

Kurzfassung

Diese Arbeit befasst sich mit der Entwicklung eines Heißpressprozesses, durch welchen Schaumhalbzeuge aus amorphen Hochleistungsthermoplasten in Integralschäume umgewandelt werden können. Eine isochore Prozessführung mit Werkzeugtemperaturen über der Glasübergangstemperatur des Polymers erlaubt sowohl die Kompaktierung auf definierte Zieldicken als auch die Verhautung der Oberfläche. Integralschäume weisen eine erhöhte mechanische Leistungsfähigkeit auf. Die Steigerung wurde anhand des Biegemoduls und der Biegefestigkeit in quasi-statischen Dreipunkt-Biegeprüfungen und anhand der Charpy-Schlagzähigkeit untersucht. Zwei Modellierungsansätze, basierend auf einer linearen Mischungsregel, wurden entwickelt, um die Strukturänderung sowie die Steigerung der Biegeeigenschaften abzuschätzen. Diese Ansätze basieren auf den Eigenschaften des Schaumhalbzeugs (Dicke und relative Dichte) sowie des Ausgangspolymers (PEI oder PES). Dadurch konnte eine Prozessführung für den Heißpressprozess identifiziert werden, die die Herstellung von Integralschäumen mit optimalem Eigenschaftsprofil ermöglicht. Eine Überführung in einen semi-kontinuierlichen Prozess im industrienahen Maßstab ist durch Werkzeuganpassungen möglich. Ein Thermoformprozess mit Erwärmung im Infrarot-Strahlerfeld ermöglicht die effiziente Herstellung von schalenförmigen Bauteilen mit lokalen Dickensprüngen aus den flächigen Integralschaumhalbzeugen.

Abstract

This work focuses on the development of a hot press process, which allows the transformation of amorphous high performance thermoplastic foams into structural foams through compaction and production of polymer skins on the part surface. The use of an isochoric process design facilitates the compaction to defined thicknesses, while tool temperatures above glass transition temperature of the polymer enable only local compaction and increase in density. This production of polymer skin on the part surface leads to the generation of structural foams with an increased mechanical performance, especially if bending loads are considered. The increase in mechanical properties was investigated in three-point-bending tests and based on Charpy impact strength. Two modelling approaches based on a linear rule of mixture were designed using initial properties of the semi-finished foam – their thickness and relative density – and those of the base polymer properties as well as the process-induced change of the part structure. These approaches allowed estimation of the skin thickness and the change in part structure as well as the bending modulus and strengths of the structural foam parts. An optimal process design was identified by comparing measured bending properties with theoretical values provided by the modelling approaches. Transfer from a static into a press process on a continuous compression-molding machine is possible with specific tool designs. Thermoforming with infrared heating enables energy efficient manufacturing of shell-like structural foam parts with local thickness changes.