

Quando falamos sobre atrito, dissemos que ele é prejudicial em conjuntos mecânicos porque traz como consequência o aumento da temperatura, o desgaste da superfície, a liberação de partículas, a predisposição à corrosão e a micro-soldagem a frio.

Das consequências que acabamos de listar, o desgaste da superfície, dependendo do que se quer fazer, é não só útil mas necessário. Nada de espanto! Se você está ligado, deve se lembrar também de que, a certa altura daquela aula, dissemos que o atrito pode ser benéfico em alguns tipos de operações mecânicas. São as operações de retificação e acabamento. Nelas, o mecânico retira o material sob a forma de cavacos, exatamente como nas outras operações de usinagem. A diferença está no fato de que esses cavacos são tão pequenos que só podemos observá-los com lentes de aumento. Isso permite obter um acabamento muito melhor e manter tolerâncias muito mais estreitas, mesmo em materiais extremamente duros.

Nesta aula, vamos estudar os materiais que realizam essas operações. São os abrasivos, em muitos casos parecidos com as pedras de amolar que todo o mundo conhece.

Usando o atrito para trabalhar os materiais

Será que você sabe o que é um abrasivo? É fácil. Vamos voltar um pouco no tempo e lembrar da época em que não havia panelas de alumínio polido ou esmaltado, com o interior recoberto de resinas antiaderentes. Aço inoxidável na cozinha, então, nem

se fale! Era um tempo em que nossas mães, muito caprichosas, esmeravam-se em manter suas panelas, talheres e torneiras brilhando. E você consegue se lembrar ao menos de um dos materiais que sua mãe usava para deixar tudo polido como espelho?

O que podemos lhe garantir é que ele ainda hoje é encontrado nas prateleiras dos supermercados. E então, já se lembrou? Isso mesmo: o sapóleo. Ele vinha em barras que sua mãe raspava para obter um pó que era esfregado sobre a panela que ela queria “arear”.

Se você pegar um pouco de sapóleo e passar em uma superfície de aço inoxidável, por exemplo, o que acontecerá? Quanto mais grossos forem os grãos, mais riscos ou marcas você terá na superfície, certo? Isso significa que o atrito desses grãozinhos (na verdade, minúsculos grãos de areia) com a superfície do metal retirou do aço uma camada invisível de sua superfície, daí a presença dos riscos. Esses grãozinhos fazem parte de uma família de materiais que têm essa capacidade, ou seja, retirar camadas de um material por meio do atrito. Eles são chamados de abrasivos.



Na mecânica, as ferramentas de corte feitas de materiais abrasivos são usadas para trabalhar todos os materiais e metais desde os mais macios até os mais duros. É impossível imaginar a indústria mecânica sem as ferramentas abrasivas. Os abrasivos de que elas são fabricadas podem ser usados sob a forma de pós, grãos soltos, rebolos, barras e placas de diferentes formas e dimensões.

Nas operações executadas com o auxílio desses materiais, o atrito do abrasivo com a peça retira quantidades variadas de material, dependendo do resultado que se quer obter. Grãos mais grossos retiram mais material. Por outro lado, quanto mais fino for o grão do abrasivo, mais fino e polido será o acabamento obtido.

De um rolamento de agulhas a um motor de caminhão, do brinquedo de plástico à faca de cozinha, praticamente todos os produtos à sua volta sofreram uma operação de usinagem por abrasivos durante o processo de fabricação. Daí, a importância desse material e, por consequência, do assunto desta aula.

Para parar e estudar

Até aqui a aula está bem fácil. Mesmo assim, volte um bocadinho, releia tudo e faça os exercícios a seguir.

Exercícios

- 1.** Responda:
 - a)** O atrito pode trazer algumas consequências para um conjunto mecânico em funcionamento. Quais são elas?
 - b)** Você pode usar o atrito, em seu benefício, em algumas operações mecânicas. Quais são elas e qual o resultado que se obtém nessas operações?
 - c)** O que é um abrasivo?
 - d)** Cite ao menos dois produtos abrasivos que você tem na cozinha de sua casa.
- 2.** Sublinhe a palavra que completa corretamente as seguintes afirmações:
 - a)** A superfície de uma chapa de aço inoxidável trabalhada com abrasivos terá (mais - menos) riscos se o grão abrasivo for mais grosso e (mole - duro).
 - b)** As ferramentas de corte feitas de materiais (plásticos - abrasivos) servem para trabalhar todos os tipos de materi-

- ais, desde os mais (duros - macios) até os mais (duros - macios).
- c) Os abrasivos podem ser usados sob a forma de pós, (pedaços - grãos) soltos, rebolos, barras e placas de diferentes (formatos - espécies) e tamanhos.
 - d) Dependendo do tipo de trabalho a ser executado, quanto mais (fino - grosso) for o grão abrasivo, mais material será retirado. Inversamente, quanto mais (fino - grosso) for o grão, mais fino e polido será o acabamento.

O que usar como abrasivo?

Provavelmente o homem usa abrasivos desde que começou a usar metais e pedras preciosas para fazer jóias e se enfeitar. Para polir as pedras preciosas, os joalheiros usavam pó de diamante, esmeril e areia de trípole. Talvez ele usasse também areia bem fina que, misturada com algum aglomerante, formava uma pasta para polir os metais das jóias que fabricava.

Hoje em dia, os abrasivos naturais compreendem basicamente materiais de origem cerâmica como o corindon, o quartzo e a sílica, além do diamante (que não é um material cerâmico). O corindon, na verdade um óxido de alumínio (Al_2O_3) com 90% de pureza, é o mais conhecido abrasivo natural. A presença de impurezas piora suas propriedades. O diamante, por sua vez, é o mais duro dos abrasivos naturais, sendo usado para afiar ferramentas desgastadas. O uso dos diamantes artificiais também está cada vez mais comum para o mesmo tipo de aplicação.

Os abrasivos sintéticos também são de origem cerâmica. São eles: o eletrocorindon (normal e branco), com até 95% de óxido de alumínio, obtido por fusão elétrica a partir da alumina pura; o carboneto de silício negro ou verde (SiC), comumente chamado de carborundum e formado por uma combinação química de silício com carbono obtida a temperaturas entre 2.200°C e 2.300°C. O último é o carbeto de boro com até 95% de carbeto de boro cristalino. Esses abrasivos são usados principalmente para

afiar ferramentas de corte ou polir e dar acabamento final a estampos, matrizes e gabinetes.

Todos os abrasivos sintéticos são processados a quente e saem do forno em forma de pedaços maciços, que são depois moídos em grãos com arestas ou cantos agudos. São esses cantos que dão ao material abrasivo sua capacidade de cortar outros materiais.

O tamanho de cada grão determina a classificação da capacidade de corte do abrasivo, seja ele natural ou sintético. Olhando os dois lados de uma lixa de unha, você pode entender mais facilmente do que estamos falando: o lado com grãos mais grossos desbasta a sua unha mais rapidamente, enquanto o lado mais fino dá um acabamento melhor, deixando a unha mais lisa. Assim, dá para perceber que o tamanho do grão e sua dureza, juntamente com o formato da ferramenta e o tipo de aglomerante, ou seja, uma espécie de cola que gruda os grãos uns nos outros, determinam a utilização da ferramenta abrasiva.

Para formar essas ferramentas, os grãos abrasivos podem ser unidos por meio de um material aglomerante na forma de uma liga cerâmica, uma resina ou um metal. Por esse processo, você fabrica uma ferramenta chamada rebolo. Esse tipo de ferramenta é usada na retificação cilíndrica em superfície plana e paralela; na eliminação de rebarbas e na afiação de ferramentas.

Outras ferramentas de corte possuem pontas feitas com óxido de alumínio que podem ser unidas por meio de um processo de prensagem a frio seguido de sinterização ou por uma única operação de prensagem a quente. Essas ferramentas têm alta resistência ao desgaste e à deformação em temperaturas altas. Por isso, essas ferramentas podem cortar durante mais tempo, com velocidades de corte maiores. O problema é que, por sua fragilidade, elas têm uso restrito.

Os grãos abrasivos também podem ser ligados por meio de cola ou resina e aplicados sobre um suporte (papel, por exemplo) para

formar as lixas. Lixas que têm uma tela como suporte e óxido de alumínio como abrasivo são usadas para trabalhar metais.

Para parar e estudar

Nesta segunda parte da aula, foram resumidas as informações mais importantes sobre os abrasivos. Estude tudo com atenção, pois agora vamos para os exercícios.

Exercícios

3. Escreva **V** ou **F** conforme sejam verdadeiras ou falsas as afirmações a seguir. Em seguida, reescreva corretamente as sentenças que você considerou falsas.
 - a) () Na Antigüidade, o homem usava pó de diamante, esmeril e areia de trípole para polir pedras preciosas.
 - b) () Basicamente, os abrasivos naturais compreendem materiais de origem cerâmica como o diamante, a sílica e a argila.
 - c) () O corindon é um óxido de alumínio (Al_2O_3) com 90% de pureza.
 - d) () O diamante é o mais conhecido dos abrasivos naturais.
 - e) () Raramente o diamante é usado para afiar ferramentas desgastadas.
 - f) () Os abrasivos sintéticos são usados principalmente para afiar ferramentas de corte ou para polir e dar acabamento em estampos, matrizes e gabaritos.
4. Aqui temos uma lista com palavras e depois uma lista de sentenças com lacunas. Escolha as palavras que completam corretamente as lacunas.
 1. Retificação - rebarbas - rebolo.
 2. Abrasivos sintéticos - grãos - cantos.
 3. Resistência - óxido de alumínio - fragilidade.
 4. Material abrasivo - materiais - cantos.
 5. Capacidade - abrasivo - grão.

6. Dureza - ferramenta - aglomerante.
- Todos os são processados a quente e saem do forno na forma de pedaços maciços que são moídos posteriormente e transformados em com arestas e agudos.
 - O que dá ao sua capacidade de cortar outros são suas arestas e agudos.
 - O que determina a classificação da de corte do natural ou sintético é o tamanho do
 - O tamanho do grão e sua juntamente com o formato da e o tipo de determinam sua utilização.
 - Ferramentas utilizadas na cilíndrica em superfícies planas e paralelas, na afiação de ferramentas e na eliminação de são chamadas de
 - As ferramentas que têm alta ao desgaste e à deformação em altas temperaturas, possuem pontas feitas com, embora tenham uso restrito por sua
5. Relacione os abrasivos sintéticos de origem cerâmica com suas respectivas características:
- | Abrasivos sintéticos | Características |
|-----------------------------|--|
| a) () Eletrocorindon | 1. Formado por uma combinação química de silício com carbono, obtida a temperaturas entre 2.200°C e 2.300°C. |
| b) () Carborundum | 2. Constituído de carbono, tungstênio e cobalto. |
| c) () Carbeto de boro | 3. Constituído de carboneto de potássio e tungstênio. |
| | 4. Obtido por fusão elétrica a partir da alumina pura. |

Algumas propriedades dos materiais abrasivos

Você já estudou duas partes desta aula. Será que você é capaz de dizer por que os abrasivos são usados? Vamos refrescar sua memória: para cortar, retificar, rebarbar ou afiar em diferentes operações de usinagem. Só que para realizar essas tarefas, como qualquer outro material, o abrasivo tem que apresentar algumas características, algumas propriedades. Você pode imaginar quais são elas?

Os materiais usados como abrasivos podem fornecer a primeira pista. Para isso vamos lembrar um cuja característica principal com certeza você conhece. É o diamante. Ele é muito duro, não é mesmo? Pois bem, a primeira propriedade de um abrasivo é a dureza. Um abrasivo deve ser duro para poder penetrar e riscar o material sobre o qual vai se trabalhar. Quanto maior a diferença entre a dureza do abrasivo e do material a ser trabalhado, maior a eficiência do abrasivo. O carboneto de silício e o óxido de alumínio são consideravelmente mais duros que a maioria dos materiais e, portanto, são substâncias próprias para serem usadas como abrasivos.

Assim como as facas e as tesouras perdem o corte com o uso, os abrasivos tendem a se deteriorar devido ao achatamento dos grãos porque, com o atrito, os cantos deles ficam arredondados. Por isso, a capacidade desses grãos de cortarem outro material diminui bastante. Para manter essa capacidade de corte durante mais tempo, o abrasivo tem que ter tenacidade, ou seja, ele deve ser capaz de resistir à fratura.

Para permanecer com os cantos dos grãos vivos e afiados, o abrasivo também tem que apresentar resistência ao atrito. Essa capacidade está relacionada não só a sua dureza que já mencionamos, mas também à afinidade química entre o abrasivo e o material a ser desbastado, principalmente quando as pressões e as temperaturas são elevadas.

De qualquer modo, quando esses grãos abrasivos estão unidos em uma ferramenta como o rebolo, é necessário lembrar a importância do aglomerante. Assim, a dureza do rebolo, está

também relacionada à tenacidade com que a liga aglomerante mantém os grãos agrupados. Para usinar materiais brandos (macios) usam-se rebolos duros. Para usinar materiais duros, empregam-se rebolos brandos (macios), porque os grãos desgastados se desprendem facilmente, deixando descoberto novos grãos com arestas agudas.

Para finalizar a aula temos a seguir uma tabela resumindo o que falamos sobre os abrasivos.

Abrasivo	Nome comercial	Aplicações	Propriedades
Óxido de alumínio (Al_2O_3) Branco ou cinza	Corindon; eletrocorindon	Afiação de ferramentas. Usinagem de aço, fero forjado ou maleável. Usinagem de bronze laminado.	Dureza Tenacidade Resistência ao atrito
Carbeto de silício (SiC) Verde ou preto	Carborundum	Afiação de ferramentas de ligas duras (metal duro). Usinagem de ferro fundido, bronze, alumínio, latão, cobre	Dureza Baixa tenacidade
Diamante (natural ou artificial)	Diamante	Afiação de ferramentas	Elevada dureza

Aqui termina nossa aula e o curso sobre materiais usados na indústria mecânica. Esperamos que você tenha aprendido tudo o que tentamos ensinar. Não é muito, não é tudo. É apenas o começo. Para ser um bom profissional, a gente nunca deve parar de estudar e deixar de aprender. Por isso, sempre que possível, mantenha um constante contato com manuais, catálogos de fabricantes e livros sobre este assunto e outros mais que fazem parte da área da Mecânica.

Para parar e estudar

A aula já acabou, mas a sua tarefa, não. Falta estudar a última parte e fazer o exercício a seguir.

Exercícios

- 6.** Responda.
- a)** Cite algumas aplicações para os abrasivos.
 - b)** Quais são as três propriedades dos abrasivos? Cite-as e explique o que cada uma delas significa em relação ao abrasivo.
 - c)** Explique com suas palavras por que os abrasivos perdem seu poder de corte.
 - d)** Por que o carboneto de silício e o óxido de alumínio podem ser usados como abrasivos?

O último teste é para fazer você pensar.

Avalie o que você aprendeu

Países como os Estados Unidos, o Japão, a Alemanha, a Inglaterra, que estão na vanguarda do desenvolvimento industrial, também estão na vanguarda da produção e consumo de abrasivos... Isto nos leva ao primeiro axioma (afirmação verdadeira): o consumo de abrasivos será o índice para medir o desenvolvimento industrial de um país.

Fonte: Rebolos & Abrasivos, por Guillaume Nussbaum. São Paulo: Ícone, 1988, pág.

16

- 7.** Com base naquilo que aprendeu nesta aula, você concorda com o trecho que acabamos de reproduzir? Por quê?

Gabarito

- 1. a)** Aumento de temperatura, desgaste da superfície, liberação de partículas, micro-soldagem a frio etc.
- b)** Operações de retificação e acabamento, obtendo-se com isso uma qualidade melhor com tolerâncias mais precisas mesmo em materiais mais duros.
- c)** São pequenos grãozinhos que, por meio do atrito, são capazes de tirar camadas de um material. Esses grãos são chamados abrasivos.
- d)** Sapóleo e esponja de aço

