

Reparatur von Verbund- und Aluminiumstrukturen mit Vitrimerklebung

Leichte, aerodynamische und unsichtbare Reparaturen: Vitrimere, eine neue Klasse von Kunststoffen, können die Verarbeitungszeit und die Lagerkosten von Reparaturprozessen verringern sowie den Umgang mit Gefahrstoffen reduzieren und die Handhabung sicherer machen.

Neue Reparaturstrategien gefragt

Ziel jeder Reparatur ist es, die ursprüngliche Festigkeit und Steifigkeit der Struktur wiederherzustellen und die vorgeschriebene Massenbilanz und aerodynamischen Anforderungen zu erfüllen. Im Allgemeinen werden Reparaturen an Faserverbundwerkstoffen geschraubt oder geklebt. Bei dünnen Laminaten oder Sandwich-Verbundwerkstoffen sind geschraubte Reparaturen nicht zulässig, so dass geklebte Reparaturen durchgeführt werden, vorzugsweise in Form einer flächenbündigen Schalungsreparatur. Schienenfahrzeuge sind hohen Betriebs- sowie Verkehrsbelastungen ausgesetzt und Schäden erfordern Instandsetzungsverfahren, die durch vorübergehende und ungeplante Ausfälle wirtschaftliche Folgen haben können. Ziel ist es daher, Reparaturprozesse einfacher, schneller und sicherer zu

gestalten. Bei der Reparatur von Verbundwerkstoffen sind Nasslaminier- und Vakuumverfahren zeitaufwändige und mehrstufige Prozesse. Um die Zuverlässigkeit der Reparaturverfahren zu erhöhen, ist es wichtig, die Prozessanforderungen zu reduzieren. Daher sind Materialien mit dynamischen kovalenten Bindungen von großem Interesse. Verschiedene Ansätze für den Einsatz von Vitrimern sind bekannt, aber ein Reparatur-Patch für Reparaturen im Transportsektor mit einer hohen Auslastung über Vitrimere und dessen Potenzial wurde bisher noch nicht als Teil des Anwendungsfalls betrachtet.

Vitrimere-Patch

Das klassische mehrstufige Reparaturverfahren kann durch die Verwendung eines Klebstofffilms oder einer Beschichtung auf Benzoxazinbasis vereinfacht werden. Die Endfestigkeit

wird dabei innerhalb von 30 Minuten erreicht, ganz ohne Verwendung von Reaktivharzen. Der Klebstofffilm verhält sich mechanisch wie ein ausgehärteter Duomer, bietet aber zusätzlich einen Mechanismus für chemische Austauschreaktionen, die Wärme und Druck erfordern. Der Austauschmechanismus ermöglicht somit eine Haftung ohne ein Aufschmelzen des Polymers.

Die Vorteile gegenüber dem herkömmlichen Verfahren mit Prepregs oder Nasslaminaten sind:

- Zeitersparnis beim Drapieren, Konsolidieren und Aushärten durch die Handhabung ausgehärteter und klebfreier Patches
- Höhere Arbeitssicherheit durch Reduzierung von Gefahrstoffen, da die Vernetzung und damit die Polymerisation bereits bei der Herstellung der Patches erfolgt und keine reaktiven Stoffe vorhanden sind
- Vorapplizierbare Klebstoffschicht auf jeglichen Reparatur-Patches und polymeren Untergründen, z.B. als Beschichtung

- Hohes Spaltfüllvermögen durch Formanpassung bei Erwärmung
- Anwendung auf komplexen Geometrien/ gekrümmten Oberflächen durch thermisch bedingte Flexibilität möglich; mehrfache Umformung ist ohne Beschädigung möglich
- Bei Raumtemperatur nicht reaktiv, daher keine gekühlte Lagerung erforderlich, was sowohl logistische als auch energetische Vorteile bietet

Aufgrund der Flexibilität und der Möglichkeiten der Benzoxazinchemie kann diese Technologie zukünftig auf erneuerbaren und nachhaltigen Rohstoffen basieren. Sie eröffnet vielfältige Anwendungsmöglichkeiten in unterschiedlichen Branchen wie der Automobil-, Luft- und Raumfahrt- sowie der Schifffahrtsindustrie. Aufgrund des intrinsischen Brandschutzes der Benzoxazine könnten in Zukunft auch Bereiche im Interieur verschiedener Transportsysteme ein Anwendungspotenzial darstellen.



Vitrimer-Patch und Schäftung. Reparaturen ohne Reaktivharz.

Fraunhofer-Institut
für Fertigungstechnik
und Angewandte
Materialforschung IFAM

Wiener Straße 12
28359 Bremen

Institutsleiter
Prof. Dr. Bernd Mayer

Kontakt
Polymere Werkstoffe
und Bauweisen
Dr. Christof Nagel
Tel. +49 421 2246-477
christof.nagel@ifam.fraunhofer.de

© Fraunhofer IFAM

