

Fallstudie über spezielle Prüfaufgaben für Luftfahrt-Komponenten aus Titanlegierungen

Susanne HILLMANN *, David Maximilian SCHILLER-BECHERT *, Zsolt BOR *,
Robert MEYENDORF **, Daniel EYLON **, Norbert MEYENDORF *

* Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme,
Institutsteil Materialdiagnostik IKTS-MD, Maria-Reiche-Str. 2, 01109 Dresden,
susanne.hillmann@ikts-md.fraunhofer.de

** University of Dayton, Dayton /OH, USA

Kurzfassung

Titanlegierungen sind einige der am meisten entwickelten Luftfahrtmaterialien durch ihre exzellenten Materialeigenschaften wie Temperaturbeständigkeit und geringes Gewicht. Allerdings wurden sie in der Vergangenheit durch die hohen Kosten und den sehr komplexen Herstellungsprozess zum finalen Produkt nur in sehr begrenztem Maße für Luftfahrtkomponenten verwendet, wie beispielsweise in zivilen Triebwerken, und meist in medizinischen Implantaten. Die neu entwickelten Großraum-Passagierflugzeuge wie beispielsweise die Boeing 787 und der Airbus 350XWB enthalten eine große Menge an Titan-Bauteilen, weil in diesen Flugzeugen ein großer Anteil von Kohlefaserverbundwerkstoffen in der Flugzeugstruktur eingesetzt wird. Die traditionellen Aluminiumlegierungen können in Verbindung mit den Kohlefaserverbundwerkstoffen nicht länger eingesetzt werden, weil es zu einer starken Korrosionsreaktion kommt, die die Aluminiumbauteile gefährlich angreift. Zusätzlich passen die mechanischen Eigenschaften wie Wärmeausdehnung und E-Modul von Titanlegierungen besser zu den Eigenschaften der Kohlefaserverbundwerkstoffe, was zu einer Reduzierung der Grenzflächenspannungen an den Verbindungsstellen beider Werkstoffe führt, was wiederum die strukturelle Ermüdung der Bauteile verringert.

Über 20% dieser neuen Flugzeuge besteht nun aus Titanlegierungen, was einem Absolutwert von 20 t entspricht. Daher werden hochgenaue und qualifizierte NDT-Verfahren benötigt, um die Halbzeuge, Schmiedestücke, Rohbauteile sowie die fertigen Komponenten auf Fehlstellen zu überprüfen.

Dieser Beitrag präsentiert eine Fallstudien an größeren Einschlüssen in Ti-6-4 bestehend aus unerwünschter Mikrostruktur verursacht durch spezielle Herstellungsprozesse.



ULTRASCHALLPRÜFUNG AN TITAN 6-4 ZUR DETEKTION VERSTECKTER EINBRINGUNGEN

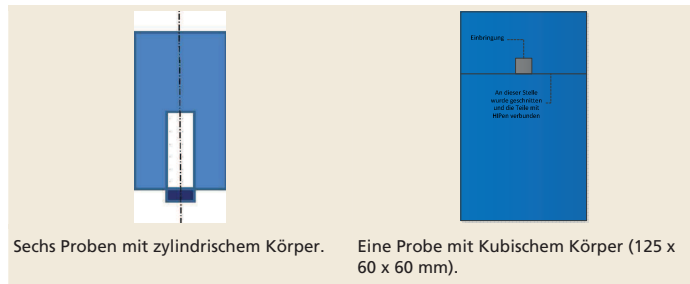
S. Hillmann¹, D.-M.Schiller-Bechert¹, Z. Bor¹, R. Meyendorf², N. Meyendorf¹, D. Eylon²

¹ Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme, Institutsteil Materialdiagnostik

IKTS-MD, ² University of Dayton

UNTERSUCHUNGEN AN TI 6-4 PROBEN MIT UNTERSCHIEDLICHEN KORNGESTRUKTUREN

Sieben Proben mit unterschiedlicher Abmaßen und Kornstrukturen wurden mit dem HIP-Verfahren (Heißisostatisches Pressen) gefertigt.

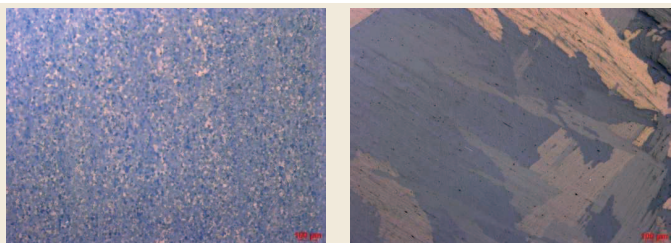


Die sechs Proben wurden aus gewalztem und geglühtem Alpha Titan hergestellt und ein Kern aus Titan mit sogenannten Alpha-Kolonien eingebracht. Die Proben sind 50 mm hoch, die Einbringungen sind 25 mm hoch. Hülle und Einbringung variieren im Durchmesser.

Für die Probe mit kubischem Körper wurde in ein gewalztes und geglühtes Alpha Titan mit gestreckten Körnern ein Beta-Titan eingebracht. Die Einbringung ist 10 x 10 x 10 mm groß.

GEFÜGE

Die Körner sind stark in Walzrichtung gestreckt und können längen von mehreren Millimetern erreichen.



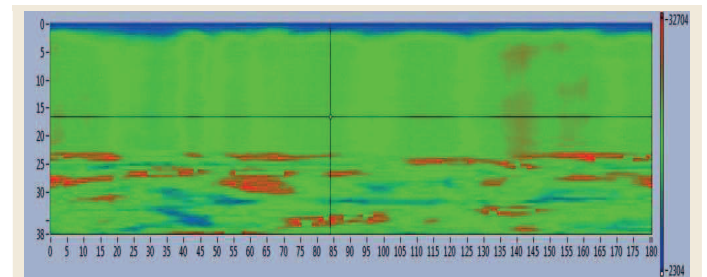
Gewalztes und geglühtes Titan 6-4.

Titan 6-4 mit Alpha-Kolonien.

Alpha-Kolonien sind Gruppen gleichgerichteter kleiner Alpha-Körner. Diese Gruppen haben akustische Eigenschaften wie ein einzelnes, großes, anisotropes Korn.

ERGEBNISSE

Die Proben wurden mit unterschiedlichen Prüfköpfen im Wasserbad in Umfangsrichtung (Abwicklung) sowie von den Stirnflächen abgescannt. Es wurden fokussierte wie auch unfokussierte Prüfköpfe mit Frequenzen von 1 bis 15 MHz verwendet. Die besten Ergebnisse wurden in der Abwicklung mit unfokussierten Prüfköpfen mit einer Frequenz von 5 bis 10 MHz erzielt.



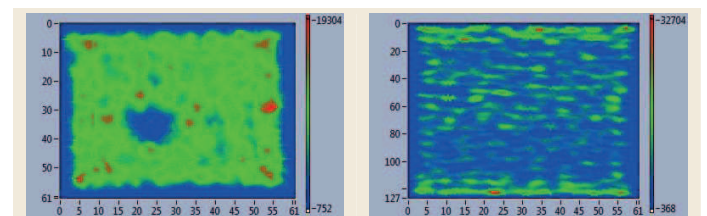
Summen-C-Scan der Abwicklung. 5 MHz- unfokussiert, 180° x 38mm.

C-Bilder

- In Gebieten ohne Einbringung vorwiegend einheitliche Amplitudenhöhe
- Strukturen mit stark unterschiedlichen Amplitudenhöhen, wahrscheinlich auf Grund der unterschiedlichen akustischen Dämpfung der Alpha-Kolonien mit abweichender Kornausrichtung im Bereich der Einbringungen

Kubische Probe

Diese Probe wurde mit unterschiedlichen Prüfköpfen im Wasserbad abgescannt.



Summen-C-Scan der Stirnseite; 10MHz- unfokussiert, 61 x 61mm.

Summen-C-Scan der Seitenfläche, 10MHz- unfokussiert, 127x61mm.

Es wurden unfokussierte Prüfköpfe mit Frequenzen von 2 bis 20 MHz verwendet. Es konnten ähnliche Effekte wie bei den zylindrischen Proben in Umfangsrichtung erzielt werden.

- Beste Ergebnisse mit unfokussierten Prüfköpfen mit 5-15 MHz
 - Starker Abfall der Amplitude der Rückwand im Bereich der Einbringung.
 - Kaum Informationen aus dem Gefügerauschen.
 - Auch bei grober Auflösung (Schrittweite 2 x 2mm) gut nachweisbar
- Beim Scan von der Seitenfläche
- Stark inhomogene Rückwandamplitude
 - Einbringung nicht detektierbar