



AUF EINEN BLICK

- Partner: Lehrstuhl für allgemeinen Maschinenbau, Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL)

Ansprechpartner:
Univ.-Prof. Dr. Gerald Pinter
gerald.pinter@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2101



Betriebsfestigkeit von kurzfaserverstärkten Spritzgussteilen

Fatigue strength of short-fibre reinforced injection moulded parts

In den letzten Jahren ist die Verwendung von kurzfaserverstärkten Kunststoffen (kfVK) in der Automobilindustrie stark angestiegen. Heutzutage wird diese Materialklasse auch für strukturell belastete Bauteile eingesetzt und Fragen der Betriebsfestigkeit müssen berücksichtigt werden. Das führte dazu, dass die Charakterisierung des zyklischen Materialverhaltens von kfVK auch zu einem zentralen Thema in der Werkstoffprüfung wurde. In einer Kooperation des Lehrstuhls für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe mit dem Lehrstuhl für Allgemeinen Maschinenbau an der Montanuniversität und der Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL) konnte in den letzten Jahren nachgewiesen werden, dass das zyklische Materialverhalten dieser Werkstoffe mit dem Konzept der lokalen Wöhlerlinien (S/N-Kurven) beschrieben werden kann. Die entwickelte Vorgehensweise wurde im Software-Tool FEMFAT® implementiert.

Die Bestimmung der Betriebsfestigkeit in der Software FEMFAT® erfolgt unter Nutzung des Konzeptes der lokalen Spannungen. Ergänzend zur bestehenden Vorgehensweise bei Metallen, muss für kfVK zunächst eine Fließsimulation durchgeführt werden, um die lokalen Faserorientierungen und somit die anisotropen elastischen Eigenschaften berücksichtigen zu können. Anschließend werden die lokalen Spannungen, die sich aus den realen Beanspruchungen ergeben, unter Nutzung einer finite Elemente Methode (FEM) und unter Berücksichtigung der anisotropen Materialeigenschaften berechnet. Um das Ermüdungsverhalten abzubilden, werden als Basis Material-Wöhlerlinien ermittelt. Diese werden entsprechend der lokalen Lastsituation an jedem einzelnen Knoten der FEM Simulation angepasst und somit die ertragbaren Spannungen zu höheren oder niedrigeren Niveaus verschoben. Die Schadensakkumulation wird entsprechend der Palmgren-Miner Regeln durchgeführt. Bisher wurden Einflussfaktoren wie die Faserorientierung, die Mittelspannung, die Temperatur, geometrische Kerben und Bindenähte charakterisiert und entsprechende Materialmodelle aufgestellt. Obwohl die zugrundeliegenden Materialgesetze auf elastischen Prinzipien beruhen, ergab die Validierung an Bauteilen gute und vor allem konservative Ergebnisse.

Aktuell wird an den nächsten großen Schritten in der Vorhersage der Betriebsfestigkeit von kfVK gearbeitet: der Implementierung von zeitabhängigen Materialmodellen (Viskoelastizität) und der Ermöglichung eines virtuellen Materialgenerators in der Software FEMFAT®.

For several years, the usage of short fiber reinforced plastics (sfrp) for parts in automotive applications has increased continuously. Nowadays this material class is not only used for non load bearing applications but also for highly and also cyclically loaded structures. This trend led to extensive investigations in characterisation of the fatigue behavior of sfrp in the last years. In a cooperation of the Chair of Materials Science and Testing of Polymers with the Chair of Mechanical Engineering and the Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL) it has been shown in the last years that the fatigue behavior of such materials can be characterised by the concept of local S/N-curves and the developed method was implemented in the software tool FEMFAT®.

Fatigue life calculation in the currently used closed simulation chain with the software tool FEMFAT is done by the local stress concept. Varying from the methodology for metals at first a molding simulation is performed to estimate local fiber orientation and anisotropic elasticity for each finite element. In a second step the local stresses resulting from different load cases and stress distributions are calculated by a finite element method (FEM) in consideration of the anisotropic material properties. To characterise the fatigue behavior regarding to local stresses, S/N-curves are used. Thereby a local S/N-curve is generated for each node of the part by shifting the inherent material S/N curve to higher or lower endurable stresses considering the local circumstances. The damage accumulation is performed by the model of Palmgren-Miner. So far influences such as fiber orientation, mean stress, temperature, geometrical notches and weld lines have been characterised and material models were suggested. Although the underlying material models are fully elastic the validation on the part level gave good and conservative results.

Actually the next big step in the methodology for fatigue life calculation of polymers, that is the implementation of adequate time dependent material models (viscoelasticity) and the implementation of a virtual material generator, are done.