

Kurzfassung

Der Anteil von Faserkunststoffverbunden (FKV) in heutigen Verkehrsflugzeugen nimmt rund 50 % der Gesamtmasse ein. Thermoplastische Verbundwerkstoffe werden dabei vorzugsweise wegen ihrer fertigungstechnischen Vorteile (Umformbarkeit, Schweißbarkeit) und ihrer hohen Zähigkeit ausgewählt. Ihr Anteil an den Verbundbauteilen ist jedoch noch relativ gering, vor allem wegen vergleichsweise hohen Materialkosten insbesondere für kohlenstofffaserverstärktem Polyetheretherketone (PEEK).

Die vorliegende Arbeit fokussiert die Herstellung thermoplastischer Blends aus Polyphenylensulfid (PPS) und Polyethersulfon (PES) sowie deren Weiterverarbeitung zu Hochleistungs-FKV im Autoklavprozess. Es konnte gezeigt werden, dass mechanische und thermomechanische Eigenschaften beider Polymere in die Faserverbundstrukturen lokal und global überführbar sind. Der Transfer in FKV-Strukturen ist abhängig von der lokalen Anordnung der im PPS verteilten PES-Phase. Die Abschätzung der Faserbenetzung durch die Polymerphasen sowie die Fraktographie verdeutlichteten, dass der Eigenschaftstransfer in den Verbund über Grenzflächeninteraktionen gesteuert werden kann. Weiterhin führten die Interaktionen der Polymer-Phasen zu einer Strukturviskosität der Blends, welche sich in einem deutlich elastischerem Fließverhalten des Matrixgemisches äußerte. Mittels der oberflächenenergetischen Analysen an Fasern und Polymerschmelzen wurden die konkurrierende Affinitäten der Phasen ermittelt und modellhaft diskutiert. Es zeigte sich, dass die abgeschätzten Kapillarkräfte der Polymere signifikant genug sein können, um die Imprägnierung zu beeinflussen. Der Einsatz eines Verträglichkeitsvermittlers kann dabei die Gemisch-Stabilität fördern sowie Gegenkräfte zur Imprägnierung in Gang setzen. Gleichzeitig wurde die Phasenkompatibilität als notwendig für den Eigenschaftstransfer deklariert. Die wichtigen Interaktionen zwischen Polymeren und Fasern müssen in solchen Systemen durch die Anpassung von Benetzungs- und Phasenformierungsmechanismen gesteuert werden, um schnelle Verarbeitungsprozesse und damit qualitativ hochwertige Faserverbundstrukturen zu ermöglichen.

Abstract

The share of fiber reinforced plastic composites (FRP) in today's commercial aircraft accounts 50 % of the total mass approximately. Thermoplastic composites are preferably selected for their processing advantages (formability, weldability) and for their high toughness. However, their share of composite components is still relatively low, mainly due to comparatively high material costs especially for carbon fibre reinforced Polyether etherketone (PEEK).

The present work focuses on the production of thermoplastic blends from polyphenylene sulfide (PPS) and polyethersulfone (PES) as well as their further processing to high-performance FRP in the autoclave process. It could be shown that mechanical and thermomechanical properties of both polymers can be transferred locally and globally into the fiber composite structures. The transfer in FRP structures depends on the local arrangement of the PES phase distributed in the PPS matrix. The estimation of the fiber wetting by the polymer phases as well as the fractography showed that the property transfer into the composite can be controlled by interfacial interactions. Furthermore, the interactions of the polymer phases led to a structural viscosity of the blends, which resulted in a much more elastic flow behavior of the matrix mixture. Using surface energy analyses of fibers and polymer melts, the competing affinities of the phases were determined and modelled. It was shown that the estimated capillary forces of the polymers can be significant enough to influence the impregnation. The use of a compatibilizer can promote mixture stability and initiate counterforces to the impregnation. At the same time, phase compatibility was declared necessary for property transfer. In such systems, the important interactions between polymers and fibers must be controlled by adapting wetting and phase formation mechanisms in order to enable rapid processing and thus high-quality fiber composite structures.