

NARAYANA KAUSHIK KARTHIK¹, NICO SCHMITZ¹, HERBERT PFEIFER¹
ROMANA SCHWING², STEFAN LINN², CHRISTIAN KONTERMANN², MATTHIAS
OECHSNER²

¹ RWTH Aachen University, Institut für Industrieofenbau und Wärmetechnik (IOB)

² TU Darmstadt, Institut für Werkstoffkunde (IfW)

EINFLUSS VON TEMPERATURWECHSELBEANSPRUCHUNG AUF DAS VERFORMUNGSVERHALTEN VON OFENKOMPONENTEN UND DEREN LEBENSDAUER

Kurzbeschreibung

Zur Auslegung von Bauteilen unter wechselnden Beanspruchungen werden häufig Lebensdaueranteilregeln verwendet, um eine Aussage über die erwartete Verformung zu treffen. Im Falle von Ofenkomponenten hat sich gezeigt, dass die Kriechverformung unter wechselnder Temperaturbeanspruchung bei niedrigen, konstanten mechanischen Lasten mit der Lebensdaueranteilregel stark unterschätzt wird. Temperaturwechsel scheinen einen sehr viel schädlicheren Einfluss zu haben, als bisher angenommen. Um die höhere Kriechverformung durch Temperaturwechselbeanspruchungen berechnen zu können, wurden verschiedene isotherme und anisotherme Kriechversuche durchgeführt und daraus ein Kriechmodell entwickelt. Gekoppelte Fluid-Struktur-Interaktionen (FSI) Berechnungen auf Basis dieses Kriechmodells an einem typischen Ofenelement, einem metallischen P-Strahlheizrohr, wurden mit weiteren Versuchen validiert.

Schlagwörter

Kriechen, Temperaturwechsel, Strahlheizrohr, Fluid-Struktur-Interaktion

1. Einleitung

Hohe thermische Belastung und betriebsbedingte Temperaturwechsel stellen für die Auslegung von Industrieofenkomponenten eine Herausforderung dar. Kriechen spielt unter diesen Bedingungen eine übergeordnete Rolle für Komponenten wie z.B. metallische Strahlheizrohre [1, 2]. Die Rohre sind im Betrieb aufgrund des Eigengewichts niedrigen mechanischen Spannungen (ca. 2 MPa) und hohen Temperaturen (bis 1100 °C) ausgesetzt. Dies führt oftmals zum vorzeitigen Ausfall der Komponenten (Abb. 1a).

Der Einfluss thermischer Lastwechsel auf das Deformations- und Schädigungsverhalten von Strahlheizrohren ist bisher kaum untersucht. Die verfügbaren Kriechmodelle nach Norton-Bailey oder Graham-Walles [3] sind aktuell nur für den isothermen Fall anwendbar. Daher haben auch die bisherigen Untersuchungen am Strahlheizrohr mittels gekoppelten FSI-Ansatzes die Verformung unter Temperaturwechselbeanspruchung nicht betrachtet [4, 5]. Es kommt zu einer nicht-konservativen Abschätzung unter Temperaturwechselbeanspruchung, wenn die Berechnung der erwarteten Kriechdehnung anhand isothermer Zeitstandversuche und