

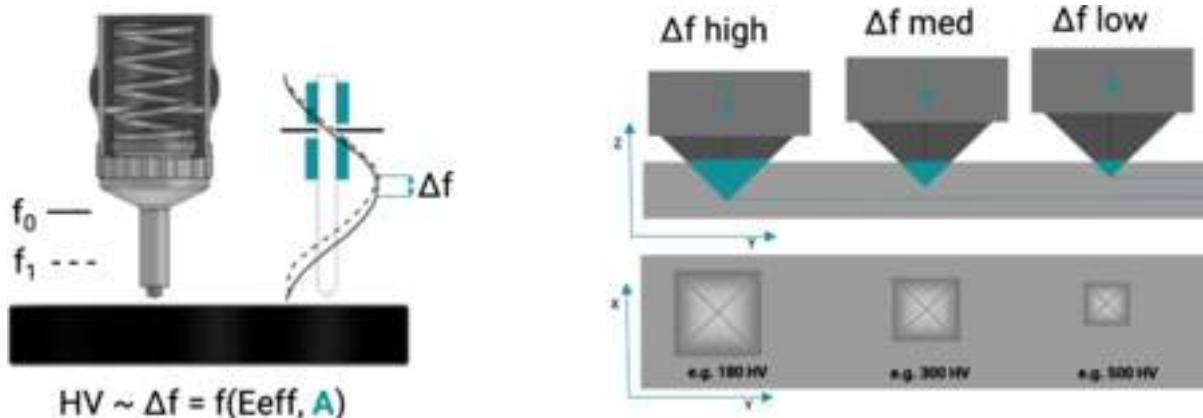
Os diamantes não são para sempre: Diamantes em sondas de impedância de contacto ultra-sónica (UCI) para medições precisas

Introdução

O diamante Vickers utilizado nas medições da Impedância Ultrassónica de Contacto (UCI) tem a forma de pirâmide e é definido com precisão nas normas ISO 6507-2 & ASTM E92-17. A qualidade do diamante e a sua geometria têm impacto na precisão da medição.

Adaptado da bancada, proporciona leituras muito mais rápidas

A utilização do diamante UCI foi adoptada a partir de dispositivos convencionais de bancada, em que os utilizadores colocam uma carga no indentedor, que depois penetra no material e cria uma indentação. A profundidade da indentação reflecte a dureza de uma peça de teste. O utilizador utiliza então um microscópio para avaliar as diagonais da impressão e, devido à geometria bem conhecida (definida pela norma) e precisa do diamante, pode avaliar a profundidade da indentação e, consequentemente, a dureza em unidades Vickers.



caption

- Oscilação da haste de ressonância a uma frequência ULTRASSÓNICA
- Peça de teste CONTACTOS forçados do indentedor Vickers (exposição da superfície A)
- Deslocamento de frequência medido convertido em dureza (IMPEDÂNCIA)

Nos dispositivos UCI, o mesmo diamante é montado na ponta do ressoador que vibra com uma frequência específica. Aquando da indentação - ou seja, ao pressionar o diamante na peça de teste, a frequência muda e está relacionada com o módulo E do material e com a superfície do diamante exposta. É correto dizer que: quanto menor for a profundidade da indentação, menor será o contacto (superfície) do diamante com o material e menor será a mudança de frequência. Isto também é verdade para várias forças de teste, se um inspetor utilizar uma carga de 1N, a sua indentação no material será muito mais rasa do que seria com uma força de teste de 100N. A deslocação de frequência é então convertida em valores de dureza com base em deslocações de frequência pré-definidas - curvas de conversão de dureza Vickers, criadas por defeito para materiais com módulo E de 210 GPa. Assim, o utilizador não tem necessidade de medir a indentação ao microscópio, uma vez que esta é automaticamente calculada pelo firmware da sonda/software do dispositivo.

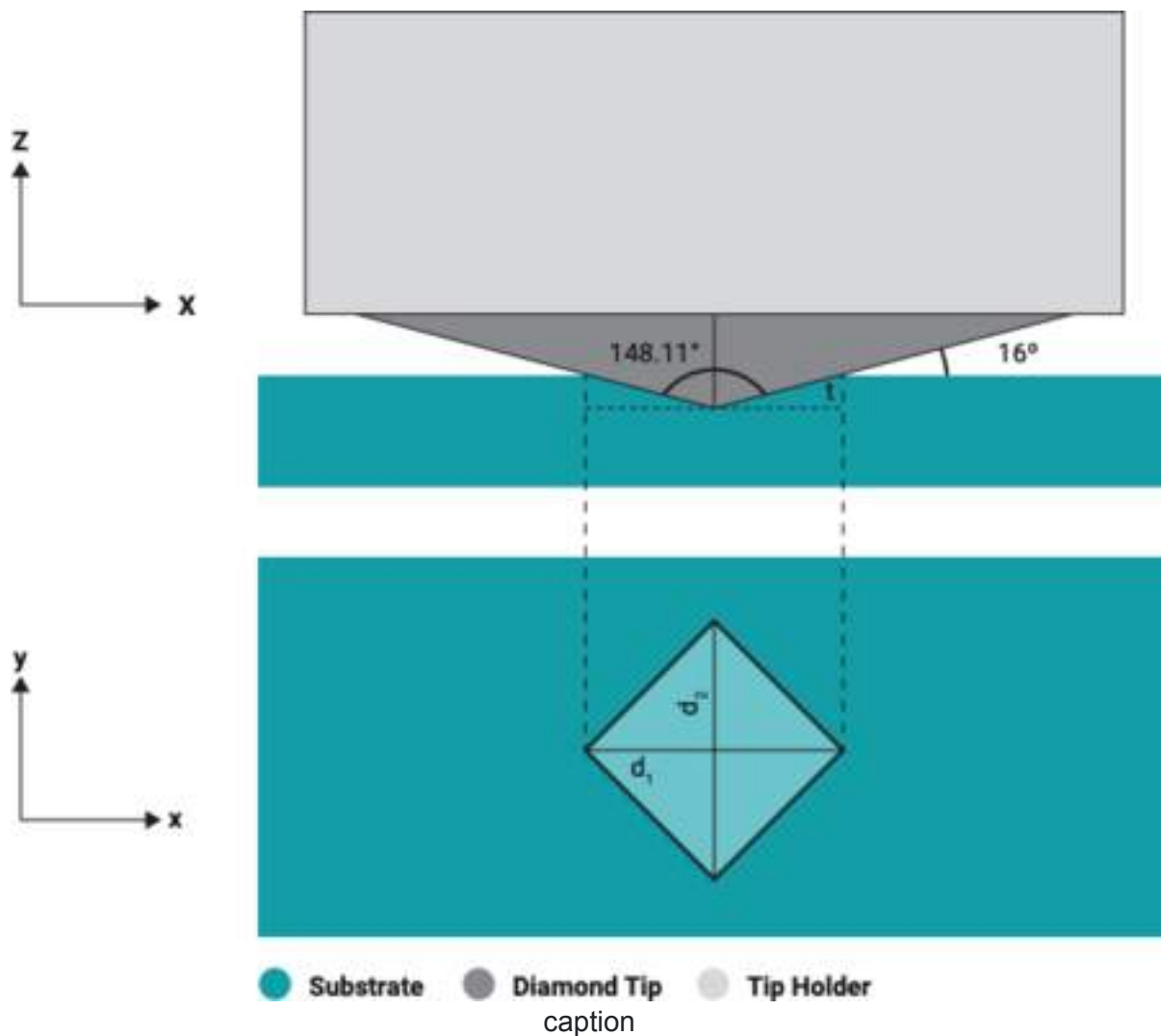
Assim, este diamante minúsculo, fabricado com precisão, é uma interface entre o dispositivo de medição UCI e uma peça de teste - é o elemento que "amplifica" o contacto com a peça de teste. Os diamantes imperfeitos e danificados conduzem a medições de baixa exatidão e precisão.

A norma ISO 6507-2 define o "verdadeiro" diamante

O verdadeiro diamante em conformidade com a norma Vickers 6507-2 tem uma tolerância muito estreita, que varia consoante a força de ensaio aplicada. Como mencionado acima, as medições com HV1 (10N) ou inferior terão muito menos contacto com a peça de teste e estas requerem tolerâncias ainda mais elevadas do que as utilizadas para HV5 ou HV10 (50N e 100N respetivamente). A geometria correta é apresentada na imagem abaixo e pode ser medida duas vezes:

- Medindo o ângulo entre as faces opostas, que é determinado pelo ângulo entre as arestas opostas e deve ser igual a $148,11^\circ \pm 0,76^\circ$, e adicionalmente o parâmetro "a" (linha de conjugação) para estar dentro da tolerância para a força específica (Ver tabela abaixo)
- Medindo diretamente o ângulo entre as faces opostas no vértice da pirâmide de diamante, que deve ser $136^\circ \pm 0,5^\circ$, e adicionalmente o parâmetro "a" (linha de conjugação) para estar dentro da tolerância para a força específica (ver quadro abaixo)

É necessário salientar que as tolerâncias para um tal diamante devem ser verificadas com equipamento adequado, que possa medir com elevada resolução, exatidão e incerteza. Um diamante adequado para HV1 é adequado para HV5, mas os diamantes HV5 podem não ser adequados para HV1 devido à linha incorrecta do parâmetro de conjugação "a" (ver tabela abaixo). Todos os factores acima referidos e o facto de o diamante ser um material caro por si só tornam os diamantes de alta qualidade muito caros.



Representação esquemática do indentador de ensaio Vickers, com indicação das distâncias de medição (d_1 e d_2) e dos ângulos relevantes para a medição da dureza Vickers e da profundidade da indentação (t). O ângulo entre as faces opostas é determinado pelo ângulo entre as arestas opostas e deve ser igual a $148,11^\circ \pm 0,76^\circ$. Ampliação em X da linha de conjunção na parte superior do indentador (esquema).

Force denotation in "HV load"	Ranges of test force, F in N	Maximum permissible length of the line of conjunction "a" in μm
HV0.1 \leq F < HV 0.2	0.009 \leq F < 1.961	0.5
HV 0.2 \leq F < HV5	1.961 \leq F < 49.03	1
\geq HV5	F \geq	2

Table.1. Line of conjunction tolerances for a specific test load applied.

Esta é, por exemplo, uma vantagem particular para os utilizadores da sonda 3 em 1, em que é necessário utilizar um diamante com parâmetros mais exigentes para satisfazer os critérios da carga HV1.

Qualidade do diamante e conformidade com a norma UCI

Um dispositivo com uma qualidade inferior do diamante (por exemplo, um parâmetro maior do que o permitido, ou faces dos diamantes fora de tolerância), mas com uma exatidão de medição (e repetibilidade também necessária para as normas DIN 50159 e

GB/T 34205), está em conformidade com as normas ASTM A1038, DIN 50159 ou GB/T 34205?

Resposta curta: Não.

Como é que os desvios de medição e a repetibilidade são ajustados à força de ensaio?

Scale / Range	Max. measurement deviation (E) in % DIN 50159, ASTM A1038, and GB/T 34205								Repeatability (R) / %				
	DIN & GB/T	ASTM	DIN & GB/T	ASTM	DIN & GB/T	ASTM	DIN & GB/T	ASTM	DIN & GB/T	ASTM	DIN & GB/T	ASTM	
	<250 HV		250-300 HV		300-800 HV		>800 HV		≤ 250 HV		> 250 HV		
HV 0.1	5	6	6	7	7	8	8	9	Not required	Not required	6		
HV 0.3	5	6	6	7	7	8	8	9			6		
HV 0.8	4	6	4	7	5	8	6	9			6		
HV 1	4	5	4	5	5	7	6	7			8	6	
HV 5	4	5	4	5	4	7	4	7			5	5	
HV 10	4	5	4	5	4	7	4	7			5	5	

Table 2. The summary of maximum tolerable errors for measurement deviation and repeatability from DIN 50157-2, ASTM A1038 and GB/T 34205, used but the calibration laboratories.

As profundidades de indentação mais baixas e, por conseguinte, as resoluções são tidas em conta em todas as normas relacionadas com a UCI, pelo que o desvio máximo admissível da medição e o coeficiente de variação variam em função da carga de ensaio. Por outras palavras, essas tolerâncias máximas admissíveis reflectem a resolução da medição que resulta da profundidade de indentação (exposição da superfície do diamante). Por exemplo, para cargas muito baixas e materiais duros (por exemplo, >800 HV), o desvio máximo de medição permitido no caso da norma DIN 50159 é igual a 8% (note-se que a norma ASTM permite desvios de medição mais elevados do que as normas DIN e GB/T), enquanto que para HV10 este requisito é reduzido para 4%. O mesmo pode ser observado quando se compara a mesma carga para vários regimes de dureza, sendo que para materiais mais macios é permitido um desvio de medição menor do que no caso dos duros (por exemplo, HV1 250 HV exige 4%, enquanto HV1 >800 HV exige um máximo de 6%). Se a sua aplicação o permitir, considere a utilização de cargas mais elevadas da sonda, especialmente se forem testados materiais mais duros - isto aumenta a profundidade da indentação e a resolução da medição.

O que acontece com os parâmetros do diamante ao longo do tempo?

O diamante é o material natural mais duro conhecido pela humanidade, mas pode ser danificado pela utilização incorrecta do equipamento? Os movimentos laterais da sonda após a indentação (Figura 2.a) e o impacto na superfície da peça de teste com impulso (Figura 2.b), em vez de uma penetração lenta e controlada do material, podem causar fracturas e desgaste do diamante. O movimento da sonda deve ser sempre controlado com as duas mãos.



Figure.2. Schematic illustrations of potential probe applications that may lead to damage of the indenter. a) Lateral movements of the probe during the indentation. b) strong impact of the p

Um diamante fracturado pode ser reparado?

Resposta curta: Sim.

No entanto, o processo requer uma desmontagem quase completa do aparelho, a substituição do diamante ou do ressoador, seguida de uma nova montagem, a garantia de qualidade do novo material e a subsequente calibração. Os custos de reparação são sempre um processo de não produção em série, e não são muito inferiores aos da compra de um novo dispositivo, em que o utilizador recebe todos os componentes novos e imaculados.

Qual é a melhor prática?

Antes de comprar:

- Certifique-se de que o seu dispositivo tem um diamante verdadeiro, em conformidade com a norma ISO 6507-2 Vickers, que corresponda às suas expectativas de medição e qualidade e que garanta a conformidade com a norma da sua escolha
- Considere a carga que pretende utilizar. A utilização de cargas mais elevadas pode ser mais cansativa para os inspectores, mas pode proporcionar uma maior resolução de medição e pode também ser executada em superfícies de maior rugosidade, poupando assim tempo.
- Os resultados fiáveis dos ensaios exigem que o tamanho da indentação seja maior em comparação com a microestrutura do material/distribuição do tamanho do grão. Considere o tamanho da indentação do diamante para compreender qual a carga de ensaio necessária.

Após a compra:

- Certifique-se de que não danifica involuntariamente o diamante através de movimentos laterais sobre a indentação (riscando a superfície) ou através do impacto da superfície com a sonda.
- Faça a manutenção e a calibração regular dos seus aparelhos para ter a certeza do seu equipamento.
- Proteger o indentador com uma tampa de segurança para armazenamento e transporte, para evitar danos acidentais (por exemplo, queda repentina).
- Formar adequadamente o seu pessoal, informando-o sobre potenciais danos no equipamento devido a uma utilização não intencional e incorrecta.

Referências

Metallische Werkstoffe - Härteprüfung nach dem UCI-Verfahren - Teil 2: Prüfung und Kalibrierung der Härteprüfgeräte, DIN 50159-2:2015-01, 2015

Método de teste padrão para teste de dureza portátil pelo método de impedância de contato ultrassônico, ASTM A1038-19, 2019

Materiais metálicos - Ensaio de dureza - Método de impedância de contacto ultrassónico, GB/T 34205-2017, 2017

Ensaaios de dureza portáteis. Teoria prática, aplicações, diretrizes. Burnat, D., Raj, L., Frank, S., Ott, T. Schwerzenbach, Screening Eagle Technologies AG, 2022.

Materiais metálicos - Ensaio de dureza Vickers -Parte 2: Verificação e calibração de máquinas de ensaio. ISO 6507-2:2018



[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.