

join!SLMti-cfk

Entwicklung von an die Nachgiebigkeit von CFK-Laminaten angepasste TiAl6V4-Inserts für höchste Ermüdungsfestigkeit

Programm / Ausschreibung	TAKE OFF, TAKEOFF Ausschreibung 2019	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.09.2020	Projektende	29.02.2024
Zeitraum	2020 - 2024	Projektlaufzeit	42 Monate
Keywords	additive Metall-Fertigung; CFK; Inserts; Korrosionsschutz; Structural Health Monitoring		

Projektbeschreibung

Metallische Inserts in CFK-Bauteilen stellen in Kombination mit Anbauteilen die Verbindung zu den umgebenden Komponenten her und leiten die gesamten Kraftflüsse weiter, sind aber generell nicht an die Nachgiebigkeit des CFK-Laminats angepasst, d.h. „steif“.

Um das dadurch bedingte Ausreißen und Abscheren der Inserts als überwiegende Versagensursache von CFK-Strukturbauteilen zu verhindern, steht im Fokus des Projekts join!SLMti-cfk die F&E zur Steigerung der Verbindungsfestigkeit durch Optimierung der „strukturellen elastischen Nachgiebigkeit“, d.h. in bionischer Anlehnung an die Verankerung flachwurzelnder Bäume die Kombination von Form-, Kraft- und Stoffschluss:

- 1) Im State-of-the-Art auftretende punktuelle Überlastung in der Insert-Umgebung wird durch simulationsunterstützt optimal an Kraftfluss und Laminat-Nachgiebigkeit angepasste, feingliedrige, „Wurzel-ähnliche“ Insert-Pads verhindert, welche bei der Gelege-Herstellung in das bzw. nach Autoklavierung auf das CFK-Laminat-Fertigung appliziert werden können (SinusPro, HiLiTECH, MCL),
- 2) wobei die Fertigung dieser formschlüssigen Pads durch sehr kosteneffizienten Metall-3D-Druck (Selective Laser Melting) ohne Supportstrukturen direkt auf Metallnetze erfolgt (DisTech, JR),
- 3) deren Oberflächen vor Korrosion (Lochfraß) aktiv durch dünne Atmosphärendruck-Plasma-Beschichtungen mit integrierten Korrosionsinhibitoren geschützt sind und zusätzlich auch hohe Benetzbarkeit für flüssiges Epoxidharz+Härter bzw. nach Aushärtung hochfeste chemische Bindung für hohe Haftfestigkeit (Stoffschluss) aufweisen (JR), wobei
- 4) die gesamte Verbindung durch die Integration von Structural-Health-Monitoring inkl. entwickelten Lebensdauer-Vorhersage-Modellen einfach inspizierbar wird (JKU).

Während des Projekts mit Ziel-TRL 4 wird der virtuelle Produktentwicklungsprozess auf Basis von 2 Demonstratoren als Grundlage für einen „digitalen Elementbaukasten“ zur zukünftig einfachen Technologienutzung mitentwickelt, wodurch eine

mittelfristige Technologieanwendung schrittweise durch die erwartete Zeitdauer der Zulassung (EASA- und FAA-Vorschriften) erwartet wird, d.h. bereits ~1.5 Jahre nach Projektabschluss zunächst im Bereich von Drohnen und Flugzeug-Interieur-Anwendungen (OEM-Fertigung für assoziierte Partner Schiebel und F/List) sowie langfristig für Strukturanwendungen an Fuselage und Wings. Zudem werden Konzepte zur Reparatur und des Life-Cycle-Managements zur Rückgewinnung der Wertstoffe evaluiert.

Abstract

Metallic inserts in CFRP components, in combination with add-on parts, create the joints to the surrounding components and provide the entire force flow,; however, these joints are generally not adapted to the flexibility of the CFRP laminate, i.e. "stiff".

To prevent the resulting pulling out and shearing of the inserts as the main cause of failure of CFRP structural components, the focus of the join!SLMti-cfk project is the R&D to increase the connection strength by optimizing the "structural elastic compliance", i.e. biomimetically based on the anchoring of flat-rooted trees in the soil, combining geometry, force and material bonding:

- 1) State-of-the-art point overloading in the insert environment is prevented by simulation-supported, fine-tuned, "root-like" insert pads, which are optimally adapted to the force flow and laminate compliance and can be applied before and after autoclaving in the core and on the surface of CFRP laminates, respectively (SinusPro, HiLiTECH, MCL),
- 2) whereby the production of these geometry-fitting pads is performed directly on metal meshes by means of very cost-effective metal 3D printing (selective laser melting) without support structures (DisTech, JR),
- 3) whose surfaces are actively protected against corrosion (pitting) by thin atmospheric pressure plasma coatings with integrated corrosion inhibitors and additionally have high wettability for liquid epoxy resin + hardener and provide after curing high-strength chemical bonding for high adhesive strength (material bond) (JR), in which
- 4) the entire connection can be easily inspected through the integration of structural health monitoring including developed life prediction models (JKU).

During the project with target TRL 4, the virtual product development process based on 2 demonstrators as the basis for a "digital modular system" for future easy technology use will be developed, whereby technology application is planned step by step due to the expected periods of approval (EASA and FAA regulations), i.e. starting ~1.5 years after completion initially in the area of drones and aircraft interior applications (OEM production for associated partners Schiebel and F/List) as well as on long-term scale for structural applications on fuselage and wings. In addition, concepts for repair and life cycle management for the recovery of valuable materials are evaluated within the project.

Projektkoordinator

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

Projektpartner

- DISTECH Disruptive Technologies GmbH
- HILITECH GMBH
- Materials Center Leoben Forschung GmbH
- Universität Linz Institut für Konstruktiven Leichtbau