



SIMULATION DES BONDENS VON METALL-KUNSTSTOFF-VERBINDUNGEN

Aufgabenstellung

Materialverbindungen aus Kunststoff und Metall werden zunehmend im Leichtbau oder bei Baugruppen aus Hybridmaterialien industriell angewendet. An Stellen, wo hohe mechanische Belastungen zum Tragen erforderlich sind, werden in der Regel Metalle eingesetzt. In vielen Komponenten können je nach Anforderung auch Kunststoffe verwendet werden, die dann mit weniger Gewicht punkten. Die Herausforderung solcher Materialkombinationen ist oft die Verbindungstechnik. Offene Fragen zum Laserstrahlbonden betreffen die Haftfestigkeit, das Verhalten des Interface zwischen Metall und Kunststoff während des Versagens und seine Beziehung zur Form des zu strukturierenden metallischen Verbindungspartners.

Vorgehensweise

Das Laserstrahlbonden besteht aus zwei Fertigungsschritten, nämlich dem Strukturieren des metallischen Fügepartners und das Wärmeleitungsfügen. Die Simulation des Strukturierens einer Metalloberfläche und die Bildauswertung von experimentellen Ergebnissen liefern die Eingabegrößen für die Berechnung der Festigkeit einer Verbindung. Die Kombination der mechanischen Eigenschaften von Metall, Interface und Kunststoff als linear elastisch, orthotrop linear elastisch und nichtlinear hyperelastisch bestimmt das Verhalten der Verbindung unter Belastung, das numerisch berechnet wird. Durch Berechnung der mechanischen Eigenschaften eines einzelnen Strukturelements als »Representative Volume Element RVE« etwa einer Linie werden auf kombinierte Strukturen etwa mehrere oder gekreuzte Linien übertragen.

Ergebnis

Die Tiefe, Breite und der Unterschnitt der strukturierten Oberfläche des Metalls sind relevante Merkmale für die geometrische Form des Metall-Kunststoff-Interface und bestimmen die erreichbare Festigkeit sowie das Verhalten während des Versagens. Die Ergebnisse für Belastung in tangentialer (Bild 4) und normaler Richtung (Bild 5) eröffnen ein grundlegend besseres Verständnis für den dominanten Einfluss der Festigkeit des Kunststoffs sowie der geometrischen Form der strukturierten Metalloberfläche und begründen die Kriterien für die Auslegung von Materialkombinationen und der Strukturparameter.

Anwendungsfelder

Die Vorgehensweise der mechanischen Simulation ist auf eine Vielzahl geschichteter (orthotroper) Strukturen übertragbar, wie z. B. auf Baugruppen, die elektrisch leitfähige und elektrisch isolierende Teile enthalten, oder auf Schichten zur Wärmedämmung für Turbinenkomponenten.

Ansprechpartner

Dr. Markus Nießen, DW: -8059
markus.niessen@ilt.fraunhofer.de

Prof. Wolfgang Schulz, DW: -204
wolfgang.schulz@ilt.fraunhofer.de

- 4 Einsetzendes Versagen (grün) und Bruch (rot) bei tangentialer Belastung.
- 5 Versagen unter Belastung in normaler Richtung (Pfeile).