

PPS-Polymermatrix-Haftung

Zielsetzung

Textil-Elastomer-Verbundwerkstoffe werden in den vielfältigsten technischen Anwendungsgebieten eingesetzt, bspw. im PKW-Motorraum, wo hohe Bauteilanforderungen hinsichtlich thermischer und dynamischer Beanspruchung auftreten. Dabei ermöglicht die Kombination von hochdehnbaren elastomeren Matrixsystemen mit hochfesten textilen Festigkeitsträgern die Realisierung von Bauteilen mit großer mechanischer Belastbarkeit bei gleichzeitig hoher möglicher Verformbarkeit. Hierbei zeichnen sich heute verfügbare textile Verstärkungsfasern, wie Glas, Kohlenstoff und Aramid, zwar durch hohe Festigkeiten und Steifigkeiten, jedoch auch gleichzeitig durch eine geringe Bruchdehnung aus. Hier kann durch den Einsatz des seit kurzer Zeit als hochfeste Endlosfaser am Markt verfügbaren Polyphenylensulfid (PPS)-Fasermaterials eine bestehende Lücke geschlossen werden. Für PPS-Fasern ist zur Zeit keine Grenzschichtaktivierung in Zusammenhang mit Elastomeren bekannt. Dadurch wird die Haftung der Festigkeitsträger zur Matrix reduziert, wodurch die Lebensdauer der Bauteile enorm reduziert wird.

Lösungsweg

Zur Oberflächenmodifizierung von Faserstoffen mit dem Ziel der Haftungsverbesserung kommen im Rahmen der Untersuchungen drei Verfahren zum Einsatz:

- mehrstufige nasschemische Verfahren,
- Atmosphärendruckplasmabehandlung und
- Oxi-Fluorierung.

Bei den vorgestellten Untersuchungen gibt es zwei grundlegende Zielstellungen. Erstes Teilziel ist es, durch gezielte Oberflächenmodifikation von PPS-Fasern deren Anbindung an elastomere Matrixsysteme zu verbessern. Nasschemische Verfahren, die heute in den meisten Fällen zum Einsatz kommen, sind kostenintensiv, was auch in einem Mehraufwand zur Abwasserreinigung begründet ist. Zweites Teilziel der Untersuchungen ist es daher, nasschemische Verfahrensschritte, bei denen teilweise mit toxischen Substanzen gearbeitet wird, durch umweltschonendere sowie kostengünstigere Verfahren wie die Atmosphärendruckplasmabehandlung oder die Fluorierung zu ersetzen.

Ergebnisse

Mit den gewählten Methoden der Oberflächenmodifikation konnten für elastomere Polymere im Labormaßstab am Faden deutliche Verbesserungen der Faser-Matrix-Anbindung nachgewiesen werden, was zu verbesserten mechanischen Eigenschaften der Bauteile auf Basis von PPS-Faserstoffen führt. Dies wurde unter anderem mit Abschälversuchen an PPS-Elastomerverbunden nachgewiesen, vgl. Abbildung 1. Dabei wurde gezeigt, dass es durch den Einsatz einer Plasmabehandlung möglich ist, die Verbundeigenschaften deutlich zu verbessern, was sich in einer Steigerung der Maximalkraft im Abschälversuch von 40 % äußert. Eine sehr starke Steigerung der Haftung um 150 % wurde durch die Fluorierung erzielt.

Die Bewertungen der Haftung anhand von Fadenzugsversuchen zeigen auf, dass eine kombinierte Anwendung von Fluorierung und nasschemischer Behandlung zu den besten Ergebnissen führt. In diesem Fall wird die Fadenzugkraft von 31 N auf 123 N gesteigert. Eine

alleinige nasschemische Behandlung führt dagegen nur zu einer maximalen Fadenzugkraft von 86 N, eine alleinige Fluorierung zu 63 N.

Somit konnte gezeigt werden, dass es zum einen möglich ist, die Haftung zwischen PPS-Fasern und elastomerer Matrix mit den gewählten Methoden deutlich zu steigern. Zum anderen wurde gezeigt, dass die Haftung auch durch den Einsatz umweltschonender Verfahren deutlich verbessert werden kann und somit zum Teil ein Verzicht auf nasschemische Prozessschritte möglich wird.



Abbildung 1: Bestimmung der Faser-Matrix-Haftung im Schälversuch

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 17590 BR „PPS-Polymermatrix-Haftung“ der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e. V., Reinhardtstr. 12-14, 10117 Berlin und der Deutschen Kautschuk-Gesellschaft e. V., Zeppelinallee 69, 64087 Frankfurt/Main wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Wir danken den genannten Institutionen für die Bereitstellung der finanziellen Mittel. Weiterhin danken wir den Firmen des Projektbegleitenden Ausschusses für die fachliche Unterstützung und die Bereitstellung von Versuchsmaterial sowie allen weiteren Partnern, die uns in der Forschungsarbeit zu diesem Themenkreis unterstützen.

Der Abschlussbericht und weiterführende Informationen sind am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden erhältlich.