

USINABILIDADE DOS AÇOS DE CEMENTAÇÃO

SCHNEIDERS, Cristiane Mariele*

Instituição, Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Horizontina, Campus Arnaldo
Schneider, Avenida dos Ipês, 565, Horizontina, RS, Brasil.

*Autor Correspondente: cs001529@fahor.com.br

RESUMO

A usinabilidade dos materiais é de grande interesse na fabricação de componentes mecânicos, envolvendo a produção de peças por meio da formação do cavaco. A usinabilidade é a facilidade com que o material pode ser cortado, torneado, fresado ou furado sem prejuízos nas suas propriedades mecânicas. É também o indicador da capacidade dos materiais se deixarem usar e o seu conhecimento é importante na escolha dos materiais a serem usinados na indústria. Cementação é um tratamento termo-químico que consiste na introdução de carbono na superfície do aço por difusão atômica para aumentar a dureza superficial do material.

Palavras chave: Aço. Cementação. Usinagem.

USINABILITY OF CEMENTING STEELS

ABSTRACT

The machinability of the materials is of great interest in the manufacture of mechanical components, involving the production of parts through the formation of the chip. Machinability is the ease with which the material can be cut, turned, milled or punctured without damage in its mechanical properties. It is also the indicator of the ability of materials to be machined and their knowledge is important in the choice of materials to be machined in the industry. Cementation is a thermo-chemical treatment consisting of the introduction of carbon on the surface of the steel by atomic diffusion to increase the surface hardness of the material.

Keywords: Steel. Cementing. Machining.

INTRODUÇÃO

A tendência atual na produção de peças cementadas é a utilização de aços-liga. A introdução de elementos de liga, entretanto, quando em teores apreciáveis, reflete-se no custo dos aços, além de afetar, tornando mais difíceis, as operações de fundição, forjamento, laminação e tratamentos térmicos. Por esse motivo, procura-se utilizar, sempre que possível, para aplicações mais simples, aços-carbono ou, quando necessário, aços de baixo teor em liga com carbono mais elevado do que nos aços simplesmente ao carbono. Em certos casos, contudo, devido às secções e formas das peças cementadas, pode-se ter necessidade de um aço de alta temperabilidade. Nesse caso, a solução é introduzir elementos de liga em teores mais elevados para garantir o endurecimento máximo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.1 USINABILIDADE

Vários autores definem a usinabilidade. Para Diniz, Marcondes e Coppini (2006, p.147), “[...] a usinabilidade pode ser definida como uma grandeza tecnológica que expressa, por meio de um valor numérico comparativo (índice de usinabilidade) um conjunto de propriedades de usinagem de um material em relação a outro tomado como padrão.” De acordo com Diniz, Marcondes e Coppini (2006), a dureza, a resistência mecânica, a ductilidade, a condutibilidade térmica e a taxa de encruamento são algumas das propriedades dos materiais que podem influenciar na usinabilidade. Porém, vários são os fatores metalúrgicos que influenciam na usinabilidade dos aços, para esses autores o predominante é a dureza. Os aços com baixo teor de carbono têm tendência à formação da aresta postiça de corte devido à baixa dureza e alta ductilidade. Isso gera menor tempo da vida útil da ferramenta e prejudica o acabamento superficial da peça. Outro fator metalúrgico que afeta a usinabilidade dos aços é a microestrutura, isto se refere à quantidade de ferrita e perlita, bem como a cementita que é uma fase extremamente dura e abrasiva, pois é constituída de carbonetos que são partículas duras.

2.1.2 CEMENTAÇÃO

Conforme Chiaverini (1988), a cementação é um tratamento termoquímico, com o objetivo de endurecer a superfície do material, mas o núcleo permanece dúctil e tenaz. A difusão do carbono no interior do material depende da temperatura e da composição química.

O objetivo é que a dureza após a têmpera e revenimento, esta camada apresente uma dureza mais elevada do que a do núcleo. O tratamento térmico de cementação pode ser feito em cementação a gás, cementação líquida e outros.

A cementação tem sido usada por um longo tempo. No entanto, este processo evoluiu com os avanços nas técnicas de tratamento de calor que têm melhorado a dureza e durabilidade dos produtos, como molas de arame de aço ao carbono e forjadas com aço ao carbono. A parte do gás-carburado (nitreto de carbono) pode ser dito a consistir de um material compósito, em que a superfície carburada é dura, mas o núcleo inalterado é mais macio e dúctil. O tratamento térmico é a aplicação combinada de aquecimento e resfriamento, em determinado período de tempo, em condições controladas, com a finalidade de dar ao material propriedades especiais. Segundo a aplicação, classificam-se em: Normalização, Reozimento, Têmpera e Revenido.

A carburação do aço é composta por um tratamento através do calor da superfície metálica utilizando uma fonte de carbono. Carburação pode ser utilizada para aumentar a dureza da superfície de aço de baixo carbono. Muitas peças mecânicas necessitam ter elevada dureza externa para resistirem ao desgaste. Essas peças geralmente possuem um aço com baixa porcentagem de carbono.

Existem 3 tipos de cementação:

- Cementação sólida
- Cementação gasosa
- Cementação líquida

2.1.2.1 Cementação Sólida

É o processo mais antigo de cementação, que inicialmente envolvia somente o uso de meios de cementação (cementos) sólidos.

Entretanto, devido à lentidão da cementação sólida e às dificuldades de controle preciso dos resultados obtidos com esse processo, acabou sendo superado por outros processos, como a cementação gasosa e a cementação líquida. Por estes motivos passou a ter aplicação restrita, embora do ponto de vista microestrutural seja uma base para os demais processos.

O tratamento de cementação é realizado acima da zona crítica, no campo austenítico, no qual a solubilidade do carbono no aço é elevada.

Embora a fonte de carbono seja sólida, o carbono é transportado pelo gás que se forma em torno da peça, a qual é envolvida pelo meio de carbonetação. A reação $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ é crítica para definir o potencial químico do carbono.

Os cimentos sólidos são tradicionalmente constituídos por uma mistura de carvão vegetal moído, porém não muito fino, e carbonatos, os quais agem como catalisadores, aumentando a proporção de CO em relação à de CO₂. Um cimento tradicional é o de Caron, constituído por 40 % de carbonato de bário e 60 % de carvão vegetal.

A cementação sólida é lenta, requerendo algumas horas de permanência acima da zona crítica (900 a 1000 °C) e durante este tempo ocorre crescimento de grão austenítico. Por esse motivo, após a cementação sólida em caixa é necessário um tratamento térmico que permita refinar o grão, geralmente a normalização. Após a normalização a camada superficial pode ser endurecida por têmpera.

2.1.2.2 Cementação Gasosa

A cementação gasosa é muito empregada na indústria, porém a limpeza superficial da peça a ser cementada é muito importante. Possibilita o controle do potencial de carbono através do uso de gases que contêm CO, CO₂, H₂, H₂O e CH₄. Além do controle do potencial de carbono também é necessário o controle do potencial de oxigênio.

Para assegurar uma distribuição adequada de carbono após a cementação é realizado um tratamento de difusão de carbono no campo austenítico.

A microestrutura resultante da cementação depende de dois fatores conjugados: variação de velocidade de resfriamento (têmpera) e variação de composição química (difusão de carbono). Assim, há diferentes microestruturas na superfície da peça cementada dependendo da velocidade de resfriamento após a cementação e do teor de carbono.

2.1.2.3 Cementação Líquida

Tratamentos de cianetação implicam no uso de sais tóxicos no estado líquido, exigindo cuidados especiais de segurança. São realizados mediante a imersão das peças em sais fundidos contendo cianetos (exemplo: NaCN) a temperaturas entre 850 e 900 °C, havendo dupla absorção, de carbono e nitrogênio. Após tempo adequado as peças cianetadas são temperadas a partir do banho de sais.

Em caso de necessidade de temperar novamente uma peça cianetada, esta deve ser aquecida num banho semelhante ao que foi utilizado para a cianetação.

2.1.3 AÇOS DE CEMENTAÇÃO

De acordo com Rolf e Walter (2002), podem ser classificados como aços de cementação aços estruturais não-ligados, aços de qualidade e nobres, assim como aços nobres ligados. Estes, possuem como características o fato de terem baixo teor de carbono, inferior a 0,2%.

Alguns exemplos de aços de cementação:

- Aço 4320 - Aço de elevada temperabilidade, boa forjabilidade e boa soldabilidade. Destinado à fabricação de peças que necessitam endurecimento superficial por cementação. Aplicações: Fabricação de engrenagens, pinhões, coroas, acoplamentos, pinos e componentes de máquinas onde há exigência de alta dureza superficial, obtida por cementação, aliada a uma boa resistência de núcleo.

- Aço 8620 - Aço de boa temperabilidade, boa forjabilidade e boa soldabilidade. Destinado à fabricação de peças cementadas. Aplicações: Amplamente utilizado na fabricação de engrenagens, pinos, buchas e peças onde há exigência de dureza superficial, obtida por cementação ou carbonitreção.

- Aço N6587 - Aço de média temperabilidade, que atinge alta dureza após cementação, ideal para peças que necessitam de resistência mecânica na faixa de 80 a 120 Kgf/mm² (800 a 1200 MPa ou N/mm²) no núcleo. Utilização na fabricação de engrenagens, de maior ou média dimensão, e eixos pinhão para redutores.

- Aço VB20 - Aço de baixa temperabilidade, que atinge dureza média após cementação, ideal para peças que necessitam de uma resistência mecânica de 70 a 110 Kgf/mm² (700 a 1100 MPa ou N/mm²) no núcleo. Utilização na fabricação de engrenagens de média ou pequena dimensão.

2.1.4 MOVIMENTOS E GRANDEZAS NA USINAGEM

2.1.4.1 Movimentos de usinagem

Segundo Diniz, Marcondes e Coppini (2006, p.13) “Os movimentos entre ferramenta e peça durante a usinagem são aqueles que permitem a ocorrência do processo de usinagem (podendo ser classificados como ativos e passivos) [...]”.

2.1.4.2 Velocidade de Corte

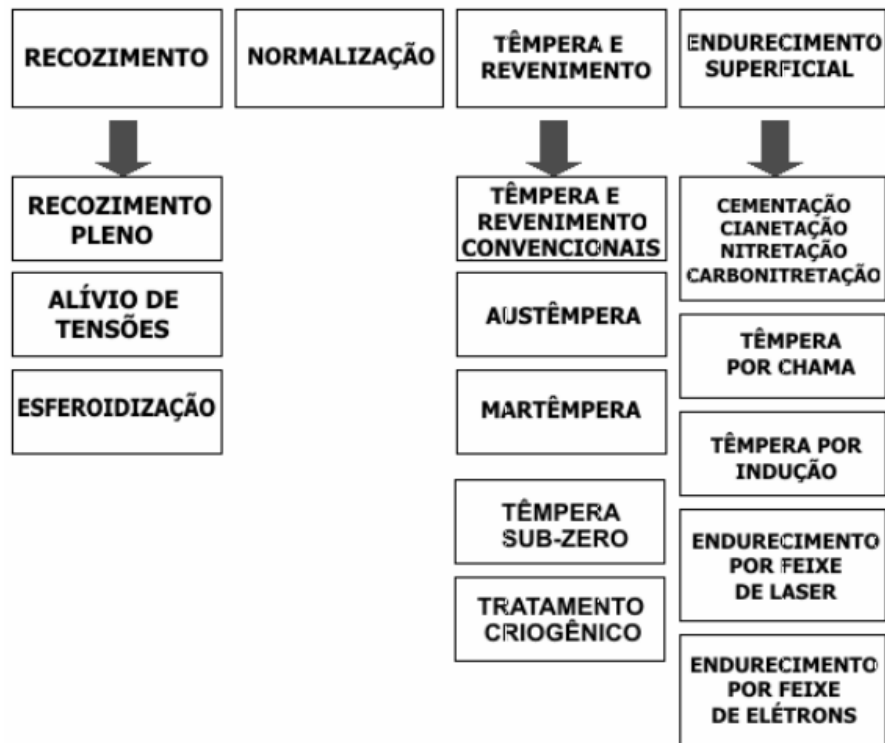
Para Diniz, Marcondes e Coppini (2006, p. 17), “A velocidade de corte é o resultado do deslocamento da ferramenta diante da peça [...]”. E pode ser calculada pela fórmula: $V_c = (\pi \cdot D \cdot n) / 1000$. Já para Ferraresi (1970, p. 5), “A velocidade de corte v é a velocidade instantânea

do ponto de referência da aresta cortante, segundo a direção de corte.”

2.1.5 RESUMO DE TRATAMENTOS TÉRMICOS

Os tratamentos podem também ser classificados em tratamentos que alteram a estrutura e as propriedades da peça toda ou tratamentos superficiais. O quadro a baixo resume os possíveis tratamentos térmicos e termoquímicos aplicados aos aços de construção mecânica. A figura 2 mostra um resumo dos tratamentos térmicos:

Figura 1: Resumo dos tratamentos térmicos



Fonte: Autor, 2017

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho baseou-se em uma pesquisa bibliográfica, onde referenciamos a usinabilidade dos aços de cementação. O artigo foi construído através de consultas a livros e artigos ou materiais disponíveis na internet que tratavam a respeito de aços de cementação.

Os critérios de inclusão para os estudos encontrados foram a usinabilidade de aços, cementação, aços de cementação, movimentos e grandezas e resumo de tratamentos térmicos. Foram excluídos estudos que relatavam a usinabilidade de outros materiais.

Em seguida, buscou-se estudar e compreender os princípios da usinabilidade dos aços de cementação, como ela acontece e quais os benefícios de sua utilização.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os aços de cementação caracterizam-se por serem aços de boa usinabilidade. A usinagem geralmente acontece antes do processo de cementação pois os aços caracterizados como aços para cementação possuem um baixo teor de perlita e pela ação abrasiva do aço sobre a ferramenta de usinagem é relativamente pequena.

A cementação vem a ser uma forma de tornar este aço mais forte e resistente, pois durante o processo de cementação do aço são adicionados um percentual de carbono de 0,6 a 0,9%. E após este processo que endurece o material, os valores de dureza podem aumentar até 60HRC. A utilização mais comum dos aços de cementação é na construção mecânica e como matéria-prima para peças sujeitas a desgastes, como por exemplo em engrenagens, eixos e buchas.

CONCLUSÃO

O seguinte trabalho abordou um tema relevante para a indústria metalúrgica, que é cementação. A mesma é necessariamente obtida a partir de um fenômeno difusivo de átomos de carbono na superfície de um aço em temperaturas austeníticas, onde exige dureza superficial, ou até mesmo resistência corrosiva. Foi possível observar e analisar através deste estudo que a cementação pode ser realizada em 3 formas gerais, como: cementação sólida, líquida e gasosa, todas com características diferentes se tratando de formação da camada pois diferem de maneira significativa em seus processos de produção.

Nos processos é possível encontrar aplicações diversas em aços previamente estabelecidos por normas.

Os aços de cementados apresentam boa usinabilidade e têm boa utilização na indústria metalúrgica e são usados principalmente para fabricação de engrenagens pois o processo de cementação torna o aço mais forte e resistente.

REFERÊNCIAS

SCHROETER, Rolf, WEINGAERTNER Walter. **Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Corte de Geometria Definida – Parte I**. Florianópolis, 2002.

FERMAC, Tratamento Térmico. **Processo Térmico de Cementação**. Disponível em: <<http://tratamentotermico.com/cementacao.html>> Acesso em: 28 abr. 2017.

INFOMET. **Aços para cementação**. Disponível em: <<http://www.infomet.com.br/site/acos-e-ligas-conteudo-ler.php?codConteudo=52>> Acesso em 28 abr. 2017.

INFOMET. **Tratamentos térmicos dos aços**. Disponível em: <<http://www.infomet.com.br/site/acos-e-ligas-conteudo-ler.php?codConteudo=222>> Acesso em: 06 mai. 2017.

WIKIPÉDIA. **Cementação**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Cementa%C3%A7%C3%A3o>> Acesso em 28 abr. 2017.

AÇOS LUZEIRO. **Aços para cementação**. Disponível em: <<http://www.acosluzeiro.com.br/acos-para-a-construcao-mecanica/acos-para-cementacao.php>> Acesso em 28 abr. 2017.

VILLARES METALS. **Aços para cementação**. Disponível em: <<http://www.villaresmetals.com.br/pt/Produtos/Acos-Construcao-Mecanica/Acos-para-Cementacao>> Acesso em 28 abr. 2017.