

Beitrag zur Bemessung von zyklisch innendruckbeanspruchten Bauteilen aus Gusseisenwerkstoffen mit Kerbgrundkonzepten

STEFFEN SCHÖNBORN

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

November 2011

Gusseisen mit Kugelgrafit weist aufgrund seiner kugelförmigen Grafitausbildung höhere Werkstofffestigkeiten als mit vermicularer oder lamellenförmiger Grafitausbildung auf. Aufgrund der hohen konstruktiven Gestaltungsfreiheit von Gussbauteilen wird dieser Werkstoff bereits in vielen Applikationen – unter anderem auch für Einspritzpumpen in der Dieseleinspritztechnik – eingesetzt. Aufgrund steigender Einspritzdrücke, welche bei modernen Verbrennungsmotoren zu einer besseren Kraftstoffausnutzung und damit zur Kraftstoffeinsparung beitragen, steigen auch die Anforderungen an die einzusetzenden Werkstoffe. Um das Potenzial neuer Gusseisenlegierungen zu bewerten, wurden in dieser Arbeit die höherfesten Gusseisenwerkstoffe SiboDur 700-10 und MAD1 (Machinable Austempered Ductile Iron) im Vergleich zum derzeit verwendeten GJS-500-7 hinsichtlich ihrer Eignung für innendruckbeanspruchte Bauteile untersucht. Hierzu wurden Schwingfestigkeitsversuche an ungekerbten und gekerbten Werkstoffproben unter konstanten und variablen Belastungsamplituden, mit der anwendungsrelevanten Teilfolge CORAL (Common Rail Load) sowohl unter Axialbelastung als auch unter Planbiegung durchgeführt. Die Untersuchung der Belastbarkeit unter Innendruck erfolgte an bauteilähnlichen Versuchskörpern, welche eine an

Common Rail-Pumpengehäuse angelehnte Bohrungsver-schneidung aufwiesen. Zur Abschätzung der Lebensdauer von innendruckbeanspruchten Bauteilen wurden sowohl Kerbgrundkonzepte auf Basis örtlicher Spannungen in Form des $HBV_{90\%}$ -Konzeptes (Basis hochbeanspruchtes Werkstoffvolumen) und des χ^* -Konzeptes (Basis bezogener Spannungsgradient) als auch das Kerbdehnungskonzept untersucht, Übertragbarkeitskonzepte abgeleitet und erweitert.

Die Gegenüberstellung der experimentell ermittelten und der nach dem Kerbspannungskonzept berechneten Wöhler- und Gaßnerlinien zeigt, dass anhand des $HBV_{90\%}$ -Konzeptes und des χ^* -Konzeptes die Beanspruchbarkeit der bauteilähnlichen Versuchskörper für Belastungen mit konstanten Amplituden ($R = 0$) für den Bereich von $N_B \leq 1 \cdot 10^6$ Schwingspielen mit hohen Abschätzungsgüten beschrieben wird. Für Belastungen mit variablen Belastungsamplituden (Teilfolge CORAL) wird die Beanspruchbarkeit stets konservativ abgeschätzt. Die Bauteilbewertung nach dem Kerbdehnungskonzept führte dagegen ohne Berücksichtigung von Größeneinflüssen zu einer deutlichen Unterschätzung der ertragbaren Beanspruchungen. Erst nach Ableitung eines auf dem $HBV_{90\%}$ -Konzept basierenden Gesamtgrößeneinflusses n_{3G} konnte das Werkstoffverhalten zumindest für Belastungen mit konstanten Amplituden zutreffend beschrieben werden. Des Weiteren wurden zur Abschätzung der rechnerischen Gaßnerlinien anhand von linearen Schadensakkumulationsrechnungen nach Palmgren-Miner mit der Modifikation nach Haibach eine zulässigen Schadenssumme von $D_{zul} = 0,3$ ermittelt.

Weitere Informationen

Dr. Steffen Schönborn

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

Bereich Betriebsfestigkeit

Abteilung Werkstoffe und Bauteile

Bartningstraße 47

64289 Darmstadt

Tel.: +49 6151 705-448

E-Mail: steffen.schoenborn@lbf.fraunhofer.de

www.lbf.fraunhofer.de

