Kurzfassung Dissertation Ulrich Weigand, 1999

Werkstoff- und Wärmebehandlungseinflüsse auf die Zahnfußtragfähigkeit

Die Zahnfußtragfähigkeit ist eine wichtige Dimensionierungsgröße bei der Getriebeauslegung. Trotz umfangreicher Forschung zu einzelnen Einflussgrößen auf die Zahnfußtragfähigkeit bestanden bisher Unsicherheiten hinsichtlich der Festigkeitswerte, die bei der Auslegung anzusetzen sind.

In der vorliegenden Arbeit werden zuverlässige Zahnfußfestigkeitswerte einsatzgehärteter Zahnräder ermittelt sowie Hinweise über die Streuung der Zahnfußtragfähigkeit aufgrund von Wärmebehandlung und Werkstoffcharge geliefert. Dazu wurden technisch gleiche Zahnräder in einem Ringversuch bei sechs Härtereien nach einheitlichen Vorgaben (Randhärte, Kernhärte, Eht), aber nach firmenspezifischen Wärmebehandlungsabläufen einsatzgehärtet (Direkthärtung). Dieses Hauptversuchsprogramm wird jeweils für die Werkstoffsorten 16 MnCr 5 und 17 CrNiMo 6 durchgeführt.

Für jede Prüfradserie werden sechs Prüfräder hergestellt. Drei Prüfräder werden direkt nach der Wärmebehandlung in ungestrahltem Zustand geprüft, die drei verbleibenden Prüfräder werden bei den jeweiligen Firmen nach dort üblichen Abläufen reinigungs-gestrahlt und dann geprüft.

Der Einfluss verschiedener Parameter beim Reinigungsstrahlen wird zur Absicherung dieser Ergebnisse ebenfalls untersucht.

Die hier verwendete Prüfradgeometrie ist praxisgerecht, aber auch günstig für Pulsatorversuche und entspricht gut dem Standardreferenzprüfrad nach DIN 3990[2]. Die Zahnfußtragfähigkeit wird im Pulsatorversuch ermittelt. Die Auswertung der Versuche für die Dauerfestigkeit erfolgt im Treppenstufenverfahren nach Hück [44].

Ergebnisse zum Einfluss von Betriebsparametern des Reinigungsstrahlens:

Ungestrahlte, einsatzgehärtete Zahnräder erreichen im Pulsatorversuch Zahnfußtragfähigkeiten, die im Bereich von Ergebnissen vergleichbarer Zahnräder aus früheren Forschungsarbeiten liegen. Die Standardstrahlbehandlung bringt bei einer mittleren Ausgangstragfähigkeit eine Steigerung der Dauerfestigkeit um ca. 30%, bei einer hohen Ausgangstragfähigkeit eine Steigerung um ca. 15%.

Mit kontrolliertem Kugelstrahlen werden höhere Tragfähigkeiten erreicht als mit Reinigungsstrahlen. Die festigkeitssteigemde Wirkung des Reinigungsstrahlens in der Randschicht wird mit der Messung von Härtesteigerung, Erzeugung von Druckeigenspannungen. Umlagerung von Versetzungen und Umwandlung des Restaustenits nachvollzogen.

Mit diesen Versuchsergebnissen lässt sich eine Eigenspannungsempfindlichkeit bestimmen. Aus der Veränderung des Eigenspannungszustands resultierende Tragfähigkeitsunterschiede können damit in einem einfachen Ansatz abgeschätzt werden. Der Übergang vom Zeitfestigkeits- zum Dauerfestigkeitsgebiet der Wöhlerlinie verschiebt sich bei strahlbedingt höheren Tragfähigkeiten zu einer geringeren Grenzlastspielzahl. Die Strahlbehandlung führt in allen Fällen zur Verringerung der Versuchsstreuung und zu deutlich gesteigerten Tragfähigkeiten.