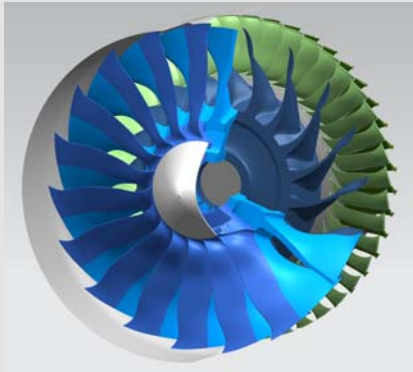


AeroLight - Hochbelasteter Verdichterrotor in Leichtbauweise

Frank Kocian, DLR Stuttgart, Joachim Hausmann, DLR Köln; Kontakt: Frank.Kocian@DLR.de, 0711-6862-664



Innovation durch interdisziplinäre Verdichtererentwicklung

- Multidisziplinäre Auslegung eines hochbelasteten Verdichters für ein Flugtriebwerk unter Berücksichtigung von Aerodynamik, Strukturmechanik, Aeroelastik, Werkstoff- und Fertigungstechnik
- Erschließung neuer Leistungspotentiale und Wirkprinzipien durch:
 - Generierung und Umsetzung einer neuen, bisher nicht realisierbaren Rotorgeometrie
 - Integration von Hohlräumen und Kanälen
- Plattform zur Integration und Weiterentwicklung von Technologien wie:
 - Hybridstrukturen im Rahmen von „Multi Material Design“
 - Integration von Verstärkungselementen durch entsprechende Zugänglichkeit
- Werkstofftechnische Schlüsseltechnologien:
 - Entwicklung eines Vakuumlötvorgangs für hochbelastete und große Fügeflächen in Titan
 - Nachweis extremer Festigkeit der Fügung für Sicherheit in Auslegung und Betrieb
 - Aufzeigen und Umsetzen eines adäquaten Reparaturverfahrens
 - Entwicklung einer Qualitätssicherungskette

Struktur- und Fertigungskonzept der segmentierten Bauweise

Das Strukturkonzept des Rotors besteht aus einzeln hergestellten Rotorscheiben, die in einem Lötprozess miteinander gefügt werden.

Mittels Prozess-Simulation erfolgt die Ermittlung einer optimalen Temperaturführung im Vakuumofen. Zu große Temperaturgradienten führen zu

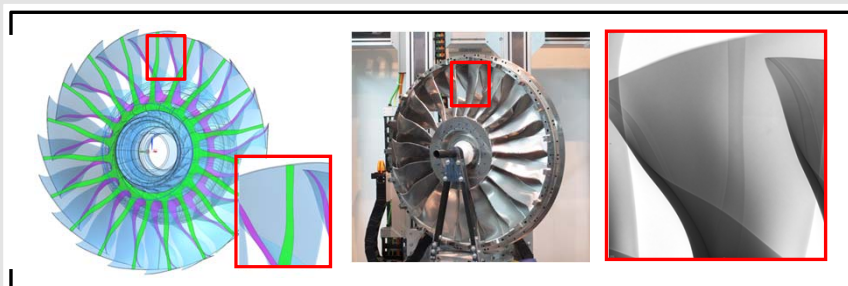
einem Verzug der Rotorsegmente und der erforderliche Lötspalt von 0,06 mm – 0,08 mm kann nicht eingehalten werden.

Qualifikation der Fügetechnik

Zur Verlotung der Titan-Scheibensegmente wurde auf das Lotmaterial AgCu28 zurückgegriffen. Versuche zeigten, dass bei Verwendung von Lotfolie Festigkeiten von bis zu 80% des Grundwerkstoffes erreicht werden. Für die Auslegung sind unter Anderem Schub-, Normkraft- und In-Plane-Belastung von Bedeutung. Letztgenannte berücksichtigt den Festigkeitseinfluss von intermetallischen Sprödphasen quer zur Belastungsrichtung. Mit entsprechenden Probengeometrien wurden sowohl statische als auch zyklische Kennwerte ermittelt und ein Goodman-Diagramm für die Auslegung erstellt. Ein Versuchsprogramm von mehreren hundert Proben war erforderlich, um belastbare Festigkeitswerte für einen sicheren

Betrieb zu ermitteln. Bisher wurden Demonstratoren verschiedener Größe gelötet. Die Fertigstellung des aero-

dynamisch und mechanisch prüffähigen Rotors (D= ~680 mm) erfolgt Anfang 2014.



Qualitätssicherung

Zur Qualitätssicherung des Rotors wird dieser im Blattbereich einer Röntgendurchstrahlung unterzogen. Dadurch sind eventuelle Fehlstellen in der Fügefläche gut erkennbar. Mittels eines CAD-Modells wurden die Positionen ermittelt, bei denen die Lötung am Besten sichtbar wird. Um alle Blattbereiche ausreichend zu erfassen, müssen 57 Einzelaufnahmen angefertigt werden, was mit einer Vorrichtung effizient und reproduzierbar geschehen kann.