

Lokales Fließverhalten und Wasserstoffwechselwirkungen - die unglaublichen Möglichkeiten der modernen Nanoindentation

V. Maier-Kiener, G. Schaffar, S. Zeiler, A. Jelinek

Department Werkstoffwissenschaft, Montanuniversität Leoben

Ein besonders reizvolles Ziel für Materialwissenschaftler ist die präzise Charakterisierung des Fließverhaltens von Materialien bei minimalem experimentellen Aufwand und zugleich höchster Zuverlässigkeit der Ergebnisse. Die tiefenregistrierende Härteprüfung, auch Nanoindentation, erweist sich hierbei als eine vielversprechende Methode. Während sie sich bereits als Standardtechnik zur Bestimmung von Härte und Elastizitätsmodul etabliert hat, wird ihr Potenzial zur Ermittlung lokalisierter Fließkurven bislang nicht vollständig ausgeschöpft. Diese Lücke ist vor allem auf die Herausforderung zurückzuführen, die mechanischen Eigenschaften aus sphärischen Eindrücken mit den Ergebnissen aus einachsigen Experimenten zu korrelieren.

Zur Überwindung dieses Problems und zur Minimierung von Spitzenfehlern wurde ein Kalibrierungsverfahren entwickelt, das auf grundlegenden geometrischen Prinzipien basiert. Dieses Verfahren bildet die Basis für dehnungsgeschwindigkeitsgesteuerte Experimente und ermöglicht die experimentelle Bestimmung des Zwangsfaktors unter Berücksichtigung der mechanischen Eigenschaften und der induzierten Dehnungen. Dadurch wird die zuverlässige Gewinnung präziser Fließkurven erheblich erleichtert.

Die entwickelten Protokolle sind sowohl unter Umgebungsbedingungen als auch unter anspruchsvollen Nicht-Umgebungsbedingungen, wie etwa elektrochemischen Szenarien, anwendbar. Hierbei kommt ein innovativer elektrochemischer In-situ-Ladeansatz, die sogenannte Seitenladezelle, zum Einsatz. Untersuchungen zeigen, dass die elektrochemische Aufladung nicht nur zu einer Erhöhung von Härte und Fließspannung führt, sondern auch den Zwangsfaktor verringert. Diese Reduktion bietet tiefere Einblicke in das Verformungsverhalten unter elektrochemischen Bedingungen und weist auf einen signifikanten Einfluss dieser Umgebungen auf die Materialverformung hin.

1. D. Kiener, M. Wurmshuber, M. Alfreider, G.J.K. Schaffar, V. Maier-Kiener: Recent advances in nanomechanical and in situ testing techniques: Towards extreme conditions Current Opinion in Solid State and Materials Science 27 (2023) 101108. DOI: 10.1016/j.cossms.2023.101108
2. S. Zeiler, A.S. Jelinek, V. Terziyska, R. Schwaiger, C. Mitterer, S. Brinckmann, V. Maier-Kiener: A new approach for in situ electrochemical nanoindentation: Side charging as a promising alternative Acta Materialia 276 (2024),120113. DOI: 10.1016/j.actamat.2024.120113