de corte, a ponta de corte tendo uma borda de corte, no qual uma porção de corte interna da borda de corte forma um ponto, o ângulo do ponto estando na faixa de 110° a 160° , caracterizada pelo fato de que uma parte radialmente externa da borda de corte inclui uma porção de corte externa que é inclinada na direção axial oposta à porção de corte interna,

uma região cilíndrica na qual a porção de corte externa se estende para a borda mais externa da região cilíndrica,

uma face de flanco primária que se estende atrás da borda de corte na direção oposta à direção de corte, e

uma face de flanco secundária que se estende atrás da face de flanco primária na direção oposta à direção de corte.

5 31.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 30, caracterizada pelo fato de que o ângulo do ponto está na faixa de 115°C a 160°C.

32.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 31, caracterizada pelo fato de que o ângulo do ponto está na faixa de 120°C a 160°C.

10 33.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 32, caracterizada pelo fato de que o ângulo do ponto está na faixa de 125° a 160°.

34.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 31, caracterizada pelo fato de que o ângulo do ponto está 15 na faixa de 130° a 160°.

35.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações 30 a 34, caracterizada pelo fato de que a porção de corte externa é inclinada em um ângulo de a partir de 2° a <10° em relação a um plano normal ao eixo de 20 rotação.

36.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 35, caracterizada pelo fato de que a porção de corte externa é inclinada em um ângulo de a partir de 2° a 8° em relação a um plano normal ao eixo de rotação.

25 37.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que a porção de corte externa é inclinada em um ângulo de a partir de 2° a 6° em relação a um plano normal ao eixo de rotação.

38.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações 30 a 37, caracterizada pelo fato de que a largura da porção de corte externa é na faixa de 5% a 30% do diâmetro da broca helicoidal.

5 39.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 38, caracterizada pelo fato de que a largura da porção de corte externa é na faixa de 5% a 20% do diâmetro da broca helicoidal.

10 40.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 39, caracterizada pelo fato de que a largura da porção de corte externa é na faixa de 5% a 15% do diâmetro da broca helicoidal.

41.- Broca helicoidal tendo

uma haste,

15 um eixo de rotação sobre o qual a broca helicoidal gira durante uso,

uma ponta de corte, a ponta de corte tendo uma borda de corte, no qual uma porção de corte interna da borda de corte forma um ponto, o ângulo do ponto estando na faixa de
20 128° a 160°, caracterizada pelo fato de que uma parte radialmente externa da borda de corte inclui uma porção de corte externa que é inclinada na direção axial oposta à porção de corte interna, e

uma região cilíndrica na qual a porção de corte
25 externa se estende para a borda mais externa da região cilíndrica.

42.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 38, caracterizada pelo fato de que o ângulo do ponto está na faixa de 130°C a 160°C.

5 43.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 41 ou reivindicação 42, caracterizada pelo fato de que a porção de corte externa é inclinada em um ângulo de a partir de 2° a <10° em relação a um plano normal ao eixo de rotação.

10 44.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 43, caracterizada pelo fato de que a porção de corte externa é inclinada em um ângulo de a partir de 2° a 8° em relação a um plano normal ao eixo de rotação.

15 45.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 44, caracterizada pelo fato de que a porção de corte externa é inclinada em um ângulo de a partir de 2° a 6° em relação a um plano normal ao eixo de rotação.

20 46.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações 41 a 45, caracterizada pelo fato de que a largura da porção de corte externa é na faixa de 5% a 30% do diâmetro da broca helicoidal.

47.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 46, caracterizada pelo fato de que a largura da porção de corte externa é na faixa de 5% a 20% do diâmetro da broca helicoidal.

25 48.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 47, caracterizada pelo fato de que a largura da porção de corte externa é na faixa de 5% a 15% do diâmetro da broca helicoidal.

49.- Broca helicoidal, de acordo com qualquer uma das reivindicações 41 a 45, caracterizada pelo fato de que a ponta de corte tem uma primeira face de flanco que se estende imediatamente atrás da borda de corte, e uma
5 segunda face de flanco que se estende atrás da primeira face de flanco.

50.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 49, caracterizada pelo fato de que o ângulo de folga da primeira face de flanco é cerca de 5° a 20° , e o ângulo de
10 folga da segunda face de flanco é cerca de 10° a 30° .

51.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 49 ou reivindicação 50, caracterizada pelo fato de que a broca helicoidal inclui uma face de flanco que se estende atrás da porção de corte externa para proporcionar um
15 ângulo de folga que é o mesmo do ângulo de folga da primeira face de flanco.

52.- Broca helicoidal, de acordo com a reivindicação 51, caracterizada pelo fato de que a face de flanco associada com a porção de corte externa é afilada de modo
20 que ela se torna mais estreita em distâncias maiores atrás da porção de corte externa.

53.- Método de manufaturamento de uma broca helicoidal para perfuração de substratos de metal, caracterizado pelo fato de incluir as etapas de

25 (i) estriar uma porção de broca para produzir uma estria helicoidal;

(ii) formar uma borda de corte na extremidade da estria, na qual uma porção de corte interna da borda de

5 corte forma um ponto tendo um ângulo do ponto na faixa 110° a 160° ; e

5 (iii) formar uma porção de corte externa como uma parte radialmente externa da borda de corte, na qual a porção de corte externa é inclinada na direção axial oposta à porção de corte interna.

54.- Método, de acordo com a reivindicação 53, caracterizado pelo fato de que o ângulo do ponto é na faixa 128° a 160° .

10 55.- Método, de acordo com a reivindicação 54, caracterizado pelo fato de que o ângulo do ponto é na faixa de 130° a 160° .

15 56.- Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 53 a 55, caracterizado pelo fato de que a porção de corte externa é formada de modo a ter um ângulo de a partir de 2° à $<10^{\circ}$ em relação a um plano normal ao eixo de rotação da broca helicoidal.

20 57.- Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 53 a 56, caracterizado pelo fato de que a etapa de formar uma porção de corte interna inclui a etapa de formar uma faceta na extremidade da estria, e a etapa de formar a porção de corte externa inclui a etapa de formar uma faceta adicional.

25 58.- Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de que a etapa de formar cada faceta inclui moagem.

59.- Método de modificar uma broca helicoidal tendo uma ponta de corte com um ponto tendo um ângulo do ponto na

faixa 110° a 160°, no qual o método inclui a etapa de formar uma porção de corte externa em uma parte externa da borda de corte, no qual a porção de corte externa é inclinada na direção axial oposta a uma porção de corte interna da borda de corte.

60.- Método, de acordo com a reivindicação 59, caracterizado pelo fato de que a etapa de formar uma porção de corte externa inclui re-moagem da broca helicoidal.

61.- Método de perfuração de um material laminado, caracterizado pelo fato de que uma broca helicoidal de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 52 é usada para perfurar o material laminado.

62.- Método, de acordo com a reivindicação 61, caracterizado pelo fato de que o material laminado inclui uma camada contendo fibra.

63.- Método, de acordo com a reivindicação 62, caracterizado pelo fato de que a camada contendo fibra compreende fibra de carbono.

64.- Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 61 a 63, caracterizado pelo fato de que o material laminado inclui uma camada contendo metal.

65.- Método, de acordo com a reivindicação 64, caracterizado pelo fato de que a camada contendo metal inclui alumínio.

66.- Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 61 a 64, caracterizado pelo fato de que o material laminado inclui uma camada de composto de fibra de carbono e uma camada contendo alumínio.

67.- Método, de acordo com a reivindicação 66, caracterizado pelo fato de que o material laminado é um material de CFRP/Al.

5 68.- Método de perfuração de um material contendo fibra, caracterizado pelo fato de que uma broca helicoidal de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 52 é usada para perfurar o material contendo fibra.

10 69.- Método, de acordo com a reivindicação 68, caracterizado pelo fato de que o material contendo fibra compreende fibra de carbono.

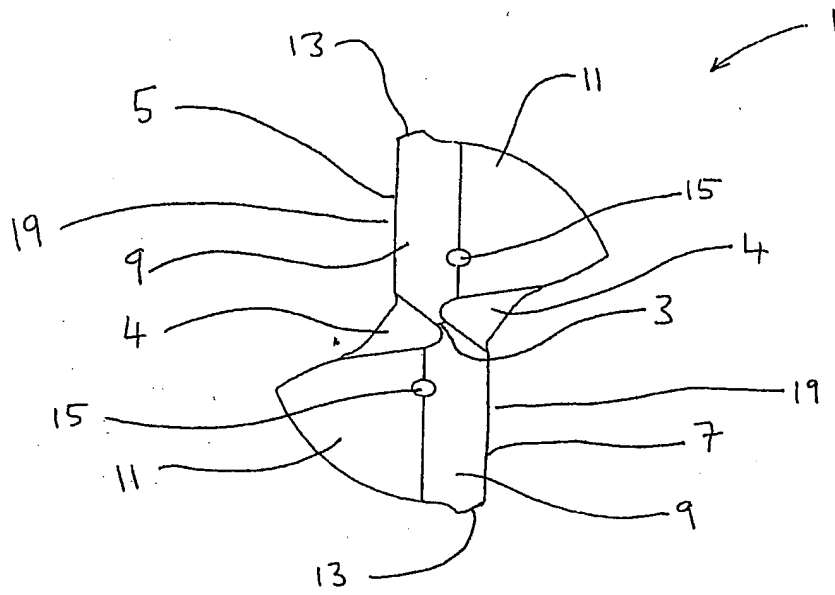


Fig 1A

ESTADO DA TÉCNICA

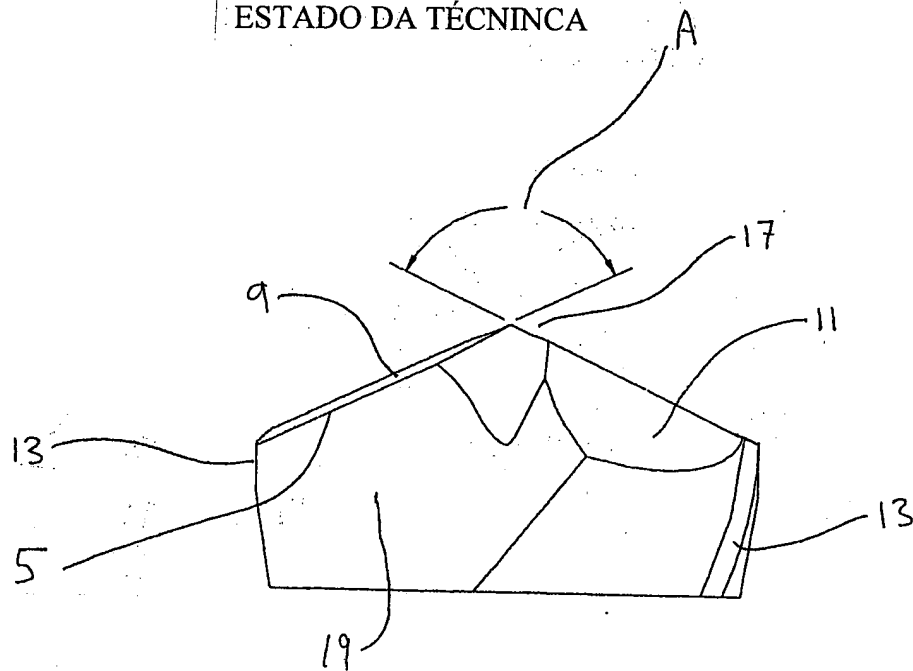


Fig 1B

ESTADO DA TÉCNICA

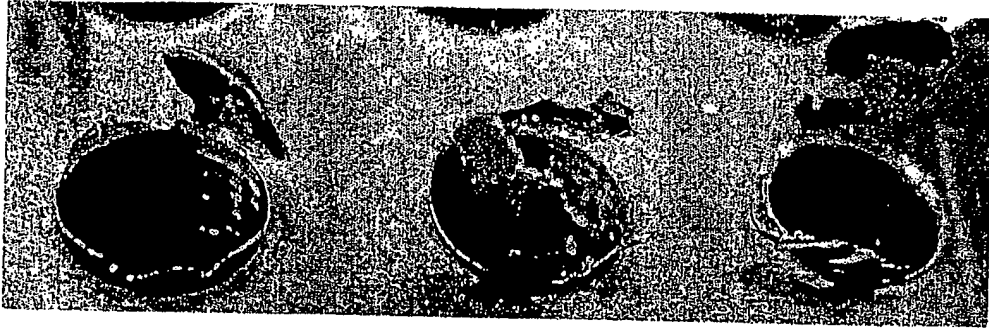


Fig 3A

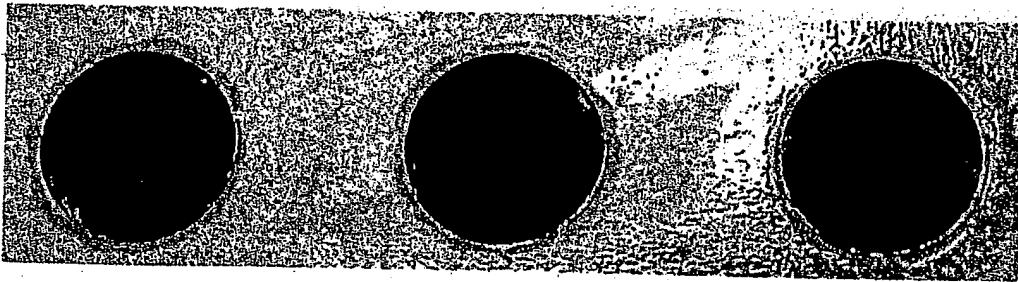


Fig 3B

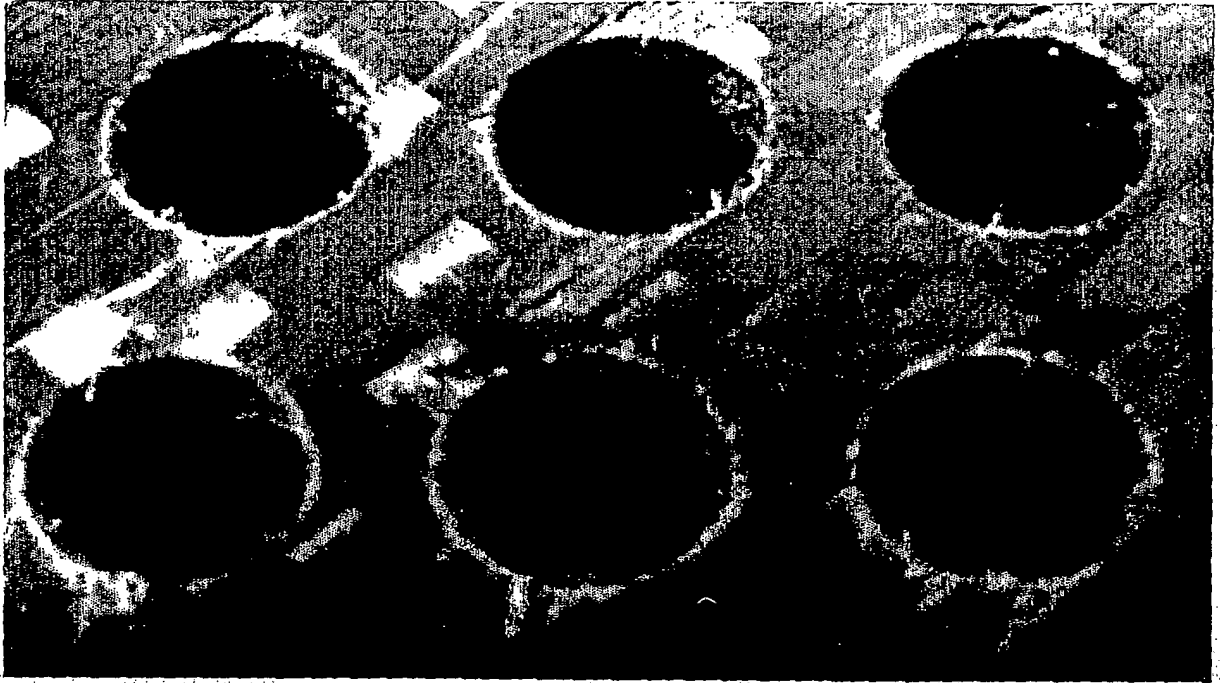


Fig. 4A



Fig. 4B

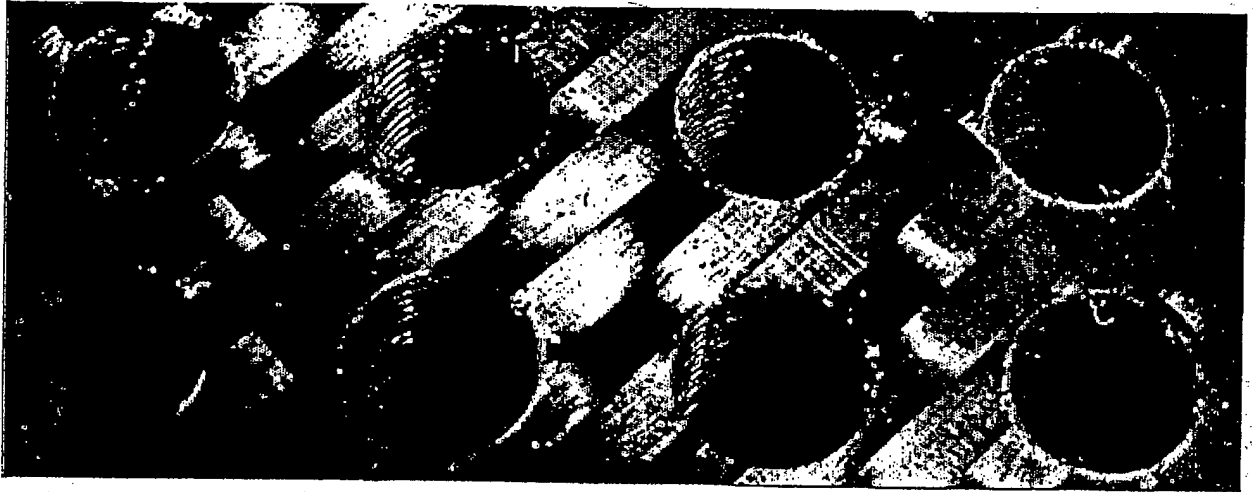


Fig. 5A

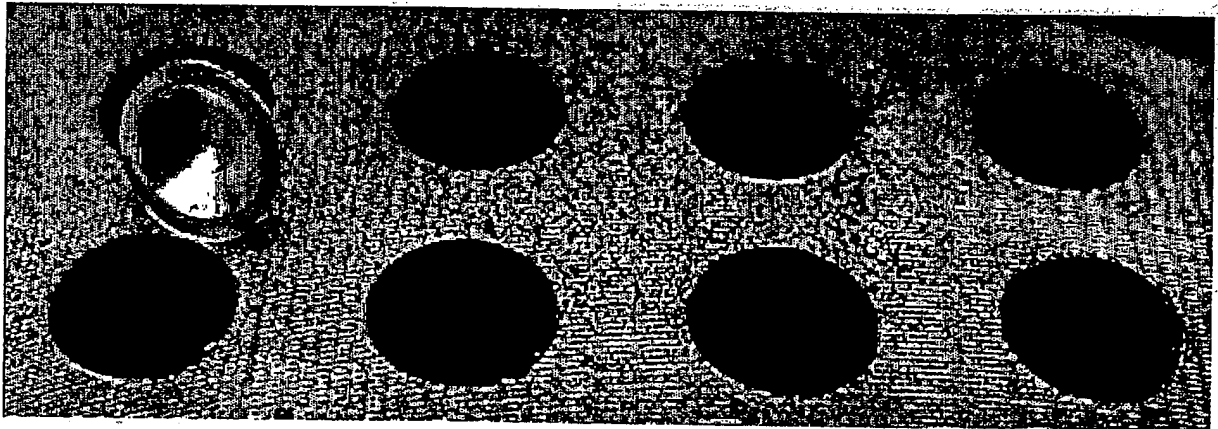


Fig. 5B

710613966-3

RESUMO**"BROCA HELICOIDAL"**

Uma broca helicoidal de operação de metal é provida
5 com bordas de corte internas que formam um ponto (18) tendo
um ângulo A de 130° . Uma parte periférica externa de cada
borda de corte (55, 57) forma uma porção de corte externa
(59, 61). As porções de corte externas se inclinam na
direção oposta às bordas de corte internas correspondentes
10 e formam um ângulo B de 3° em relação a um plano normal ao
eixo de rotação da broca helicoidal. A largura da porção de
corte externa D, conforme medida na borda de corte, é 10,5%
do diâmetro da broca helicoidal. A broca helicoidal de
operação de metal produz furos tendo uma altura de rebarba
15 de saída reduzida.