

CADFEM Consulting

Pressverband eines Stirnradgetriebes

Rechnerischer Nachweis mit ANSYS® und DIN 7190

Ihr Ansprechpartner:

Dr. Marold Moosrainer

Tel. 08092-7005-45

E-Mail mmoosrainer@cadfem.de

Aufgabenstellung

Welle und Zahnrad eines Stirnradgetriebes sind mittels eines Querpressverbandes durch Reibschluss verbunden. Die DIN 7190 gibt wertvolle Hinweise zur Gestaltung und Auslegung derartiger Pressverbände, allerdings werden vereinfachte geometrische Verhältnisse für die analytische Berechnung vorausgesetzt. Mittels FEM soll der realen Geometrie der Nabe (Zahnrad) und den komplexen Pressungsverhältnissen Rechnung getragen werden. Ferner ist die Kerbbeanspruchung in den Wellenabsätzen detailliert zu berechnen und mittels FKM-Richtlinie hinsichtlich Festigkeit statisch und dauerhaft zu bewerten.

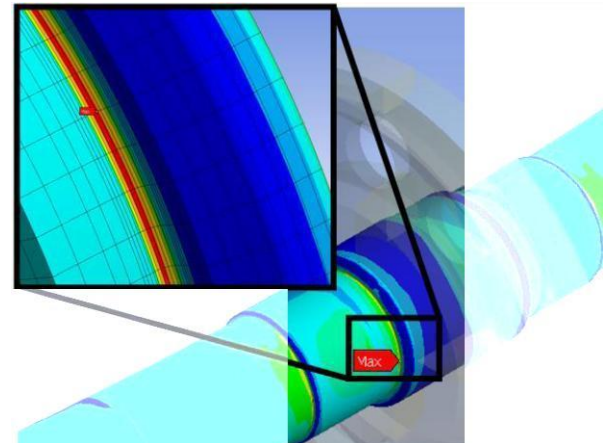
Lösung

Der durch die DIN 7190 vorgezeichnete Weg der Nachweisführung stellt die Ausgangsbasis für die Wahl der Lastfälle und Analyseparameter für die FE-Analyse dar. Folgende Szenarien wurden analysiert:

- Festigkeitsnachweis (statisch und dauerhaft) für die Welle: Einsatz der Submodel-Technik in ANSYS um quasi mit „Lupenfunktion“ an einem verfeinerten Netzausschnitt die Kerbspannungsdetails für die FKM-Bewertung genau erfassen zu können.
- Erforderliche Abkühlung bzw. Erwärmung von Welle bzw. Nabe für die Erreichung des notwendigen Fügspiels bei der Montage.
- Berechnung des Pressverbandes: besonderes Augenmerk ist hierbei auf die möglichst genaue Berechnung der nichtlinearen Kontaktverhältnisse in der Fuge zu legen. Bevorzugte ANSYS-Option für diesen Zweck ist der sog. Pure-Lagrange-Kontakt, der den Pressdruck in der Fuge äußerst präzise erfasst. Das sich aus der Passung ergebende minimale Übermaß sowie die Rauigkeit und der Haftbeiwert der Reibpaarung bestimmen die Höhe dieser Druckverteilung. Daraus ergibt sich das maximal übertragbare Drehmoment.

Nutzen für den Kunden

Die geeignete Kombination von FE-Analyse und Regelwerk erlaubt die sichere Auslegung und Nachweisführung für Wellen und Pressverbände. Neben der rein elastischen Auslegung erlaubt die DIN 7190 auch eine begrenzte Plastifizierung des Nabenquerschnitts, die mittels nichtlinearer FE-Analyse quantifizierbar ist.



Spannungsverteilung in der Welle.

Mathcad - [Pressverbände_DIN7190.xmcd]

Der zum bezogenen wirksamen Übermaß ξ_w gehörende Fugendruck p berechnet sich aus

Ergebnis:
$$p_{\max} := \frac{1 - Q_A^2}{2} \cdot E_A \cdot \xi_{wg} \quad p_{\max} =$$

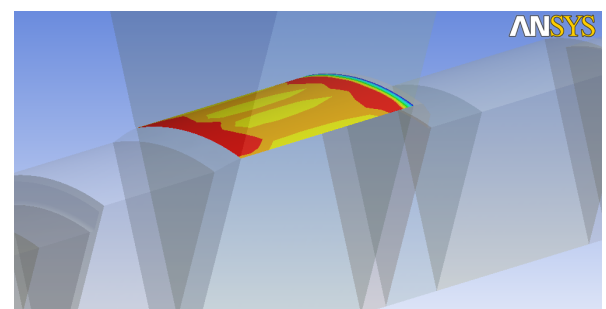
$$p_{\min} := \frac{1 - Q_A^2}{2} \cdot E_A \cdot \xi_{wk} \quad p_{\min} =$$

Ergebnis: Übertragbares Drehmoment

$$T_{\max} := \frac{\pi}{2} \cdot D_F^2 \cdot l_F \cdot v \cdot \frac{p_{\max}}{S_r} \quad T_{\max} =$$

$$T_{\min} := \frac{\pi}{2} \cdot D_F^2 \cdot l_F \cdot v \cdot \frac{p_{\min}}{S_r} \quad T_{\min} =$$

Berechnung Pressverband nach DIN 7190.



Druckverteilung in der Fuge.

Abbildungen mit freundlicher Genehmigung der Fa. Stiebel-Getriebebau GmbH & Co. KG