

Abstract:

Joule-Thomson-Effekt zur direkten Bestimmung des physikalischen Fließbeginns als Alternative zu $R_{p0.2}$

Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen, Technische Universität München,
Simon Josef Vitzthum

Das Thema der elastischen Rückfederung ist nach wie vor eine große Herausforderung im Automobilbau. Für eine genaue Vorhersage ist ein detailliertes Wissen über die Elastizität des Materials von Nöten. Der Fließbeginn, also der Übergang vom elastischen zum plastischen Materialverhalten ist dabei ein wichtiger Parameter und Einflussfaktor. Umformsimulationen werden zur Berechnung der Rückfederung eingesetzt. Die Genauigkeit solcher Simulationen ist dabei nur so präzise, wie die Eingangsdaten und Kennwerte, auf deren Grundlage die Berechnungen durchgeführt werden. Neben Materialien mit ausgeprägter Streckgrenze gibt es eine Vielzahl von Materialien, die einen stetigen elasto-plastischen Übergang haben. Die exakte Bestimmung des Fließbeginns ist für solche Materialien schwierig. Die Methode der $R_{p0.2}$ -Streckgrenze ist dafür der Stand der Technik. Diese Methode ist für uniaxiale Zugversuche direkt einsetzbar, hingegen für biaxiale Zugversuche muss der Fließbeginn über das Prinzip der virtuellen Arbeitsäquivalenzmethode berechnet werden. Die Bestimmung des Fließbeginns ist somit stark vom jeweiligen Anwender abhängig. Eine weitere Methode zur Bestimmung des Fließbeginns ist die Ausnutzung des Joule-Thomson Effekts, der die Abkühlung eines Gases bei Druckminderung beschreibt. Es wurde festgestellt, dass sich metallische Werkstoffe bei einer Ausdehnung im elastischen Bereich in gleicher Weise verhalten wie Gase und somit ebenfalls abkühlen. Im plastischen Bereich kommt es im Gefüge des Metalls zu Veränderungen und die dadurch entstehende Energie wird zum Großteil in Wärme umgewandelt. Der Werkstoff erhitzt folglich bei plastischer Formänderung. Dieser Zusammenhang führt dazu, dass die Temperatur anfangs sinkt und anschließend bei plastischer Formänderung wieder steigt. Ein Umkehrpunkt ist erkennbar und kann als Fließbeginn definiert werden. Diese Methode hat den Vorteil, dass es sich um einen physikalischen Effekt handelt, die Temperatur eine skalare Größe darstellt und somit eine gute Vergleichbarkeit besteht. Die Temperaturmessung von Zugversuchen stellt somit eine sinnvolle und äußerst exakte Methode dar, den Fließbeginn von metallischen Werkstoffen zu beschreiben. Im Rahmen einer Forschungsarbeit wurde ein Clip-On Temperaturmesssystem für den einachsigen Zugversuch untersucht und entwickelt, der es ermöglicht auf einfache Art und Weise den physikalischen Fließbeginn mit hoher Genauigkeit zu bestimmen.