Fraunhofer Institut Fertigungstechnik Materialforschung

Statusbericht zum IGF-Vorhaben „Reproduzierbare und vergleichbare Ermittlung von Haftfestigkeitswerten für thermische Spritzschichten - Untersuchung und Bewertung der Fehlergrößen im Haftzugversuch nach DIN EN 582“

IGF-Vorhaben Nr. 14.930 N / DVS-Nr. 2.053
Laufzeit: 01.01.2007 – 31.12.2008
Berichtsdatum: 08.10.2008

1 Durchgeführte Arbeiten in dem Berichtszeitraum (01.02.07 – 01.10.08):

- Planung und teilweise Durchführung eines Ringversuchs
- Überarbeitung und Fertigung von Probenhalterungen

Zu Beginn des Projekts wurden zusammen mit PBA-Mitgliedern in den einzelnen Unternehmen Fehlermöglichkeits- und Einflussanalysen (FMEA) durchgeführt. Dabei konnten u. a. die verschiedenen Vorgehensweisen bei der Durchführung des Haftzugversuchs untersucht werden. Ziel der FMEA war es, mögliche Fehlerquellen bei der Haftzuguntersuchung zu identifizieren. Hierbei wurden die einzelnen Prozessschritte, beginnend mit der Herstellung der Probe- und Abziehkörper bis hin zur Auswertung der Ergebnisse untersucht. Die einzelnen FMEA wurden anschließend zusammengefasst. Basierend hierauf, wurde eine detaillierte Arbeitsanweisung erstellt, mit der die Durchführung der Untersuchungen vereinheitlicht werden soll. Die Qualität der Arbeitsanweisung soll nun überprüft werden.

Dies wird im Rahmen eines Ringversuchs mit drei Teilnehmern durchgeführt, bei dem Haftzugproben durch die Teilnehmer herzustellen sind. Bei der Auswahl der Teilnehmer wurde darauf geachtet, dass wenigstens einer regelmäßig Haftzuguntersuchungen durchführt. Ein weiterer Teilnehmer sollte über geringe Erfahrung auf diesem Gebiet verfügen. Als hauptsächliche Fehlerquellen wurden u. a. die Verwendung verschiedener Klebstoffe und das Fügen (Verkleben) von Probe- und Abziehkörper identifiziert. Ein bedeutender Einfluss auf die Fügeoperation liegt in der Art der verwendeten Halterung. Diese ist zum einen für die koaxiale Lage der Prüfkörper zueinander und zum anderen für die Aufbringung des zum Aushärten des Klebstoffs erforderlichen Anpressdrucks verantwortlich. Daher wurden für die Durchführung des Ringversuchs neue Halterungen, die beide Funktionen sicher erfüllen, konstruiert und gefertigt. Um den Einfluss verschiedener Klebstoffe auszuschließen, werden alle Fügeoperationen mit dem Klebstoff Ultrabond 100 (HTK Hamburg) durchgeführt.

Im Rahmen des Ringversuchs wurden zunächst Probekörper gefertigt: Baustahl 1.0037; Durchmesser = 25^{h6}.. Diese wurden dann mittels HVOF- bzw. mittels Atmosphärischem Plasmaspritzen mit Cr_3C_2/NiCr bzw. YPSZ (Cr_3C_2/NiCr 75/25: GTV 80.81.1, -45+20; ZrO_2/Y_2O_3 92/8, GTV 40.23.1N, -40 +10 µm) beschichtet.

Die Aufgabe der teilnehmenden Unternehmen liegt nun darin, für jedes Schichtsystem fünf Haftzugproben herzustellen. Basierend auf der erstellten Arbeitsanweisung, gilt es hier die beschichteten Probe- und die zugehörigen Abziehkörper zu verkleben. Dabei sind die einzelnen Arbeitsschritte und Prozessparameter (Aushärtezeit, -dauer des Klebstoffs) zu dokumentieren. Um die o. g. Parameter aufzunehmen, werden den Chargen jew. ein mit einem Thermoelement versehener Probekörper hinzugefügt. Hierdurch lässt sich gewährleisten, dass erforderliche Aushärtetemperatur und -dauer eingehalten werden können. Außerdem wird zu jeder Charge eine sog. Nullprobe, bestehend aus zwei verklebten Probekörpern herzustellen. Diese dient zur Überprüfung der Qualität des verwendeten Klebstoffs. Abschließend werden für alle Proben Zugversuche durchgeführt, wobei alle Zugversuche mit ein und derselben Zug-Prüfmaschine durchgeführt werden, da die Zugmaschine mitsamt der Einspannvorrichtung bereits einen großen Einfluss auf die gemessene Haftzugfestigkeit hat, wie aus Bild 1 ersichtlich ist. Bild 2 gibt einen Überblick über den Ablauf des Ringversuchs.

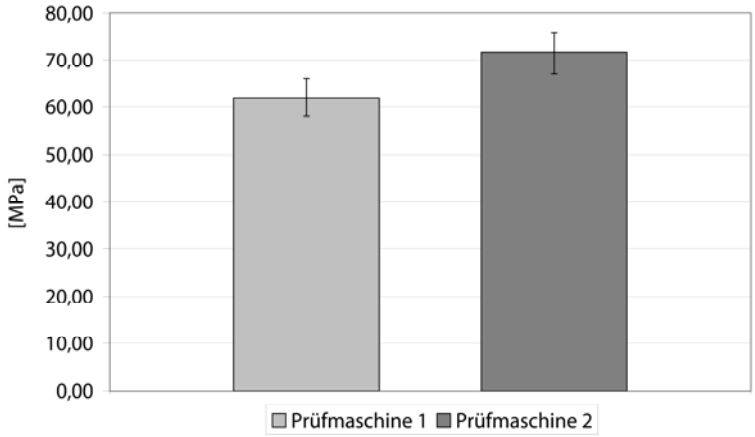

Bild 1: Haftzugfestigkeiten für identisch gefertigte Proben (Cr_3C_2/NiCr , Mittelwert aus 5 Messungen); die Werte wurden mit zwei unterschiedlichen Zugmaschinen aber identischer Prüfgeschwindigkeit erzielt.

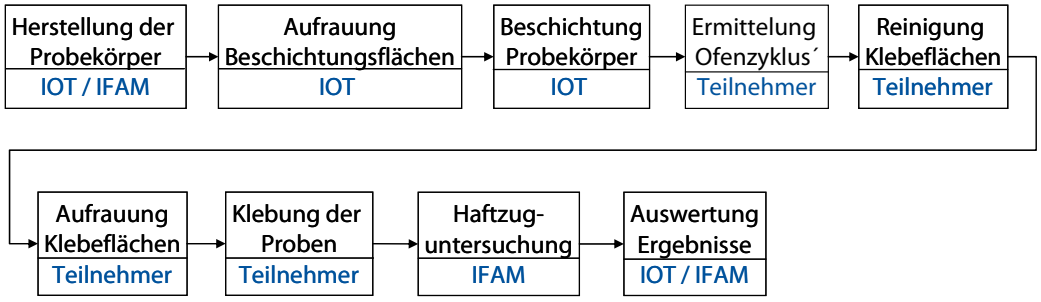

Bild 2: Schematische Darstellung des Ablaufs des Ringversuchs zur Bewertung der erstellten Arbeitsanweisung. Teilnehmer des Ringversuchs: GTV Verschleißschutz GmbH, MTU Aero Engines GmbH, Sulzer Metco AG

Bis dato wurden 30 Probekörper und zugehörige Abziehkörper (Durchmesser 25 ^{h6}) hergestellt und mit den beiden oben genannten Schichtsystemen beschichtet. Dabei wurden alle Prozessschritte, beginnend mit der Probenherstellung ausführlich dokumentiert. Die Proben wurden an die verschiedenen Teilnehmer des Ringversuchs zur Herstellung von Haftzugproben verschickt. Die Durchführung der Haftzugversuche wird anschließend am Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung durchgeführt.

2 Geplante Arbeiten

- Abschluss und Auswertung des Ringversuchs
- Überarbeitung der erstellten Arbeitsanweisung auf Basis der Ergebnisse des Ringversuchs