Para além do teste de dureza portátil manual: As vantagens das sondas motorizadas

Destaques do artigo

- **Testadores de dureza de bancada**: Mobilidade limitada, dependência gravitacional e medições demoradas
- **Testadores de dureza UCI portáteis**: Ultrapassam os problemas de mobilidade e acessibilidade dos dispositivos Vickers estacionários, permitindo testes em todas as direcções
- **Sondas UCI motorizadas vs. sondas UCI manuais**: As sondas motorizadas reduzem a influência do operador na medição e asseguram uma maior repetibilidade da medição
- **Considerações sobre a profundidade de indentação**: Uma profundidade de indentação muito baixa requer uma preparação cuidadosa da superfície
- **Teste de revestimento**: Requer uma espessura mínima de 10× a profundidade de indentação, de acordo com as normas

Introdução

Bancada **Os aparelhos de teste de dureza Vickers** são, desde há muito, o padrão de ouro para medições de dureza de precisão, mas apresentam vários desafios práticos. Estes dispositivos são grandes, estacionários e requerem um ambiente controlado, o que os torna inadequados para aplicações no local. Uma vez que dependem da força gravitacional, as medições só são efectuadas a partir de cima, limitando a flexibilidade das posições de teste.

O próprio processo de medição é moroso, exigindo a preparação da amostra, a indentação e a subsequente análise microscópica. Cada indentação deve ser avaliada opticamente, o que introduz uma complexidade adicional e prolonga o tempo entre a medição e o resultado. Além disso, estes dispositivos têm dificuldades de acessibilidade, uma vez que os componentes maiores ou com formas irregulares nem sempre podem ser colocados no interior do aparelho de teste.

Com estas limitações, as indústrias que procuram **mobilidade, medições mais rápidas e capacidades de teste no terreno** recorrem a **aparelhos de teste de dureza portáteis**, tais como **dispositivos UCI (Impedância de Contacto Ultrassónica)**, que permitem testes diretos no local e em qualquer orientação.

Sondas UCI motorizadas versus sondas UCI manuais

A **introdução de sondas UCI motorizadas** trouxe uma melhoria significativa na precisão e repetibilidade da medição para cargas de ensaio inferiores a 1kgf. Ao contrário das sondas operadas manualmente, que exigem que o utilizador aplique a força de forma consistente, as sondas motorizadas **automatizam a aplicação da força**, minimizando as variações induzidas pelo utilizador. Isto é especialmente crucial nos ensaios de microdureza , em que forças inferiores a **10N** produzem **indentações extremamente superficiais**que exigem uma elevada precisão de medição.

Outro desafio das sondas manuais é assegurar o alinhamento correto da sonda. De acordo com **ASTM A1038, DIN 10159 e GB/T34205**, a sonda **não se deve desviar mais de ±5° da perpendicular à superfície de ensaio** para manter a precisão da medição. Alcançar este nível de precisão manualmente pode ser difícil, especialmente quando se efectuam testes em posições difíceis. Uma sonda motorizada **assegura um posicionamento perpendicular estável**, reduzindo significativamente a influência do operador e melhorando a repetibilidade.

A importância da profundidade de indentação não pode ser exagerada. Com forças mais baixas, a indentação é tão pequena que a deteção só é possível com um microscópio. Isto significa que **é fundamental uma elevada resolução de medição**, e qualquer desvio no manuseamento da sonda pode afetar drasticamente os resultados. As sondas motorizadas combatem este problema através da normalização da profundidade da indentação e da aplicação de força, tornando-as ideais para aplicações em que a **precisão e consistência**são fundamentais.

Qual a profundidade da indentação?

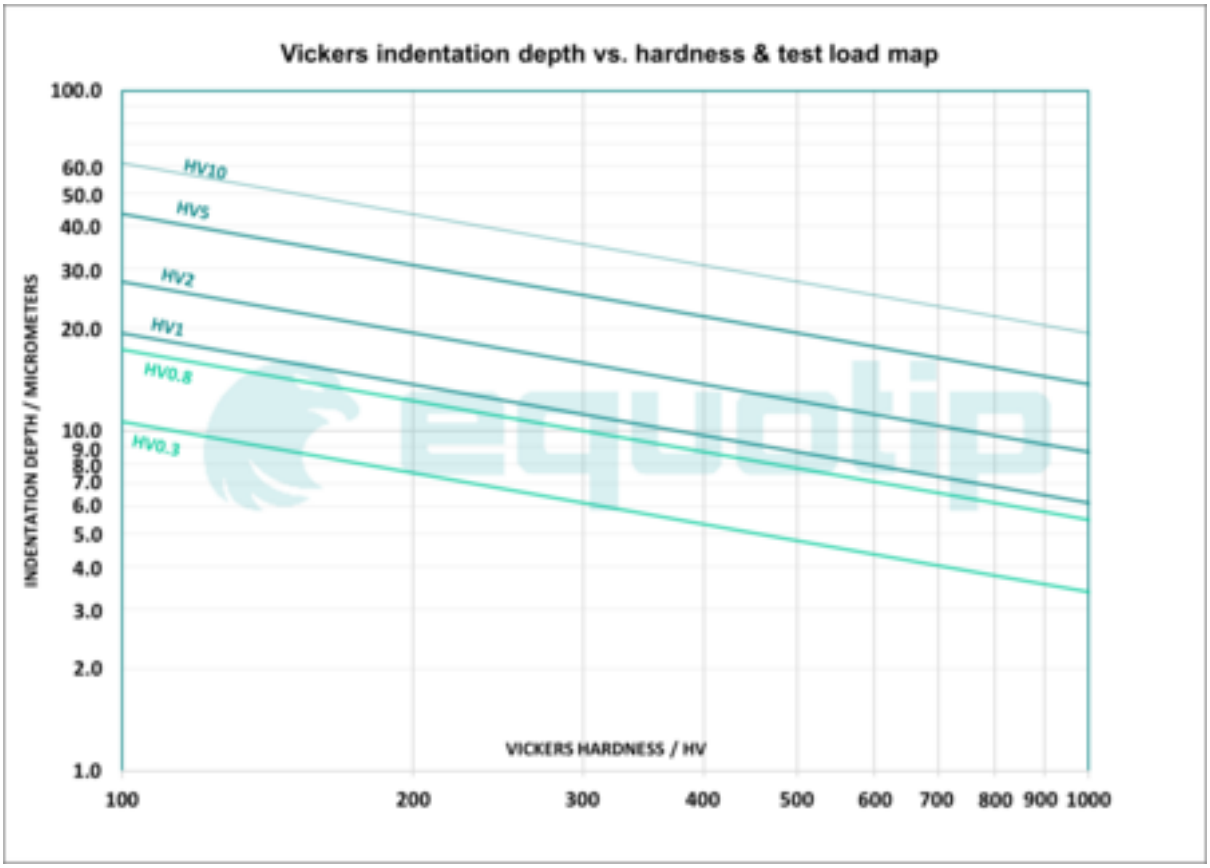
A profundidade da indentação é um fator chave nos ensaios de dureza, influenciando a precisão e a fiabilidade da medição. De acordo com **ASTM A1038**, a profundidade da indentação é calculada utilizando a fórmula:

$h=0{,}062\ (F/HV)^{0.5}$

onde:

- **h** = profundidade de indentação (mm)
- **F** = força de ensaio (N)
- **HV** = dureza do material (escala Vickers)

As indentações superficiais apresentam vantagens e desafios. Embora permitam a realização de ensaios não destrutivos e sejam benéficas para superfícies delicadas, significam também que é necessário equipamento de medição de alta resolução para garantir a fiabilidade. Além disso, recomenda-se um acabamento superficial **de Ra inferior a 1,6 µm** para evitar que as irregularidades afectem os resultados. Se a superfície for demasiado rugosa, a indentação pode não ser uniforme, conduzindo a valores de dureza incorrectos. O mapa seguinte mostra a relação entre a carga de ensaio, a dureza e a profundidade da indentação. Isto é especialmente importante para superfícies muito duras, em que a profundidade de indentação pode ser tão baixa como 3 **µm. É raro que os operadores possam proporcionar um funcionamento estável e sem vibrações sem afetar as medições com uma indentação tão baixa.**



Sondas motorizadas especialmente adequadas para aplicações de revestimento

Ao testar revestimentos como **crómio, níquel e cobre**, bem como superfícies endurecidas por **nitruração, cementação, carbonitruração e endurecimento por indução**, é crucial um controlo adequado da profundidade de indentação. A **profundidade de indentação não deve exceder 10% da espessura do revestimento** para assegurar uma medição exacta sem interferência do substrato. Os tratamentos de superfície resultam em camadas finas e endurecidas que requerem métodos de ensaio precisos, como o UCI, para avaliar a dureza de forma eficaz sem danos excessivos no material.

Outro fator crítico nos ensaios de dureza UCI é a calibração específica do material . O método UCI é tipicamente calibrado para materiais com um **módulo de Young de 210 GPa** (comum para aços). No entanto, materiais como o **cobre (110 GPa) ou o crómio (279 GPa)** apresentam propriedades elásticas diferentes, afectando a precisão da medição. Para obter valores de dureza fiáveis, os aparelhos de teste UCI têm de ser calibrados contra amostras de referência do mesmo tipo de material, assegurando que os resultados reflectem com precisão as propriedades do material.

As sondas UCI motorizadas são particularmente adequadas para aplicações de revestimento e tratamento de superfícies, uma vez que fornecem **medições precisas e repetíveis a baixas profundidades de indentação**, assegurando a conformidade com **as normas da indústria**. A sua capacidade de fornecer **avaliações ultra-rápidas** torna-os uma ferramenta essencial para **a garantia de qualidade e o controlo de processos** em várias aplicações industriais. Isto assegura que os revestimentos e as camadas endurecidas cumprem normas rigorosas de durabilidade e desempenho, mantendo a integridade da superfície. Além disso, a aplicação precisa e constante de força permite uma verificação post-hoc da indentação ao microscópio e a verificação cruzada das medições com os dispositivos de bancada.

Application guide based on the test force / kgf	0.3	0.8
Thin coatings with highly polished surface	●	
Coatings with thickness over 40 micron	●	○
Hardening layer with thickness over 20 micron	●	○
Rotogravure cylinders	●	
Precision parts	●	●
Bearing race		●
Bearings guide rail		●
Bearings		●
Crankshafts and camshafts		●
Ion nitridated layers	●	●
Precision mold	●	●
Small parts	●	●
Case hardeninng	●	●
Polished metals (Steel, Al, Ti, etc) without wisible surface damage	●	●

● - applicable , ○ - Possible, depeding on the specimen

Comparação: UCI vs. testadores de dureza de bancada

Melhor para	Testes de laboratório	Testes no local	Testes de precisão no local
Caraterística	**Testes de bancada (Vickers) Top (Vickers)**	**UCI portátil (Manual)**	**UCI portátil (Motorizado)**
Tempo de medição	Longo (análise ótica)	Curto	Curto
Mobilidade	Estacionário	Portátil	Portátil
Influência do operador	Nenhuma (configuração fixa)	Média-alta	Baixa com pé magnético

Conclusão

Para indústrias que exigem **mobilidade, velocidade e flexibilidade**, os aparelhos de teste UCI portáteis oferecem uma alternativa interessante aos aparelhos de teste Vickers de bancada. Embora os dispositivos de bancada forneçam **valores de dureza de alta precisão**, são **estacionários, demorados e limitados na orientação do teste**.

Os aparelhos de teste UCI, por outro lado, permitem **o teste de dureza no local em qualquer direção, reduzindo significativamente o tempo entre o teste e o resultado**. Dentro da categoria UCI, as sondas motorizadas **destacam-se**, particularmente em **aplicações de baixa força** onde a profundidade da indentação é mínima e a precisão da medição é crítica. Ao assegurar uma aplicação de força consistente e ao reduzir a influência do operador, as sondas motorizadas fornecem uma **solução de teste de dureza fiável e precisa**, especialmente para **revestimentos e aplicações de microdureza**.

Em última análise, a escolha do método de teste de dureza correto depende dos requisitos da aplicação **, da localização do teste e dos níveis de precisão pretendidos**. A compreensão das vantagens e limitações de cada método permite às indústrias otimizar os seus processos de ensaio e obter **medições de dureza fiáveis, repetíveis e precisas**numa variedade de condições.

Referências

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

Método de ensaio padrão para ensaio de dureza portátil pelo método de impedância de contacto ultrassónico, ASTM A1038-19, 2019

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

Ensaio de dureza portátil. 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.