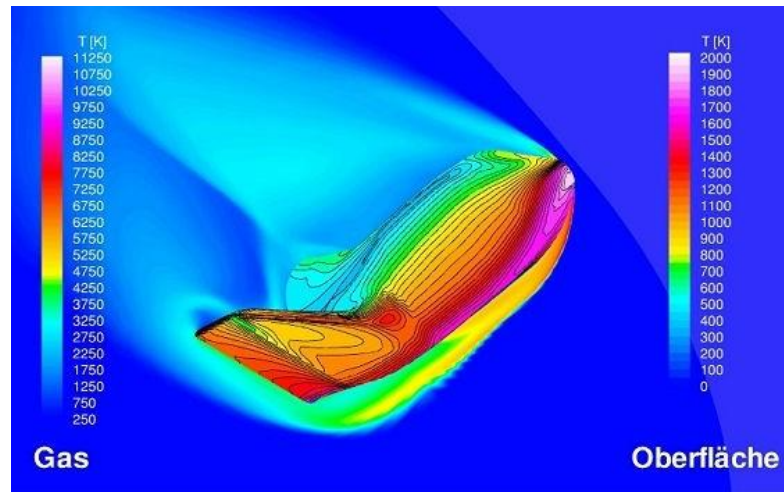


Technologiebereich: Materialien und Verfahren

Kennziffer: TD-DE-1031

Hochleistungs-Plasmabeschichtungsverfahren

Der Wiedereintritt in die Erdatmosphäre ist neben dem Start diejenige Flugphase, während der die größten Belastungen auf ein Raumfahrzeug einwirken. Um die Belastungen, welche das Hitzeschutzsystem eines Raumfahrzeuges auf seinem Rückflug durch die Erdatmosphäre oder beim Eintritt in die Atmosphäre eines anderen Planeten erfährt, am Boden zu simulieren, stützt man sich auf Plasmaquellen, die zur Qualifikation der Hitzeschutzmaterialien für Wiedereintrittsfahrzeuge in Bodentestanlagen eingesetzt werden. Um ein Versagen der in Frage kommenden Hitzeschutzmaterialien ausschließen zu können, müssen in diesen Anlagen Plasmaströmungen erzeugt werden, die die tatsächliche Belastung an der Oberfläche des Fahrzeugs nachbilden. Während des Bodentests müssen also die Plasmazusammensetzung und die Plasmatemperatur in Oberflächennähe so eingestellt werden, dass die thermischen und chemischen Belastungen denen des Fluges entsprechen.



Für die Plasmaquellen, die für Bodentests eingesetzt werden, bedeutet dies:

- Die Plasmageneratoren müssen in der Lage sein, Plasmaströmungen zu erzeugen, deren Zusammensetzung der des Planeten entspricht, in dessen Atmosphäre das Raumfahrzeug eintreten soll. Als Beispiele seien Luftplasmen für den Fall des Erdwiedereintritts, Kohlenstoffdioxidplasmen für einen Eintritt in die Marsatmosphäre oder Stickstoff-Argon-Methan-Plasmen für einen Eintritt in die Atmosphäre des Saturnmondes Titan genannt.
- Die Temperatur im Plasmastrahl muss sehr hoch sein. Sie kann bei der Rückkehr von einer interplanetaren Mission mehrere zehntausend Grad betragen.
- Während des Eintritts in die Atmosphäre ändert sich der Druck unter Umständen um mehrere Größenordnungen. Die Plasmaquellen müssen in der Lage sein, diese Änderung ebenfalls zu simulieren.
- Es müssen sehr viele Plasmateilchen pro Zeiteinheit zur Oberfläche des untersuchten Probenmaterials transportiert werden, damit die chemischen Vorgänge an der Oberfläche nachgebildet werden.

Die Leistungsfähigkeit der Plasmageneratoren bildet den Schlüssel zu einer neuen Beschichtungstechnologie, dem Hochleistungs-Plasmabeschichtungsverfahren, das sich durch folgende Eigenschaften auszeichnet:

- Die Plasmageneratoren arbeiten mit großen Leistungen. Entsprechend große Stoffmengen werden umgesetzt.
- Es bietet sich eine große Auswahl von Primärgasen bzw. Zmischgasen (z. B. N_2 , H_2 , O_2 , CO_2 , CH_4).
- Es lassen sich alle Stoffe im Plasma schmelzen und verdampfen. Sie können des Weiteren im Plasma reagieren.
- Die Reaktionen im Plasmastrahl sind steuerbar. Dadurch wird auch der Schichtaufbau steuerbar, was ein Schichtdesign ermöglicht.

- Die Beschichtung weist eine gute Verzahnung mit dem Grundwerkstoff auf, wodurch maximale Haftung erzielt wird.
- Eine hohe Beschichtungsgeschwindigkeit ist möglich.

Drei unterschiedliche Arten von Plasmageneratoren werden für die Entwicklung von Beschichtungstechnologien eingesetzt:

1. Gleichstromplasmageneratoren
2. induktiv beheizte Generatoren
3. Hybridplasmageneratoren (Gleichstromgenerator mit induktivem Nachbrenner).

Damit steht ein Werkzeug zur Verfügung, welches es ermöglicht, bekannte Schichtsysteme deutlich schneller und wirtschaftlicher aufzubringen als viele etablierte Verfahren. Als Beispiel hierfür seien Spiegelschichten für Solaranwendungen aus Aluminium, Titan oder Silizium genannt. Außerdem bietet diese Anlagentechnik ein erhebliches Potenzial für die Entwicklung neuer Schichtsysteme. Dabei kommen sowohl Multilayerschichten als auch Gradientenschichten in Betracht. Besonderes Potenzial bietet dabei die mögliche Stoffvielfalt der erzeugten Plasmastrahlen.

Innovative Aspekte:

Die innovative Plasmaquellentechnologie ermöglicht die Erhöhung der Beschichtungsgeschwindigkeit, eine bessere Haftung der Schichten sowie neue Schichtsysteme bis hin zum Schichtdesign.

Anwendungsbereiche

Das Hochleistungs-Plasmabeschichtungsverfahren ist eine innovative Oberflächentechnologie. Seine Anwendungsbereiche befinden sich im Bereich des Korrosions-, bzw. Verschleißschutzes sowie in der Solartechnik.

Art der Zusammenarbeit

Interesse besteht an der Gründung eines Joint Ventures bzw. an der Vergabe von Lizenzvereinbarungen.