

Kurzfassung Dissertation Daniel Tomic, 2009

Zum Verschleiß von Kegelereibkupplungen Einflüsse von Belastung und Schmierstoff auf Reibschichteigenschaften

Das Ziel der Arbeit war, Veränderungen an den Reibflächen von Synchronisierungen aus Fahrzeuggetrieben hinsichtlich ihrer Eigenschaften mit ihrem Verschleißverhalten in Zusammenhang zu bringen. Es wird durch Erweiterung des Kenntnisstandes über Wirkungen und Wechselwirkungen einzelner Systemkomponenten und ihrer Eigenschaften auf den Gesamtverschleiß der Synchronisierung versucht die Qualität dieser Baugruppe zu steigern.

Ein umfangreiches Versuchsprogramm mit verschiedenen serienüblichen Synchro-Systemen und Reibpaarungen in Kombination mit Serienschmierstoffen und speziell formulierten Modellfluiden wurde unter dem Gesichtspunkt der Verschleißanalyse durchgeführt. Die Auswertung sämtlicher Dauerschaltversuche zeigte bei der Reibpaarung Messing / Stahl einen deutlichen Einfluss der Wahl des Schmierstoffes auf das Verschleißverhalten der Synchronisierung. Durch eine statistische Versuchsauswertung (Design of Experiments) konnte der Einfluss verschiedener Additivkomponenten auf den Verschleiß in unterschiedlichen Phasen des Lebensdauer-tests quantifiziert werden. Es wurde festgestellt, dass ein Extreme-Pressure-Additiv (EP) den höchsten Einfluss auf die Verschleißrate hat. So führt das Vorhandensein einer hohen Konzentration an diesen EP- Zusätzen zu einer erhöhten Verschleißrate. Ein gegenteiliger Effekt wurde durch ein Rostschutz-Additiv (Rustinhibitor) erzielt. Dieses wirkt sich in hoher Konzentration verschleißhemmend aus. Die DoE-Versuchsauswertung zeigte außerdem, dass sich der Einfluss einzelner Additivkomponenten mit der Lebensdauer verändert. Beispielsweise beeinflusste ein Friction-Modifier-Additiv den Verschleiß in einer späteren Versuchsphase deutlich mehr als zu Beginn, wohingegen der Einfluss eines Dispersant-Additivs mit der Versuchsdauer abnahm.

Sämtliche Grenzschicht- und Oberflächenanalysen an den Reibflächen der untersuchten Ms / Stahl Synchronisierungen zeigten nur für die werkstofffremden Elemente Schwefel, Kalzium und Phosphor merkliche Veränderungen über der Lebensdauer. Dabei wurde ein Zusammenhang zwischen dem Elementgehalt von Schwefel im oberflächennahen Bereich und dem Verschleißverhalten der Synchronisierung deutlich. Hierbei deckten sich die Ergebnisse verschiedener Oberflächenanalysemethoden. Die Aussage, dass hohe Konzentrationen von schwefelhaltigen Verbindungen im Schmierstoff das Verschleißverhalten von Synchronisierungen verschlechtern gilt damit bei den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Messing / Stahl-Reibpaarungen als gesichert. Dies bestätigt sich nämlich wiederum auch durch die Ergebnisse der DoE-Auswertung, anhand der ein Zusammenhang zwischen hoher EP-Konzentration und hoher Verschleißrate hergestellt wurde. Bei EP-Zusätzen handelt es sich in der Regel um auf Schwefel basierende Verbindungen. Bei den Elementintensitäten von Kalzium und Phosphor in der Grenzschicht waren keine deutlichen Korrelationen möglich. Es zeigte sich aber, dass die Elementkonzentration von Kalzium in der Grenzschicht abhängig vom verwendeten Schmierstoff in der Regel über der Schaltungszahl ansteigt. Ob Kalzium in der Grenzschicht verschleißhemmend wirkt, konnte aber anhand der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen nicht bewiesen werden.

Bei den sich ebenfalls im Serieneinsatz befindlichen Reibpaarungen Molybdän / Stahl sowie Carbon / Stahl waren Verschleißuntersuchungen hinfällig. Hinsichtlich des Lebensdauerhaltens dieser Reibpaarungen ist Verschleiß lediglich von untergeordneter Bedeutung bzw. tritt nur bei Fressern auf. Bevor es zu nennenswerten Verschleißraten bei diesen Reibpaarungen

kam, fiel die Synchronisierung aufgrund von Reibungszahlabfall aus.

Auf Basis dieser Ergebnisse wurde die Modellvorstellung des Grenzreibungskontaktes und des Grenzschichtaufbaus bzw. ihrer Eigenschaften erweitert. Zudem wurde ein Ansatz zur Bestimmung einer Verschleißfunktion abhängig von 2 Parametern vorgestellt. Einflüsse von Schmierstoffeigenschaften und Belastung auf diese Parameter wurden qualitativ beschrieben. Durch weiterführende Verschleißuntersuchungen ist systemspezifisch ein belastungsabhängiger Einfluss auf die vorgeschlagenen Faktoren der Verschleißfunktion quantifizierbar, wodurch Verschleißvorhersagen möglich werden.