Mehr als manuelle tragbare Härteprüfung: Die Vorteile von motorisierten Prüfköpfen

Artikel-Highlights

- **Tisch-Härteprüfgeräte**: Eingeschränkte Mobilität, Abhängigkeit von der Schwerkraft und zeitaufwändige Messungen
- **Tragbare UCI-Härteprüfgeräte**: Überwinden die Mobilitäts- und Zugänglichkeitsprobleme stationärer Vickers-Geräte und ermöglichen Prüfungen in alle Richtungen
- **Motorisierte UCI vs. manuelle UCI-Sonden**: Motorisierte Prüfköpfe verringern den Einfluss des Bedieners auf die Messung und gewährleisten eine höhere Wiederholbarkeit der Messung
- **Überlegungen zur Eindringtiefe**: Eine sehr geringe Eindringtiefe erfordert eine sorgfältige Oberflächenvorbereitung
- **Beschichtungstests**: Erfordert eine Mindestdicke von 10× der Eindringtiefe gemäß den Normen

Einführung

Tischhärteprüfer **Vickers-Härteprüfer** sind seit langem der Goldstandard für Präzisionshärtemessungen, aber sie sind mit einigen praktischen Herausforderungen verbunden. Diese Geräte sind groß, stationär und erfordern eine kontrollierte Umgebung, was sie für Anwendungen vor Ort ungeeignet macht. Da sie auf der Schwerkraft beruhen, können Messungen nur von oben durchgeführt werden, was die Flexibilität der Prüfpositionen einschränkt.

Das Messverfahren selbst ist zeitaufwändig und erfordert die Probenvorbereitung, die Eindrückung und die anschließende mikroskopische Analyse. Jede Vertiefung muss optisch ausgewertet werden, was zusätzliche Komplexität mit sich bringt und die Zeit von der Messung bis zum Ergebnis verlängert. Darüber hinaus haben diese Geräte Probleme mit der Zugänglichkeit, da größere oder unregelmäßig geformte Bauteile nicht immer im Prüfgerät platziert werden können.

Angesichts dieser Einschränkungen wenden sich Branchen, die **Mobilität, schnellere Messungen und Vor-Ort-Prüfmöglichkeiten** suchen, an **tragbare Härteprüfgeräte**wie **UCI-Geräte (Ultrasonic Contact Impedance)**, die eine direkte Prüfung vor Ort und in jeder Ausrichtung ermöglichen.

Motorisierte vs. manuell gehaltene UCI-Sonden

Die **Einführung motorisierter UCI-Sonden** hat zu einer erheblichen Verbesserung der Messgenauigkeit und Wiederholbarkeit bei Prüfkräften unter 1 kg geführt. Im Gegensatz zu manuell betriebenen Prüfköpfen, bei denen der Benutzer die Kraft gleichmäßig aufbringen muss, automatisieren die motorisierten Prüfköpfe **die Kraftaufbringung**und minimieren so die vom Benutzer verursachten Schwankungen.Dies ist besonders wichtig bei der **Mikrohärteprüfung**, bei der Kräfte unter **10N** extrem flache Eindrücke **erzeugen, die eine hohe Messgenauigkeit erfordern.**

Eine weitere Herausforderung bei manuell gehaltenen Prüfköpfen ist die Gewährleistung der korrekten Ausrichtung des Prüfkopfes. Gemäß **ASTM A1038, DIN 10159 und GB/T34205**sollte der **Messtaster nicht mehr als ±5° von der Senkrechten zur Prüfoberfläche** abweichen, um die Messgenauigkeit zu erhalten. Dieses Maß an Präzision manuell zu erreichen, kann schwierig sein, insbesondere bei Prüfungen in ungünstigen Positionen. Ein **motorisierter Messtaster gewährleistet eine stabile rechtwinklige Positionierung**, reduziert den Einfluss des Bedieners erheblich und verbessert die Wiederholbarkeit.

Die Bedeutung der **Eindringtiefe** kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Bei geringeren Kräften ist der Eindruck so klein, dass er nur unter dem Mikroskop erkannt werden kann. Das bedeutet, dass **eine hohe Messauflösung von entscheidender Bedeutung ist**und dass jede Abweichung bei der Handhabung des Tasters die Ergebnisse drastisch beeinflussen kann. Motorisierte Prüfköpfe wirken dem entgegen, indem sie die Eindringtiefe und die Kraftanwendung standardisieren, wodurch sie sich ideal für Anwendungen eignen, bei denen **Präzision und Beständigkeit**von größter Bedeutung sind.

Wie tief geht der Eindruck?

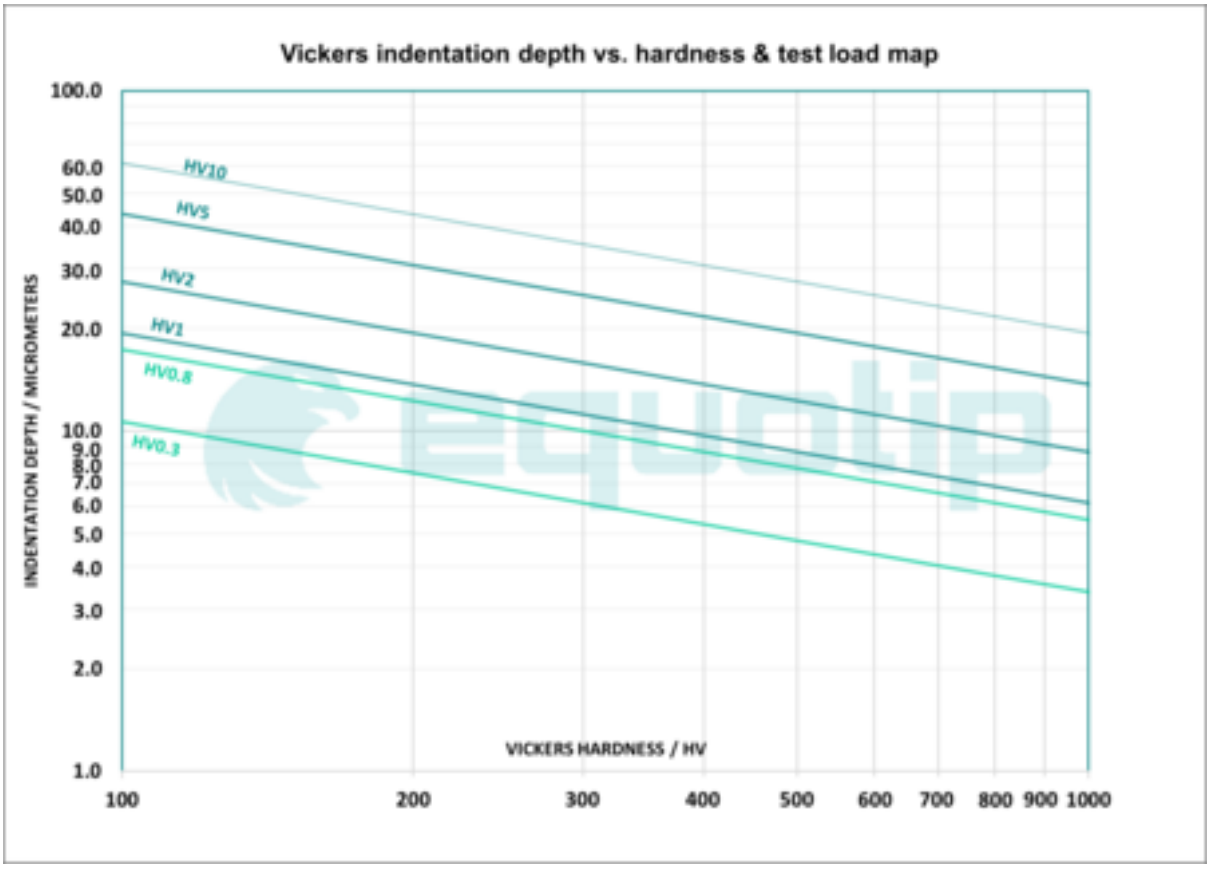
Die Eindringtiefe ist ein Schlüsselfaktor bei der Härteprüfung, da sie die Messgenauigkeit und Zuverlässigkeit beeinflusst. Gemäß **ASTM A1038**wird die Eindringtiefe nach folgender Formel berechnet:

$h=0.062\ (F/HV)^{0.5}$

wobei:

- **h** = Eindringtiefe (mm)
- **F** = Prüfkraft (N)
- **HV** = Materialhärte (Vickers-Skala)

Flache Eindrücke bieten sowohl Vorteile als auch Herausforderungen. Sie ermöglichen zwar zerstörungsfreie Prüfungen und sind für empfindliche Oberflächen von Vorteil, bedeuten aber auch, dass **hochauflösende Messgeräte erforderlich sind** , um die Zuverlässigkeit zu gewährleisten. Darüber hinaus wird eine **Oberflächengüte von Ra unter 1,6 µm** empfohlen, um zu vermeiden, dass Unregelmäßigkeiten die Ergebnisse beeinträchtigen. Wenn die Oberfläche zu rau ist, kann der Eindruck nicht gleichmäßig sein, was zu ungenauen Härtewerten führt. Die folgende Karte zeigt den Zusammenhang zwischen Prüfkraft, Härte und Eindringtiefe. Dies ist besonders wichtig für sehr harte Oberflächen, bei denen die Eindringtiefe bis zu 3 **µm betragen kann. Es ist selten, dass die Bediener einen gleichmäßigen, vibrationsfreien Betrieb ohne Beeinträchtigung der Messungen bei einer so geringen Eindringtiefe gewährleisten können.**



Motorisierte Prüfköpfe, die besonders für Beschichtungsanwendungen geeignet sind

Bei der Prüfung von Beschichtungen wie **Chrom, Nickel und Kupfer**sowie gehärteten Oberflächen durch **Nitrieren, Aufkohlen, Karbonitrieren und Induktionshärten**ist die richtige Kontrolle der Eindringtiefe entscheidend. Die **Eindringtiefe darf nicht mehr als 10 % der Beschichtungsdicke** betragen, um eine genaue Messung ohne Störungen durch das Substrat zu gewährleisten. Oberflächenbehandlungen führen zu dünnen, gehärteten Schichten, die präzise Prüfmethoden wie UCI erfordern, um die Härte effektiv und ohne übermäßige Materialbeschädigung zu bewerten.

Ein weiterer kritischer Faktor bei der UCI-Härteprüfung ist **materialspezifische Kalibrierung**. Die UCI-Methode wird in der Regel für Materialien mit einem **Elastizitätsmodul von 210 GPa** (üblich für Stähle) kalibriert. Materialien wie **Kupfer (110 GPa) oder Chrom (279 GPa)** weisen jedoch andere elastische Eigenschaften auf, was die Messgenauigkeit beeinträchtigt. Um zuverlässige Härtewerte zu erhalten, müssen UCI-Prüfgeräte anhand von Referenzproben desselben Materialtyps kalibriert werden, um sicherzustellen, dass die Ergebnisse die Materialeigenschaften genau widerspiegeln.

Motorisierte UCI-Prüfköpfe eignen sich besonders gut für Beschichtungs- und Oberflächenbehandlungsanwendungen, da sie **präzise und wiederholbare Messungen bei geringen Eindringtiefen**liefern und die Einhaltung der **Industrienormen**gewährleisten. Ihre Fähigkeit, **ultraschnelle Bewertungen** zu liefern, macht sie zu einem unverzichtbaren Werkzeug für **Qualitätssicherung und Prozesskontrolle** in verschiedenen industriellen Anwendungen. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass Beschichtungen und gehärtete Schichten strenge Haltbarkeits- und Leistungsstandards erfüllen und die Oberflächenintegrität erhalten bleibt. Darüber hinaus ermöglicht die präzise und konstante Kraftanwendung eine nachträgliche Kontrolle des Eindrucks unter dem Mikroskop und eine Gegenprüfung der Messungen mit den Tischgeräten.

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 hardeninng	●	●
Polished metals (Steel, Al, Ti, etc) without wisible surface damage	●	●

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

Vergleich: UCI vs. tischhärteprüfer

Am besten geeignet für	Laborprüfungen	Vor-Ort-Prüfungen	Präzisionsvor-Ort-Prüfungen
Merkmale	**Tisch-Top (Vickers)**	**Tragbares UCI (manuell)**	**Tragbares UCI (motorisiert)**
Messzeit	Lang (optische Analyse)	Kurz	Kurz
Mobilität	Stationär	Tragbar	Tragbar
Einfluss des Bedieners	Keiner (fester Aufbau)	Mittel-hoch	Niedrig mit Magnetfuß

Fazit

Für Branchen, die **Mobilität, schnelligkeit und Flexibilität**benötigen, bieten tragbare UCI-Prüfgeräte eine überzeugende Alternative zu Tisch-Vickers-Prüfgeräten. Während Tischgeräte **hochpräzise Härtewerte**liefern, sind sie **stationär, zeitaufwändig und in der Prüfrichtung**begrenzt.

UCI-Prüfgeräte hingegen ermöglichen **Härteprüfungen vor Ort in jeder Richtung, wodurch die Zeit von der Prüfung bis zum Ergebnis**erheblich verkürzt wird. Innerhalb der UCI-Kategorie heben sich **motorisierte Prüfköpfe hervor**, insbesondere bei **Anwendungen mit geringer Kraft** , bei denen die Eindringtiefe minimal und die Messgenauigkeit entscheidend ist. Durch die Sicherstellung einer gleichmäßigen Kraftaufbringung und die Verringerung des Bedienereinflusses bieten motorisierte Prüfköpfe eine **zuverlässige und präzise Lösung für die Härteprüfung**, insbesondere für **Beschichtungen und Mikrohärteanwendungen**.

Letztendlich hängt die Wahl der richtigen Härteprüfmethode von **Anwendungsanforderungen, dem Prüfstandort und den gewünschten Genauigkeitsstufen**ab. Die Kenntnis der Vorteile und Grenzen der einzelnen Methoden ermöglicht es der Industrie, ihre Prüfverfahren zu optimieren und **zuverlässige, wiederholbare und genaue Härtemessungen**unter einer Vielzahl von Bedingungen zu erzielen.

Referenzen

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

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

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

Metallische Werkstoffe - Vickers-Härteprüfung - 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.