

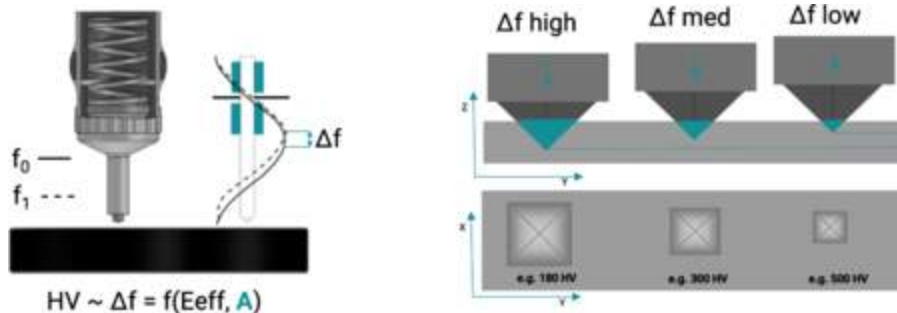
I diamanti non sono per sempre: Diamanti nelle sonde a contatto a ultrasuoni (UCI) per misure accurate

Introduzione

Il diamante Vickers utilizzato nelle misure di impedenza di contatto a ultrasuoni (UCI) è di forma piramidale ed è definito con precisione negli standard ISO 6507-2 & ASTM E92-17. La qualità del diamante e la sua geometria influiscono sull'accuratezza della misura.

Adattato dal banco, fornisce letture molto più veloci

L'uso del diamante UCI è stato adottato dai dispositivi convenzionali da banco, dove gli utenti impostano un carico sul penetratore, che penetra nel materiale e crea un'impronta. La profondità dell'impronta riflette la durezza del pezzo in esame. L'utente utilizza poi un microscopio per valutare le diagonali dell'impronta e, grazie alla nota (definita dallo standard) e precisa geometria del diamante, può valutare la profondità di indentazione e quindi la durezza in unità Vickers.



caption

- Oscillazione dell'asta risonante a frequenza ULTRASONICA
- Indentatore Vickers a contatto forzato con il provino (esposizione della superficie A)
- Spostamento di frequenza misurato convertito in durezza (IMPEDENZA)

Nei dispositivi UCI lo stesso diamante è montato sulla punta del risonatore che vibra con una frequenza specifica. Al momento dell'indentazione, ovvero premendo il diamante nel pezzo in esame, la frequenza cambia ed è correlata al modulo E del materiale e alla superficie esposta del diamante. È corretto dire che: minore è la profondità di indentazione, minore è il contatto (superficie) del diamante con il materiale e minore è lo spostamento di frequenza. Questo vale anche per diverse forze di prova: se un ispettore utilizza un carico di 1N, la sua indentazione nel materiale sarà molto meno profonda di quella che si avrebbe con una forza di prova di 100N. Lo spostamento di frequenza viene quindi convertito in valori di durezza sulla base di curve di conversione spostamento di frequenza - durezza Vickers predefinite, create per default per materiali con modulo

E di 210 GPa. In questo modo, l'utente non ha bisogno di misurare l'indentazione al microscopio, poiché questa viene calcolata automaticamente dal firmware della sonda/software del dispositivo.

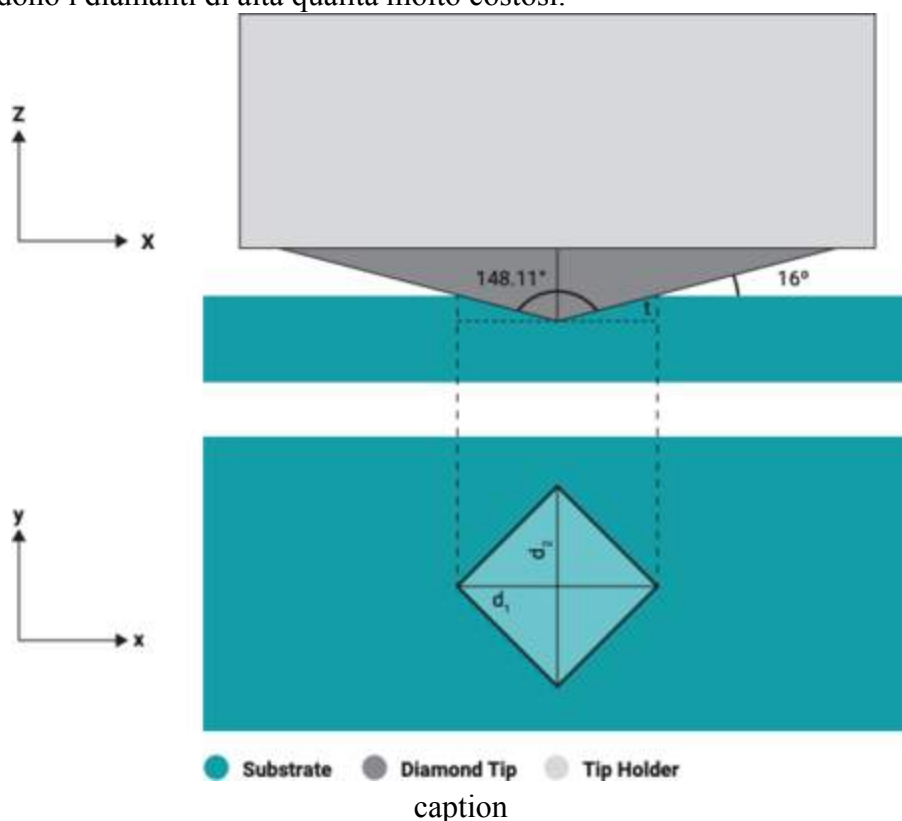
Il diamante, minuscolo e fabbricato con precisione, è quindi un'interfaccia tra il dispositivo di misura UCI e il pezzo in prova: è l'elemento che "amplifica" il contatto con il pezzo in prova. Diamanti imperfetti e danneggiati portano a misure di scarsa accuratezza e precisione.

La norma ISO 6507-2 definisce il "vero" diamante

Il vero diamante conforme alla norma Vickers 6507-2 ha una tolleranza molto ristretta, che varia a seconda della forza di prova applicata. Come già detto, le misure con HV1 (10N) o inferiori avranno un contatto molto minore con il pezzo in prova e richiedono tolleranze ancora più elevate rispetto a quelle utilizzate per HV5 o HV10 (rispettivamente 50N e 100N). La geometria corretta è riportata nell'immagine seguente e può essere misurata due volte:

- Misurando l'angolo tra le facce opposte, che è determinato dall'angolo tra gli spigoli opposti e deve essere pari a $148,11^\circ \pm 0,76^\circ$, e inoltre il parametro "a" (linea di congiunzione) deve rientrare nella tolleranza per la forza specifica (vedere la tabella seguente).
- Misurando direttamente l'angolo tra le facce opposte al vertice della piramide a diamante, che deve essere pari a $136^\circ \pm 0,5^\circ$, e inoltre il parametro "a" (linea di congiunzione) deve rientrare nella tolleranza per la forza specifica (vedi tabella seguente)

È necessario sottolineare che le tolleranze per un diamante di questo tipo devono essere verificate con apparecchiature adeguate, in grado di misurare con alta risoluzione, precisione e incertezza. Un diamante idoneo per HV1 è idoneo per HV5, ma i diamanti HV5 potrebbero non essere idonei per HV1 a causa di una linea errata del parametro di congiunzione "a" (vedere la tabella seguente). Tutto ciò e il fatto che il diamante è un materiale costoso di per sé rendono i diamanti di alta qualità molto costosi.



Rappresentazione schematica del penetratore per la prova Vickers, con indicazione delle distanze (d_1 e d_2) e degli angoli di misurazione della durezza Vickers e della profondità di penetrazione (t). L'angolo tra le facce opposte è determinato dall'angolo tra i bordi opposti e deve essere pari a $148,11^\circ \pm 0,76^\circ$. Ingrandimento X sulla linea di congiunzione sulla parte superiore del penetratore (schematico).

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.

Questo è un vantaggio particolare per gli utenti della sonda 3-in-1, dove è necessario utilizzare un diamante con parametri più impegnativi per soddisfare i criteri del carico HV1.

Qualità del diamante e conformità agli standard UCI

Un dispositivo con un diamante di qualità inferiore (ad esempio, con dimensioni superiori a quelle consentite per un parametro, o con le facce dei diamanti fuori tolleranza) ma con una precisione di misura (e ripetibilità richiesta anche per gli standard DIN 50159 e GB/T 34205) è conforme agli standard ASTM A1038, DIN 50159 o GB/T 34205?

Risposta breve: No.

Come si regolano le deviazioni di misura e la ripetibilità in base alla forza di prova?

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	
	<250 HV		250-500 HV		500-800 HV		>800 HV		≤ 250 HV		> 250 HV	
HV 0.1	5	6	6	7	7	8	8	9	8	Not required	6	Not required
HV 0.3	5	6	6	7	7	8	8	9	8		6	
HV 0.8	4	6	4	7	5	8	6	9	8		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.

In tutti gli standard UCI si tiene conto di profondità di penetrazione inferiori e quindi di risoluzioni, per cui la deviazione di misura massima consentita e il coefficiente di variazione variano a seconda del carico di prova. In parole povere, queste tolleranze massime ammissibili riflettono la risoluzione di misura che deriva dalla profondità di penetrazione (esposizione superficiale del diamante). Ad esempio, per carichi molto bassi e materiali duri (ad esempio, >800 HV) la deviazione di misura massima consentita nel caso della norma DIN 50159 è pari all'8% (si noti che la norma ASTM consente deviazioni di misura più elevate rispetto alle norme DIN e GB/T), mentre per HV10 questo requisito si riduce al 4%. Lo stesso si può notare quando si confronta lo stesso carico per vari regimi di durezza, dove per i materiali più morbidi è consentita una deviazione di misura inferiore rispetto a quelli duri (ad esempio, HV1 250 HV richiede il 4%, mentre HV1 >800 HV richiede al massimo il 6%). Se l'applicazione lo consente, si può prendere in considerazione l'utilizzo di carichi più elevati della sonda, soprattutto se si testano materiali più duri: ciò aumenta la profondità di indentazione e la risoluzione di misura.

E i parametri del diamante nel tempo?

Il diamante è il materiale naturale più duro conosciuto dall'uomo, ma può essere danneggiato da un uso improprio dell'apparecchiatura? I movimenti laterali della sonda al momento dell'indentazione (Figura 2.a) e

l'impatto con la superficie del provino con slancio (Figura 2.b), invece di una penetrazione lenta e controllata del materiale, possono causare fratture e usura del diamante. Il movimento della sonda deve essere sempre controllato con entrambe le mani.



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

È possibile riparare un diamante fratturato?

Risposta breve: Sì.

Tuttavia, il processo richiede lo smontaggio quasi completo del dispositivo, la sostituzione del diamante o del risonatore, seguita dal rimontaggio, dal controllo di qualità della nuova costruzione e dalla successiva calibrazione. Il costo della riparazione è sempre un processo non di serie e non è molto inferiore all'acquisto di un nuovo dispositivo, dove l'utente riceve tutti i componenti nuovi e immacolati.

Qual è la prassi migliore?

Prima dell'acquisto:

- Assicurarsi che il dispositivo disponga di un diamante vero, conforme alla norma ISO 6507-2 Vickers, che corrisponda alle aspettative di misura e alla qualità e che garantisca la conformità allo standard prescelto.
- Considerare il carico che si desidera utilizzare. L'uso di carichi più elevati può essere più faticoso per gli ispettori, ma può fornire una risoluzione di misura più elevata e può essere eseguito anche su rugosità superficiali più elevate, con conseguente risparmio di tempo.
- Per ottenere risultati affidabili è necessario che le dimensioni dell'indentazione siano maggiori rispetto alla microstruttura e alla distribuzione granulometrica del materiale. Considerare la dimensione dell'indentazione del diamante per capire quale carico di prova è necessario.

Dopo l'acquisto:

- Assicurarsi di non danneggiare involontariamente il diamante con movimenti laterali sull'impronta (graffiando la superficie) o impattando la superficie con la sonda.
- Eseguire regolarmente la manutenzione e la calibrazione dei dispositivi per essere sicuri della propria attrezzatura.
- Proteggete il vostro penetratore con un cappuccio di sicurezza per lo stoccaggio e il trasporto, per evitare danni accidentali (ad esempio, cadute improvvise).
- Formate adeguatamente il vostro personale, informandolo dei potenziali danni all'apparecchiatura dovuti a un uso involontario e improprio.

Referenze

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

Metodo di prova standard per la prova di durezza portatile con il metodo dell'impedenza di contatto a ultrasuoni, ASTM A1038-19, 2019

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

Prove di durezza portatili. 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.