

Thermisches Direktfügen für Leichtbauanwendungen

Schnelles Verbinden von Metallen und Kunststoffen mit HPCi®

Strukturelle Hybridverbunde aus Metallen und thermoplastischen Kunststoffen gewinnen für industrielle Anwendungen zunehmend an Bedeutung. Gefragt sind effiziente Fügeverfahren, mit denen sich schnell und reproduzierbar belastungsgerechte Verbindungen herstellen lassen. Die Technologie HPCi® (kurz für »HeatPressCool-integrative«) ermöglicht das prozesssichere Fügen vielfältiger Werkstoffe in wenigen Sekunden und ohne Hilfsmittel.

Funktionsprinzip

Eine Polymermatrix plastifiziert unter gleichzeitigem Verpressen des thermoplastischen und metallischen Fügepartners sowie metallseitiger Erwärmung an der Kontaktfläche. Sie benetzt hierbei das Metall und erstarrt unmittelbar nach dem Erwärmungsprozess. Um die Festigkeit des resultierenden Verbunds zu verbessern, wird die Metalloberfläche zuvor strukturiert oder mit einem Haftvermittler beschichtet (siehe Abb. »Prozessablauf HPCi®«). Das Verfahren eignet sich zum Fügen des gesamten Spektrums thermoplastischer Kunststoffe mit allen Metallen:

- Standard-Thermoplaste (PE, PP etc.)
- Technische Thermoplaste (PA6, PBT etc.)
- Hochleistungs-Thermoplaste (PPS und PEEK)

Hinsichtlich des metallischen Fügepartners bestehen kaum Einschränkungen. Das Spektrum reicht von Aluminiumguss- und -knetlegierungen über niedriglegierte und rostfreie Stähle bis hin zu additiv gefertigten Titanbauteilen. Selbst für technisch herausfordernd zu fügende Werkstoffe wie POM oder Messing eignet sich das HPCi®-Verfahren hervorragend.

Anwendungen

Neben Anwendungen der Metall-Thermoplast-Verbindung im Leichtbau (z. B. Automobilindustrie, Luftfahrt oder Sportgeräteindustrie) liegt der Schwerpunkt aktueller Forschungsarbeiten und industrieller Umsetzungen auf dem Einsatz in der Elektronikindustrie sowie der Energietechnik. Ein weiteres Anwendungsfeld eröffnet sich bei Industrie- und Haushaltswaren sowie in der Möbelbranche.

Kontakt

Dr.-Ing. Maurice Langer
Kleben und Faser-
verbundtechnik
Tel. +49 351 83391-3852
maurice.langer@
iws.fraunhofer.de

Fraunhofer IWS
Winterbergstraße 28
01277 Dresden
www.iws.fraunhofer.de

Die HPCi®-Technologie kommt bereits in Industrieanwendungen und Forschungsaufträgen der Wirtschaft sowie öffentlicher Projektfinanzierung zum Einsatz.

Leistungsfähigkeit

Wesentlichen Einfluss auf die erzielbare Festigkeit der HPCi®-Verbindung üben das eingesetzte Grundmaterial sowie die Oberflächenvorbehandlung des metallischen Fügepartners aus. Für einen herkömmlichen Verbund aus Aluminium und PA6 lassen sich Scherzugfestigkeiten von ca. 25 MPa realisieren. Bei Einsatz von Hochleistungswerkstoffen wie Titan und CF-PEEK lassen sich mit dem Verfahren strukturelle Verbunde mit Festigkeiten von mehr als 50 MPa realisieren. Neben den mechanischen Eigenschaften ermöglicht die Verbindung zugleich hohe Anforderungen an die Mediendichtheit. Auch der Einsatz unter korrosiven Umgebungsbedingungen ist je nach Grundmaterial problemlos möglich.

Aktuelle Forschung und Entwicklung

Für die Herstellung fortschrittlicher Faserverbundbauteile hybrider Leichtbaustrukturen soll der Einsatz der HPCi®-Fügetechnik eine energie- und ressourceneffiziente Fertigungsmethode demonstrieren und zugleich Gewichtseinsparungen von bis zu 30 Prozent ermöglichen. JOASIS, ein transnationales »2+2-Projekt« mit Südkorea, fokussiert sich dabei auf die

- mehrstufige Entwicklung eines neuartigen, disruptiven Sitzdesigns aus Verbundwerkstoff- und Metallteilen,
- FE-basierte Auslegung der Fügesechnittstellen,

- Entwicklung von Füge- und Demontageprozessen,
- Konzeption und Implementierung einer multifunktionalen Fügestation sowie die
- abschließende Fertigung der Prototyp-Sitzstrukturen.

Ziel ist die Entwicklung und Herstellung einer automobilen Leichtbausitzstruktur aus CFK-Rezyklat, faserverstärktem Kunststoff und Dualphasenstahl. Das Vorhaben leistet somit einen relevanten Beitrag zur strategischen Zusammenarbeit zwischen Deutschland und Korea mit dem Ziel, energie- und ressourcenschonende Verfahren und Produkte für mehr Nachhaltigkeit und Klimaschutz zu erzeugen. Bereits entstanden ist ein Sitzrahmen mit einer Gewichtseinsparung von mehr als 15 Prozent in der Kombination einer Hybridbauweise mit der HPCi®-Fügetechnik. Verbesserte Vorbehandlungsmethoden steigerten die Festigkeit der Verbindungen um 38 Prozent gegenüber bisherigen Konzepten, insbesondere in Zugrichtung. Damit ist es möglich, den Anforderungen der Automobilindustrie sowohl auf der Seite der mechanischen Anforderungen als auch auf wirtschaftlicher Ebene gerecht zu werden.

Förderung

Inhalte der dargestellten Ergebnisse entstanden zum Teil im Rahmen des Vorhabens »JOASIS – Entwicklung eines 30 Prozent leichteren Sitzrahmens für Elektrofahrzeuge unter Verwendung der HPCi®-Verbindungstechnologie« unter dem Förderkennzeichen 01DR21023A der Fördermaßnahme: IB – ASIEN, Förderbereich: Korea 2+2, Robotik, Leichtbau/Carbon vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).



HPCi®-gefügte Sitzrahmen-Hybridverbundstruktur.

Gefördert vom



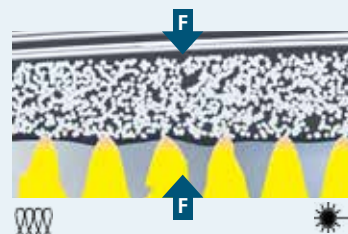
Prozessablauf HPCi®

Ausgangszustand



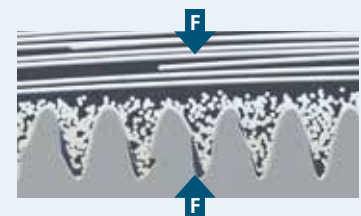
HPCi® eignet sich für eine Vielzahl von Metall-Kunststoff-Kombinationen. Um hohe Verbundfestigkeiten zu erreichen, wird das Metall mittels Laser vorbehandelt.

Heizen und Verpressen



Die Fügepartner werden ausgerichtet und verpresst. Die metallseitig eingebrachte Erwärmung bewirkt eine Plastifizierung der Matrix mit anschließendem Eindringen in die Strukturierung.

Kühlen und Konsolidieren



Während des Abkühlens erstarrt das Polymer und ermöglicht so eine feste Verbindung zwischen Metall und Kunststoff.