



Metal duro é um material relativamente moderno, produto da metalurgia do pó, e de grande importância para todos os processos de usinagem na indústria moderna.

Totalmente diferente dos materiais fundidos, como por exemplo o aço, os produtos da metalurgia do pó inicialmente se apresentam em forma de pó. Os diversos pós metálicos são misturados, prensados e sinterizados, formando assim um material de alta densidade, composto de partículas duras incrustadas no metal ligante. As partículas duras são os carbonetos metálicos, os quais dentro do metal duro, criam sua resistência ao desgaste, enquanto o metal ligante cria a tenacidade.

O processo de fabricação de metal duro é muito complexo e vamos dividi-lo em quatro partes principais, que descreveremos a seguir.

A matéria prima principal, a xilita, é um minério com alto teor de tungstênio. Este minério passa por uma série de tratamentos químicos e mecânicos, tais como: moagem, lavagem, filtração, aquecimento e nova moagem, até chegar ao tungstênio metálico puro em pó.

Este tungstênio metálico com impurezas de semente 0,0001%, é misturado em carbono em pó, e o conjunto é elevado a uma temperatura entre 900 a 1000°. Desta maneira, obtém-se o carboneto de tungstênio, que é o componente principal do metal duro. As características mais importantes do carboneto de tungstênio são a sua alta dureza e portanto alta resistência ao desgaste, bem como sua fácil dissolução em cobalto com crescente temperatura.

O cobalto é o metal ligante mais usado em metal duro normal. Em algumas classes de metal duro usam-se ainda outros componentes, que serão mencionados posteriormente. Os vários pós são misturados em moedores de bola, onde também se chega a determinada dimensão dos grãos.

Após este processo, os pós metálicos são misturados com cera em pó e prensados em forma de briquetes, que são pré-sinterizados aproximadamente entre 900 a 1000°C numa atmosfera de proteção.

Estes briquetes pré-sinterizados têm a consistência aproximada de grafita de lápis e devem ser manipulados cuidadosamente, a fim de evitar avarias nos cantos e arestas.

Aqueles briquetes que não receberam o formato final durante a prensagem são agora usinados por meio de rebolo, torneamento ou furação.

O último processo da fabricação, a sinterização final, durante o qual o briquete se torna uma peça acabada de metal duro em forma de pastilha ou pastilha intercambiável, é feito a uma temperatura aproximada de 1300 a 1600°C. Nesta temperatura o metal ligante se funde e dissolve uma parte dos carbonetos, dos quais 10 a 50% também se encontram em estado de fusão. Durante o processo de sinterização final, o briquete encolhe aproximadamente 20% em direção linear e 50% em volume e qualquer porosidade é eliminada.

Conforme já mencionado, o metal duro contém componentes duros incrustados no metal ligante. Os componentes mais importantes são o carboneto de tungstênio, denominado fase α , e o metal ligado denominado fase β . O teor de fase α determina a resistência ao desgaste do metal duro, enquanto o teor de fase β determina a tenacidade. Entre estas duas propriedades, existe uma relação inversamente proporcional, ou seja, uma alta resistência ao desgaste somente pode ser obtida em prejuízo da tenacidade ou vice-versa. Esta relação entre resistência ao desgaste e tenacidade sempre tem apresentado grandes problemas e tem sido a razão para o desenvolvimento da grande quantidade de diferentes classes de metal duro hoje existentes para a usinagem da grande quantidade dos diferentes materiais e tipos de usinagem da indústria moderna.

Uma das propriedades mais importantes do metal duro é a sua resistência ao desgaste. O quadro do desgaste varia conforme o material usinado, que produz cavacos curtos ou longos. Os materiais ferrosos de cavacos curtos, materiais não ferrosos e materiais não metálicos causam principalmente o desgaste frontal na face de folga da ferramenta, enquanto materiais ferrosos de cavacos longos causam principalmente uma craterização na face de saída do cavaco.

O desgaste frontal é principalmente um processo abrasivo a baixas temperaturas, enquanto a craterização é uma combinação de um processo abrasivo e de difusão atômica, criada pela alta temperatura do cavaco e da ferramenta.

Em adição às classes de metal duro que consistem somente de carboneto de tungstênio e cobalto, foram desenvolvidas outras classes, que contêm ainda carbonetos de titânio, tântalo e nióbio. O teor desses carbonetos é denominado fase χ .

A fase χ proporciona ao metal duro maior resistência ao processo de craterização e difusão entre cavaco e metal duro. O carboneto de titânio age como uma espécie de lubrificante sólido, o que resulta num menor atrito entre o cavaco e a ferramenta, e assim numa redução da temperatura criada por este atrito.

Além de sua alta resistência ao desgaste, o metal duro conforme já diz o seu nome, tem dureza extremamente alta. A sua estrutura muito fina e homogênea possibilita a manutenção de uma alta dureza, mesmo sob elevadas temperaturas.

É evidente que, para que o metal duro, com sua elevada dureza e reduzida tenacidade possa usinar aço com elevada tenacidade, devemos recorrer a um artifício. A maneira de conseguir o corte é a de arredondar a aresta cortante, ou seja, tirar o corte da aresta por meio de um rebolo muito fino, ou de qualquer outro processo mecânico de abrasão. Quando esta aresta arredondada entra em contato com a peça que gira com velocidade relativamente alta, cria-se um atrito que é imediatamente transformado em alta temperatura. Já mencionamos antes a capacidade do metal duro de reter elevada dureza com altas temperaturas. Assim, quando pelo atrito chegamos a temperaturas por volta de 800° , o metal duro ainda retém uma elevada dureza, enquanto o aço começa a entrar em sua fase plástica, perdendo parte de suas propriedades mecânicas. É neste momento, que devido à pressão do avanço, um cavaco começa a ser formado, saindo pela superfície de saída e esfriando rapidamente. Na zona do corte em volta da aresta cortante, devemos manter sempre temperaturas ao redor de 700 a 800° na usinagem de aço, pois caso contrário, a aresta cortante com toda a pressão do cavaco frio, estará sujeita a quebra.

Na usinagem de materiais ferrosos de cavacos curtos, materiais não ferrosos e materiais não metálicos a situação é diferente. Nos materiais ferrosos de cavacos curtos, as forças de corte são baixas e, portanto, não necessitamos do arredondamento da aresta. Nos casos de usinagem dos materiais não metálicos e não ferrosos, temos materiais que não podem ser aquecidos, e portanto, tem de ser cortados por meio de uma aresta perfeitamente afiada. Temos de lembrar, porém, que todos estes materiais tem baixa força de corte, o que significa que um cavaco é facilmente separado e não existe problema de quebras do metal duro.

Metal duro tem um coeficiente de dilatação térmica muito baixo, cujo valor é aproximadamente do valor do coeficiente do aço.

Este fato é uma vantagem, pois um baixo coeficiente significa boa manutenção de forma, mesmo sob altas temperaturas.

Porém, é também uma desvantagem quando consideramos os problemas de solda. Ao juntar a haste de aço e a pastilha de metal duro, as diferenças nos coeficientes de dilatação térmica criam depois da solda grandes tensões, que são altamente desvantajosas para a ferramenta. Metal duro com alto teor de cobalto tem melhores propriedades de solda do que metal duro com baixo teor deste material. O perigo de trincas também aumenta com maior teor de fase χ . Por estas razões, sempre se aconselha soldar de preferência classes de metal duro mais tenazes.

Apesar das ferramentas com pastilhas intercambiáveis terem superado as ferramentas soldadas numa grande quantidade de usinagens, as ferramentas soldadas ainda existem para muitos casos especiais e a solda continua apresentando graves problemas, que devem ser tratados com grande cuidado.

A classificação dos diversos tipos de metal duro, de acordo com a norma ISO e a classificação das dimensões das pastilhas para solda e das pastilhas intercambiáveis, serão mencionadas numa outra apostila.

NORMAS ISO PARA METAL DURO

A "ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE PADRONIZAÇÃO" - ISO (International Standardization Organization) foi estabelecida para a elaboração de normas e padrões internacionais. Consiste de comissões responsáveis para certos ramos de atividades, compostas por membros dos países associados, entre os quais está a Suécia.

A premente necessidade de uma padronização internacional fica cada vez mais patente pelo intercâmbio comercial e industrial entre todos os países do mundo. Assim a ISO tenta padronizar tudo, desde a dimensão de um alfinete até os componentes pré-moldados de concreto para arranha-céus. O tamanho do papel que aqui usamos é padronizado, os sistemas de medidas, pesos, formas, roscas, parafusos, parafusos, metais, plásticos e muitos outros são apreciados pelas comissões, normas são elaboradas e, depois de aprovadas pelos países membros, adotadas.

No Brasil temos a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), geralmente seguindo de perto as normas elaboradas pela ISO.

Assim, se construirmos alguma máquina e usarmos parafusos padronizados, se momentaneamente não os encontrarmos no Brasil, poderemos importá-los de qualquer país associado à ISO e usá-los sem problemas (não somente a forma e dimensão como também as tolerâncias são padronizadas).

No presente trabalho vamos restringir-nos às normas aplicadas às ferramentas com metal duro para usinagem em máquinas operatrizes.

Estas ferramentas também estão sendo padronizadas por uma das comissões da ABNT, da qual participam além de representantes de diversas entidades oficiais as seguintes firmas:

Fábrica Paulista de Brocas e Ferramentas de Corte S.A.
Fagersta do Brasil S.A.

Ford Willys S.A.

Indústria de Ferramentas Suavis S.A.

Mercedes Benz do Brasil S.A.

Robert Bosch do Brasil

Sandvik do Brasil S.A.

Twill S.A. Indústria e Comércio

Volkswagen do Brasil S.A.

CLASSIFICAÇÃO DE METAL DURO

Devido aos grandes problemas encontrados na elaboração de uma padronização direta das diversas classes de metal duro, a ISO resolveu classificar suas aplicações em diversos grupos, conforme características do metal usinado e as condições da operação. Cada grupo de aplicação tem uma sigla composta por uma letra e dois algarismos.

As letras são:

P - Metal duro para usinagem de materiais ferrosos de cavacos longos (aço laminado ou fundido, ferro maleável e ferro nodular ou ligado, com tendência para cavacos longos).

K - Metal duro para uso geral ou aplicações especiais, em materiais de cavacos longos ou curtos.

K - Metal duro para usinagem de materiais ferrosos de cavacos ^{curtos} ~~curtos~~ (ferro fundido cinzento, etc.) aço temperado, metais não ferrosos e materiais não metálicos.

Os números vão de 01 até 50, com intervalos de 5 em 5. Valor crescente do número significa aplicação mais desfavorável nas condições de trabalho e portanto maior tenacidade do metal duro.

Temos por exemplo para acabamento de aço uma classe ISO P10 e para ferro fundido cinzento ISO K10. Para desbastes em aço ISO P30, P35 ou P40 e para ferro fundido ISO K20, K25 ou K30.

Cada fabricante de metal duro denomina suas classes de metal duro com certas siglas, fornecendo porém também o grupo de aplicação ISO para o qual cada tipo de metal duro é adequado. Temos por exemplo os fabricantes no Brasil, no grupo P10:

Sandvik: S1Premium
GC 1025

Brassinter: T-124
T-16

Fagersta: S1F

A ABNT classificou o metal duro de acordo com sua norma P-CB-1, que adotou as mesmas siglas e o mesmo critério como a ISO, e da qual anexamos uma cópia

PASTILHAS INTERCAMBIÁVEIS

Estas pastilhas, usadas em ferramentas de fixação mecânica, obedecem à mesma norma dimensional do mundo inteiro. Existem somente diferenças nas siglas adotadas pelas diversas normas existentes e aqui retringimo-nos à padronização ISO também em elaboração pela ABNT.

A norma ISO para dimensão e tipo das pastilhas intercambiáveis usa um código composto de quatro letras e três grupos de dois algarismos cada.

Exemplo: T N M G 22 04 12

1ª letra: Formato T = triangular (triangular, quadrado, redondo, etc.)

2ª letra: Ângulo de folga (N = 0°)

3ª letra: Tolerância ($M \pm 0,05$ a $0,2$ no formato e $\pm 0,13$ mm na espessura)

4ª letra: Forma da superfície (G= com furo cilíndrico e quebra cavacos em ambos os lados).

1º grupo de números: Comprimento nominal da aresta cortante (22 = 22 mm)

2º grupo de números: Espessura nominal (04 = 4 mm)

3º grupo de números: Raio da ponta (12 = 1,2 mm)

Além do exemplo acima citado, existe mais uma grande quantidade de combinações de letras e números, cuja descrição poderá ser encontrada na maioria dos catálogos dos fabricantes. A norma ABNT também deverá ser publicada brevemente e anexamos uma cópia da mesma para melhor esclarecimento.

PASTILHAS PARA SOLDAR

Também aqui adotou-se a combinação de letras e algarismos. Os formatos básicos tem letras A, B, C, D, E e as dimensões são indicadas pelos números que seguem a letra.

Exemplo: C 16

C: pastilha retangular com aresta lateral

16: aresta cortante com comprimento de 16 mm

Também desta norma anexamos uma cópia.