

Schriftenreihe Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik

Band 69/2011

Andreas Uihlein

**Das Verhalten von Gusseisenwerkstoffen bei TMF
und TMF/HCF-Beanspruchung**

Shaker Verlag
Aachen 2011

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Karlsruhe, Karlsruher Institut für Technologie, Diss., 2010

Copyright Shaker Verlag 2011

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-9832-6

ISSN 1439-4790

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Zusammenfassung

Eine generelle Beanspruchungsanalyse von Bauteilen im Bereich des Motoren- und Turbinenbaus zeigt, dass diese Bauteile häufig zeitlich veränderlichen thermischen als auch mechanischen Belastungen unterliegen. Eine genauere Betrachtung zeigt, dass die Lebensdauer dieser Bauteile im Wesentlichen von zwei Hauptbeanspruchungskomponenten bestimmt wird. Die erste Beanspruchungskomponente wird durch instationäre und inhomogene Temperaturverteilungen im Bauteilvolumen erzeugt, welche auf Start-Stop-Zyklen und/oder auf Laständerungen zurückzuführen sind. Diese Beanspruchungskomponente ist niederfrequent und bewirkt eine thermisch induzierte Ermüdungsbeanspruchung (TMF). Die zweite Komponente wird durch zeitlich veränderliche mechanische Belastungen verursacht, welche beispielsweise durch Zünddrücke, oszillierende Massenkkräfte oder Vibrationen hervorgerufen werden. Diese ist höherfrequent und bewirkt eine rein mechanische Ermüdungsbeanspruchung (HCF). Diese beiden Lastkomponenten wirken stets gleichzeitig. Hinsichtlich Ihrer Wirkung auf das Verformungs- und auf das Lebensdauerverhalten besteht eine komplexe Wechselwirkung. Aufgrund fehlender experimenteller Daten für überlagerte Beanspruchungen, sind sowohl das Versagensverhalten als auch die Versagensmechanismen derzeit nicht ausreichend bekannt. Es existieren weder Werkstoffgesetze noch Ansätze, mit denen das Lebensdauerverhalten von Bauteilen unter diesen komplexen Belastungen hinreichend genau berechnet werden kann. Dies führt heute zu einer erheblichen Unsicherheit bei der rechnerischen Auslegung derart beanspruchter Bauteile.

Das Ziel dieser Arbeit ist die Gewinnung einer belastbaren Datenbasis zur Verbesserung des Verständnisses bezüglich des Wechselverformungsverhaltens sowie der auftretenden Versagensmechanismen und des damit verbundenen Lebensdauerverhaltens. Als Werkstoffe wurden daher drei typische Vertreter der im Grossmotoren- sowie im Gehäusebau eingesetzten Gusseisenwerkstoffe ausgewählt. Folgende Werkstoffe wurden untersucht: die lamellare Gusseisensorte EN GJL 250, die vermiculare Sorte EN GJV 450 sowie die höherfeste Sorte EN GJS 700 mit kugelförmiger Graphitausbildung. Durch isotherme Zug-, Druck-, Relaxations- sowie LCF-Versuche erfolgte eine umfangreiche Grundcharakterisierung der Werkstoffe. Der Schwerpunkt der Arbeit ist jedoch in den rein thermisch-mechanischen (TMF) Versuchen und den thermisch-mechanischen Versuchen mit überlagerter HCF-Beanspruchung sowie den metallographischen Untersuchungen zur Qualifizierung des Schädigungsverhaltens zu sehen.