

Comparação dos métodos de usinagem

Você usaria um canhão para acabar com um formigueiro? Compareceria a um Congresso de Fisiologistas usando um maiô? Faria uma viagem de Aracaju a Maceió num supersônico Concorde?

É claro que não! O bom senso ensina que cada coisa tem a sua hora e o seu lugar. É por isso que você certamente não recomendaria uma máquina de corte a laser para fazer um único furo cilíndrico em uma chapa de aço de 2 milímetros de espessura, que poderia muito bem ser feito com uma furadeira e uma broca comum.

Mas, no universo da Mecânica, as fronteiras entre uma decisão equilibrada e uma decisão estapafúrdia nem sempre são tão claras.

Diante dos muitos métodos e processos de produção disponíveis, dos múltiplos aparatos tecnológicos, saídos dos laboratórios de pesquisa para os setores de produção e da sedução exercida pela novidade e pelos modismos, não são poucos os profissionais da área que encontram dificuldades para discernir qual a melhor solução para cada necessidade de produção.

Na verdade, não existe uma regra geral para chegar a uma decisão correta. É preciso, em cada caso, comparar os custos e as condições técnicas. Sobretudo, é preciso que se tenha conhecimento e informações sobre as opções disponíveis, para poder avaliar criteriosamente o interesse industrial de cada método de trabalho.

Estudando os diversos métodos de produção nas aulas anteriores, você adquiriu uma visão geral de cada caso. Nesta aula, você terá a oportunidade de comparar os diversos métodos, e identificar os prós e contras de cada um deles, de acordo com determinados critérios apresentados.

Métodos clássicos de usinagem

Nossa aula

As máquinas-ferramenta clássicas realizam, com muita facilidade, movimentos retilíneos e de rotação. Com elas, é possível conseguir exatidão em superfícies planas e superfícies de revolução. Combinações simples permitem obter formas helicoidais (roscas e perfis de dentes de engrenagens) e superfícies combinadas (perfis simultaneamente helicoidais e cônicos).

Perfis mais complexos podem ser obtidos por **reprodução**. Os pantógrafos para gravação de moldes e de matrizes e as laminadoras de roscas são exemplos desse tipo de máquinas.

Entre as máquinas de reprodução que funcionam por **abrasão**, merecem menção as retificadoras de cames cilíndricos, utilizadas para fabricação de calibradores, virabrequins, eixos-comando de válvulas etc. Essas máquinas funcionam com a ajuda de um gabarito, ou por comparação ótica de um traçado com o perfil da peça.

Para usinar peças de grandes dimensões, foi necessário acrescentar potência e massa a essas máquinas, o que tornou indispensável o uso de servomecanismos, comandados por embreagens magnéticas, distribuidores hidráulicos ou amplificadores eletrônicos, com evidentes reflexos sobre o seu preço.

O fator econômico não deve ser negligenciado, pois interfere na avaliação do interesse industrial de cada método de trabalho.

A viabilização técnica e econômica dos novos métodos não implica, contudo, o desaparecimento das formas tradicionais de trabalho.

É possível prever que as máquinas de reprodução clássicas, associadas a equipamentos de comando numérico, serão reservadas para os trabalhos em grandes séries. Para que seja econômico atribuir-lhes tarefas menos repetitivas, é necessário que a quantidade de material a retirar seja grande e que a quantidade de peças a reproduzir compense os gastos com o ferramental.

Agrupando os novos métodos

Uma maneira interessante de formar uma visão de conjunto, consiste em agrupar os diversos métodos em função dos atributos comuns que apresentam.

Um fator importante na análise dos métodos de produção é a **natureza da energia** envolvida no processo.

De acordo com a **natureza energética**, podemos agrupar os métodos avançados de usinagem estudados neste módulo em quatro categorias, a saber: mecânica, química, eletroquímica e eletrotérmica, como mostra o quadro a seguir.

NATUREZA ENERGÉTICA DO PROCESSO	MODO DE REMOÇÃO DO MATERIAL	NOME DO PROCESSO
Mecânica	<ul style="list-style-type: none"> • por erosão 	<ul style="list-style-type: none"> - usinagem por jato de água - usinagem por jato de água com abrasivo - usinagem por ultra-som
Química	<ul style="list-style-type: none"> • por reações químicas 	<ul style="list-style-type: none"> - usinagem química
Eletroquímica	<ul style="list-style-type: none"> • por reações eletrolíticas 	<ul style="list-style-type: none"> - usinagem eletroquímica
Eletrotérmica	<ul style="list-style-type: none"> • por fusão / vaporização 	<ul style="list-style-type: none"> - usinagem a laser - usinagem por plasma - usinagem por feixe de elétrons - usinagem por eletroerosão

Este quadro põe em evidência o modo de remoção de material em cada um dos métodos avançados estudados. Por outro lado, nos processos tradicionais de usinagem, o arranque de material se dá, em geral, por cisalhamento.

Outro aspecto importante a considerar refere-se aos campos de aplicação destes novos processos de usinagem, destaque do quadro a seguir.

PROCESSO	APLICAÇÕES
Eletroerosão Eletroquímica Plasma	Usinagens diversas em materiais condutores
Ultra-som Ultra-som rotativo	Usinagens diversas em materiais maus condutores
Feixe de elétrons Jato de água Jato de água com abrasivo Laser	Microusinagem
Química	Usinagem de peças delicadas

Este quadro serve como referência para a seleção do método de trabalho. Você fica sabendo, por exemplo, que a eletroerosão aplica-se somente a materiais condutores. Conseqüentemente, não se presta à usinagem de materiais maus condutores, como a madeira, as resinas etc., das quais habitualmente são feitas as matrizes, protótipos e moldes para fundição.

A usinagem eletroquímica também só se aplica a corpos condutores. Óxidos isolantes ou materiais vitrificados são obstáculos ao uso desse método.

O corte por plasma é outro método aplicável apenas a metais condutores, como o aço inoxidável, o alumínio e outros metais não-ferrosos, tendo surgido como uma alternativa ao oxicorte, que não era aplicável aos materiais acima por gerar reações químicas.

Numa segunda categoria, a dos métodos aplicados a materiais maus condutores, destacam-se o ultra-som e o ultra-som rotativo. Estes métodos são especialmente adequados para a usinagem de materiais frágeis, duros ou quebradiços, como o vidro, a cerâmica e o diamante.

Quando o objetivo é a microusinagem, o campo de escolha do método pode recair sobre o feixe de elétrons, o jato de água ou o laser.

Entretanto, uma análise mais acurada de qualquer desses métodos é necessária, antes da definição do procedimento a adotar. Por exemplo, o feixe de elétrons pode levar a alterações da estrutura cristalina, na região de corte, o que o tornaria contra-indicado para usinagem de aços com alto teor de carbono, onde um endurecimento da superfície não é desejável.

Como você vê, certas condições impõem um procedimento particular: alguns materiais não podem ser atacados por abrasão, por eletroerosão ou por eletrólise. Uma fresa não pode usinar uma forma reentrante, que um eletrodo facilmente usinaria. Alguns materiais excluem a possibilidade de usinagem eletrotérmica. O feixe de elétrons produz grande exatidão, mas só se justifica sua aplicação para dimensões reduzidas.

Ou seja, uma visão de conjunto das diferentes técnicas é sempre indispensável para julgar com conhecimento de causa, sem deixar de lado os procedimentos convencionais, facilmente ignorados, embora mais econômicos em algumas situações.

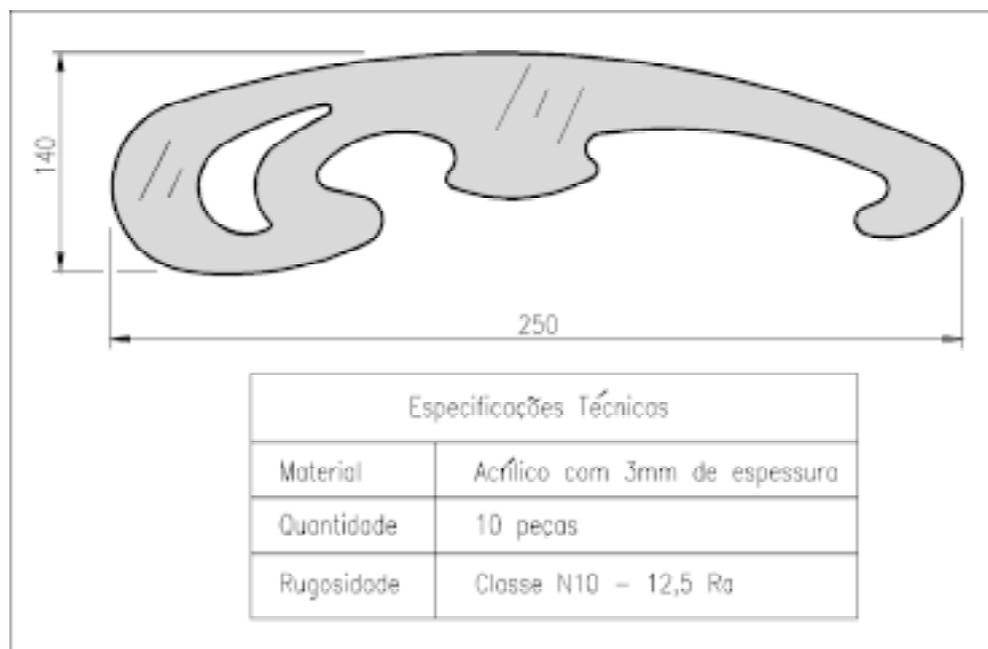
O quadro da página 148 apresenta uma visão comparativa geral dos processos convencionais e dos processos avançados de usinagem. Vale lembrar que as variáveis analisadas nesse quadro não esgotam todas as possibilidades que devem ser avaliadas na determinação de um método particular de trabalho.

Resolvendo um problema

Uma microempresa especializada em usinagem eletroquímica distribuiu um folheto de divulgação com o seguinte apelo de vendas:

“Envie um desenho técnico ou um croqui com as dimensões e nós realizaremos todos os demais serviços em nossa própria indústria.”

Um cliente interessou-se pela oferta e encaminhou o croqui abaixo.



Pare! Pesquise! Responda!

Analise o desenho e as especificações apresentadas pelo cliente e dê um parecer sobre a viabilidade de executar o serviço solicitado, por usinagem eletroquímica.

Caso este método não seja aplicável, oriente o cliente sobre o método mais indicado para produção da peça.

Consulte o quadro comparativo dos métodos de usinagem, para uma primeira avaliação da situação. Isso permitirá fazer uma pré-seleção dos métodos aplicáveis.

Depois, consulte as aulas correspondentes, para relembrar as indicações e contra-indicações dos métodos selecionados.

Finalmente, compare o seu parecer com os argumentos apresentados a seguir.

Embora as formas da peça sejam complexas, o que tornaria recomendáveis os métodos de eletroerosão e usinagem eletroquímica, o fato de ser feita de um material mau condutor inviabiliza o uso desses métodos. Logo, você deverá encaminhar seu cliente para outro tipo de empresa.

Mesmo que fosse possível usinar o material por eletroerosão, o custo de confecção do eletrodo ficaria muito alto, o que tornaria o processo muito caro, por causa da pequena quantidade de peças a produzir.

Levando em consideração apenas as variáveis apresentadas no quadro, é recomendável a produção da peça por usinagem a laser, por apresentar as seguintes vantagens:

- não há necessidade de confecção de uma ferramenta específica, o que viabiliza o processo mesmo para uma pequena quantidade de peças;
- presta-se à usinagem de formas complexas, com relativa velocidade;
- presta-se à usinagem de peças delicadas, cujo risco de quebra é grande;
- apresenta bom acabamento de superfície.

Logo, o cliente deverá ser orientado para procurar uma empresa que preste serviços de usinagem a laser.

É lógico que numa situação real, muitos outros fatores deveriam ser levados em consideração. Mas se você chegou a uma conclusão semelhante à que foi apresentada, parabéns! Isso já é um bom começo. Lembre-se de que ainda há muito a aprender. Procure manter-se sempre atualizado.

Quadro comparativo dos métodos de usinagem (tradicionais e avançados)

Processos Variáveis	Processos convencionais de usinagem	Processos avançados de usinagem								
	torneamento, fresamento, retificação, aplainamento etc.	Jato d'água	Laser	Oxicorte	Arco plasma	Eletroerosão	Química	Eletroquímica	Ultra-som	Feixe de elétrons
natureza energética	mecânica	mecânica	eletrotérmica	térmica	eletrotérmica	eletrotérmica	química	eletroquímica	mecânica	eletro-mecânica
agente de corte	cunha de corte	água sob pressão	radiação luminosa	alta temperatura	gases e alta temperatura	descarga elétrica	agente corrosivo	eletrólito	martelamento	elétrons
remoção do material	cisalhamento	erosão	fusão e vaporização	fusão	fusão e vaporização	fusão e vaporização	corrosão química	deslocamento de íons	erosão	fusão e vaporização
alterações na estrutura cristalina	não ocorre	não ocorre	localizada	não ocorre	não ocorre	não ocorre	não ocorre	não ocorre	não ocorre	localizada
velocidade de usinagem	variável, dependendo do processo	alta	alta	média	alta	baixa	baixa	baixa	baixa	alta
custo inicial de instalação	variável, de acordo com a precisão e o porte da máquina	alto	alto	baixo	médio	médio	baixo	médio	alto	alto
grau de acabamento	variável, de acordo com o processo	bom	bom	regular	médio	bom	bom	bom	bom	médio
materiais metálicos não ferrosos	aplicável	aplicável	aplicação limitada	não indicado	aplicável	aplicável	aplicável	aplicável	aplicável	aplicável
materiais maus condutores e não metálicos	aplicável	aplicável	aplicável	não indicado	não indicado	não aplicável	não indicado	não aplicável	aplicável	não indicado
formas complexas	apresentam muitas limitações	aplicável	recomendado	não indicado	aplicável	recomendado	recomendado	recomendado	aplicável	aplicável
peças delicadas	dependendo do processo, apresentam muitas limitações	aplicável	aplicável	não aplicável	aplicável	recomendado	recomendado	recomendado	aplicável	aplicável
microusinagem	não indicado	indicado	indicado	não aplicável	não recomendado	aplicável	indicado	indicado	indicado	indicado
materiais duros e frágeis	em materiais muito duros, é possível somente por abrasão	indicado	indicado, com restrições	não indicado	aplicável	recomendado	aplicável	aplicável	indicado	aplicável

Notas:

não indicado = é possível realizar a usinagem, mas apresenta muitas contraindicações

não aplicável = a usinagem não é possível

aplicável = permite a realização da usinagem

recomendado = é o mais indicado para realizar a usinagem

Exercício 1

As máquinas-ferramenta clássicas apresentam muita dificuldade para usinar:

- a) formas helicoidais;
- b) formas angulares internas;
- c) superfícies cônicas de revolução;
- d) perfis complexos.

Exercício 2

Escreva **V** (verdadeiro) ou **F** (falso).

- a) Com o advento dos novos métodos de usinagem, a tendência é o desaparecimento dos métodos tradicionais.
- b) Os novos métodos de usinagem são sempre mais vantajosos que os métodos tradicionais.
- c) Em cada situação, a escolha do método de produção depende de um conjunto de fatores, entre os quais viabilidade técnica e custos.
- d) Todos os métodos avançados de usinagem encontram-se, ainda, em fase experimental.

Exercício 3

Na usinagem a laser, a natureza energética do processo é:

- a) eletrotérmica;
- b) química;
- c) eletroquímica;
- d) mecânica.

Exercício 4

Associe corretamente a coluna da esquerda com a coluna da direita.

Modo de remoção do material

Processo

- | | |
|--------------------------|--|
| a) erosão | 1. <input type="checkbox"/> usinagem por ultra-som |
| b) reações eletrolíticas | 2. <input type="checkbox"/> usinagem por feixe de elétrons |
| c) fusão / vaporização | 3. <input type="checkbox"/> usinagem por jato de água |
| d) reações químicas | 4. <input type="checkbox"/> usinagem por plasma |

Exercício 5

Cite um exemplo de método avançado de usinagem aplicável a cada uma das situações a seguir:

- a) microusinagem:
- b) usinagem de materiais condutores:
- c) usinagem de materiais maus condutores:
- d) usinagem de peças delicadas:

