

Endlosfaser verstärkte Composites: eine Ermüdungsanalyse

Continuous fibre reinforced composites: a fatigue analysis

Aufgrund der hohen spezifischen Festigkeit und des geringen spezifischen Gewichtes sind endlosfaserverstärkte Polymere als Ersatz für Metalle mehr und mehr auf dem Vormarsch. Die verfügbaren Materialdaten dieser Werkstoffklasse beschränken sich aber meistens auf quasi-statische Kennwerte, wie der elastische Modul oder die Festigkeit. Für die Auslegung von dynamisch-zyklisch belasteten Bauteilen ist die Kenntnis der lokalen Wöhlerlinien (S/N-Kurven) der Materialien Voraussetzung, die wesentlich von bauteilspezifischen Aspekten, wie Faserorientierung, Lastart, Mittelspannung, Temperatur, etc., beeinflusst werden. Für die Vorhersage der Lebensdauer von zyklisch belasteten Bauteilen wurde eine Methode entwickelt, die obige Parameter aber auch typische Versagensmechanismen in dieser Werkstoffklasse, wie Faserbruch, Zwischenfaserbruch oder Delamination, in den Berechnungen berücksichtigt. Bei der Analyse der Strukturspannungen über Finite Elemente Methoden wird das lokale orthotrope Materialverhalten der einzelnen Laminatlagen miteinbezogen.



Fatigue failure of a quasi-isotropic laminate

Obwohl die Charakterisierung des Ermüdungsverhaltens von kontinuierlich faserverstärkten Polymeren komplex ist und eine Vielzahl von Prüfungen notwendig sind, um die wesentlichen Einflussparameter zu erfassen, ist es gelungen unter Berücksichtigung eines für zyklische Lasten modifizierten Puck-Kriteriums eine Hypothese für die Vorhersage der Betriebsfestigkeit von orthotropen Composites aufzustellen und in eine existierende Software (FEMFAT®) zu implementieren. Die Methodik ist auch für Lastkollektive und multi-axiale Lasten anwendbar. Erste Ergebnisse an Bauteilen unterstreichen das Potenzial der Methodik, zeigen aber auch Limitationen auf, die in der Zukunft bearbeitet werden müssen.

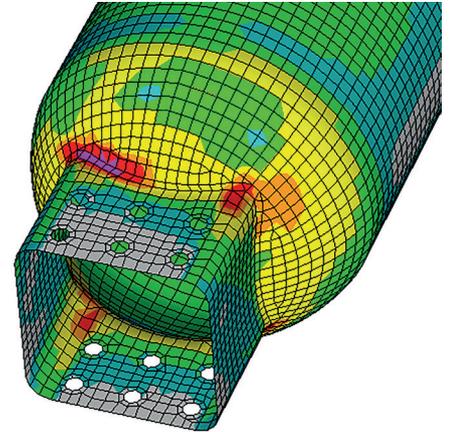
Die Verwendung von kontinuierlich carbonfaserverstärkten Polymeren (FRP) anstelle von Metallen scheint in vielen Fällen selbstverständlich zu sein, da sie eine hohe spezifische Festigkeit und ein geringes spezifisches Gewicht aufweisen. Die verfügbaren Materialdaten dieser Materialgruppe sind jedoch meist statische Werte wie Zugfestigkeit und Bruchdehnung. Für die Dimensionierung dynamisch belasteter Bauteile ist die Kenntnis der lokalen S/N-Kurve erforderlich, die von bauteilspezifischen Faktoren wie Faserausrichtung, Lastart, Mittelspannung, Temperatur usw. beeinflusst wird. Zur Lebensdauerprognose von zyklisch belasteten Bauteilen wurde eine Methode entwickelt, die diese Parameter sowie typische Versagensmechanismen wie Faserbruch, Zwischenfaserbruch oder Delamination in den Berechnungen berücksichtigt. Bei der Analyse der Strukturspannungen mit der Finite-Elemente-Methode wird das lokale orthotrope Materialverhalten der einzelnen Laminatlagen miteinbezogen.

The usage of continuously carbon fibre reinforced polymers (FRP) instead of metals seems self-evident in many cases because of their high specific strength and the low specific weight. The available material-data of this material group from data-sheets are mostly static values like tensile strength and fracture elongation.

For the dimensioning of dynamically loaded components concerning the fatigue life, the knowledge of the local S/N-curve is necessary. These local S/N-curves, determined by the material, are essentially influenced by component specific effects, such as fibre orientation, type of loading, mean stress, temperature, production process and many more. For fatigue life prediction an assessment method was established, which takes into account the fibre orientation and considers different types of failure mechanisms like fibre fracture, inter fibre fracture and delamination.

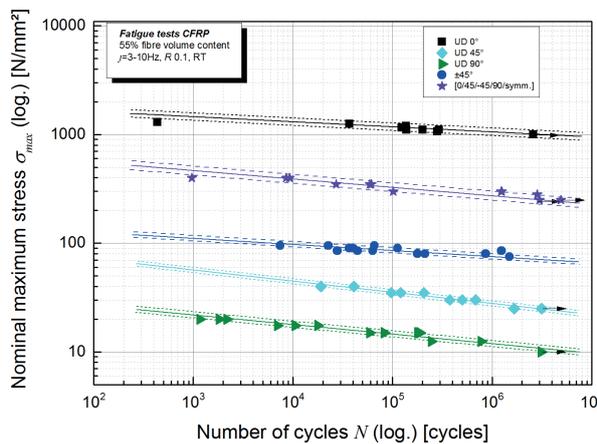
Although, the fatigue behaviour of continuous fibre reinforced plastics is rather complex and a lot of tests on specimens are necessary to quantify the most important influence factors, a hypothesis for fatigue life prediction of orthotropic carbon fibre reinforced materials has been derived. It is based on the well-known static failure criterion of Puck, implemented into a standard fatigue software tool (FEMFAT®) and verified so far with component tests. The hypothesis is applicable even for general random-like and multi-axial loads.

Damage simulation in continuously fibre reinforced polymers



As input data, structural stresses are needed analysed by the Finite Element Method, where the local orthotropic material behaviour for each ply has been considered.

Although, the fatigue behaviour of continuous fibre reinforced plastics is rather complex and a lot of tests on specimens are necessary to quantify the most important influence factors, a hypothesis for fatigue life prediction of orthotropic carbon fibre reinforced materials has been derived. It is based on the well-known static failure criterion of Puck, implemented into a standard fatigue software tool (FEMFAT®) and verified so far with component tests. The hypothesis is applicable even for general random-like and multi-axial loads.



Effect of fibre orientation on fatigue life

Auf einen Blick

Projektpartner: Magna Powertrain, Engineering Center Steyr

Ansprechpartner



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