

Dureza Vickers

Introdução

Na aula anterior, você ficou sabendo que o ensaio de dureza Rockwell representou um avanço em relação ao ensaio Brinell, já que possibilitou avaliar a dureza de vários metais, que antes não podiam ser ensaiados quanto à dureza.

Entretanto, o ensaio Rockwell também mostra limitações. Por exemplo, suas escalas não têm continuidade. Por isso, materiais que apresentam dureza no limite de uma escala e no início de outra não podem ser comparados entre si quanto à dureza.

Outra limitação importante é que o resultado de dureza no ensaio Rockwell não tem relação com o valor de resistência à tração, como acontece no ensaio Brinell.

Vários pesquisadores tentaram encontrar uma solução para superar essas dificuldades.

Coube a Smith e Sandland, em 1925, o mérito de desenvolver um método de ensaio que ficou conhecido como **ensaio de dureza Vickers**. Este método leva em conta a relação ideal entre o diâmetro da esfera do penetrador Brinell e o diâmetro da calota esférica obtida, e vai além porque utiliza outro tipo de penetrador, que possibilita medir qualquer valor de dureza, incluindo desde os materiais mais duros até os mais moles.

Isso não quer dizer que o ensaio Vickers resolva todos os problemas de avaliação de dureza dos materiais. Mas, somado aos outros dois métodos já estudados, é um bom caminho para atender às necessidades de processos industriais cada vez mais exigentes e sofisticados.

Nesta aula você ficará sabendo como é realizado este ensaio e como se calcula a dureza Vickers, além de constatar as vantagens e limitações deste método, em comparação com os dois anteriores.

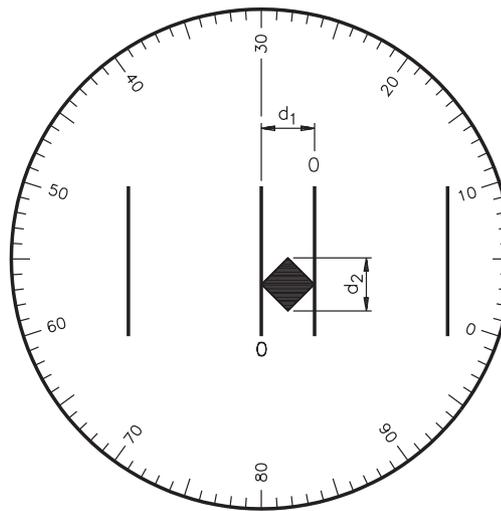
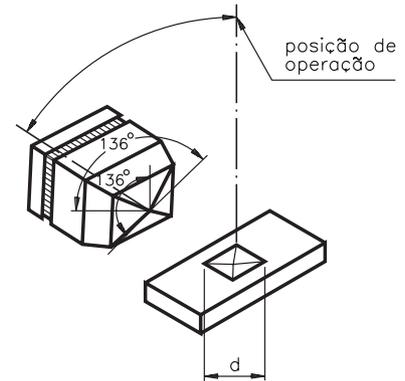
O ensaio desenvolvido por Smith e Sandland ficou conhecido como ensaio de dureza Vickers porque a empresa que fabricava as máquinas mais difundidas para operar com este método chamava-se Vickers-Armstrong.

A dureza Vickers se baseia na resistência que o material oferece à penetração de uma pirâmide de diamante de base quadrada e ângulo entre faces de 136°, sob uma determinada carga.

O valor de dureza Vickers (HV) é o quociente da carga aplicada (F) pela área de impressão (A) deixada no corpo ensaiado. Essa relação, expressa em linguagem matemática é a seguinte:

$$HV = \frac{F}{A}$$

A máquina que faz o ensaio Vickers não fornece o valor da área de impressão da pirâmide, mas permite obter, por meio de um microscópio acoplado, as medidas das diagonais (d_1 e d_2) formadas pelos vértices opostos da base da pirâmide.



Conhecendo as medidas das diagonais, é possível calcular a área da pirâmide de base quadrada (A), utilizando a fórmula:

$$A = \frac{d^2}{2 \operatorname{sen}\left(\frac{136^\circ}{2}\right)}$$

Voltando à fórmula para cálculo da HV, e substituindo A pela fórmula acima, temos:

$$HV = \frac{F}{\frac{d^2}{2 \operatorname{sen} 68^\circ}} \Rightarrow HV = \frac{F \times 2 \operatorname{sen} 68^\circ}{d^2} \Rightarrow HV = \frac{1,8544 F}{d^2}$$

Na fórmula anterior, a força deve ser expressa em quilograma-força (kgf) e o “d” corresponde à diagonal média, ou seja:

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

e deve ser expresso em milímetro (mm). Se a máquina der o resultado em micron (μ), esse valor deve ser convertido em milímetro.

Por exemplo, para encontrar o valor de dureza Vickers de um material que apresentou 0,24 mm e 0,26 mm de medida de diagonal da impressão, após aplicação de uma força de 10 kgf, basta utilizar as fórmulas apresentadas.

Primeiro, é preciso calcular o valor da diagonal média, que corresponde a:

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} \Rightarrow d = \frac{0,24 + 0,26}{2} \Rightarrow d = 0,25 \text{ mm}$$

Agora, só falta substituir os termos da fórmula de cálculo de dureza pelos valores conhecidos e fazer os cálculos:

$$HV = \frac{1,8544 F}{d^2} \Rightarrow HV = \frac{1,8544 \times 10}{0,25^2} \Rightarrow HV = \frac{18,544}{0,0625} \Rightarrow HV = 296,7$$

Assim, ficamos sabendo que o valor de dureza Vickers (HV) para o material ensaiado é 296,7.

Outra forma de obter os valores de dureza Vickers é consultar tabelas montadas para determinadas cargas, em função da diagonal média.

Representação do resultado do ensaio

A dureza Vickers é representada pelo valor de dureza, seguido do símbolo HV e de um número que indica o valor da carga aplicada. No exercício anterior, a representação do valor da dureza é: 296,7 HV 10.

A representação 440 HV 30 indica que o valor da dureza Vickers é 440 e que a carga aplicada foi de 30 kgf.

O tempo normal de aplicação da carga varia de 10 a 15 segundos. Quando a duração da aplicação da carga é diferente, indica-se o tempo de aplicação após a carga. Por exemplo, na representação: 440 HV 30/20, o último número indica que a carga foi aplicada por 20 segundos.

Verificando o entendimento

Como você representa uma dureza Vickers 108, obtida num ensaio em que foi aplicada uma força de 5 kgf por 10 segundos?

Resposta:

Como 10 segundos está dentro do tempo normal de carga, você deve ter representado: 108 HV 5.

Cargas usadas no ensaio Vickers

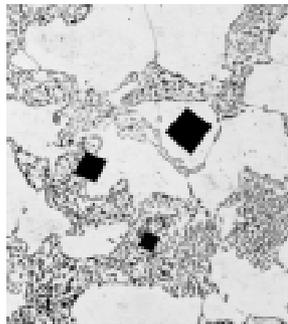
Neste método, ao contrário do que ocorre no Brinell, as cargas podem ser de qualquer valor, pois as impressões são sempre proporcionais à carga, para um mesmo material. Deste modo, o valor de dureza será o mesmo, independentemente da carga utilizada.

Por uma questão de padronização, as cargas recomendadas são: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 kgf.

Para cargas muito altas (acima de 120 kgf), em vez do penetrador de pirâmide de diamante pode-se também usar esferas de aço temperado de 1 ou 2 mm de diâmetro na mesma máquina. Neste caso, o ensaio feito na máquina Vickers é o ensaio de dureza Brinell.

Para aplicações específicas, voltadas principalmente para superfícies tratadas (carbonetação, têmpera) ou para a determinação de dureza de microconstituintes individuais de uma microestrutura, utiliza-se o **ensaio de microdureza Vickers**.

A microdureza Vickers envolve o mesmo procedimento prático que o ensaio Vickers, só que utiliza cargas menores que 1 kgf. A carga pode ter valores tão pequenos como 10 gf.



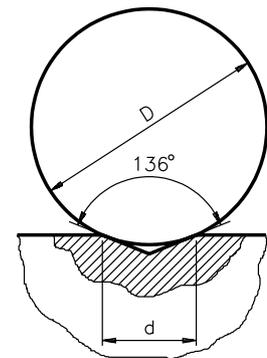
Na microdureza, como a carga aplicada é pequena, a impressão produzida é microscópica, como mostra a figura ampliada, ao lado.



Comparando Brinell e Vickers

O ensaio Vickers produz valores de impressão semelhantes aos da dureza Brinell. Isso ocorre porque o ângulo de 136° da ponta de diamante produz uma impressão que mantém a relação ideal de 0,375 entre o diâmetro da calota esférica (d) e o diâmetro da esfera do penetrador Brinell (D), seja qual for a carga aplicada. É isso o que mostra o desenho ao lado.

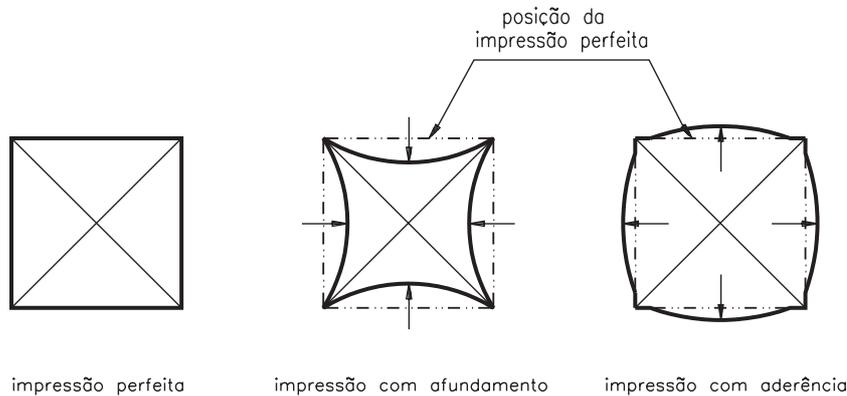
O uso de cargas diferentes é necessário para se obter uma impressão regular, sem deformação e de tamanho compatível com o visor da máquina.



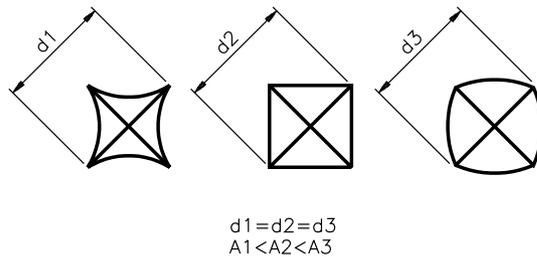
Defeitos de impressão

Uma impressão perfeita, no ensaio Vickers, deve apresentar os lados retos.

Entretanto, podem ocorrer defeitos de impressão, devidos ao **afundamento** ou à **aderência** do metal em volta das faces do penetrador.



Quando ocorrem esses defeitos, embora as medidas das diagonais sejam iguais, as áreas de impressão são diferentes.



Como o cálculo do valor de dureza Vickers utiliza a medida da média de duas diagonais, esses erros afetam o resultado da dureza: teremos um valor de dureza maior do que o real nos casos de afundamento e um valor de dureza menor do que o real, nos casos de aderência.

É possível corrigir esses defeitos alterando-se o valor da carga do ensaio para mais ou para menos, dependendo do material e do tipo de defeito apresentado.

Vantagens e limitações do ensaio Vickers

O ensaio Vickers fornece uma escala contínua de dureza, medindo todas as gamas de valores de dureza numa única escala.

As impressões são extremamente pequenas e, na maioria dos casos, não inutilizam as peças, mesmo as acabadas.

O penetrador, por ser de diamante, é praticamente indeformável.

Este ensaio aplica-se a materiais de qualquer espessura, e pode também ser usado para medir durezas superficiais.

Por outro lado, devem-se tomar cuidados especiais para evitar erros de medida ou de aplicação de carga, que alteram muito os valores reais de dureza.

A preparação do corpo de prova para microdureza deve ser feita, obrigatoriamente, por metalografia, utilizando-se, de preferência, o polimento eletrolítico, para evitar o encruamento superficial.

Quando se usam cargas menores do que 300 gf, pode haver recuperação elástica, dificultando a medida das diagonais.

A máquina de dureza Vickers requer aferição constante, pois qualquer erro na velocidade de aplicação da carga traz grandes diferenças nos valores de dureza.

É claro que muito mais poderia ser dito sobre os ensaios de dureza, mas vamos parar por aqui, pois a base deste assunto foi apresentada.

É importante que você saiba que existem outros métodos de ensaio de dureza, que servem a aplicações específicas. Caso queira ou precise saber mais a esse respeito, procure obter catálogos, prospectos e manuais dos fabricantes de equipamentos de ensaio, que, juntamente com a literatura técnica, constituem excelente fonte de informações atualizadas.

Antes de passar ao estudo de um assunto novo, é uma boa idéia resolver os exercícios a seguir.

Exercícios

Marque com um X a resposta correta:

Exercício 1

No ensaio de dureza Vickers o valor da carga não interfere no resultado da dureza, para um mesmo material, porque:

- a) () o penetrador é feito de material indeformável;
- b) () o penetrador tem a forma de pirâmide de base quadrada;
- c) () o ângulo entre as faces do penetrador garante impressões proporcionais ao Brinell ideal;
- d) () o penetrador tem dimensões proporcionais à esfera do Brinell ideal.

Exercício 2

Uma chapa deve ser submetida ao ensaio Vickers. Determine as condições do ensaio, sabendo que a dureza estimada do material é 116,6 HV 5.

- a) equipamento:
- b) carga aplicada:
- c) faixa de tempo de aplicação da carga:

Exercício 3

No ensaio Vickers, defeitos de impressão causados por afundamento do material nas faces de impressão podem ser corrigidos por:

- a) () alteração da carga do ensaio;
- b) () aumento do tempo do ensaio;
- c) () substituição do penetrador de diamante;
- d) () ajuste do microscópio acoplado ao equipamento.

Exercício 4

O ensaio de microdureza Vickers utiliza cargas:

- a) abaixo de 10 gf;
- b) entre 10 gf e 1.000 gf;
- c) entre 1 kgf e 5 kgf;
- d) entre 5 kgf e 120 kgf.

Exercício 5

As diagonais medidas num ensaio de dureza Vickers, com carga de 5 kgf aplicada por 10 segundos, foram: 0,162 mm e 0,164 mm. Represente a dureza desse material.

Resposta:

