

Compreender a importância do módulo de Young de materiais não normalizados no ensaio de dureza por impedância de contacto ultra-sónica (UCI)

Visão geral

- O método de Impedância de Contacto Ultrassónica (UCI) é uma adaptação do ensaio de dureza Vickers convencional.
- O método UCI mede a dureza através da alteração da frequência do ressoador antes e depois da indentação e está fortemente correlacionado com o módulo de Youngs
- A medição de materiais com um módulo de Young significativamente diferente do aço padrão pode levar a resultados imprecisos, a menos que sejam aplicadas correções adequadas. Mesmo pequenas diferenças no módulo de Young entre a calibração predefinida e o material de ensaio podem introduzir um desvio sistemático, pelo que se recomenda a realização de ajustamentos.

Introdução

A medição da dureza de materiais não normalizados - aqueles que diferem significativamente do aço normalizado com um módulo de elasticidade (módulo de Young) de 210 GPa - pode conduzir a resultados imprecisos quando se utiliza o método de Impedância de Contacto Ultrassónica (UCI). Isto deve-se ao facto de a técnica UCI se basear nas propriedades elásticas do material que está a ser testado. Neste artigo, explicaremos os fundamentos do método Vickers convencional de bancada e do método UCI. Também discutiremos por que razão é necessário ter cuidado ao efetuar medições em materiais diferentes do aço padrão. Ao compreender e aplicar as correções adequadas, pode obter resultados fiáveis de forma rápida e eficiente. Portanto, se alguma vez mediu, por exemplo, 600 HV em alumínio com um dispositivo UCI, este artigo é para si.

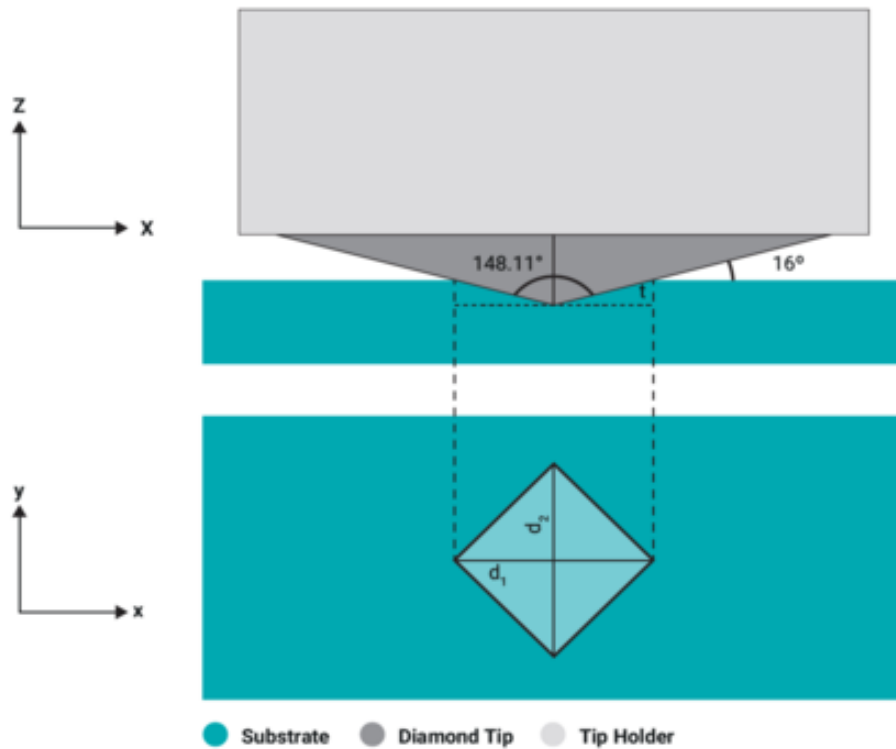
Como funciona a Impedância de Contacto Ultrassónica em comparação com o método de bancada?

Método Vickers de bancada

No ensaio de dureza Vickers de bancada, um indentedor de diamante com uma geometria piramidal precisa (136° entre as facetas opostas ou 148,11° entre as arestas opostas) é pressionado no material sob uma carga específica. Esta ação cria uma indentação de forma quadrada. A dimensão desta indentação é então medida ao microscópio através da determinação dos comprimentos das duas diagonais. O número de dureza Vickers (HV) é calculado dividindo a força aplicada pela área da superfície da indentação.

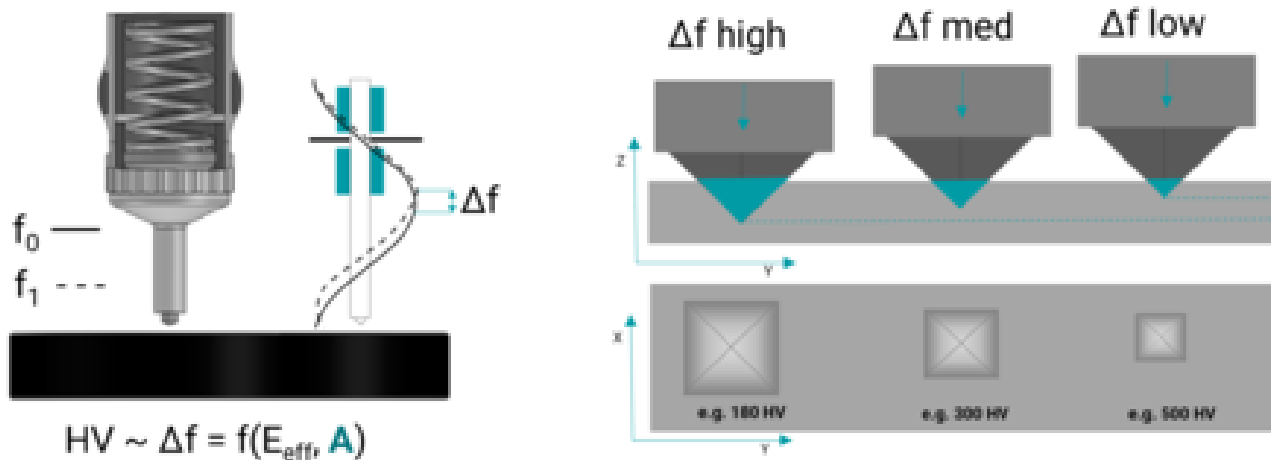
- **Materiais mais macios** resultam em indentações maiores e mais profundas com diagonais mais longas.
- **Materiais mais duros** produzem indentações mais pequenas e menos profundas com diagonais mais curtas.

Este método baseia-se em medições ópticas e pode ser moroso devido à necessidade de análise microscópica.



$$HV = \frac{F}{A} = 0,1891 \cdot \frac{F}{d^2}$$

O método **Método UCI** utiliza o mesmo indentador de diamante, mas montado numa haste vibratória que ressoa a uma frequência ultrasónica. Quando o indentador de diamante é pressionado no material, o contacto superficial entre a indentação e o diamante altera a frequência de ressonância. Quanto maior for a indentação, maior será a alteração da frequência. Em vez de medir opticamente a diagonal da indentação, o método UCI utiliza a mudança de frequência para calcular instantaneamente o valor da dureza.



A frequência de ressonância, no entanto, também depende fortemente das propriedades elásticas do material, e as calibrações padrão para todos os dispositivos no mercado são definidas para aço e aço fundido com módulo de Young (E , também chamado módulo elástico) de 210 GPa. Isto significa que, se medir qualquer material com um módulo E diferente de 210 GPa, enquanto o seu dispositivo "acredita" que é o material padrão, obterá medições incorrectas. Quanto maior for a diferença no módulo E , maior será o erro. Assim, se tiver medido o alumínio com o método UCI e tiver recebido 500-600 HV, é muito provável que seja este o problema. A tabela seguinte resume as características de medição mais importantes entre os dois métodos.

	Stationary (bench top) Vickers	Ultrasonic Contact Impedance
Indenter	Pyramid 136° indenter	Pyramid 136° indenter
Test load	HV1-HV100	HV0.1-HV10
Load application time	10-15s	0.5-2s
Scale	e.g. HV5	e.g. HV5 (UCI)
Computation	$HV = F/A$	$HV \sim \Delta f = f(E_{eff}, A)$
Material dependency	Material-Independent	Material-Dependent!

Quais são as tolerâncias do módulo de Youngs para utilizar a calibração de material predefinida? Estudo de caso do aço P91.

Uma regra geral é limitar os materiais de teste àqueles com um **Módulo de Young** não superior a **±10 GPa** em relação ao material calibrado. No entanto, isto não garante medições sem desvios. Tomar **Aço T/P91** que tem um módulo de Young médio de **212- 218 GPa (neste exemplo, 218 GPa)**. Este valor está dentro da gama aceitável, mas um ensaio Vickers estacionário pode dar uma dureza de **185 HV** enquanto as sondas UCI podem mostrar **165-170 HV** dependendo do fabricante. À primeira vista, isto parece aceitável, mas um desvio de até **11%** é possível - excedendo largamente todas as tolerâncias padrão.

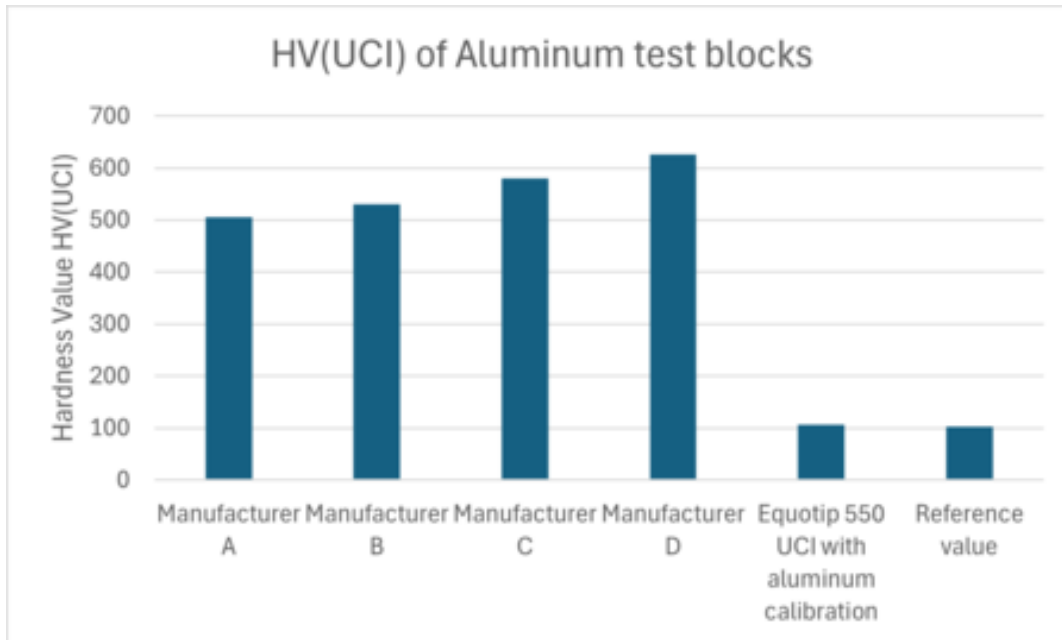
É essencial ter em conta estes desvios, uma vez que não os ter em conta pode levar a subestimar ou sobrestimar a dureza, comprometendo potencialmente a segurança ou a qualidade do material a ser testado; esta falta de ajuste pode fazer com que um material frágil pareça seguro e o contrário. Ter em conta que este desvio ainda não tem em conta o erro do utilizador (por exemplo, a perpendicularidade da medição), o desvio da preparação da superfície e as medições efectuadas no terreno.

Por conseguinte, é uma boa prática ter sempre em conta mesmo as fontes de distorção menores e eliminá-las sempre que possível. Abaixo está um exemplo de campo do utilizador a medir o P91 com a correção predefinida pelo fabricante.



E quanto a outros materiais com módulos de Young muito diferentes?

Vejamos um exemplo mais extremo. Consideremos um bloco de motor em alumínio, com uma dureza padrão de **103 HV** utilizando um ensaio Vickers de bancada. Quando testado utilizando o UCI sem a calibração correta, os resultados podem variar muito, dependendo do fabricante. A principal conclusão aqui é que, sem a calibração correta, pode acabar por obter resultados enganadores. Isso pode ser óbvio no caso do alumínio, uma vez que não existe alumínio tão duro, mas discrepâncias menores podem passar despercebidas, levando a avaliações imprecisas.



Para garantir medições exactas, são necessárias calibrações especiais que tenham em conta os diferentes módulos de Young. Os fabricantes fornecem-nas frequentemente, ou os utilizadores podem criar as suas próprias calibrações através de calibração externa.

Qual é a melhor prática?

Compreender o material

- **Identificar o módulo de Young:** Conheça as propriedades elásticas do material que está a testar.
- **Verificar as opções do fabricante:** Muitos dispositivos oferecem calibrações predefinidas para diferentes materiais.

Aplicar correcções

- **Utilizar calibrações do fabricante:** Selecionar a calibração de material adequada, se disponível.
- **Criar correcções personalizadas:** A maioria dos dispositivos UCI modernos permite frequentemente que os utilizadores criem as suas próprias curvas de correcção.

Métodos de geração de curvas de correcção

1. Mudança de um ponto

- **Utilização:** Ajustes simples e rápidos.
- **Limitações:** Ideal para pequenas correcções numa gama de dureza reduzida.

2. Curva de dois pontos

- **Utilização:** Tem em conta a não linearidade numa gama mais alargada.
- **Vantagens:** Mais exato do que o deslocamento de um ponto para materiais com diferenças significativas.

3. Curva polinomial

- **Utilização:** Define a correcção através de coeficientes matemáticos.
- **Vantagens:** Oferece a maior precisão numa vasta gama de valores de dureza.

Aplicação de correcções:

Com os dispositivos modernos, a geração de correcções pode ser muito fácil de executar. Abaixo, o vídeo de instruções, demonstrando como é fácil com o Equotip 550 UCI.

O método UCI oferece vantagens significativas em relação ao método Vickers convencional de bancada, incluindo medições mais rápidas e maior portabilidade. No entanto, uma vez que os resultados UCI são influenciados pelas propriedades elásticas do material, é crucial aplicar correções adequadas quando se testam materiais não normalizados.

Ao compreender o impacto do módulo de Young nas medições UCI e ao seguir as melhores práticas de calibração, pode obter medições de dureza precisas e fiáveis numa vasta gama de materiais.



[Terms Of Use](#)
[Website Data Privacy Policy](#)

Copyright © 2024 Screening Eagle Technologies. All rights reserved. The trademarks and logos displayed herein are registered and unregistered trademarks of Screening Eagle Technologies S.A. and/or its affiliates, in Switzerland and certain other countries.