Kurzfassung Dissertation von Marc-Gregory Elstorpff, 1993

Einflüsse auf die Grübchentragfähigkeit einsatzgehärteter Zahnräder bis in das höchste Zeitfestigkeitsgebiet

In dieser Arbeit wurden Einflüsse auf die Grübchentragfähigkeit einsatzgehärteter Zahnräder bis in das höchste Zeitfestigkeitsgebiet untersucht. Die Laufversuche wurden mit geradverzahnten Stirnrädern an einem FZG-Zahnradverspannungsprüfstand mit 91,5 mm Achsabstand durchgeführt und durch begleitende Untersuchungen und Berechnungen ergänzt.

Mit einer neuartigen Verzahnung mit "abgesetzter" Breite war es möglich. Zahnflankenpressungen zu erreichen, bei denen bisher noch keine Grübchenuntersuchungen durchgeführt worden waren; die erreichten Flankenpressungen lagen sogar über der von DIN 3990 [Dl] festgelegten "statischen" Grübchentragfähigkeit. Die Versuche in diesem Bereich der höchsten Zeitfestigkeit zeigten, daß auch bei diesen hohen Belastungen noch Laufzeiten bis zu mehrereren hunderttausend Lastwechseln schadensfrei von der Verzahnung ertragen werden können. Auch bis in das höchste Zeitfestigkeitsgebiet hinein wiesen die Prüfräder die von früheren Grübchenuntersuchungen her bekannten Grübchenschäden auf. Die hier erstmals eingesetzte "abgesetzte" Versuchsverzahnung bewies in den Versuchen ihre Vergleichbarkeit mit üblichen Verzahnungen konstanter Breite.

Durch die gegenüber der DIN 3990 gefundenen, erhöhten Grübchenlebensdauer im höchsten Zeitfestigkeitsbereich sind die im Versuch ermittelten Wöhlerlinien im Zeitfestigkeitsgebiet steiler als nach DIN 3990 festgelegt. In Anlehnung an das Rechenverfahren nach DIN 3990 wird daher vorgeschlagen, den Lebensdauerfaktor Z^y zu erhöhen. Für die Tragfähigkeitberechnung in der Praxis ergibt sich dadurch eine Erhöhung der Grübchenlebensdauer im Zeitfestigkeitsgebiet bzw. für die Betriebsfestigkeitsberechnung nach linearen Schadensakkumulationshypothesen eine Verringerung der errechneten Schadenssummen bei demselben Belastungskollektiv. Als Obergrenze ("statische" Grübchenfestigkeit) werden Ergebnisse aus Untersuchungen an Wälzlagern auf zahnradtypische Bedingungen umgerechnet und eine plastische Grenzpressung definiert.

Der Einfluß des Zahnradwerkstoffes auf die Grübchentragfähigkeit wurde durch verschiedenartige belegt. Die Ergebnisse zeigten, daß bis in das höchste Zeitfestigkeitsgebiet hinein bei den verwendeten Prüfradabmessungen der Einsatzstahl 16 MnCr 5 gegenüber den Nickellegierten Einsatzstählen 17 CrNiMo 6 und 17 NiCrMo 14 (Lufthärter) keine Nachteile aufwies; die Überlastbarkeit des 16MnCr5 erwies sich im Zwei-Stufen-Versuch zur Schadenslinie sogar überlegen.

Grübchenuntersuchungen mit niedriger viskosem Schmiermittel und bei höheren Einspritztemperaturen als bei der oben gezeigten Referenzprüfbedingungen ergaben deutlich niedrigere Grübchendauerfestigkeiten im Wöhlerversuch.

Untersucht wurden ebenfalls zwei Prüfradvarianten mit gegenüber der Referenzvariante verringerter bzw. erhöhter Einsatzhärtungstiefe. Trotz der unterschiedlichen Wärmebehandlungen zeigten die Wöhlerversuche zur Grübchentragfähigkeit im gesamten Lastbereich geringe Abweichungen in der Grübchenlebensdauer gegenüber der Referenzvariante.

Auf den beiden Eigenspannungsmeßanlagen der FZG wurden Eigenspannungsverläufe gelaufener und ungelaufener Prüfräder über der Tiefe sowie Oberflächeneigenspannungen über der Laufzeit gemessen.