

Oltre le prove di durezza manuali portatili: i vantaggi delle sonde motorizzate

Articoli in evidenza

- **Durometri da banco:** Mobilità limitata, dipendenza gravitazionale e misure lunghe
- **Durometri UCI portatili:** Superano i problemi di mobilità e accessibilità dei dispositivi Vickers fissi, consentendo di eseguire prove in tutte le direzioni
- **Sonde UCI motorizzate vs. sonde UCI manuali:** Le sonde motorizzate riducono l'influenza dell'operatore sulla misura e garantiscono una maggiore ripetibilità della misura
- **Considerazioni sulla profondità di indentazione:** Una profondità di indentazione molto bassa richiede un'attenta preparazione della superficie
- **Test del rivestimento:** Richiede uno spessore minimo di $10\times$ la profondità di indentazione secondo gli standard

Introduzione

I durometri da banco **Vickers** sono stati a lungo il gold standard per le misure di durezza di precisione, ma presentano diverse sfide pratiche. Questi dispositivi sono grandi, fissi e richiedono un ambiente controllato, il che li rende inadatti alle applicazioni in loco. Poiché si basano sulla forza gravitazionale, le misure vengono eseguite solo dall'alto, limitando la flessibilità delle posizioni di prova.

Il processo di misura in sé richiede molto tempo, in quanto richiede la preparazione del campione, l'indentazione e la successiva analisi al microscopio. Ogni indentazione deve essere valutata otticamente, il che introduce un'ulteriore complessità e allunga i tempi dalla misurazione al risultato. Inoltre, questi dispositivi hanno problemi di accessibilità, in quanto i componenti più grandi o di forma irregolare non sempre possono essere inseriti nel tester.

Con queste limitazioni, le industrie che cercano **mobilità, misure più rapide e capacità di prova sul campo** si rivolgono a **misuratori di durezza portatili** come i dispositivi UCI (Ultrasonic Contact Impedance) che consentono di eseguire prove dirette sul posto e con qualsiasi orientamento.

Sonde UCI motorizzate rispetto a quelle manuali

L'introduzione delle sonde UCI **motorizzate** ha portato un significativo miglioramento dell'accuratezza e della ripetibilità delle misure per carichi di prova inferiori a 1 kgf. A differenza delle sonde ad azionamento manuale, che richiedono all'utente di applicare la forza in modo costante, le sonde motorizzate **automatizzano l'applicazione della forza**, riducendo al minimo le variazioni indotte dall'utente. Questo è particolarmente cruciale nelle **prove di microdurezza**, dove forze inferiori a **10N** producono **indentature estremamente superficiali** che richiedono un'elevata precisione di misura.

Un'altra sfida con le sonde manuali è garantire il corretto allineamento della sonda. Secondo **ASTM A1038**, **DIN 10159** e **GB/T34205**, la sonda **non deve deviare di oltre $\pm 5^\circ$ dalla perpendicolare alla superficie di prova** per mantenere l'accuratezza della misura. Raggiungere questo livello di precisione manualmente può essere difficile, soprattutto quando si eseguono test in posizioni scomode. Una sonda motorizzata **assicura un posizionamento perpendicolare stabile**, riducendo significativamente l'influenza dell'operatore e migliorando la ripetibilità.

L'importanza della profondità di **indentazione** non può essere sopravvalutata. Con forze inferiori, l'indentazione è così piccola che il rilevamento è possibile solo al microscopio. Ciò significa che **l'alta risoluzione di misura è fondamentale**: qualsiasi deviazione nella gestione della sonda può influire drasticamente sui risultati. Le sonde motorizzate combattono questo problema standardizzando la profondità di indentazione e l'applicazione della forza, rendendole ideali per le applicazioni in cui **la precisione e l'uniformità sono fondamentali**.

Quanto è profonda l'indentazione?

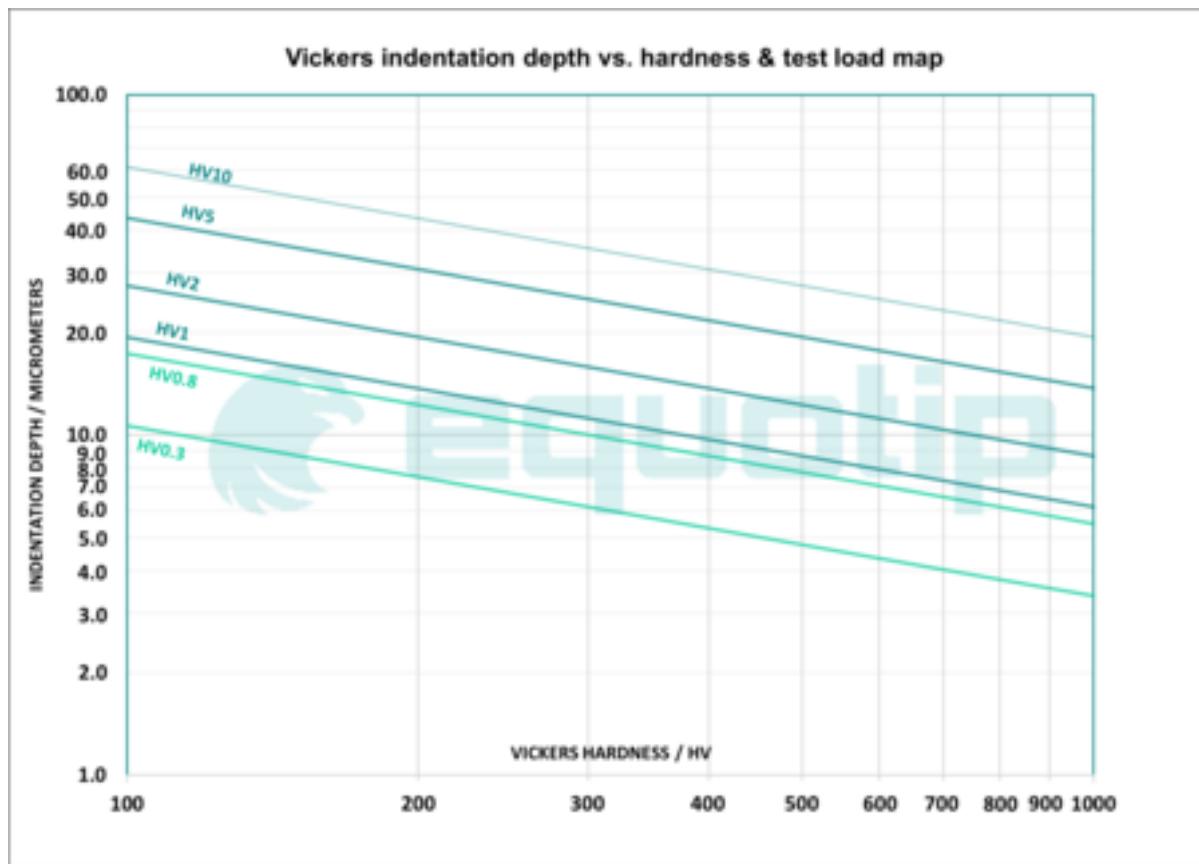
La profondità di indentazione è un fattore chiave nelle prove di durezza, che influenza l'accuratezza e l'affidabilità della misura. Secondo **ASTM A1038**, la profondità di indentazione viene calcolata con la formula:

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

dove:

- **h** = profondità di indentazione (mm)
- **F** = forza di prova (N)
- **HV** = durezza del materiale (scala Vickers)

Le indentazioni poco profonde presentano sia vantaggi che sfide. Se da un lato consentono di eseguire test non distruttivi e sono vantaggiosi per le superfici delicate, dall'altro rendono **necessaria un'apparecchiatura di misura ad alta risoluzione** per garantire l'affidabilità. Inoltre, si raccomanda una **finitura superficiale di Ra inferiore a 1,6 μm** per evitare che le irregolarità influenzino i risultati. Se la superficie è troppo ruvida, l'indentazione potrebbe non essere uniforme, con conseguenti valori di durezza imprecisi. La mappa seguente illustra la relazione tra il carico di prova, la durezza e la profondità di indentazione. Questo è particolarmente importante per le superfici molto dure, dove la profondità di indentazione può essere di 3 μm. **È raro che gli operatori riescano a garantire un funzionamento costante e privo di vibrazioni senza influenzare le misure con un'indentazione così bassa.**



Sonde motorizzate particolarmente adatte per applicazioni di rivestimento

Quando si testano rivestimenti come **cromo**, **nichel** e **ramee** superfici temprate da **nitrurazione**, **carburazione**, **carbonitrurazione** e **tempra a induzione** è fondamentale un adeguato controllo della profondità di indentazione. **La profondità di indentazione non deve superare il 10% dello spessore del rivestimento** per garantire una misura accurata senza interferenze con il substrato. I trattamenti superficiali producono strati sottili e induriti che richiedono metodi di prova precisi come l'UCI per valutare efficacemente la durezza senza danneggiare eccessivamente il materiale.

Un altro fattore critico nelle prove di durezza UCI è la **calibrazione specifica del materiale**. Il metodo UCI è tipicamente calibrato per materiali con un **modulo di Young di 210 GPa** (comune per gli acciai). Tuttavia, materiali come **il rame (110 GPa)** o **il cromo (279 GPa)** presentano proprietà elastiche diverse, che influiscono sull'accuratezza della misurazione. Per ottenere valori di durezza affidabili, i tester UCI devono essere calibrati rispetto a campioni di riferimento dello stesso tipo di materiale, per garantire che i risultati riflettano accuratamente le proprietà del materiale.

[Le sonde UCI motorizzate](#) sono particolarmente adatte per le applicazioni di rivestimento e trattamento superficiale, in quanto forniscono **misure precise e ripetibili a basse profondità di indentazione**, garantendo la conformità agli **standard industriali**. La loro capacità di fornire **valutazioni ultraveloci** li rende uno strumento essenziale per **l'assicurazione della qualità e il controllo dei processi** in diverse applicazioni industriali. In questo modo si garantisce che i rivestimenti e gli strati induriti soddisfino i severi standard di durata e prestazioni, mantenendo l'integrità della superficie. Inoltre, l'applicazione di una forza precisa e costante consente un controllo post-hoc dell'indentazione al microscopio e un controllo incrociato delle misure con i dispositivi da banco.

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 hardening	●	●
Polished metals (Steel, Al, Ti, etc) without visible surface damage	●	●

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

Confronto: UCI vs. durometri da banco

Migliori per	Test di laboratorio	Test in loco	Test di precisione in loco
Caratteristiche	Durometri da banco (Vickers)Top (Vickers)	UCI portatile (manuale)	UCI portatile (motorizzato)
Tempo di misura	Lungo (analisi ottica)	Breve	Breve
Mobilità	Stazionario	Portatile	Portatile
Influenza dell'operatore	Nessuna (configurazione fissa)	Medio-alta	Bassa con piede magnetico

Conclusioni

Per le industrie che richiedono **mobilità, velocità e flessibilità**, i tester UCI portatili offrono una valida alternativa ai tester Vickers da banco. Sebbene i dispositivi da banco forniscano **valori di durezza di alta precisione**, sono **stazionari, richiedono molto tempo e hanno un orientamento di prova limitato**.

I tester UCI, invece, consentono di effettuare **prove di durezza in loco in qualsiasi direzione, riducendo significativamente il tempo che intercorre tra la prova e il risultato**. All'interno della categoria UCI, spiccano le **sonde motorizzate**, in particolare nelle **applicazioni a bassa forza** dove la profondità di indentazione è minima e l'accuratezza della misura è fondamentale. Garantendo un'applicazione costante della forza e riducendo l'influenza dell'operatore, le sonde motorizzate **forniscono una soluzione affidabile e precisa per le prove di durezza**, in particolare per i rivestimenti e le applicazioni di microdurezza.

In definitiva, la scelta del giusto metodo di prova di durezza dipende dai **requisiti applicativi, dal luogo di prova e dai livelli di accuratezza desiderati**. La comprensione dei vantaggi e dei limiti di ciascun metodo consente alle industrie di ottimizzare i processi di prova e di ottenere **misure di durezza affidabili, ripetibili e accurate** in una varietà di condizioni.

Riferimenti

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

Standard Test Method for Portable Hardness Testing by the Ultrasonic Contact Impedance Method, ASTM A1038-19, 2019

Materiali metallici - Prova di durezza - Metodo dell'impedenza di contatto a ultrasuoni, GB/T 34205-2017, 2017

Prova di durezza portatile. Teoria, pratica, applicazioni, linee guida. Burnat, D., Raj, L., Frank, S., Ott, T. Schwerzenbach, Screening Eagle Technologies AG, 2022.

Materiali metallici - Prova di durezza Vickers - Parte 2: Verifica e calibrazione delle macchine di prova. 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.