

Verschleiß-Berechnung von Kunststoffzahnradern mit der FE-Stirnradkette

Die Auslegung von Kunststoffverzahnungen erfordert die Berücksichtigung kunststoffspezifischer Eigenschaften im Auslegungsprozess. Aktuelle Auslegungsrichtlinien orientieren sich an bewährten Normen für den konventionellen Zahnradwerkstoff Stahl, der ein annähernd linear-elastisches Materialverhalten aufweist. Die relevanten Effekte bei der Berechnung von Kunststoffzahnradern umfassen neben dem nichtlinearen Materialverhalten die genaue Kenntnis der Schadensmechanismen. Neben Verschleißmechanismen wie Grübchen und thermisches Versagen ist die Abrasion insbesondere bei Stahl-/Kunststoffradpaarungen ein relevanter Schadensmechanismus. Eine genaue Kenntnis des auftretenden Verschleißes während des Betriebs ist für die Vorhersage der Zeit bis zum Ausfall der Zahnradpaarung für eine sichere Zahnradauslegung unabdingbar. In diesem Vorhaben wurde eine Verschleiß-Berechnung in Anlehnung an FVA 856 I mit den Berechnungsgrößen aus der FE-STIRNRADKETTE kombiniert, um die Zahnflankentopographie infolge abrasiven Verschleißes in der FVA-WORKBENCH für Stahl-/Kunststoffradpaarungen zu bestimmen.



Bildquelle in Anlehnung an: Czichos, H./Habig, K.-H.: Tribologie-Handbuch, 3. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden 2010

Die Ergebnisgrößen der Berechnungsmethode umfassen die Zeit bis zum Ausfall der Zahnradpaarung infolge Abrasion mit der Betriebsdauer oder der zulässigen Verschleißhöhe als Abbruchkriterien, den Verschleißhöhenverlauf über die Zahnradflanke sowie den Verlauf des Verschleißes der Zahnflankentopographie über die Betriebszeit. Die Bestimmung der verschlissenen Zahnflankentopographie erfolgt in der FE-Stirnradkette mit einem linearen Materialmodell, um Rechenzeiterparnisse zu erzielen. Eine detaillierte Berechnung kann auf Basis der ermittelten verschlissenen Zahnflankentopographie in der Berechnungsmethode des Vorgängervorhabens FVA 892 I erfolgen, in welchem ein nichtlinearen Spannungs-Dehnungsansatz für die FE-Berechnung von Kunststoffzahnradern implementiert wurde.

Die Verschleiß-Berechnung umfasste die Integration der Berechnung der Verschleißhöhen auf der Zahnradflanke in Anlehnung an FVA 856 I. Zunächst wurde eine Berechnung der lokalen Krümmungsradien anhand der Zahnflankentopographie realisiert, um mögliche Kanten und Kerben infolge des Verschleißes in der Krümmungsradienberechnung mitzuberechnen. Die Zahnflankentopographie beinhaltet neben der verschlissenen

Zahnradflanke auch die aufgeprägten Zahnflankenmodifikationen, welche vom Nutzer vorgegeben werden können. Auf Basis der neu bestimmten Krümmungsradien erfolgt die Berechnung der Gleitgeschwindigkeiten und Flankenpressungen. Anschließend werden die lokalen Verschleißhöhen bestimmt und lokal auf die Zahnradflanke aufgeprägt. Die Verschleißmethode wurde auf eine Stahl/Kunststoffradpaarung nach VDI 2736 angewendet. Nach $t_h = 100$ h Betriebsstunden wird $\delta_v/\delta_{v,max} = 12$ % der maximalen Verschleißhöhe $\delta_{v,max} = 0,2$ mm auf der Zahnradflanke des Kunststoffrades erreicht.

Autoren: Christian Namhoff M.Sc.

Projektleiter: Dr.-Ing. Jens Brimmers M.Sc.
RWTH Aachen, Werkzeugmaschinenlabor (WZL)
Leitung: Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher

Dr.-Ing. Georg Hammerl (FVA GmbH)

Projektleiter: Dipl.-Ing. Norbert Haefke
FVA GmbH

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)
Christian Sander
T 069- 66 03- 18 72

Das Projekt 892 II der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über Eigenmittel finanziert.

Hintergrundinformationen zur FVA

Die FVA (Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V.) ist das weltweit erfolgreichste und größte Forschungs- und Innovationsnetzwerk in der Antriebstechnik. Zusammen mit rund 200 Unternehmen und 100 Forschungsinstituten haben wir bisher weit über 2.000 Projekte realisiert.

Die Antriebstechnik voranzubringen – das ist das Ziel der FVA. Dazu bringen wir Industrie und Forschung zusammen. Dies zu moderieren, neues Wissen zu erforschen, Effizienz und Erkenntnisse zu schaffen – das macht uns zum Innovationsförderer unsere Branche.

Für unsere Mitglieder bedeutet das einen mehrfachen Return-on-Invest: Austausch und Kenntnistransfer in der FVA-Community, Mitgestaltung an der Forschung, Teilhabe an neuestem Wissen, Ausbildung von jungen Ingenieur*innen, passgenaue Weiterbildung, Reduzierung von F+E Kosten.

Das kommt unseren Mitgliedsunternehmen, dem Forschungsstandort Deutschland und allen Beteiligten Menschen zu Gute. Denn unsere vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung ist etwas ganz Besonderes. Gemeinsam geht einfach mehr. Dafür bündeln wir Ressourcen, auch finanzielle, moderieren Kommunikation und Prozesse. Wir helfen, Ideen zu verwirklichen.

Weitere Informationen unter www.fva-net.de.