

Die Bedeutung des Elastizitätsmoduls von Nicht-Standard-Materialien bei der Ultraschall-Kontaktimpedanz (UCI)-Härteprüfung verstehen

Übersicht

- Das Ultraschall-Kontaktimpedanzverfahren (UCI) ist eine Anpassung der herkömmlichen Vickers-Härteprüfung.
- Die UCI-Methode misst die Härte durch die Änderung der Frequenz des Resonators vor und nach dem Eindruck und ist eng mit dem Youngs-Modul verknüpft
- Die Messung von Materialien, deren Elastizitätsmodul erheblich von dem von Standardstahl abweicht, kann zu ungenauen Ergebnissen führen, wenn keine entsprechenden Korrekturen vorgenommen werden. Selbst kleine Unterschiede im Elastizitätsmodul zwischen der Standardkalibrierung und dem Testmaterial können zu systematischen Verzerrungen führen, weshalb Anpassungen empfohlen werden.

Einführung

Die Messung der Härte von nicht genormten Werkstoffen, die sich deutlich von Standardstahl mit einem Elastizitätsmodul (E-Modul) von 210 GPa unterscheiden, kann bei Verwendung der Ultraschall-Kontaktimpedanz-Methode (UCI) zu ungenauen Ergebnissen führen. Der Grund dafür ist, dass die UCI-Methode auf den elastischen Eigenschaften des geprüften Materials beruht. In diesem Artikel werden die Grundlagen sowohl der herkömmlichen Vickers-Methode als auch der UCI-Methode erläutert. Wir werden auch erörtern, warum bei der Durchführung von Messungen an anderen Materialien als Standardstahl Vorsicht geboten ist. Wenn Sie die entsprechenden Korrekturen verstehen und anwenden, können Sie schnell und effizient zuverlässige Ergebnisse erzielen. Wenn Sie also schon einmal z. B. 600 HV an Aluminium mit einem UCI-Gerät gemessen haben, dann ist dieser Artikel genau das Richtige für Sie.

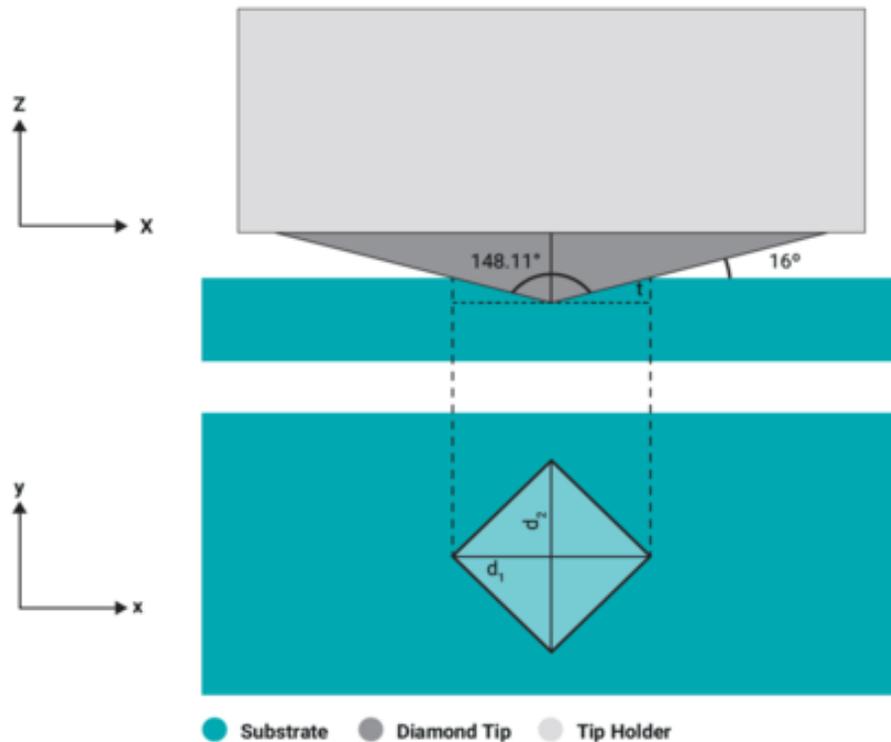
Wie funktioniert die Ultraschall-Kontaktimpedanzmessung im Vergleich zur Benchtop-Methode?

Benchtop-Vickers-Methode

Bei der Benchtop-Vickers-Härteprüfung wird ein Diamanteindringkörper mit einer präzisen Pyramidengeometrie (136° zwischen den gegenüberliegenden Facetten oder $148,11^\circ$ zwischen den gegenüberliegenden Kanten) unter einer bestimmten Belastung in das Material gedrückt. Dadurch entsteht ein quadratischer Eindruck. Die Größe dieses Eindrucks wird dann unter dem Mikroskop gemessen, indem die Längen der beiden Diagonalen bestimmt werden. Die Vickershärte (HV) wird berechnet, indem die aufgebrachte Kraft durch die Oberfläche des Eindrucks geteilt wird.

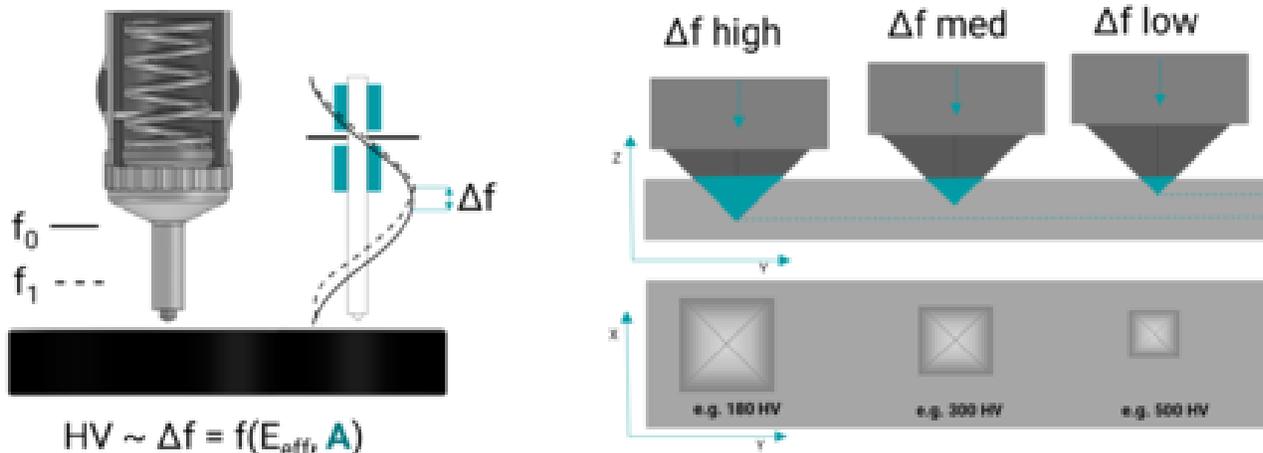
- **Weichere Materialien** führen zu größeren, tieferen Vertiefungen mit längeren Diagonalen.
- **Härtere Materialien** ergeben kleinere, flachere Vertiefungen mit kürzeren Diagonalen.

Diese Methode beruht auf optischen Messungen und kann aufgrund der erforderlichen mikroskopischen Analyse zeitaufwändig sein.



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

Die **UCI-Methode** wird derselbe Diamanteindringkörper verwendet, der jedoch auf einem vibrierenden Stab montiert ist, der mit einer Ultraschallfrequenz schwingt. Wenn der Diamanteindringkörper in das Material gedrückt wird, ändert sich durch den Oberflächenkontakt zwischen Eindringkörper und Diamant die Resonanzfrequenz. Je größer die Vertiefung, desto größer die Frequenzänderung. Anstatt die Diagonale des Eindrucks optisch zu messen, wird bei der UCI-Methode die Frequenzverschiebung zur sofortigen Berechnung des Härtewerts verwendet.



Die Resonanzfrequenz ist jedoch auch stark von den elastischen Eigenschaften des Materials abhängig, und die Standardkalibrierungen für alle auf dem Markt befindlichen Geräte sind auf Stahl und Stahlguss mit einem Elastizitätsmodul (E , auch Elastizitätsmodul genannt) von 210 GPa eingestellt. Das heißt, wenn Sie Materialien mit einem anderen E -Modul als 210 GPa messen, während Ihr Gerät "glaubt", dass es sich um das Standardmaterial handelt, erhalten Sie fehlerhafte Messungen. Je größer der Unterschied im E -Modul ist, desto größer ist der Fehler. Wenn Sie also Aluminium mit der UCI-Methode gemessen haben und 500-600 HV erhalten haben, ist dies höchstwahrscheinlich das Problem. In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Messmerkmale der beiden Methoden zusammengefasst.

	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!

Welche Youngs-Modul-Toleranzen sind für die Verwendung der Standard-Materialkalibrierung erforderlich? Fallstudie: P91 Stahl.

Eine allgemeine Faustregel besagt, dass nur Materialien geprüft werden sollten, die einen **Elastizitätsmodul** abweichung von nicht mehr als **±10 GPa** von dem kalibrierten Material aufweisen. Dies ist jedoch keine Garantie für verzerrungsfreie Messungen. Beispiel **T/P91-Stahl** der einen durchschnittlichen Elastizitätsmodul von **212- 218 GPa (in diesem Beispiel 218 GPa)**. Dies liegt innerhalb des zulässigen Bereichs, aber ein stationärer Vickers-Test könnte eine Härte von **185 HV** ergeben, während UCI-Sonden folgende Werte anzeigen könnten **165-170 HV** abhängig vom Hersteller. Auf den ersten Blick scheint dies akzeptabel, aber eine Abweichung von bis zu **11%** ist möglich - weit über alle Standardtoleranzen hinaus.

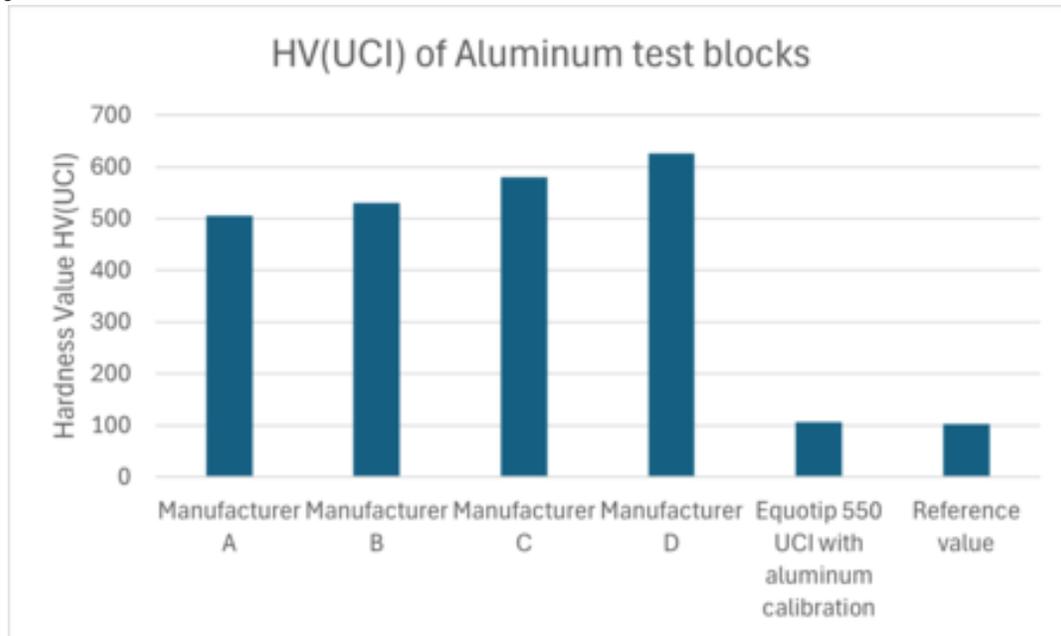
Diese Abweichungen müssen unbedingt berücksichtigt werden, denn wenn sie übersehen werden, kann dies zu einer Unter- oder Überschätzung der Härte führen, was die Sicherheit oder Qualität des geprüften Materials beeinträchtigen kann; diese fehlende Anpassung kann ein sprödes Material sicher erscheinen lassen und umgekehrt. Es ist zu beachten, dass diese Abweichung noch nicht die Fehler des Anwenders (z. B. Rechtwinkligkeit der Messung), der Oberflächenvorbereitung und der im Feld durchgeführten Messungen berücksichtigt.

Es ist daher eine gute Praxis, auch kleinere Fehlerquellen immer zu berücksichtigen und nach Möglichkeit zu eliminieren. Nachfolgend ein Beispiel für die Messung von P91 im Feld durch den Benutzer mit einer vom Hersteller vordefinierten Korrektur.



Wie sieht es mit anderen Materialien aus, deren Elastizitätsmodul sehr unterschiedlich ist?

Schauen wir uns ein extremeres Beispiel an. Nehmen wir einen Aluminium-Motorblock mit einer Standardhärte von **103 HV** mit einem Vickers-Test auf dem Prüfstand. Bei einer Prüfung mit UCI ohne ordnungsgemäße Kalibrierung können die Ergebnisse je nach Hersteller stark variieren. Das Wichtigste dabei ist, dass man ohne die richtige Kalibrierung irreführende Ergebnisse erhalten kann. Im Falle von Aluminium mag dies offensichtlich sein, da es kein so hartes Aluminium gibt, aber kleinere Abweichungen können unbemerkt bleiben und zu ungenauen Bewertungen führen.



Um genaue Messungen zu gewährleisten, sind spezielle Kalibrierungen erforderlich, die den unterschiedlichen Elastizitätsmodulen Rechnung tragen. Die Hersteller stellen diese oft zur Verfügung, oder die Benutzer können durch externe Kalibrierung ihre eigenen erstellen.

Was ist die beste Praxis?

Verstehen Sie das Material

- **Young's Modul identifizieren:** Kennen Sie die elastischen Eigenschaften des Materials, das Sie prüfen.
- **Herstelleroptionen prüfen:** Viele Geräte bieten voreingestellte Kalibrierungen für verschiedene Materialien.

Korrekturen anwenden

- **Herstellereinstellungen verwenden:** Wählen Sie die entsprechende Materialkalibrierung, falls verfügbar.
- **Benutzerdefinierte Korrekturen erstellen:** Die meisten modernen UCI-Geräte ermöglichen es dem Benutzer, eigene Korrekturkurven zu erstellen.

Methoden zur Erzeugung von Korrekturkurven

1. Ein-Punkt-Verschiebung

- **Verwendung:** Einfache, schnelle Einstellungen.
- **Beschränkungen:** Am besten geeignet für kleinere Korrekturen in einem engen Härtebereich.

2. Zwei-Punkt-Kurve

- **Verwendung:** Berücksichtigt die Nichtlinearität in einem breiteren Bereich.
- **Vorteile:** Genauere Genauigkeit als die Ein-Punkt-Verschiebung bei Materialien mit erheblichen Unterschieden.

3. Polynomielle Kurve

- **Verwendung:** Definiert die Korrektur mittels mathematischer Koeffizienten.
- **Vorteile:** Bietet höchste Genauigkeit über einen weiten Bereich von Härtewerten.

Durchführung von Korrekturen:

Mit modernen Geräten kann die Erzeugung von Korrekturen sehr einfach durchgeführt werden, unten das Anleitungsvideo, das zeigt, wie einfach es mit dem Equotip 550 UCI ist.

Die UCI-Methode bietet gegenüber der herkömmlichen Vickers-Methode auf dem Prüfstand erhebliche Vorteile, darunter schnellere Messungen und größere Mobilität. Da die Ergebnisse der UCI-Methode jedoch von den elastischen Eigenschaften des Materials beeinflusst werden, müssen bei der Prüfung von Nicht-Standard-Materialien unbedingt entsprechende Korrekturen vorgenommen werden.

Wenn Sie die Auswirkungen des Elastizitätsmoduls auf die UCI-Messungen verstehen und die bewährten Verfahren zur Kalibrierung befolgen, können Sie genaue und zuverlässige Härtemessungen für eine Vielzahl von Materialien erzielen.



[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.