Kurzfassung Dissertation von Ludwig Schlenk, 1995

Untersuchungen zur Freßtragfähigkeit von Großzahnrädern

In dieser Arbeit wurden die Einflüsse verschiedener Betriebs- und Geometrieparameter, insbesondere der Baugröße, auf die Freßtragfähigkeit bei einsatzgehärteten und zahnflankengeschliffenen Großzahnrädern untersucht. Unter systematischer Variation der maßgeblichen Einflußgrößen wurden Freßversu-che auf verschiedenen Zahnradverspannungsprüfständen mit den Achsabständen a = 91,5 mm und 140 mm, hauptsächlich aber bei a = 200 mm durchgeführt.

Dazu wurde ein Großgetriebeprüfstand, Achsabstand a = 200 mm, mit mechanischem Leistungskreislauf und hydraulischer Verspanneinrichtung aufgebaut. Der Prüfstand ermöglicht die Verspannung während des Laufs und eine stufenlose Wahl der Antriebsdrehzahl bis zur maximalen Umfangsgeschwindigkeit von v, «» 46 m/s. Geeignete Prüfverzahnungen mit den Modulwerten m = 8 mm, 10 mm und 12 mm wurden neu ausgelegt. Als Prüföle kamen mehrere mineralölbasische Getriebeöle und ein Polyglykol zum Einsatz.

In Basisuntersuchungen wurde das Freßlast-Geschwindigkeitsverhalten der Standardverzahnung mit Modul m = 12 mm bei Schmierung mit einem EP-legierten Industriegetriebeöl in einem Geschwindigkeitsbereich von v, = 4 -46 m/s ermittelt. Die Preßlast-Geschwindigkeitskurve zeigt die charakteristische "Badewannenform" mit einem zunächst abfallenden und bei hohen Geschwindigkeiten wieder ansteigenden Tragfähigkeitsast.

Zum Einfluß des Moduls auf die Freßtragfähigkeit wurde die Standardverzahnung mit geometrisch ähnlichen Prüfverzahnungen mit kleinerem Modul (m = 8 mm und 10 mm) aber gleichem Achsabstand verglichen. Erwartungsgemäß konnte mit abnehmendem Modul ein Anstieg der Freßtragfähigkeit beobachtet werden, zumindest im abfallenden Ast der Freßlast-Geschwindigkeitskurve.

Die Versuchsergebnisse zum Einfluß der Rauheitsstruktur an Großzahnrädern haben gezeigt, daß die Freßlast mit zunehmender Oberflächenrauheit der Zahnflanke degressiv absinkt. Ein Verkupfern der Zahnflanken bewirkt bei stufenweiser Laststeigerung eine Tragfähigkeitserhöhung um ca. 25%. Bei Abwandlung der standardmäßigen Versuchsdurchführung mit direkter Belastung des Zahnradpaares im Sprungtest, kann bei der unbeschichteten Variante nur ca. das halbe Drehmoment schadensfrei übertragen werden, während die verkupferten Ritzel in etwa die gleiche Freßlast erreichen wie gut eingelaufene Stahlräder. Der starke Einfluß des Einlaufzustandes und die ausgeprägte Freßgefährdung nicht eingelaufener, unbeschichteter Zahnräder bestätigen sich. Das Verkupfern der Zahnflanken erweist sich als wirksame Einlaufhilfe.

Die gefundenen Erkenntnisse finden Eingang in ein neues Rechenverfahren, die Temperatur-Zeit-Methode (TZM). Dies ist ein örtliches Verfahren zur Berechnung der Freßtragfähigkeit, das auf der Kontaktzeit-Methode aufbaut. Eine wesentliche Neuerung besteht in der Einführung einer variablen Grenztemperatur für EP-legierte Öle. Der auf empirischem Wege ermittelte Temperaturfaktor berücksichtigt die Abhängigkeit der Grenztemperatur von Baugröße und Öltemperatur. und damit implizit von der Zahnraderwärmung. Die TZM erfaßt die in dieser Arbeit vorgestellten Ergebnisse zur Freßtragfähigkeit gut.