

Dehnungsakkumulation und Versagen von austenitischem Stahl unter torsionaler Ermüdung mit überlagerter Druckbeanspruchung

S. Hanke, T. Ngeru

Universität Duisburg-Essen, Werkstofftechnik, Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Deutschland

Multiaxiale Belastungen erzeugen komplexe Werkstoffreaktionen und sind daher schwierig zu prognostizieren. Für diese Studie wurden zylindrische Proben aus duktilem austenitischem Stahl unter zyklischer Torsion mit gleichzeitig aufgebrachter konstanter Druckspannung getestet. Aus der Literatur ist bekannt, dass eine überlagerte Druckspannung der Rissbildung entgegenwirken kann. Tests wurden bei Torsionswinkeln von 5° bis 20° sowie axialer Druckspannung von 250 MPa oder 350 MPa (55% bzw. 75% $R_{p0,2}$) durchgeführt.

Die mechanische Werkstoffreaktion, die Rissbildung und die Verteilung der akkumulierten Dehnung in der Mikrostruktur hingen stark von den Belastungsbedingungen ab. Hohe torsionale Dehnung verursachte eine axiale Stauchung der Proben und Verfestigung in der zweiten Hälfte der Versuchsdauer. Risse bildeten sich parallel zur Druckachse und verzweigten sich innerhalb der Probe. Die Dehnung verteilte sich inhomogen in Körnern mit unterschiedlicher Orientierung. Die überlagerte Druckspannung reduzierte die Zyklenzahl bis zur Rissbildung deutlich. Niedrige torsionale Dehnungen führten zu Entfestigung und Rissen in 45° -Winkel, wobei die Druckspannung die Lebensdauer der Proben verdreifachen konnte. In der Mikrostruktur dominiert der Aufstau von Versetzungen an Korngrenzen. Eine vorangegangene Kaltverfestigung des Werkstoffs war bei niedriger torsionaler Dehnung vorteilhaft für die Lebensdauer, hatte jedoch bei höheren Dehnungen nur geringe Wirkung.

Diese Unterschiede in der Werkstoffreaktion auf die variierten Belastungsbedingungen illustrieren eindrücklich Ursachen für die Herausforderungen, die bei der Beschreibung und Vorhersage des Werkstoffverhaltens unter multiaxialer Belastung bestehen.