

Berichte aus der Werkstofftechnik
Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Christina Berger

Band 1/2007

Radim Znajda

**Betriebsähnliches Langzeitdehnwechselverhalten
wichtiger Stahlsorten im Hochtemperaturbereich**

D 17 (Diss. TU Darmstadt)

Shaker Verlag
Aachen 2007

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.: Darmstadt, Techn. Univ., Diss., 2006

Copyright Shaker Verlag 2007

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-5799-6

ISSN 1617-3805

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

**Kurzfassung über Inhalt der Dissertation „Betriebsähnliches Langzeitdehnwechselverhalten wichtiger Stahlsorten im Hochtemperaturbereich“ vorgelegt von
Dipl.-Ing. Radim Znajda**

In der vorliegenden Arbeit steht die stahlsortenbezogene rechnergestützte Beschreibung des betriebsähnlichen Kriechermüdungsverhaltens wichtiger warmfester Stähle des thermischen Maschinen- und Anlagenbaus im Vordergrund. Für die Untersuchungen wurden jeweils 3 Schmelzen der Stahlsorten vom Typ 1%CrMo(Ni)V als Schmiedestahl für Turbinenwellen, die entsprechende moderne Stahlsorte vom Typ 10%CrMo(W)VNbN, ihre Gussvariante und Stahlsorte 9%CrMo(W)VNb – Rohrwerkstoff sowie zwei Einzelschmelzen G17CrMoV5-10 und 23CrMoNiWV8-8 untersucht.

Zur Simulation dieser Beanspruchung wurde eine **rechnergestützte Vorhersage des Anrissverhaltens für Stahlsorten** auf der Grundlage einer Synthese der zyklischen Verformung und der Schadensakkumulationshypothese zur Ermittlung der rechnerischen Schädigung **entwickelt**.

Die **experimentellen Arbeiten** umfassten umfangreiche Versuche zum Zeitstand- und Kriechermüdungsverhalten. Dabei wurden die Anwendungsbereiche hinsichtlich Temperaturen und Spannungen in einem weiten Zeitbereich abgedeckt. Zur Beschreibung des Kriechverhaltens durch einfache Ansätze sowie zur Ermittlung der rechnerischen Kriechschädigung waren **Zeitstandversuche** notwendig. Im Rahmen von **Streubandanalysen** mithilfe numerischer Verfahren auf der Basis eines **Zeit-Temperatur-Parameters** erfolgte eine Beschreibung des Zeitstandverhaltens der Stahlsorten. **Ermüdungsversuche** ohne und mit Haltezeit sowie mit unterschiedlichen Dehnraten im Anwendungstemperaturbereich führten zu einer umfassenden Beschreibung des Anrissverhaltens und des zyklischen Spannungs-Dehnungsverhaltens. Auf der Basis eines **neu entwickelten Temperatur-Zykluszahl-Parameters** ließen sich Streubänder zum Anrissverhalten gewinnen. Ausgehend hiervon bilden die **(Kriech-)ermüdungsversuche** die Grundlage für die Ermittlung rechnerischer Ermüdungsschadensanteile. Weitere spezielle Experimente betreffen **Modelldehnwechselzyklen** zur Beschreibung des Dehnrateneinfluss im Bereich zwischen laborüblichen Werten für die Dehnrate von 6%/min bis hin zu betriebsnahe niedrigen Werten von 0,003%/min.

Zur Vorhersage der Anrisswechselzahl wurde ein Anwenderprogramm aufgestellt, das eine Synthese des Spannungs-Dehnungs-Zeitverhaltens und eine anschließende Bewertung der rechnerischen Kriech- und Ermüdungsschädigung unter Berücksichtigung eines Wechselwirkungskonzepts umfasst. Damit lassen sich alle Fälle von überwiegender Kriechschädigung bis hin zu dominierender Ermüdungsschädigung bewerten. Die **Anwendbarkeit** dieses Wechselwirkungskonzepts konnte **für die hier untersuchten Stahlsorten** sowie den **erweiterten Temperaturbereich nachgewiesen** werden. Mit dem entwickelten Vorhersageverfahren ließen sich langzeitige ein- und mehrstufige betriebsähnliche Kriechermüdungsversuche nachrechnen. Empfehlungen für die Übertragbarkeit der rechnergestützten Beschreibung auf andere Werkstoffe wurden erarbeitet und betreffen Angaben zu den erforderlichen Kriech- und Kriechermüdungsexperimenten. Ferner wurden im Rahmen von Sensitivitätsrechnungen Aussagen zur Vorhersagegenauigkeit für den Fall eines reduzierten Datensatzes gewonnen.

Die in dieser Arbeit bereitgestellte rechnergestützte Kriechermüdungsbeschreibung dient Konstrukteuren und Berechnungsingenieuren für Lebensdauerberechnungen sowie für Lebensdauerstudien betriebsnaher mehrstufiger Beanspruchungsfälle und stellt eine wesentliche Erweiterung der bisherigen Möglichkeit zur Lebensdauerberechnung von Bauteilen. Der Anwender kommt hierbei vorteilhaft mit standardmäßig vorhandenen Daten aus.