

PREPREGS ZUR HERSTELLUNG VON OXIDKERAMISCHEN VERBUNDWERKSTOFFEN

Reproduzierbare und wirtschaftliche Fertigung

Bisher werden gewebeverstärkte oxidkeramische Verbundwerkstoffe überwiegend im Handlaminierverfahren gefertigt. Diese Herstellungsrouten sind erheblichen Qualitätsschwankungen unterworfen. Am Lehrstuhl Keramische Werkstoffe der Universität Bayreuth wurde eine Prepreg-Technologie entwickelt, die eine automatisierbare und reproduzierbare Herstellung von oxidkeramischen Composites ermöglicht. Hierbei werden flächige textile Strukturen und Schlicker zu keramischen Prepregs mit einstellbarer Klebrigkeit verarbeitet und in einem anschließenden Sinterschritt zu Composites weiterverarbeitet.

Die oxidkeramischen Verbundwerkstoffe bestehen aus Fasern, die in eine poröse Matrix eingebettet sind. Damit wird eine hohe Festigkeit bei schadenstolerantem Bruchverhalten erzielt. Ein weiteres Merkmal ist hohe chemische und thermische Stabilität bei Temperaturen von über 1000 °C. Die Fasern bestehen aus Aluminiumoxid oder Mullit und werden mit Matrices aus Aluminiumoxid (Al_2O_3), Mullit oder Zirkonoxid (ZrO_2) kombiniert. Einsatzgebiete liegen im Turbinenbau oder im Ofen- und Chemieanlagenbau.

Prepregs (pre-impregnated fibers) sind vor allem aus der Kunststofftechnik bekannt. Hier versteht man unter Prepreg ein flächiges Faserhalbzeug (Gelege, Gewebe), bei dem beispielsweise Glas- oder Kohlenstofffasern als Verstärkungskomponenten eingesetzt werden. Das Herstellungskonzept wurde auf oxidkeramische Verbundwerkstoffe übertragen und ein Prepreg entwickelt, bei dem oxidkeramische Fasern von einem pastösen, wasserbasierten Schlicker umgeben sind. Die Formgebung kann analog zu den Kunststoffen durch Laminieren erfolgen, da sich das Prepreg durch hohe Flexibilität, Drapierbarkeit und hohen Tack (Klebrigkeit) auszeichnet.

Verfestigt wird das Composite über einen anschließenden Sinterprozess. Hierbei muss beachtet werden, dass die Porosität der Matrix trotz der Verfestigung während des Sinterns erhalten bleibt und die Fasern einer Sinterschwindung entgegenstehen. Um dies zu erreichen, ist eine hohe Gründichte der Matrix notwendig, welche wiederum einen Schlicker mit einem hohen Feststoffgehalt bedingt. Nachteilig bei einem Schlicker mit hohem Feststoffgehalt ist die hohe Viskosität, die eine vollständige Infiltration der Faserbündel erschwert. Am Lehrstuhl Keramische Werkstoffe wird ein zweistufiges Verfahren angewendet, um beiden, sich eigentlich widersprechenden Forderungen gerecht zu werden.



Oxidkeramische Verbundwerkstoffe, hergestellt über die Prepreg-Route. Die Composites bestehen aus Al_2O_3 -Fasern und Al_2O_3 - ZrO_2 -Matrices.

Infiltriert wird die Faserarchitektur mit einem niedrigviskosen Schlicker, dessen Feststoffgehalt durch Vortrocknen angehoben wird. Der Schlicker setzt sich aus dem Dispersionsmedium Wasser, keramischen Partikeln und einem Dispergator zusammen. Zudem wird bis zu 20 Gew. Prozent Glycerin, bezogen auf den keramischen Rohstoff, als sogenanntes Trocknungshilfsmittel mit hygroskopischen Eigenschaften zugegeben. Bei vorgegebener Atmosphäre (70 bis 90 Prozent relativer Feuchte, 25 °C) kann dem Schlicker, der die Fasern umgibt, Wasser entzogen werden. Das Ergebnis ist ein lagerfähiges Prepreg, bei dem die Fasern von einem hochfeststoffhaltigen, pastösen Schlicker umgeben sind und das zu keramischen Faserverbundbauteilen weiterverarbeitet werden kann.

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Thomas Wamser,
Prof. Dr.-Ing. Walter Krenkel,
Lehrstuhl Keramische Werkstoffe,
Universität Bayreuth,
Telefon +49 (0) 9 21/55 55 39,
E-Mail: thomas.wamser@uni-bayreuth.de,
www.cme-keramik.uni-bayreuth.de