Hochtemperaturoxidationsschutz für Nickelwerkstoffe durch Fluorimplantation

19656 BG

Konventionelle Nickellegierungen bilden gewöhnlich bei Hochtemperaturexposition in oxidierenden Atmosphären eine Chromoxidschicht. Diese Chromoxidschicht weist allerdings einige Nachteile auf, da beispielsweise in wasserdampfhaltigen Atmosphären unerwünschte Reaktionen stattfinden können. Durch eine Fluorimplantation soll bei diesen Legierungen eine Schutzwirkung über den Fluoreffekt erzielt werden. Damit bildet sich eine schützende Aluminiumoxidschicht (α-Al_2O_3) auch auf Legierungen aus, deren Aluminiumgehalt nicht zur Bildung einer Schutzschicht unter Oxidationsbedingungen ausreicht.

In diesem Projekt wurde Fluor in Proben von unterschiedlichen Legierungen (Alloy 602, Alloy 617, Haynes 214, Haynes 224, Haynes 233 und IN 713 C) implantiert. Dazu wurden sowohl die Beamline-Ionen-Implantation- (BLI[2]) als auch die Plasma-Immersion-Ionen-Implantation- (PI[3]) eingesetzt. Die unbehandelten und behandelten Proben wurden bei 900°C bis 1000°C an Luft isotherm und thermozyklisch ausgelagert und anschließend das Oxidationsverhalten analysiert.

Die unbehandelten Materialien haben nach Hochtemperaturexposition an Luft eine äußere chromreiche Mischoxidschicht ausgebildet, unter der sich lokal nach innen gerichtet Aluminiumoxid befindet. Solch ein Schichtaufbau gewährleistet keinen langandauernden Oxidationsschutz. In wasserdampfhaltigen Atmosphären finden hier schon ab ca. 650 °C unerwünschte Reaktionen des Chromoxids statt.

Bei den Proben mit der Fluor-Implantation hat sich eine Oberflächenrandzone von ca. 100 nm Breite ausgebildet. Diese dünne Zone beeinflusst die mechanischen Eigenschaften der Materialien nicht, aber es zeigt sich ein unterschiedliches Bild im Oxidationsverhalten der Legierungen. Legierungen mit einem Aluminiumgehalt von ≤ 2,5 Gew.-% zeigen keine Veränderung im Oxidationsverhalten (z.B. Alloy 617). Bei den Legierungen mit einem Al-Gehalt von > 3 Gew.-% bildet sich eine Aluminiumoxidschutzschicht aus. Hier hat sich nach Auslagerung bei 900°C eine äußere Al_2O_3-Schicht gebildet, die das Bauteil gegenüber aggressiven Atmosphären schützt.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema von 01/18 bis 10/20 am **DECHEMA-Forschungsinstitut** (Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main, Tel. 069/ 7564-337) unter der Leitung von PD Dr. Mathias Galetz (Leiter der Forschungseinrichtung Prof. Dr. Jens Schrader) und dem **Forschungszentrum Rossendorf, Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf e.V.** (Bautzner Landstraße 400, 01328 Dresden, Tel. 0351/260-3612) unter der Leitung von Dr. Wolfgang Skorupa (Leiter der Forschungseinrichtung Prof. Dr. Roland Sauerbrey).

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben Nr. 19656 BG der Forschungsvereinigung DECHEMA, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.