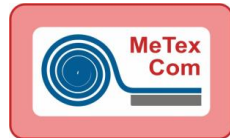


Entwicklung von Metall-Textil-Verbunden mit verbessertem Adhäsionsverhalten

Development of Metal-Textile-Composites with Improved Adhesion Behavior



Kurztitel: MeTexCom
Laufzeit: 01.11. 2012 - 31.10. 2014
IGF-Vorhaben-Nr.: 77 EBR/1

Marén Gültner¹, Sandra Markstein¹, Iva Hamanová², Miroslav Tichý², Ivan Kepřta², Vratislav Hlaváček³,
Michal Mészáros³

- ¹ STFI, Chemnitz (Deutschland)
² VÚB a.s., Ústí nad Orlicí (Tschechien)
³ SVÚB a.s., Čelákovice (Tschechien)

Kurzfassung

Im Rahmen des CORNET Projektes MeTexCom (IGF 77 EBR/1) wurden haftfeste, verformbare (tiefziehfähige) Textil-Metall-Hybrid-Verbunde für automobiler Anwendungen entwickelt. Zur Verbesserung der Haftfestigkeit zwischen Metallblech und Textilmaterial werden die Metallbleche vor der Verbundherstellung durch atmosphärische Plasmabehandlung mittels WIG-Lichtbogenverfahren (Wolfram-Inertgasschweißen) vorbehandelt. Diese Plasmatechnologie erzeugt auf der Metalloberfläche Mikro-/Nano-Strukturen, die zur deutlichen Verbesserung des Adhäsionsverhaltens führen. Beim Fügeprozess infiltrieren die geschmolzenen thermoplastischen Polymere bzw. Fasern diese kavernenartige Struktur der Metalloberfläche und führen nach dem Abkühlen zu einem hochwertigen Verbund der textilen Flächengebilde mit dem Metall. Für die Lösung der Aufgabenstellung wurden textile Flächengebilde aus voluminösen Vliesstoffen (STFI) und aus Geweben bzw. thermoplastischen Textilkompositen (VUB a.s. und SVUM a.s.) separat entwickelt. Diese wurden in Kombination mit den oberflächenbehandelten Metallblechen als Metall-Textil-Verbund untersucht und hinsichtlich eines erreichbaren Gebrauchsoptimums weiterentwickelt. Die Verbunde aus Vliesstoff und Metall zeichnen sich dabei durch eine gute Schallabsorption aber auch hitze- oder kälteisolierende Eigenschaften aus, während die Metall-Textil-Komposite basierend auf den thermoplastischen Textilkompositen hinsichtlich ihrer textilverstärkenden Wirkung und Leichtbauaspekten von Interesse sind. Die Kooperation erfolgte zwischen den zwei tschechischen Forschungsstellen VUB a.s. und SVUM a.s. und dem STFI. Die nationale Koordination des Vorhabens oblag dem Cluster Technische Textilien CLUTEX o.s. auf tschechischer Seite und dem Forschungskuratorium Textil e.V. (FKT e.V.) auf deutscher Seite.

Einleitung

Leichtbaustrukturen zeigen oft ein schlechtes akustisches Verhalten verursacht durch deren dünne Bauweise und mangels der benötigten Masse zur Dämpfung. Daher wurden bisher mehrere Ansatzpunkte verfolgt, um die Schallabsorption zu verbessern bzw. die akustische Funktion zu erhöhen [1, 2]. Dabei scheint die Kombination von Textilien und Blechen aus verschiedenen Materialien besonders vielversprechend für das Erreichen schallabsorbierender Wirkung an Bauteilen zu sein. Nachteil daran ist, dass aufgrund der inhärenten schlechten Haftung zwischen Metall und Polymermaterial starke Klebmaterialien erforderlich

sind. Die Plasmabehandlung der Metalloberfläche mittels WIG-Lichtbogenverfahrens ist dabei eine neue innovative Technik, um das Haftverhalten zwischen den Materialien zu verbessern. Das Hauptziel des Projekts ist es, neue Polymer-Metall-Komposite mit überlegenem Haftverhalten zwischen dem Metall und der Textiloberfläche zu entwickeln, die sich durch extreme Leichtbaustrukturen, interessante akustische Merkmale und Isolationsverhalten auszeichnen. Die Entwicklung von Multifunktions-Metall-Textil-Kompositen mit akustischen, thermischen und strukturellen Funktionen hat das Potenzial für Anwendungen im Automobil-Bereich sowie in der Bauindustrie.

Durchführung

Für die Erzeugung der erforderlichen Mikro- / Nanostrukturierung der Metalloberfläche wurde eine atmosphärische Plasmabehandlung mit einem anodisch gepolten WIG-Prozess verwendet. Dadurch kann eine Verbindung zwischen den verschiedenen Materialien ohne zusätzlichen Klebstoff ermöglicht werden.

In Bezug auf die Textilkomponenten wurden verschiedene Textilkonstruktionen entwickelt. In Kombination mit den verschiedenen Blechstrukturen wurden völlig neue multifunktionelle Werkstoffe, so genannte Hybridstrukturen geschaffen und untersucht, die die Anforderungen an interessante akustische und wärmeisolierende Materialien erfüllen.

Die Herstellung der Metall-Textil-Komposite erfolgte in einer hydraulischen Presse. Für das Fügen der Hybridstrukturen wurden verschiedene Parameter (Fügezeit, Temperatur, Druck und Spalt) in Abhängigkeit von den verwendeten thermoplastischen Fasern und der Textilstruktur getestet (Tabelle 1). Die Metall-Textil-Komposite wurden bezüglich deren textil-physikalischen, akustischen und wärmeisolierenden Eigenschaften untersucht. Die Prüfung der Haftfestigkeit der Verbundstrukturen erfolgte nach DIN EN ISO 8510-2 (Schälprüfung). Für ausgewählte Proben wurde ein Klimawechsel-Test durchgeführt. Die Testspezifikation PV 2005 der Volkswagen AG (VW und Audi) beschreibt einen zyklischen Klimawechsel (50 °C bei 80 % Luftfeuchte, 85 °C bei 20 % Luftfeuchte und -35 °C) an Fahrzeugteilen, insbesondere an Verbundteilen. Durch PV 2005 kann das Verhalten gegenüber Temperatur- und Feuchtigkeitsänderung in Bezug auf Rissbildung, Verformung und Delamination bewertet werden.

Tabelle 1: Fügeparameter zur Herstellung der Metall-Textil-Komposite

Textil	Polymer	Temperatur	Druck	Zeit	Spalt
Vliesstoff	PA	225 °C	100 bar	5 min	5 mm
Vliesstoff	PES	180 °C	100 bar	5 min	5 mm
Gewebe	PES/ PES T3	160 °C	100 bar	3 min	0 mm
Gewebe	PES/ PES T7	185 °C	100 bar	3 min	0 mm
Gewebe	PA/ PES T3	160 °C	100 bar	3 min	0 mm
Gewebe	PA/ PES T7	185 °C	100 bar	3 min	0 mm

Ergebnisse und Diskussion

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass es mittels Plasmabehandlung möglich ist, Aluminiumoberflächen zu strukturieren. Dabei wurden eine konstante Oberflächenstruktur erreicht, stabile Prozessparameter gefunden und reproduzierbare Oberflächen (Abbildung 1) hergestellt. Die Herausforderung bestand darin, die Metallverformung aufgrund der thermischen Ausdehnung zu reduzieren und den Wärmeeintrag zu minimieren. Abbildung 1 zeigt die Mikrostruktur einer Aluminiumblechoberfläche (Al 99,5) nach dem WIG-Verfahren. Diese Kavernenstruktur ermöglicht die Verbindung zwischen Metall und Textil nach der Infiltration des schmelzenden Polymers in die Kavernen.

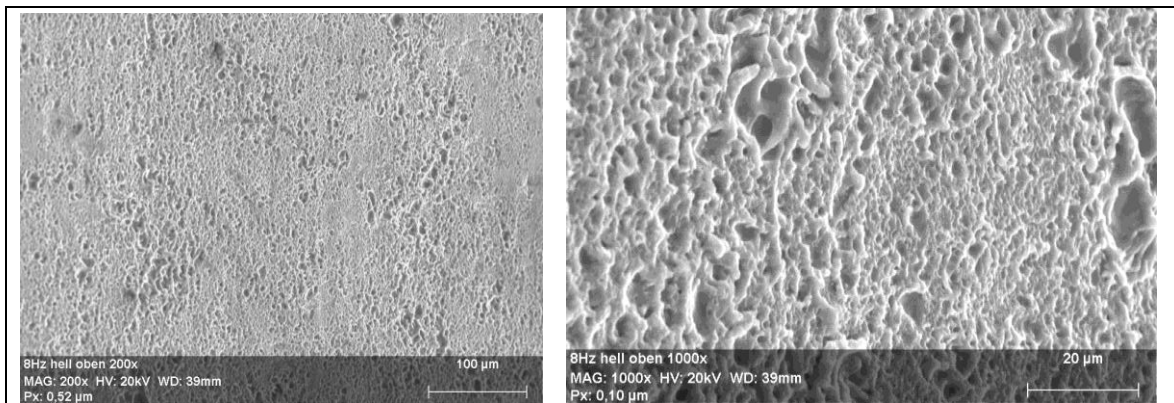


Abbildung 1: Mikrostruktur der Aluminiumoberfläche nach der Behandlung mittels WIG-Lichtbogenverfahren an der Technischen Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Fertigungstechnik, Professur Fügetechnik und Montage

Für die Metall-Textil-Komposite ist eine Haftfestigkeit von mindestens 7,5 N / 2,5 cm gefordert. Die plasmabehandelten Vliesstoff-Metall-Komposite zeigen eine ausreichende Haftfestigkeit für Automobilanwendungen (bis zu 18 N / 2,5 cm) im Vergleich zu den unbehandelten Proben, die Werte für die Haftfestigkeit von 1,46 N / 2,5 cm und 1,67 N / 2,5 cm aufweisen (Abbildung 2). Die thermoplastischen Textil-Komposite (Abbildung 3) zeigen viel höhere Werte der Haftfestigkeit (20 N / 2,5 cm - 45 N / 2,5 cm) und sind daher für Leichtbauanwendungen geeignet. Die Ergebnisse der Schälprüfung nach dem Klimawechseltest sind in Abbildung 3 dargestellt. Es hat sich gezeigt, dass die Klimaänderung über die 50 Zyklen nicht zur erwarteten Abnahme der Haftfestigkeit führt.

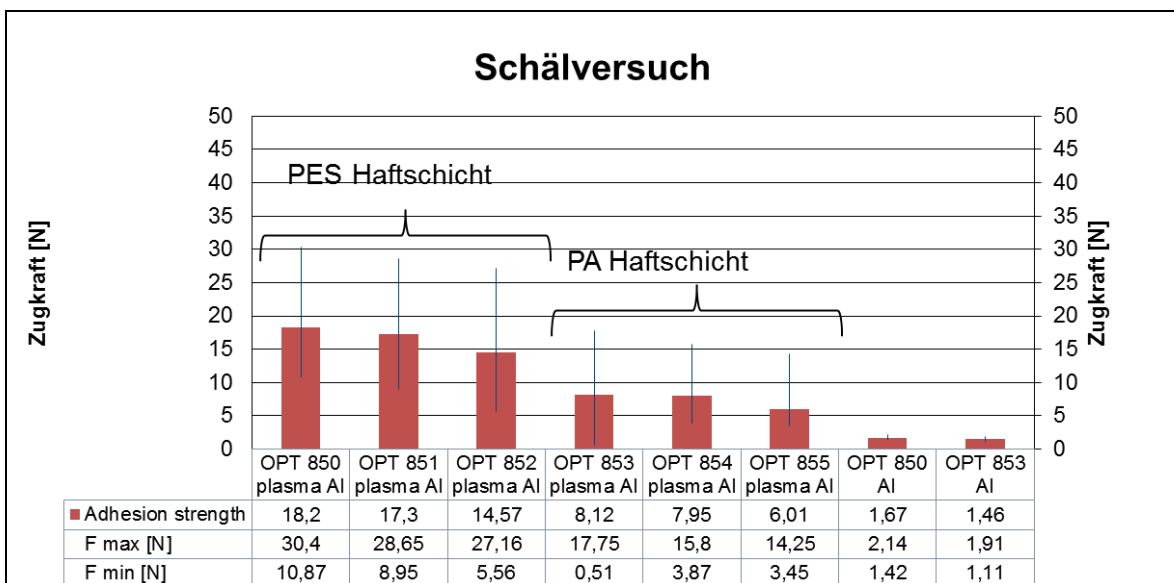


Abbildung 2: Darstellung der Haftfestigkeit in Anlehnung an die Schälprüfung DIN EN ISO 8510-2 der Aluminium-Vliesstoff-Komposite

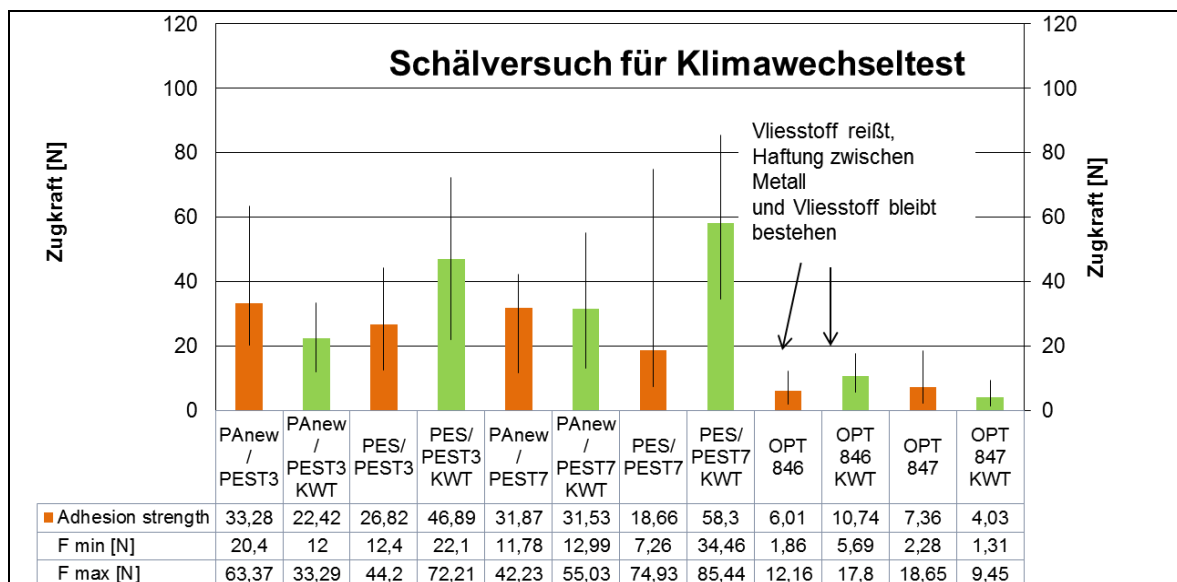


Abbildung 3: Darstellung der Haftfestigkeit in Anlehnung an die Schälprüfung DIN EN ISO 8510-2: Vergleich der Haftfestigkeit der thermoplastischen Textil-Komposite PA/PES T3, PAnew/PES T3 und PES/PES T3 und PA/PES T7, PAnew/PES T7 und PES/PES T7 bzw. Metall-Vliesstoff-Verbunde OPT 846 und OPT 847 basierend auf plasmabehandelten Aluminiumblechen vor und nach Klimawechseltest

Für automobiler Anwendungen müssen die Komposite zudem unterschiedliche Anforderungen erfüllen. Die Komposite sollten für eine Verwendung als Motorhaubenabdeckung (als Absorber oder zur Dämpfung) eine gute Hitzebeständigkeit und Luftschallabsorption aufweisen. Für Innenverkleidungsteile, wie Dachhimmel, Front- und Seitenverkleidungen sollten die Komposite den VDA-Anforderungen bezüglich der Formaldehydemission, (nach VDA 275 unter 10 mg/kg), dem Geruch (nach VDA 270 Note 1-3) entsprechen und die Anforderung der Foggingeigenschaften (nach DIN 75201 <2 mg) erfüllen.

Die Untersuchungen zur Flammenausbreitung nach DIN 75200 haben gezeigt, dass alle entwickelten Vliesstoffe als nicht brennbar einzustufen sind, da bei jeder Probe die Flamme vor dem Erreichen der ersten Brennpunkte erlischt. Somit ist die Flammenausbreitungsgeschwindigkeit kleiner als 10 mm/s und erfüllt die gestellten Anforderungen. Als Brandnebenerscheinung wurde für alle Vliesstoffe festgestellt, dass diese aufgrund ihrer thermoplastischen Matrix schmelzen, dabei ist in der Regel ein brennendes Abtropfen zu beobachten. In den meisten Fällen sind diese brennenden Tropfen bei Bodenkontakt selbsterlöschend, somit entsprechen diese Vliesstoffe den Anforderungen der Automobilhersteller bzw. Zulieferer. Durch die Verwendung einer Aramid-Schicht in der Vliesstoffkonstruktion konnte die Bildung von brennenden Tropfen als Brandnebenerscheinung verhindert werden. Zudem zeigen die entwickelten Vliesstoffe eine Wärmeleitfähigkeit zwischen 0,02 W / m K und 0,05 W / m K und zeichnen sich natürlich abhängig von der Dicke des Materials durch ein gutes Isolationsverhalten aus.

Die Ergebnisse der Geruchsprüfung sind abhängig von der Faserzusammensetzung der Vliesstoffe, u.a. bzgl. des Schmelzklebefaseranteils. Die meisten Proben weisen eine Geruchsnote zwischen 2 und 3 auf.

Die Prüfung der Formaldehyd-Emission nach VDA 275 zeigte, dass keine der Proben Formaldehyd enthält. Die gemessenen Werte sind kleiner als 0,2 mg / kg (entspricht der Bestimmungsgrenze).

Für die PES-Faser-basierten Vliesstoffe konnten in der Foggingprüfung nur geringe Mengen an Kondensationsprodukt (unter 1 mg) nachgewiesen werden. PA-Faser-basierte Materialien zeigen dagegen Werte von 1,5 mg bis 2 mg Kondensationsprodukt, das als Flüssigkeit oder öliges Kondensat sichtbar ist.

Die Schallabsorption der Komposite ist abhängig von der Flächenmasse, der Dicke, der Porosität, der Schichtstruktur der Vliesstoffe und der Faserfeinheit. Zudem beeinflussen die Fügeparameter und die Struktur des Komposits nach dem Fügen die akustischen Eigenschaften.

Zusammenfassung

Die Untersuchungen zeigten, dass es möglich ist, Metall-Textil-Komposite mit verbessertem Haftungsverhalten sowie mit interessanten akustischen und thermischen Eigenschaften herzustellen. Durch die Plasmabehandlung konnten Mikrostrukturen auf der Metalloberfläche erzeugt werden, die die Haftfestigkeit der Verbundwerkstoffe erheblich erhöhen und damit verbessern. Dieses Projekt hat gezeigt, dass für viele Anwendungsfelder ein geeignetes Kompositmaterial auf Basis von Aluminiumblechen hergestellt werden kann.

Danksagung

Das IGF Vorhaben 77 EBR/1 der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert.

Wir danken allen genannten Institutionen für die Finanzierung und den Partnern und Firmen des Projektbegleitenden Ausschusses für die professionelle Unterstützung und die Bereitstellung von Sach- und Dienstleistungen. Besonderer Dank gilt zudem den Kollegen der TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Fertigungstechnik, Professur für Fügetechnik und Montage für die Oberflächenstrukturierung der Metalle mittels Lichtbogentechnik im Rahmen von Leistung Dritter.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Forschungsnetzwerk
Mittelstand



Der Schlussbericht kann beim Sächsischen Textilforschungsinstitut e. V. ausgeliehen werden.

Literatur

1. Heinrich Planck, Thomas Stegmaier, Mathias Liewald, Stefan Wagner, Ortwin Hahn, Dominik Teutenberg, Entwicklung eines Stahlblech-Mehrschichtverbundes mit textiler Einlage für Anwendungen in den Bereichen Transportsysteme und Consumerartikel, EFB-Forschungsbericht Nr. 302
2. Mathias Liewald, Stefan Wagner, Christian Bolay, Heinrich Planck, Götz Gresser, Thomas Stegmaier, Achim Vohrer, Innovative Blechverbundwerkstoffe mit textiler Einlage für den Karosseriebau EFB-Forschungsbericht Nr. 379