

IGF-Vorhaben-Nr. 324 ZN

Datum 01.05.2009 – 31.07.2012

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Titel	VHCF – variable Amplitude: Bauteilauslegung unter Berücksichtigung von Beanspruchungen mit variablen Amplituden und sehr hohen Schwingspielzahlen
--------------	--

Zusammenfassung**IGF-Vorhaben-Nr. 324 ZN**

Eine Vielzahl von Bauteilen im Maschinen-, Anlagen- und Fahrzeugbau unterliegen zyklischen Belastungen. Komponenten im Automobilbau, medizinische Geräte, hoch beanspruchte Bauteile in Energie erzeugenden Anlagen etc. müssen zum Teil Schwingspielzahlen ertragen, die weit über $N = 10^7$ liegen. Für die praxisgerechte Auslegung von Bauteilen, die betriebstypischen Belastungen mit variablen Amplituden im **Very High Cycle Fatigue** – Bereich (VHCF) ausgesetzt werden, zeigt sich ein stark zunehmendes wissenschaftliches und technisches Interesse.

In dem **Forschungsvorhaben „VHCF – variable Amplitude“** erfolgten Schwing- und Betriebsfestigkeitsuntersuchungen an glatten und bauteilähnlich gekerbten Proben an dem Vergütungsstahl 50CrMo4 ($R_m = 919$ MPa) und der Aluminiumlegierung EN AW-5083 ($R_m = 323$ MPa). Durchgeführt wurden die Versuche auf konventionellen Prüfmaschinen bis zu einer Grenzschwingspielzahl $N_G = 10^8$ bei einer Frequenz von $f \leq 400$ Hz und auf einem Ultraschallschwingprüfsystem bis zu einer Grenzschwingspielzahl $N_G = 10^9$ mit $f \approx 20$ kHz.

Die Schwingfestigkeitsuntersuchungen am Vergütungsstahl 50CrMo4 auf den konventionellen Prüfmaschinen zeigen kein Versagen bei $N > 10^6$ bis zur Grenzschwingspielzahl. Probenbrüche sind bei der Aluminiumlegierungen bis zu $N_G = 10^9$ festzustellen und erfolgten überwiegend ausgehend von harten intermetallischen Teilchen. Der festgestellte Einfluss der Prüffrequenz und Prüftechnik auf das Schwingfestigkeitsverhalten wurde untersucht. Für die Betriebsfestigkeitsuntersuchungen wurden ein zweistufiges und ein Gauß-ähnliches Kollektiv verwendet. Die Versuchsergebnisse wurden mit den Schadensakkumulationsrechnungen nach den Varianten der Palmgren-Miner-Regel sowie mit Rissfortschrittsrechnungen unter Verwendung eines elastisch-plastischen Rissfortschrittsmodells verglichen. Mit der konsequenten Form der Palmgren-Miner-Regel und einer Schadenssumme $D = 0,3$ werden bei Verwendung der experimentell ermittelten Wöhlerlinien für eine Überlebenswahrscheinlichkeit $P_U = 50$ % und Kollektivhöchstwerten geringfügig oberhalb der Schwingfestigkeit am Abknickpunkt der Wöhlerlinie überwiegend Lebensdauern abgeschätzt, die im Mittel der Versuchsergebnisse liegen oder auch tendenziell konservativ sind. Die Untersuchungen

**Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit
und Systemzuverlässigkeit LBF**Bartningstraße 47
64289 Darmstadt, GermanyPhone: +49 6151 705-0
Fax: +49 6151 705-214
www.lbf.fraunhofer.de
info@lbf.fraunhofer.de

Die ungekürzte oder auszugsweise Wiedergabe dieser Zusammenfassung sowie ihrer Verwendung zu Werbezwecken bedarf der schriftlichen Genehmigung der Institutsleitung. © 2013 Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF
Reprints of this abstract or parts of it or its use for promotion purposes require the prior written permission of the director of the Fraunhofer Institute.

wurden mit relativ völligen Kollektiven durchgeführt. Die Ergebnisse der Rissfortschrittsrechnungen sind überwiegend vergleichbar mit den Ergebnissen der Schadensakkumulationsrechnungen mit der konsequenten Form der Palmgren-Miner-Regel bei einer Schadenssumme von $D \approx 0,3$ bzw. $D \approx 1$. Die Wöhlerlinien wie auch die Gassnerlinien gemäß der FKM-Richtlinie sind im Vergleich mit den Ergebnissen aus den Versuchen teilweise nur unter Berücksichtigung des Grundsicherheitsfaktors j_D konservativ.

Beteiligte Forschungsstellen

- Institut für Werkstoffkunde IfW, TU Darmstadt
Leiter: Prof. Dr.-Ing. Matthias Oechsner
Kontakt: Norbert Schneider, Tel.: +49 6151 16-5351, nschneider@mpa-ifw.tu-darmstadt.de
- Fraunhofer Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt
Leiter: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka
Kontakt: Jens Eufinger, Tel.: +49 6151 705-276, jens.eufinger@lbf.fraunhofer.de

Danksagung und Bestellhinweis

Dieses Forschungsvorhaben wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) unter der IGF-Vorhaben-Nr. 324 ZN gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Der Fachkreis „Betriebsfestigkeit“ des Forschungskuratoriums Maschinenbau e.V. (FKM) hat das Vorhaben fachlich begleitet.

Dem BMWi, der AiF, dem FKM, den beteiligten Firmen und deren Vertretern sei an dieser Stelle verbindlichst gedankt.

Die ausführliche Darstellung der Forschungsarbeiten ist dem Abschlussbericht „VHCF – variable Amplitude: Bauteilauslegung unter Berücksichtigung von Beanspruchungen mit variablen Amplituden und sehr hohen Schwingspielzahlen“, erschienen im VDMA-Verlag als FKM-Forschungsheft 317, zu entnehmen.