flyingTPC

High strength joining technologies for recyclable and fast to process thermoplastic composites in aircraft structures

Programm / Ausschreibung	Bridge, Bridge_NATS, Bridge_NATS 2019	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.10.2020	**Projektende**	30.03.2024
Zeitraum	2020 - 2024	**Projektlaufzeit**	42 Monate
Keywords	Resistance welding, Thermoplastic composites (TPC), Mathematical modeling, Structure-mechanical simulation approaches, Structural Optimization		

Projektbeschreibung

Ziel des Projekts ‚flying TPC' ist es, ein bekanntes kritisches Designkriterium für thermoplastische Verbundwerkstoffe (TPV), die Fügeverbindung, numerisch zu beschreiben und zu optimieren, um hiermit einen signifikanten Beitrag für die Etablierung dieses Werkstoffes in der Luftfahrtindustrie zu leisten. Die Basis des vorliegenden Projektantrags ist eine völlige Neugestaltung des Fügeprozesses im Widerstandsschweißverfahren, die einen verfahrensimmanenten Schwachpunkt in einen technischen Vorteil umwandelt. Dafür sollen die aktuell verwendeten 2-dimensionalen Widerstandselemente durch 3-dimensionale Strukturen ersetzt werden. Die bislang üblichen 2-dimensionalen Gitter induzieren Fehlstellen in einer Ebene, und stellen damit designierte Versagensstellen in der Fügeebene dar. Das Durchdringen einer thermoplastischen Matrix durch eine 3-dimensionale Struktur beim Verschmelzen bewirkt hingegen eine Stärkung der Verbindung durch einen zusätzlichen Formschluss. Die metallische 3-dimensionale Struktur soll dabei ein im lithografischem Prozess 3D gedrucktes Metallgitter sein. Die wissenschaftliche Grundlage des Projektansatzes ist eine numerische Beschreibung des Fügebereichs die in weitere Folge die Basis für eine Geometrieoptimierung darstellt. Für die Modellierung der Schweißnaht und dem damit verbundenen Leistungspotentials der Fügeverbindung sind fundamentale mikromechanische Methoden notwendig um die lokalen Eigenschaften und das lokale Verhalten exakt beschreiben zu können. Hierzu sollen neuartige zwei- bzw. mehrlagige 3D gedruckte Metallgitterstrukturen, die einen Formschluss und dementsprechend eine Stabilisierung im Bereich der Schweißnaht bewirken, virtuell betrachtet und evaluiert werden. Um das Leistungspotential unterschiedliche 3-dimensionaler Strukturen abzuschätzen, soll ein lokales strukturmechanisches Modell erarbeitet werden, über das die Geometrie des Widerstandselements optimiert werden kann. Die Modelle werden anschließend durch experimentelle Versuche evaluiert und verifiziert. Bei erfolgreichem Projektabschluss würde eine neuartige Geometrie der Widerstandselemente zur Verfügung stehen, welche eine Stabilisierung des Fügebereichs garantiert. Des weiteren würde dieses Projekt eine Basis für eine weiterführende Entwicklung im Bereich der Prozesssimulation des Fügevorgangs mittels Widerstandschweißtechnik darstellen welche in weiterer Folge eine Etablierung dieses neuartigen Fügeprozesses in der Industrie ermöglichen würde.

Abstract

The aim of the project ‚flying TPC' is to numerically describe and improve the welding process for thermoplastic composites,

known to be a critical design criteria for the establishment of this material class in the aerospace industry. The project is based on an idea for an adaption of the resistance welding process with the potential of changing a known weak spot to an advantage. Doing so, currently used 2-dimensional resistive elements will be replaced by 3-dimensional structures. Commenly used 2-dimensional resistance elements induce imperfections in a single plane, which is thus designated for failure in the joint plane. Whereas using a 3-dimensional structure, which is penetrated by the thermoplastic matrix material enables an improved interface behavior due to an additional form lock. The metallic 3-dimensional structures can be designed using a lithographic 3D printing process. Within the project the scientific approach is to numerically describe the joining area, which will then form the basis for the optimization of the resistance element optimization procedure. For the modeling of the weld seam and the associated performance and stability of the joint, fundamental micromechanical methods are necessary to be able to describe the local properties and the local behavior exactly. For this purpose, novel two- and multilayer 3D printed metal grid structures causing a form closure and a corresponding stabilization in the area of the weld seam, are to be virtually considered and evaluated. In order to estimate the performance potential of different 3-dimensional structures, a local structural-mechanical model is to be developed, which can be used to optimize the geometry of the resistance element. The models will then be evaluated and verified by experimental data. If the project is successfully completed, a novel geometry of the resistance elements would be available, which guarantees a stabilization of the joining area. Furthermore, this project would provide a basis for a further development in the field of process simulation of the joining process by means of resistance welding technology, which would subsequently enable the establishment of this novel joining process in industry.

Projektkoordinator

- Polymer Competence Center Leoben GmbH

Projektpartner

- PRIME Aerostructures GmbH