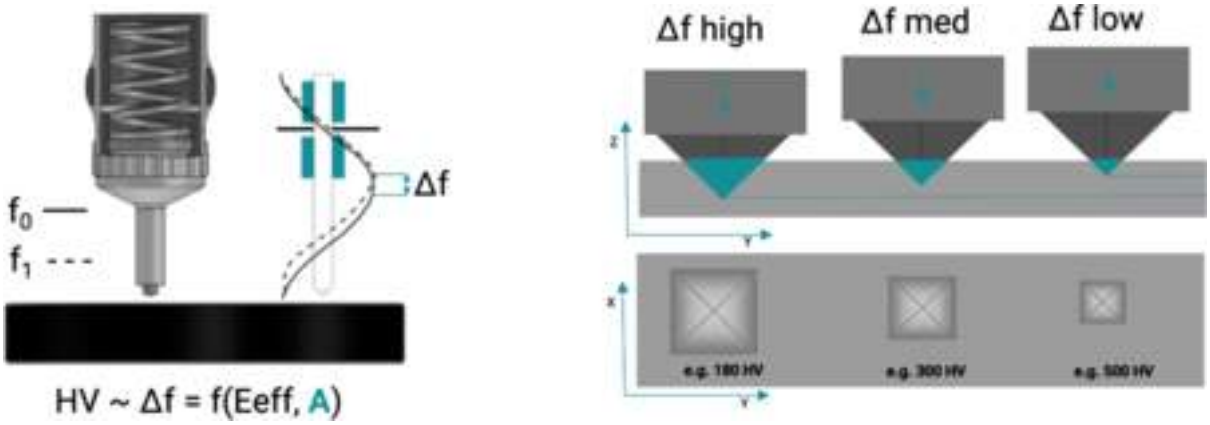
Les diamants ne sont pas éternels : Les diamants dans les sondes d'impédance de contact ultrasonique (UCI) pour des mesures précises

Introduction

Le diamant Vickers utilisé dans les mesures d'impédance de contact ultrasonique (UCI) est de forme pyramidale et est défini avec précision dans les normes ISO 6507-2 & ASTME92-17. La qualité du diamant et sa géométrie ont un impact sur la précision de la mesure.

Adapté au banc d'essai, il permet des lectures beaucoup plus rapides.

L'utilisation du diamant UCI a été adoptée à partir d'appareils de table conventionnels, où les utilisateurs appliquent une charge au pénétrateur, qui pénètre ensuite dans le matériau et crée une indentation. La profondeur de l'empreinte reflète la dureté de la pièce testée. L'utilisateur utilise ensuite un microscope pour évaluer les diagonales de l'empreinte et, grâce à une géométrie bien connue (définie par la norme) et précise du diamant, il peut évaluer la profondeur de l'empreinte et donc la dureté en unités Vickers.



caption

- Oscillation de la barre de résonance à une fréquence ULTRASONIQUE
- Pénétrateur Vickers forcé sur l'éprouvette CONTACTS (exposition de la surface A)
- Déplacement de fréquence mesuré converti en dureté (IMPÉDANCE)

Dans les appareils UCI, le même diamant est monté sur la pointe du résonateur qui vibre à une fréquence spécifique. Lors de l'indentation - c'est-à-dire de la pression du diamant sur la pièce à tester - la fréquence change et est liée au module E du matériau et à la surface exposée du diamant. Il est correct de dire que plus la profondeur d'indentation est faible, plus le contact (surface) du diamant avec le matériau est faible et plus le changement de fréquence est faible. Il en va de même pour les différentes forces d'essai : si un inspecteur utilise une charge de 1N, son empreinte dans le matériau sera beaucoup moins profonde qu'avec une force d'essai de 100N. Le décalage de fréquence est ensuite converti en valeurs de dureté sur la base de courbes de conversion décalage de fréquence - dureté Vickers prédéfinies, créées par défaut pour des matériaux dont le module E est de 210 GPa. Ainsi, l'utilisateur n'a pas besoin de mesurer l'indentation sous le microscope, car elle est automatiquement calculée par le micrologiciel/logiciel de la sonde.

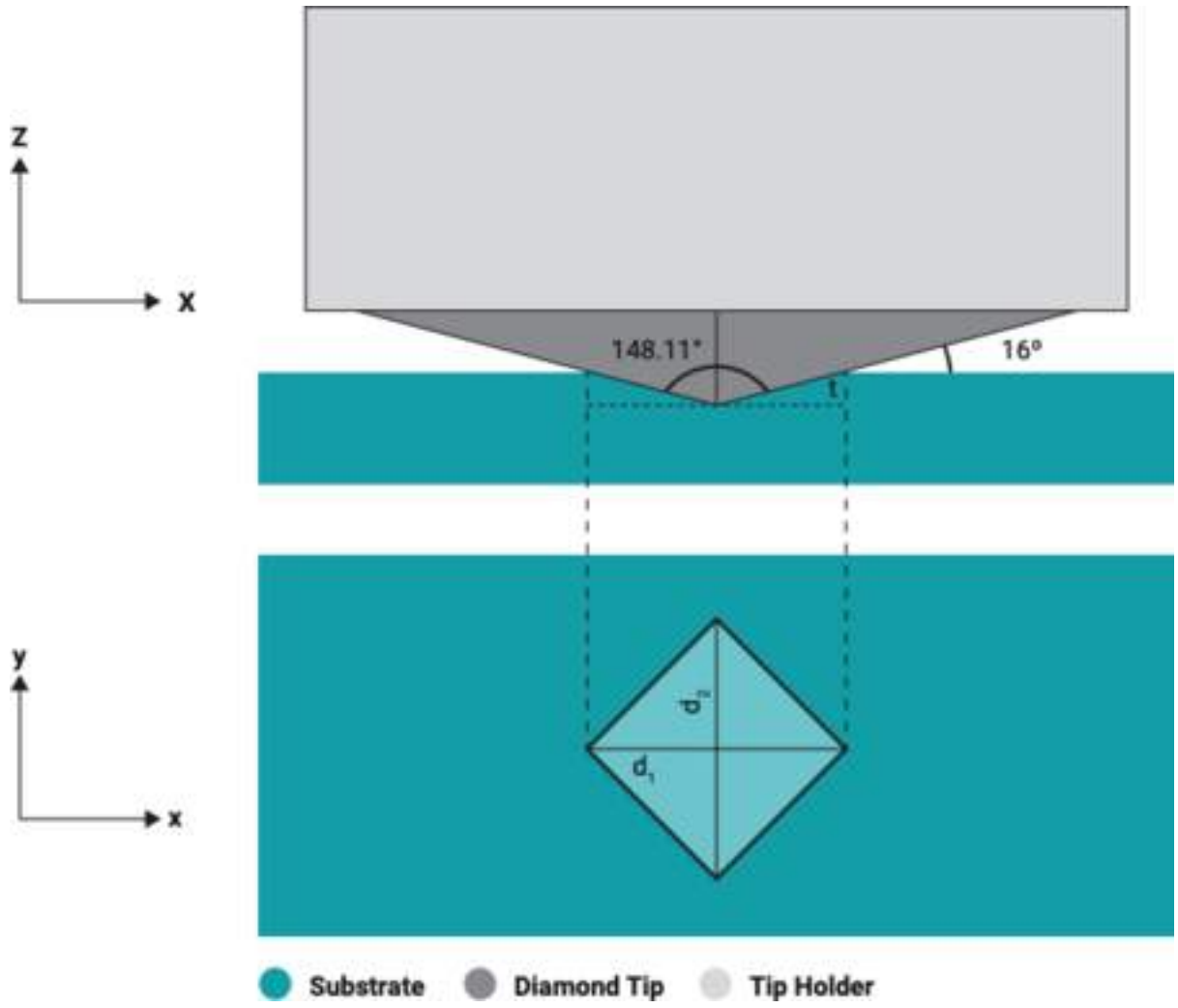
Ce minuscule diamant fabriqué avec précision constitue donc une interface entre l'appareil de mesure de l'UCI et une pièce d'essai - c'est l'élément qui "amplifie" le contact avec la pièce d'essai. Des diamants imparfaits ou endommagés conduisent à des mesures de faible exactitude et précision.

La norme ISO 6507-2 définit le "vrai" diamant

Le véritable diamant conforme à la norme Vickers 6507-2 a des tolérances très étroites, qui varient en fonction de la force d'essai appliquée. Comme indiqué ci-dessus, les mesures effectuées avec HV1 (10N) ou moins auront beaucoup moins de contact avec la pièce testée et ces mesures nécessitent des tolérances encore plus élevées que celles utilisées pour HV5 ou HV10 (50N et 100N respectivement). La géométrie correcte est indiquée dans l'image ci-dessous et peut être mesurée deux fois :

- En mesurant l'angle entre les faces opposées, qui est déterminé par l'angle entre les bords opposés et doit être égal à 148,11° ±0,76°, et en plus le paramètre "a" (ligne de conjonction) qui doit être dans la tolérance pour la force spécifique (voir tableau ci-dessous).
- En mesurant directement l'angle entre les faces opposées au sommet de la pyramide de diamants, qui doit être égal à 136° ±0,5°, et en plus le paramètre "a" (ligne de conjonction) pour être dans la tolérance de la force spécifique (voir tableau ci-dessous).

Il convient de souligner que les tolérances d'un tel diamant doivent être vérifiées à l'aide d'un équipement adéquat, capable de mesurer avec une résolution, une précision et une incertitude élevées. Un diamant adapté à HV1 convient à HV5, mais les diamants HV5 peuvent ne pas convenir à HV1 en raison de la mauvaise ligne du paramètre de conjonction "a" (voir le tableau ci-dessous). Tous ces éléments et le fait que le diamant est un matériau coûteux en soi font que les diamants de haute qualité sont très chers.



caption

Représentation schématique du pénétrateur d'essai Vickers indiquant les distances de mesure (d1 et d2) et les angles pertinents pour la mesure de la dureté Vickers et de la profondeur de l'empreinte (t). L'angle entre les faces opposées est déterminé par l'angle entre les bords opposés et doit être égal à 148,11° ±0,76°. Agrandissement en X de la ligne de conjonction sur le dessus du pénétrateur (schéma).

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 ≤ F < HV 0.2	0.009 ≤ F < 1.961	0.5
HV 0.2 ≤ F < HV5	1.961 ≤ F < 49.03	1
≥ HV5	F ≥	2

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

C'est par exemple un avantage particulier pour les utilisateurs de la sonde 3 en 1, où un diamant avec des paramètres plus exigeants doit être utilisé afin de satisfaire aux critères de la charge HV1.

Qualité du diamant et conformité à la norme UCI

Un dispositif dont la qualité du diamant est inférieure (par exemple, un paramètre plus grand que ce qui est autorisé, ou des faces du diamant hors tolérance) mais dont la précision de mesure (et la répétabilité également requise pour les normes DIN 50159 et

GB/T 34205) est conforme aux normes ASTM A1038, DIN 50159 ou GB/T 34205 ?

Réponse courte : Non.

Comment les écarts de mesure et la répétabilité sont-ils ajustés à la force d'essai ?

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 -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.

Les profondeurs d'indentation plus faibles et donc les résolutions sont prises en compte dans toutes les normes liées à l'UCI, où l'écart de mesure maximal admissible et le coefficient de variation varient en fonction de la charge d'essai. En d'autres termes, ces tolérances maximales admissibles reflètent la résolution de mesure qui découle de la profondeur d'indentation (exposition de la surface du diamant). Par exemple, pour des charges très faibles et des matériaux durs (par exemple >800 HV), l'écart de mesure maximal autorisé dans le cas de la norme DIN 50159 est égal à 8 % (veuillez noter que la norme ASTM autorise des écarts de mesure plus importants que les normes DIN et GB/T), tandis que pour HV10, cette exigence est ramenée à 4 %. Il en va de même lorsque l'on compare la même charge pour différents régimes de dureté : pour les matériaux plus tendres, l'écart de mesure autorisé est plus faible que pour les matériaux durs (par exemple, HV1 250 HV exige 4 %, tandis que HV1 >800 HV exige 6 % au maximum). Si votre application le permet, envisagez d'utiliser des charges plus élevées pour la sonde, en particulier si des matériaux plus durs sont testés - cela augmente la profondeur d'indentation et la résolution de la mesure.

Qu'en est-il des paramètres du diamant au fil du temps ?

Le diamant est le matériau naturel le plus dur connu de l'humanité, mais peut-il être endommagé par une mauvaise utilisation de l'équipement ? Les mouvements latéraux de la sonde lors de l'indentation (figure 2.a) et l'impact sur la surface de la pièce d'essai avec l'élan (figure 2.b) au lieu d'une pénétration lente et contrôlée du matériau peuvent provoquer des fractures et l'usure du diamant. Le mouvement du palpeur doit toujours être contrôlé avec les deux mains.



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

Un diamant fracturé peut-il être réparé ?

Réponse courte : Oui.

Cependant, le processus nécessite un démontage presque complet de l'appareil, le remplacement du diamant ou du résonateur, suivi d'un réassemblage, d'une assurance qualité du nouveau montage et d'un étalonnage ultérieur. Le coût de la réparation est toujours un processus de production hors série, et il n'est pas beaucoup moins élevé que l'achat d'un nouvel appareil, pour lequel l'utilisateur reçoit des composants neufs et impeccables.

Quelle est la meilleure pratique ?

Avant d'acheter :

- Assurez-vous que votre appareil dispose d'un véritable diamant ISO 6507-2 conforme à la norme Vickers, qui répond à vos attentes en matière de mesure et de qualité et qui garantit la conformité à la norme de votre choix.
- Réfléchissez à la charge que vous souhaitez utiliser. L'utilisation de charges plus élevées peut être plus fatigante pour les inspecteurs, mais elle permet d'obtenir une meilleure résolution de mesure et peut également être exécutée sur des surfaces plus rugueuses, ce qui permet de gagner du temps.
- Pour obtenir des résultats d'essai fiables, la taille de l'empreinte doit être supérieure à la microstructure du matériau et à la distribution de la taille des grains. Tenez compte de la taille d'indentation du diamant pour déterminer la charge d'essai requise.

Après l'achat :

- Veillez à ne pas endommager involontairement le diamant en effectuant des mouvements latéraux sur l'empreinte (en rayant la surface) ou en frappant la surface avec votre sonde.
- Entretenez et étalonnez régulièrement vos appareils afin d'être sûr de votre matériel.
- Protégez votre pénétrateur avec un bouchon de sécurité pour le stockage et le transport afin d'éviter tout dommage accidentel (par exemple, une chute soudaine).
- Formez votre personnel de manière adéquate, en l'informant des dommages potentiels de l'équipement dus à une utilisation non intentionnelle et incorrecte.

Références

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

Méthode d'essai standard pour les essais de dureté portables par la méthode d'impédance de contact ultrasonique, ASTM A1038-19, 2019

Matériaux métalliques - Essais de dureté - Méthode d'impédance de contact par ultrasons, GB/T 34205-2017, 2017

Essai de dureté portable. Théorie, pratique, applications, lignes directrices. Burnat, D., Raj, L., Frank, S., Ott, T. Schwerzenbach, Screening Eagle Technologies AG, 2022.

Matériaux métalliques - Essai de dureté Vickers - Partie 2 : Vérification et étalonnage des machines d'essai. 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.