

LiMoCoSS

Life Monitoring of Composite Space Structures

Programm / Ausschreibung	Weltraum, Weltraum, ASAP Ausschreibung 2023	Status	laufend
Projektstart	02.09.2024	Projektende	03.03.2027
Zeitraum	2024 - 2027	Projektaufzeit	31 Monate
Keywords	Process Monitoring; Structural Health Monitoring; Piezo Sensors; Composites		

Projektbeschreibung

Aufgrund ihrer hohen spezifischen Steifigkeit und Festigkeit werden Verbundwerkstoffstrukturen häufig in Raumfahrtkonstruktionen eingesetzt. Je nach Herstellungsverfahren – „wet lay up“ / Autoklav, automatisierte Faserplatzierung oder Harzinfusion - sind verschiedenen Produktionsschritte wie Drapierung, Infusion und insbesondere Aushärtung, die zu Eigenspannungen im Bauteil führen, für die Endqualität des Produkts von Bedeutung. Typische produktionsbedingte Defekte in Verbundwerkstoffbauteilen sind Faserausrichtungsfehler sowie der Einschluss von Poren und Trockenstellen. Darüber hinaus können „Impacts“ während des Transports und des Betriebs zu kaum sichtbaren Schäden (barely visible impact damages) in Verbundwerkstoffstrukturen führen. Sowohl produktions- als auch nutzungsbedingte Defekte müssen bei der Auslegung der Struktur berücksichtigt werden, was im Vergleich zu metallischen Strukturen zu höheren Knock-Down-Faktoren führt und das Potenzial von Verbundwerkstoffstrukturen nicht voll ausgeschöpft werden kann. Von der Überwachung der verschiedenen Lebensphasen von Verbundwerkstoffstrukturen erwartet man sich eine verbesserte Qualität des Bauteils als auch eine bessere Prognose des zukünftigen Verhaltens im Einsatz.

Derzeit erfolgt die Prozessüberwachung bei der Herstellung von Verbundwerkstoffen durch verschiedene Arten von Sensoren der umgebenden Atmosphäre und/oder am CFK-Werkzeug, wie Temperatursensoren, Drucksensoren oder dielektrische Sensoren zur Bestimmung des Aushärtungsgrades. Um die strukturelle Integrität während des Einsatzes (SHM) überwachen zu können, werden weitere Arten von Sensoren wie faseroptische Sensoren, Dehnungsmessstreifen oder Piezosensoren untersucht, die hauptsächlich auf die Oberfläche der Struktur geklebt werden.

Könnten Sensoren während des Herstellungsprozesses integriert werden, wäre eine durchgehende Online-Überwachung des Bauteils möglich. Bisher werden vor allem faseroptische Sensoren für die Prozess- und Strukturüberwachung betrachtet. Einzelnen Sensortechnologien erreichen ein recht hohes TRL-Niveau (kommerzieller Einsatz von faseroptischen Sensorsystemen für die Überwachung von Infrastrukturen), aber das TRL-Niveau für die Lebenszyklusüberwachung von Raumfahrtstrukturen ist eher niedrig und liegt bei TRL2.

In den letzten Jahren hat AAC ein neuartiges hybrides multifunktionales Piezo-/Temperatursensor- und Überwachungskonzept für die Ausbreitung der Fließfront, der Aushärtung und des strukturellen Zustands von Verbundwerkstoffteilen entwickelt, welches hauptsächlich für Luftfahrtanwendungen angedacht war. Das Hauptziel von "LiMoCoSS" ist es, die Idee des oben erwähnten Konzepts zu nutzen und eine Sensor- und Überwachungstechnologie zu entwickeln, die in weltraumrelevanten Verbundwerkstoffstrukturen und Fertigungstechniken

wie des Nasswickelns für eine durchgehende Überwachung von Verbundwerkstoffstrukturen während der Herstellung, Lagerung, Transport und Nutzung eingesetzt werden kann.

Abstract

Composite structures are widely used in space structures due its high specific stiffness and strength. Depending on the manufacturing process – wet-layup / autoclave, automated fiber placement, wet winding or resin infusion the different production steps such as draping, infusion and especially curing that lead to residual stresses in the part are important for the final quality of the product. Typical production induced defects in composite parts are fiber misalignment and the inclusion of pores and dry spots. In addition, during transport and operation, impacts may lead to barely visible impact damages in composite structures. Both production and usage induced defects have to be considered in the design of the structure leading to higher knock down factors compared to metallic structures and subsequent the potential of composite structures cannot been fully exploited. By monitoring the various life phases of composite structures, it is expected that the quality of the component will be improved and that the future behavior in use will be better predicted.

Currently process monitoring in composite manufacturing are done by different type of sensors of the surrounding atmosphere and/or on the CFRP tool such as temperature sensors, pressure sensors or dielectric sensors for the determination of the degree of cure. In order to be able to monitor the structural integrity during use (SHM), further type of sensors such as fiber optic sensors, strain gauges or piezo sensors, which are mainly glued to surface of the structure are under investigation.

If sensors could be integrated during the manufacturing step a through live monitoring of the component would be possible. So far mainly fiber optic sensors are considered to be used for process and structural health monitoring. The individual sensor technologies reach rather important TRL level (commercial usage of fiber optic sensor systems for the monitoring of infrastructures), but the TRL level for life cycle monitoring of space structures is rather low around TRL2.

Within the last years, AAC developed a novel hybrid multifunctional piezo / temperature sensor and monitoring concept for flow front, cure and structural health monitoring of composite parts manufactured by resin infusion, mainly for aeronautic applications.

The main objective of “LiMoCoSS” is to use the idea of the above-mentioned concept and to develop a sensor and monitoring technology for space relevant composite structures and manufacturing techniques such as wet winding for through live monitoring of composite structures during manufacturing, storage, transportation and usage.

Projektpartner

- Aerospace & Advanced Composites GmbH