

Comprendere l'importanza del modulo di Young dei materiali non standard nelle prove di durezza a contatto ultrasonico (UCI)

Panoramica

- Il metodo Ultrasonic Contact Impedance (UCI) è un adattamento del tradizionale test di durezza Vickers.
- Il metodo UCI misura la durezza attraverso la variazione della frequenza del risonatore prima e dopo l'indentazione ed è fortemente correlato al modulo di Youngs
- La misurazione di materiali con un modulo di Young significativamente diverso da quello dell'acciaio standard può portare a risultati imprecisi, a meno che non si applichino correzioni appropriate. Anche piccole differenze nel modulo di Young tra la calibrazione predefinita e il materiale di prova possono introdurre distorsioni sistematiche, per cui si raccomanda di apportare le dovute correzioni.

Introduzione

La misurazione della durezza di materiali non standard - che differiscono significativamente dall'acciaio standard con un modulo elastico (modulo di Young) di 210 GPa - può portare a risultati imprecisi quando si utilizza il metodo dell'impedenza di contatto a ultrasuoni (UCI). Questo perché la tecnica UCI si basa sulle proprietà elastiche del materiale da testare. In questo articolo spiegheremo i fondamenti del metodo Vickers convenzionale da banco e del metodo UCI. Inoltre, discuteremo i motivi per cui è necessaria una certa cautela quando si effettuano misure su materiali diversi dall'acciaio standard. Comprendendo e applicando le correzioni appropriate, è possibile ottenere risultati affidabili in modo rapido ed efficiente. Quindi, se avete mai misurato, ad esempio, 600 HV su alluminio con un dispositivo UCI, questo articolo è per voi.

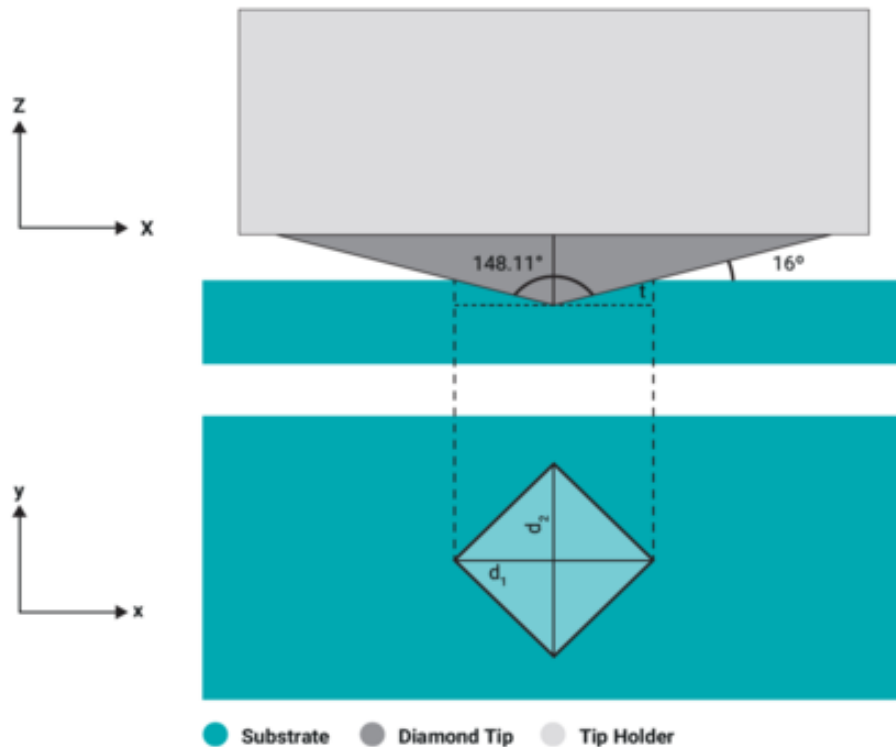
Come funziona l'impedenza di contatto a ultrasuoni rispetto al metodo da banco?

Metodo Vickers da banco

Nella prova di durezza Vickers da banco, un penetratore in diamante con una precisa geometria piramidale (136° tra le sfaccettature opposte o $148,11^\circ$ tra gli spigoli opposti) viene premuto nel materiale sotto un carico specifico. Questa azione crea un'impronta di forma quadrata. La dimensione di questa impronta viene poi misurata al microscopio determinando le lunghezze delle due diagonali. Il numero di durezza Vickers (HV) viene calcolato dividendo la forza applicata per la superficie dell'impronta.

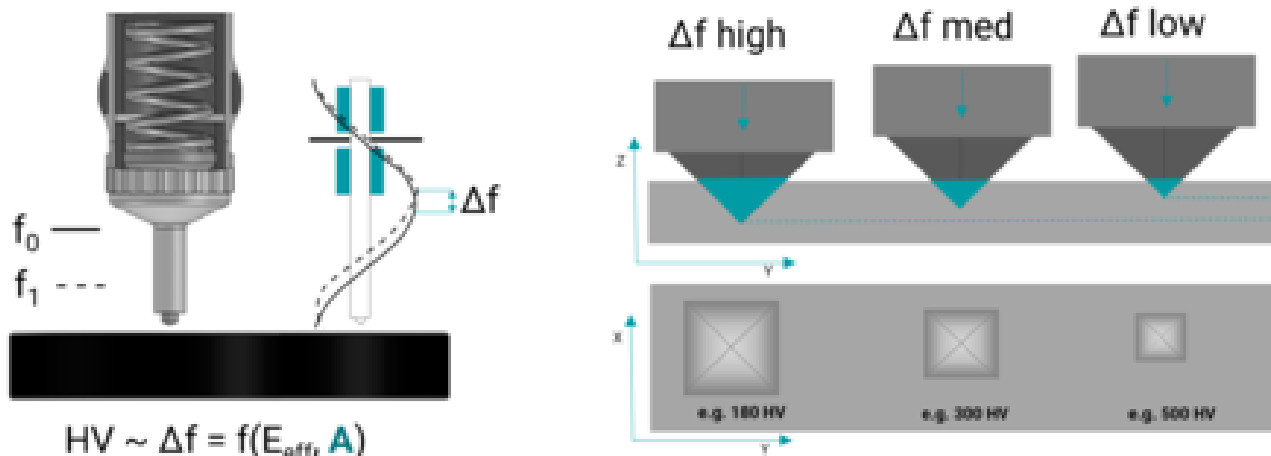
- **I materiali più morbidi** danno luogo a rientranze più grandi e profonde con diagonali più lunghe.
- **I materiali più duri** producono tacche più piccole e meno profonde con diagonali più corte.

Questo metodo si basa su misure ottiche e può richiedere molto tempo a causa della necessità di analisi al microscopio.



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

Il metodo **Metodo UCI** utilizza lo stesso penetratore in diamante, ma montato su un'asta vibrante che risona a una frequenza ultrasonica. Quando il penetratore in diamante viene premuto nel materiale, il contatto superficiale tra l'impronta e il diamante altera la frequenza di risonanza. Più grande è la rientranza, maggiore è la variazione di frequenza. Invece di misurare otticamente la diagonale della rientranza, il metodo UCI utilizza lo spostamento di frequenza per calcolare istantaneamente il valore di durezza.



La frequenza di risonanza, tuttavia, dipende fortemente dalle proprietà elastiche del materiale e le calibrazioni standard per tutti i dispositivi in commercio sono impostate su acciaio e acciaio fuso con modulo di Young (E , detto anche modulo elastico) di 210 GPa. Ciò significa che se si misura un materiale con modulo E diverso da 210 GPa, mentre il dispositivo "crede" che si tratti del materiale standard, si otterranno misure errate. Maggiore è la differenza di modulo E , maggiore sarà l'errore. Quindi, se avete misurato l'alluminio con il metodo UCI e avete ricevuto 500-600 HV, molto probabilmente il problema è questo. La tabella seguente riassume le caratteristiche di misurazione più importanti tra i due metodi.

	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!

Quali sono le tolleranze del modulo di Youngs per utilizzare la calibrazione predefinita del materiale? Caso di studio sull'acciaio P91.

Una regola generale è quella di limitare i materiali da testare a quelli che hanno un **Modulo di Young** non superiore a **±10 GPa** dal materiale calibrato. Tuttavia, questo non garantisce misure prive di distorsioni. Prendere **Acciaio T/P91** che ha un modulo di Young medio di **212-218 GPa (in questo esempio 218 GPa)**. Questo valore rientra nell'intervallo accettabile, eppure un test Vickers stazionario potrebbe dare una durezza di **185 HV** mentre le sonde UCI potrebbero mostrare **165-170 HV** da seconda del produttore. A prima vista, ciò sembra accettabile, ma uno scostamento fino all'11% è un dato che non è stato considerato **11%** è possibile, superando di gran lunga tutte le tolleranze standard.

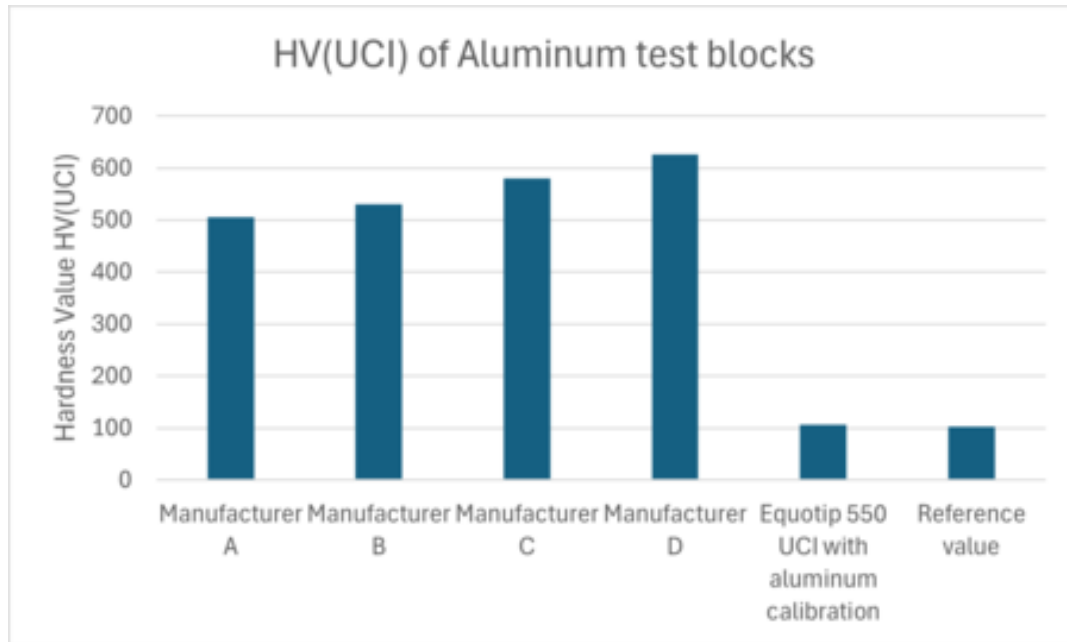
È essenziale tenere conto di queste deviazioni, poiché trascurarle può portare a sottostimare o sovrastimare la durezza, compromettendo potenzialmente la sicurezza o la qualità del materiale testato; questa mancanza di regolazione può far sembrare sicuro un materiale fragile e il contrario. Si tenga presente che questo bias non tiene ancora conto dell'errore dell'utente (ad esempio, la perpendicolarità della misura), del bias della preparazione della superficie e delle misure effettuate sul campo.

È quindi buona norma tenere sempre conto anche delle fonti di distorsione minori ed eliminarle quando possibile. Di seguito è riportato un esempio di misurazione sul campo di P91 da parte dell'utente con correzione predefinita dal produttore.



Che dire di altri materiali con modulo di Young molto diverso?

Vediamo un esempio più estremo. Consideriamo un blocco motore in alluminio, con una durezza standard di **103 HV** utilizzando un test Vickers da banco. Se testato con l'UCI senza una corretta calibrazione, i risultati potrebbero variare in modo sostanziale a seconda del produttore. La chiave di lettura è che senza una corretta calibrazione si possono ottenere risultati fuorvianti. Questo può essere ovvio nel caso dell'alluminio, dato che un alluminio così duro non esiste, ma discrepanze minori possono passare inosservate, portando a valutazioni imprecise.



Per garantire misure accurate, sono necessarie calibrazioni speciali che tengano conto dei diversi moduli di Young. I produttori spesso le forniscono, oppure gli utenti possono crearne di proprie attraverso una calibrazione esterna.

Qual è la prassi migliore?

Comprendere il materiale

- **Identificare il modulo di Young:** Conoscere le proprietà elastiche del materiale da testare.
- **Controllare le opzioni del produttore:** Molti dispositivi offrono calibrazioni preimpostate per diversi materiali.

Applicare le correzioni

- **Utilizzare le calibrazioni del produttore:** Selezionare la calibrazione del materiale appropriato, se disponibile.
- **Creare correzioni personalizzate:** La maggior parte dei moderni dispositivi UCI spesso consente agli utenti di generare le proprie curve di correzione.

Metodi per la generazione di curve di correzione

1. Spostamento di un punto

- **Utilizzo:** Regolazioni semplici e rapide.
- **Limitazioni:** Ideale per correzioni minori in un intervallo di durezza ristretto.

2. Curva a due punti

- **Utilizzo:** Consente di tenere conto della non linearità su un intervallo più ampio.
- **Vantaggi:** Più preciso dello spostamento di un punto per materiali con differenze significative.

3. Curva polinomiale

- **Utilizzo:** Definisce la correzione utilizzando coefficienti matematici.
- **Vantaggi:** Offre la massima precisione su un'ampia gamma di valori di durezza.

Implementazione delle correzioni:

Con i moderni dispositivi la generazione di correzioni può essere davvero semplice da eseguire, di seguito il video istruttivo che dimostra quanto sia facile con l'Equotip 550 UCI.

Il metodo UCI offre vantaggi significativi rispetto al metodo Vickers convenzionale da banco, tra cui misure più rapide e una maggiore portabilità. Tuttavia, poiché i risultati dell'UCI sono influenzati dalle proprietà elastiche del materiale, è fondamentale applicare correzioni appropriate quando si testano materiali non standard.

Comprendendo l'impatto del modulo di Young sulle misure UCI e seguendo le migliori pratiche di calibrazione, è possibile ottenere misure di durezza accurate e affidabili su un'ampia gamma di materiali.



[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.