

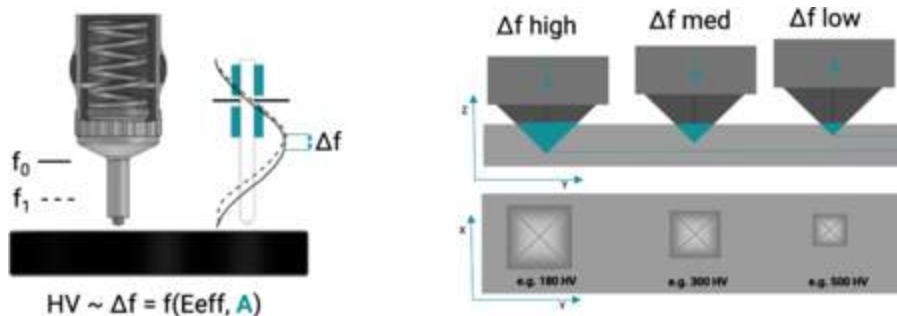
Diamanten sind nicht ewig: Diamanten in Ultraschall-Kontaktimpedanzsonden (UCI) für genaue Messungen

Einführung

Der bei der Messung der Ultraschall-Kontaktimpedanz (UCI) verwendete Vickers-Diamant hat die Form einer Pyramide und ist in den Normen ISO 6507-2 & ASTM E92-17 genau definiert. Die Qualität des Diamanten und seine Geometrie wirken sich auf die Messgenauigkeit aus.

Adaptiert von der Tischplatte, bietet viel schnellere Ablesungen

Die Verwendung des UCI-Diamanten wurde von konventionellen Tischgeräten übernommen, bei denen der Benutzer eine Last auf den Eindringkörper ausübt, der dann in das Material eindringt und einen Eindruck erzeugt. Die Tiefe des Eindrucks spiegelt die Härte eines Prüfstücks wider. Der Benutzer verwendet dann ein Mikroskop, um die Diagonalen des Eindrucks auszuwerten, und aufgrund der bekannten (durch die Norm definierten) und präzisen Geometrie des Diamanten kann er die Eindringtiefe und damit die Härte in Vickers-Einheiten auswerten.



caption

- Oszillation des Resonanzstabes bei ULTRASONIC-Präquenz
- Vickers Eindringkörper erzwingt CONTACTS Prüfkörper (Oberfläche A)
- Gemessene Frequenzverschiebung umgerechnet in Härte (IMPEDANZ)

Bei UCI-Geräten wird derselbe Diamant auf die Spitze des Resonators montiert, der mit einer bestimmten Frequenz schwingt. Beim Eindringen des Diamanten in den Prüfling ändert sich die Frequenz und hängt mit dem E-Modul des Materials und der exponierten Oberfläche des Diamanten zusammen. Man kann sagen: Je geringer die Eindringtiefe, desto geringer ist der Kontakt (Oberfläche) des Diamanten mit dem Material und desto geringer ist die Frequenzverschiebung. Dies gilt auch für verschiedene Prüfkraften. Wenn ein Prüfer eine Kraft von 1N anwendet, wird der Eindruck in das Material viel geringer sein als bei einer Prüfkraft von 100N. Die Frequenzverschiebung wird dann auf der Grundlage vordefinierter Frequenzverschiebungs-/Vickers-Härte-

Umwandlungskurven in Härtewerte umgerechnet, die standardmäßig für Materialien mit einem E-Modul von 210 GPa erstellt wurden. Daher braucht der Benutzer den Eindruck nicht unter dem Mikroskop zu messen, da er automatisch von der Sonden-Firmware/Gerätesoftware errechnet wird.

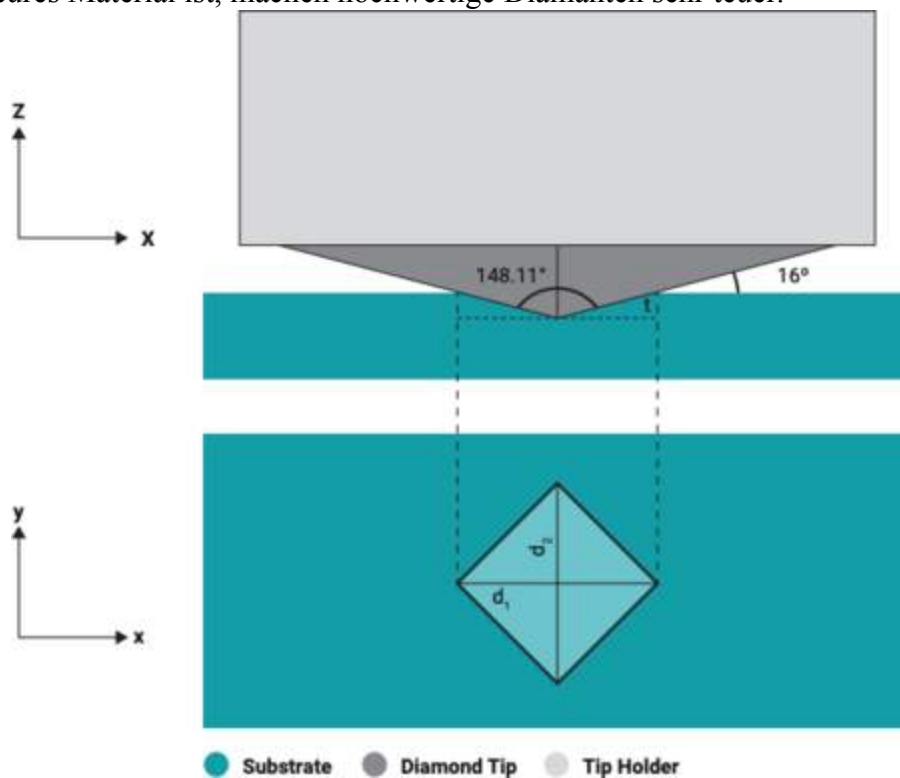
Dieser winzige, präzise gefertigte Diamant ist also eine Schnittstelle zwischen dem UCI-Messgerät und einem Prüfstück - er ist das Element, das den Kontakt mit dem Prüfstück "verstärkt". Unvollkommene und beschädigte Diamanten führen zu Messungen mit geringer Genauigkeit und Präzision.

ISO 6507-2 definiert den "echten" Diamanten

Der echte Diamant nach Vickers 6507-2 hat eine sehr enge Toleranz, die je nach der angewandten Prüfkraft variiert. Wie bereits erwähnt, haben Messungen mit HV1 (10N) oder niedriger einen viel geringeren Kontakt mit dem Prüfstück, und diese erfordern noch höhere Toleranzen als die für HV5 oder HV10 (50N bzw. 100N). Die korrekte Geometrie ist in der nachstehenden Abbildung dargestellt und kann auf zwei Arten gemessen werden:

- Durch Messung des Winkels zwischen den gegenüberliegenden Flächen, der durch den Winkel zwischen den gegenüberliegenden Kanten bestimmt wird und $148,11^\circ \pm 0,76^\circ$ betragen muss, und zusätzlich des Parameters "a" (Verbindungslinie), der innerhalb der Toleranz für die spezifische Kraft liegen muss (siehe Tabelle unten)
- Durch direkte Messung des Winkels zwischen den gegenüberliegenden Flächen am Scheitelpunkt der Rautenpyramide, der $136^\circ \pm 0,5^\circ$ betragen muss, und zusätzlich des Parameters "a" (Konjunktionslinie), der innerhalb der Toleranz für die spezifische Kraft liegen muss (siehe nachstehende Tabelle)

Es ist hervorzuheben, dass die Toleranzen für einen solchen Diamanten mit geeigneten Geräten überprüft werden müssen, die mit hoher Auflösung, Genauigkeit und Unsicherheit messen können. Ein Diamant, der für HV1 geeignet ist, ist auch für HV5 geeignet, aber HV5-Diamanten sind möglicherweise nicht für HV1 geeignet, weil die Linie des Parameters "a" falsch ist (siehe Tabelle unten). All diese Faktoren und die Tatsache, dass ein Diamant per se ein teures Material ist, machen hochwertige Diamanten sehr teuer.



caption

Schematische Darstellung des Vickers-Eindringkörpers mit den relevanten Messabständen (d_1 und d_2) und Winkeln für die Messung der Vickers-Härte und der Tiefe des Eindrucks (t). Der Winkel zwischen den gegenüberliegenden Flächen wird durch den Winkel zwischen den gegenüberliegenden Kanten bestimmt und

muss $148,11^\circ \pm 0,76^\circ$ betragen. X- Vergrößerung auf der Verbindungslinie auf der Oberseite des Eindringkörpers (schematisch).

| 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.

Dies ist zum Beispiel ein besonderer Vorteil für die Nutzer der 3-in-1-Sonde, bei denen ein Diamant mit anspruchsvolleren Parametern verwendet werden muss, um die Kriterien für HV1 Load zu erfüllen.

Diamantqualität und Einhaltung der UCI-Norm

Ist ein Gerät mit einer geringeren Qualität des Diamanten (z. B. größer als ein zulässiger Parameter, oder die Flächen des Diamanten sind außerhalb der Toleranz), aber der Messgenauigkeit (und der Wiederholbarkeit, die auch für die Normen DIN 50159 und GB/T 34205 erforderlich ist) konform mit der Norm ASTM A1038, DIN 50159 oder GB/T 34205?

Kurze Antwort: Nein.

Wie werden Messabweichungen und Wiederholbarkeit an die Prüfkraft angepasst?

| 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.

Geringere Eindringtiefen und damit die Auflösungen werden in allen UCI-Normen berücksichtigt, wobei die maximal zulässige Messabweichung und der Variationskoeffizient je nach Prüfkraft variieren. Einfach ausgedrückt, spiegeln diese maximal zulässigen Toleranzen die Messauflösung wider, die sich aus der Eindringtiefe (Oberflächenexposition des Diamanten) ergibt. Für sehr niedrige Lasten und harte Materialien (z.B. >800 HV) beträgt die maximal zulässige Messabweichung im Falle der DIN 50159 8% (bitte beachten Sie, dass die ASTM-Norm höhere Messabweichungen zulässt als die DIN- und GB/T-Normen), während diese Anforderung für HV10 auf 4% beschränkt ist. Dasselbe gilt für den Vergleich der gleichen Last für verschiedene Härtebereiche, wobei für weichere Materialien eine geringere Messabweichung zulässig ist als für härtere (z. B. HV1 250 HV verlangt 4%, während HV1 >800 HV maximal 6% verlangt). Wenn Ihre Anwendung es zulässt, sollten Sie eine höhere Belastung der Sonde in Betracht ziehen, insbesondere wenn härtere Materialien geprüft werden - dies erhöht die Eindringtiefe und die Messauflösung.

Was ist mit den Diamantparametern im Laufe der Zeit?

Diamant ist das härteste natürliche Material, das der Menschheit bekannt ist, aber kann es durch unsachgemäßen Gebrauch der Geräte beschädigt werden? Seitliche Bewegungen der Sonde beim Eindringen (Abbildung 2.a) und das Auftreffen auf die Oberfläche des Prüfkörpers mit Schwung (Abbildung 2.b) anstelle eines langsamen und kontrollierten Eindringens in das Material können Diamantbrüche und Verschleiß verursachen. Die Bewegung der Sonde muss immer mit beiden Händen kontrolliert werden.



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

Kann ein zerbrochener Diamant repariert werden?

Kurze Antwort: Ja.

Der Prozess erfordert jedoch eine fast vollständige Demontage des Geräts, den Austausch des Diamanten oder des Resonators, gefolgt von einem erneuten Zusammenbau, einer Qualitätssicherung des neu gebauten Geräts und einer anschließenden Kalibrierung. Die Kosten für eine Reparatur sind immer ein nicht serienmäßiger Prozess und nicht viel niedriger als der Kauf eines neuen Geräts, bei dem der Benutzer alle neuen und makellosen Komponenten erhält.

Was ist die beste Vorgehensweise?

Bevor Sie kaufen:

- Vergewissern Sie sich, dass Ihr Gerät über einen echten, ISO 6507-2 Vickers-konformen Diamanten verfügt, der Ihren Erwartungen an die Messung und Qualität entspricht und die Einhaltung der von Ihnen gewählten Norm gewährleistet
- Überlegen Sie, welche Last Sie verwenden wollen. Die Verwendung höherer Lasten kann für die Prüfer anstrengender sein, bietet aber eine höhere Messauflösung und kann auch bei höheren Oberflächenrauigkeiten durchgeführt werden, was Zeit spart.
- Für zuverlässige Prüfergebnisse muss die Größe des Eindrucks im Vergleich zur Mikrostruktur/Korngrößenverteilung des Materials größer sein. Berücksichtigen Sie die Eindringtiefe des Diamanten, um zu verstehen, welche Prüfkraft Sie benötigen.

Nach dem Kauf:

- Achten Sie darauf, dass Sie den Diamanten nicht unbeabsichtigt durch seitliche Bewegungen auf der Vertiefung (Kratzen der Oberfläche) oder durch Stöße mit der Sonde auf der Oberfläche beschädigen.
- Warten und kalibrieren Sie Ihre Geräte regelmäßig, um sicher zu sein, dass Sie die richtige Ausrüstung haben.
- Schützen Sie Ihren Eindringkörper bei der Lagerung und beim Transport mit einer Schutzkappe, um versehentliche Beschädigungen zu vermeiden (z. B. plötzliches Fallenlassen).

- Schulen Sie Ihr Personal angemessen und informieren Sie es über mögliche Geräteschäden durch unbeabsichtigten und unsachgemäßen Gebrauch.

Referenzen

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

Standardprüfverfahren für die tragbare Härteprüfung mit dem Ultraschall-Kontaktimpedanzverfahren, ASTM A1038-19, 2019

Metallische Werkstoffe - Härteprüfung - Ultraschall-Kontaktimpedanzverfahren, GB/T 34205-2017, 2017

Portable Härteprüfung. Theorie, Praxis, Anwendungen, Richtlinien. Burnat, D., Raj, L., Frank, S., Ott, T. Schwerzenbach, Screening Eagle Technologies AG, 2022.

Metallische Werkstoffe - Härteprüfung nach Vickers - Teil 2: Verifizierung und Kalibrierung von Prüfmaschinen. 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.