Kurzfassung Dissertation Ulrich Schrade, 2000

Einfluß von Verzahnungsgeometrie und Betriebsbedingungen auf die Graufleckentragfähigkeit von Zahnradgetrieben

Es wird ein erweitertes Berechnungsverfahren für die Graufleckentragfähigkeit einer Stirnradstufe im Praxisgetriebe vorgestellt, das auch die Verzahnungsgeometrie und die Baugröße berücksichtigt. Das Berechnungsverfahren stützt sich auf umfangreiche Versuchsreihen zur Untersuchung dieser Einflüsse und auf das bisherige Wissen ab. Die Versuche umfassen Gerad- und Schrägverzahnungen, ohne und mit Profilkorrektur. Der Achsabstand wurde im Bereich von 70...200 mm variiert. Die Umfangsgeschwindigkeit liegt bei 5...32 m/s, die Schmierstoffviskosität im Bereich von ISO VG 32...460. Das bisherige Wissen zum Einfluß von Zahnflankenrauheit, Schmierstoffviskosität, Temperatur und Umfangsgeschwindigkeit wird durch diese Versuche bestätigt und für das erweiterte Berechnungsverfahren übernommen:

- Einfluß der Zahnflankenoberfläche:

Höhere Zahnflankenrauheit führt bei nahezu allen Betriebsbedingungen zu stärkerer Graufleckenbildung.

- Einfluß des Schmierstoffes:

Grundöl und Additivierung haben einen Einfluß auf die Graufleckentragfähigkeit. Diese Einflüsse können nur experimentell ermittelt werden, hierzu dient der FVA-Graufleckentest. Da das Verhalten der Additive temperaturabhängig ist, sollte die Testtemperatur der Anwendungstemperatur angenähert werden.

- Einfluß der Zahnform:

Eine lange Fußeingriffsstrecke ist, wegen der damit verbundenen großen Beträge des negativen spezifischen Gleitens, ungünstig für die Graufleckentragfähigkeit. Durch positive Profilverschiebung läßt sich die Fußeingriffsstrecke verkürzen, der Krümmungsradius der Flanke vergrößert sich, was die Hertzsche Pressung reduziert und somit die Graufleckentragfähigkeit steigert.

- Einfluß von Profilkorrekturen:

Eine Profilkorrektur wirkt sich nur dann günstig auf die Graufleckentragfähigkeit der Verzahnung aus, wenn es gelingt, die unvermeidliche Pressungserhöhung in einen Bereich der Flanke zu legen, der in Bezug auf Graufleckigkeit wenig gefährdet ist

- Einfluß des Schrägungswinkels:

Die für Geradverzahnungen festgestellten Einflüsse von Profilverschiebung (spezifischem Gleiten) und Hertzscher Pressung gelten auch für Schrägverzahnungen. Im Hinblick auf Graufleckenbildung verhalten sich auch Schrägverzahnungen entsprechend der örtlich vorliegenden Schmierungsbedingungen, die deshalb über dem Eingriffsfeld erfaßt werden müssen.

- Einfluß des Moduls bei konstantem Achsabstand:

Eine Verkleinerung des Moduls durch Erhöhung der Zähnezahl bei gleichem Grundkreisdurchmesser und gleicher Profilüberdeckung erhöht die Graufleckentragfähigkeit.

- Einfluß von Modul und Achsabstand:

Mit zunehmender Baugröße können im Bereich der untersuchten Achsabstände bis 200 mm bei konstanter Drehzahl hinsichtlich Graufleckentragfähigkeit höhere Hertzsche Pressungen zugelassen werden

- Einfluß der Schmierungsart:

Es zeigt sich ein Tragfähigkeitsgewinn bei Tauchschmierung gegenüber Einspritzschmierung, der durch eine bessere Kühlung des Zahnrades bei Tauchschmierung erklärbar ist.

- Einfluß der Belastungsart:

Lastkollektivversuche zeigen das gleiche Schadensbild Graufleckigkeit wie Stufenversuche oder Versuche mit konstanter Belastung