Kurzfassung Dissertation von Siegfried Emmert, 1994

Untersuchungen zur Zahnflankenermüdung (Graufleckigkeit, Grübchenbildung) schnellaufender Stirnradgetriebe

In der Arbeit sind die Ergebnisse zur Untersuchung der Zahnflankenermüdung durch Graufleckigkeit und Grübchenbildung im Bereich mittlerer und hoher Umfangsgeschwindigkeiten dargestellt.

Zur Untersuchung der Graufleckenbildung wurden Stufenteste auf Basis des Graufleckentestes nach [32], der für die gegebenen Betriebsbedingungen entsprechend modifiziert wurde, durchgeführt. Systematische Untersuchungen belegen, daß der ursprünglich für dünnflüssige Schmierstoffe entwickelte Graufleckentest auch zur Ermittlung der Graufleckentragfähigkeit höherviskoser Öle geeignet ist. Mit dem Graufleckentest wird jedoch nur ein Effekt -nämlich die Graufleckentragfähigkeit bei den vorliegenden Betriebsbedingungen (v,, i?g) - untersucht. Er ersetzt somit keine anderen Testmethoden (wie z.B. zur Freß- und Grübchentragfähigkeit) . Eine Ermittlung der Graufleckentragfähigkeit von Schmierstoffen mit geringer Freßtragfähigkeit ist im Graufleckentest nur bedingt möglich.

Mit einsatzgehärteten Prüfrädern aus 16 MnCr 5 und gasnitrierten Prüf rädern aus 31 CrMoV 9 wurden in Wöhlerversuchen Einflußgrößen auf die Grübchenbildung im Bereich hoher Umfangsgeschwindigkeiten bis 60 m/s ermittelt.

Die Graufleckenbildung wird von dem tribologischen System Zahnrad (-Oberfläche) und Schmierstoff (Additiv, Schmierfilmdicke) bestimmt. Es ist dabei offensichtlich unerheblich, welcher Teil des Systems für die Graufleckenbildung bestimmend ist. So zeigte sich in Versuchsläufen mit an sich hochtragfähigen Schmierstoffen und "rauhen" Prüfrädern praktisch das gleiche Schadensbild wie in Versuchsläufen nit weniger tragfähigen Schmierstoffen und "glatteren" Prüfrädern.

Die Untersuchungen zur Graufleckenbildung erstreckten sich über einen weiten Bereich verschiedener Einflußparameter: Schmierstoff Viskosität von ISO VG 32 bis ISO VG 460, Umfangsgeschwindigkeit von 8,3 m/s bis 60 *m/s.* Einspritztemperatur von 40°C bis 90°C, Zahnflankenrauheit von K, " 0,2 Airn bis Rg ss l *ßm,* Verzahnungen mit Oberflächenbehandlung, Verzahnungen ohne und alt Kopfrücknahme, Verzahnungen mit Modul 4,5 nun und 3 BUB. Nachfolgend die wesentlichsten Ergebnisse:

- Die Zahnflankenrauheit hat im Bereich der untersuchten Parameter neben dem Schmierstoff den größten Einfluß auf das Schadensgeschehen der Graufleckenbildung. Hohe Zahnflankenrauheit führt bei nahezu allen Betriebsbedingungen zu stärkerer Graufleckenbildung.
- Mit steigender Umfangsgeschwindigkeit ist zunächst ein Anstieg der Graufleckentragfähigkeit verbunden.
- Graufleckenbildung an gasnitrierten Prüf rädern aus 31 CrMoV 9 konnte im Betriebsbereich des Graufleckentestes nicht festgestellt werden.

Ein verbessertes Rechenverfahren, das die Einflußgrößen Zahnflankenrauheit, Umfangsgeschwindigkeit und Schmierstoffviskosität besser erfaßt, wurde vorgestellt. Der Anwendungsbereich des Rechenverfahrens konnte so deutlich erweitert werden.