

Profilometrie-basierte Indentationsplastometrie (PIP) Mechanische Eigenschaften, ermittelt durch Eindringprüfung

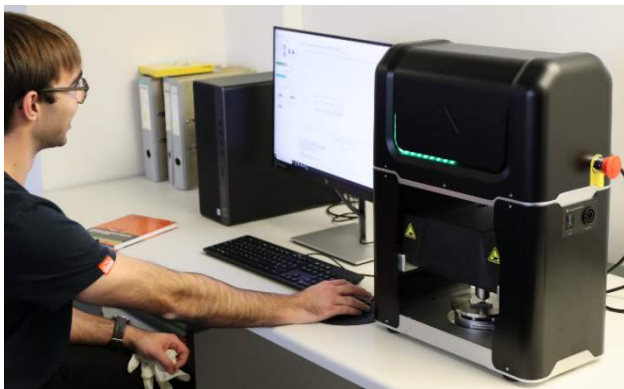
Die Eurofins Qualitech AG bietet Dienstleistungen zur Qualitätskontrolle und Fehleranalyse in allen Bereichen der Fertigung – von der Entwicklung über das Prototyping bis hin zur Serienproduktion. Unser Analysespektrum reicht von der industriellen Computertomografie bis hin zur Materialanalytik.

PIP Grundlagen

Der Indentationsplastometer ist ein makromechanisches Prüfgerät für das Labor, mit dem aus einem Eindringversuch vollständige Spannungs-Dehnungs-Kurven einer Zugprüfung abgeleitet werden. Dabei wird ein inverses FEM-Modell (Finite-Elemente-Methode) verwendet, um aus dem resultierenden Eindruckprofil die Spannungs-Dehnungs-Kurve zu ermitteln.

Vergleich mit konventionellen Eindringverfahren

Andere Eindringmethoden, sogenannte „Nanoindenter“, werden ebenfalls verwendet, um Spannungs-Dehnungs-Kurven zu ermitteln. Dabei treten jedoch sogenannte Skalierungseffekte auf, welche die Ergebnisse negativ beeinflussen. Kleine Messbereiche zeigen im Allgemeinen nicht das gleiche Verformungsverhalten wie das Makro-Material. Ein kugelförmiger Eindringkörper aus Siliziumkarbid mit einem Durchmesser von 0,5 – 1 mm ist robust und ausreichend gross, um das untersuchte Metall makroskopisch zu charakterisieren. Im Vergleich zu anderen, spitzigen Eindringkörpern ist eine Kugel deutlich weniger anfällig für Beschädigungen, da sie keine scharfen Kanten oder feine Spitzen aufweist.



Plastometrexanlage bei Eurofins Qualitech

Messmethode

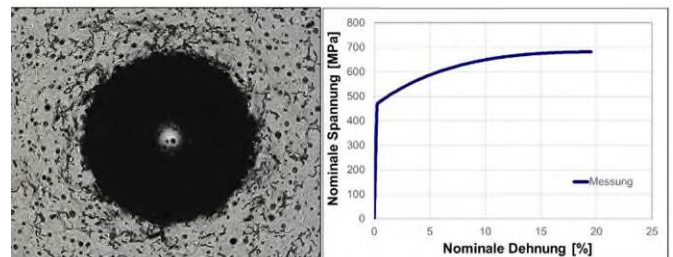
Die zu prüfenden Proben müssen nicht als metallografische Schliffe vorliegen und auch kleine Proben mit flachen und glatten Oberflächen können getestet werden. Zusätzlich wird bei der Messung der Streckgrenze und der Zugfestigkeit auch die Brinellhärte bestimmt.

Anwendungen

Wann kann diese Methode erfolgreich eingesetzt werden?

- In Schadensfällen, bei denen das Material oft nur in kleinen Mengen vorliegt und nicht ausreicht, um eine Zugprobe herzustellen (z.B. bei kleinen Bauteilen wie Sensoren oder bei Schadensfällen).

- Wenn man die Eigenschaften unbekannter Phasen auf Makroebene bestimmen möchte (z. B. bei einer Schweißnaht).
- Wenn Zugproben für bestimmte Bauteilbereiche nicht repräsentativ oder nicht ausreichend genau sind und die Prüfung stattdessen lokal am Bauteil erfolgen soll (z. B. in der additiven Fertigung oder allgemein bei komplexen Geometrien).



Exemplarischer PIP-Eindruckversuch und PIP-Spannungs-Dehnungs-Diagramm

Risikominimierung und Kosteneinsparung

In manchen Fällen kann die Durchführung der PIP-Messungen einen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber dem konventionellen Zugversuch im Prüfaufwand bieten. Dies gilt insbesondere dann, wenn bereits metallografische Mikroschliffe vorliegen und der Kunde zusätzliche mechanische Daten an mehreren Punkten der Probe wünscht.

Der grösste Einsparungseffekt liegt jedoch in der Risikominimierung, die durch eine präzisere Dimensionierung erreicht werden kann. Bauteile können zuverlässiger ausgelegt werden, wenn FEM-Simulationen auf realen Kennwerten basieren. Zu guter Letzt kann auch die Bewertung der Restlebensdauer einer ex-Service-Komponente durch eine PIP-Analyse mit geringerem Risiko erfolgen (z. B. wird nur ein Bauteil zerstört und untersucht, um eine Aussage für eine gesamte Baugruppe zu treffen).

Unsere Technologie liefert Ihnen schnelle, präzise und umfassende Einblicke in die mechanischen Eigenschaften Ihrer Materialien.



Exemplarische additiv gefertigte Komponente für die Luftfahrt [Plastometrex]

