

CPFEM-Berechnungen zur mehrachsigen Ermüdung des austenitischen Edelstahls P558

T. Ngeru, S. Hanke

Materials Science and Engineering, Institute for Metal Technologies, University of
Duisburg-Essen, Lotharstraße 1, 47057 Duisburg, Germany

Die meisten Komponenten in Betrieb erleben komplex gestaltete Spannungszustände mit mehreren Achsen. Dennoch werden die meisten Ermüdungsversuche zur Analyse der Rissbildung in einem einachsigen Zugversuch durchgeführt, da multiaxiale Ermüdungsversuche nicht nur teuer sind, sondern auch spezielle Geräte und Proben erfordern. Um die begrenzte Verfügbarkeit von experimentellen Daten zu adressieren, wird in dieser Studie der Konzept der Ermüdungsindikatorparameter (FIPs) als stellvertretermaße für die treibende Kraft zur Bildung von Ermüdungsrissen auf der Skala eines Schadensprozesszonen eingesetzt. Zwei Arten von FIPs werden in dieser Studie verwendet: der Fatemi-Socie-FIP, der gut geeignet ist, um die Ermüdungsrissbildung und das frühe Wachstum der treibenden Kräfte entlang der Gleitspuren zu erfassen, und den FIP der Kornrandimpingement, der die Ansammlung irreversibler plastischer Scherdehnung an einem Kornrand und die Normalspannung an diesem Kornrand berücksichtigt.

Da nur die höchsten Magnituden der FIPs von Interesse sind, da sie die höchsten assoziierten treibenden Kräfte für die Bildung von Ermüdungsrissen aufweisen, werden Extremwertverteilungen (EVDs) der FIPs berechnet. Die Gumbel-EVD ist als geeignet für diese Charakterisierung nachgewiesen worden.

Mikrostruktur-sensitive Kristallplastizität-Finite-Elemente-Methode (CPFEM) Modelle mit spezifischen Kornmorphologien und -texturen werden auf P558 austenitischen Stahl (BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG) angewendet, der zuvor unter verschiedenen Belastungsbedingungen (reiner Torsion, einachsiger Ermüdungsversuch und biaxialer Ermüdungsversuch) [1] experimentell getestet wurde.

Eine Menge von Iso-Lebenslinien im Gamma-Flächenraum wird generiert, die eine Reihe von möglichen multiaxialen Dehnungszuständen berücksichtigt. Diese Studie unterstreicht die Bedeutung der Anwendung von FIPs zur Analyse der multiaxialen Ermüdungsverhalten von austenitischen Stählen, die für die Komponentenentwicklung und Sicherheit von wesentlicher Bedeutung ist. Die Ergebnisse dieser Studie können verwendet werden, um genaue und zuverlässige Ermüdungslebensdauervorhersagen für komplexe Belastungsbedingungen zu entwickeln.

[1] Ngeru, T.; Kurtulan, D.; Hanke, S.: Mechanical Behavior and Life Prediction of a Low Nickel/High Nitrogen Austenitic Steel under Pure Torsion, Uniaxial Tension-Compression, and Multiaxial Fatigue. In: Materials Performance and Characterization 13/1 (2024) 20230065. DOI: 10.1520/MPC20230065