# Werkstofftechnische Maßnahmen zur Reduzierung der Abscheidung von Kohlenstoff auf Anlagenbauteilen durch Blockierung der katalytischen Wirkung von Werkstoffoberflächen

16294 N

In diesem Projekt wurde die in einem früheren Forschungsvorhaben (IGF-Vorhaben 15237N) entwickelte innovative Nickel-Zinn-Beschichtung auf ihr Metal Dusting-Verhalten untersucht. Kurze Auslagerungsversuche im ersten Projekt haben bereits gezeigt, dass eine signifikante Verbesserung der Stähle gegenüber dem Metal Dusting-Angriff besteht. Die Korrosionsversuche wurden nun bis 3000 h verlängert und die Auslagerungstemperatur variiert. Außerdem wurden noch Auslagerungen bei 20 bar durchgeführt und ausgewertet.

Die beschichteten ferritischen Stähle P11 und P91 wurden zusätzlich zur Auslagerung bei 620°C auch bei 500°C Metal Dusting-Bedingungen ausgesetzt. Bei den beschichteten hochlegierten Stählen und der Nickelbasislegierung wurden Temperaturen von 800°C gewählt. Es konnte gezeigt werden, dass für die Beständigkeit der Nickel-Zinn-beschichteten niedriglegierten Stähle die Diffusionsgeschwindigkeit von Eisen durch die Schicht und entlang von Korngrenzen ausschlaggebend ist. Da dieser Prozess bei 500°C langsamer abläuft als bei der höheren Auslagerungstemperatur von 620°C, bleibt der Werkstoff länger geschützt. Als allgemeines Problem hat sich aber bei den Auslagerungen des Werkstoffes P91 das Auftreten von Kanteneffekten gezeigt. Die Beschichtung reißt auf, da die thermischen Ausdehnungskoeffizienten sich zu stark unterscheiden.

Die hochlegierten Stähle und die Nickelbasislegierung zeigten eine sehr gute Stabilität bei 620°C bis zum Ende der Auslagerung nach 3000 h. Es bildete sich eine Diffusionsbarriere in der nickelverarmten Interdiffusionszone. Die Beschichtung blieb in ihrer chemischen Zusammensetzung beständig und verlor dadurch nicht ihre Schutzfunktion. Die beschichteten hochlegierten Werkstoffe Alloy 800, Alloy 600 und AISI 321 wurden auch bei 800°C unter Metal Dusting-Bedingungen ausgelagert. Die vor Interdiffusion schützende Barriereschicht zwischen Substrat und Beschichtung bildete sich bei der höheren Temperatur nur für das Substrat Alloy 800 zuverlässig auf der ganzen Probe aus, während es bei den anderen Werkstoffen zur Interdiffusion kam und dadurch auch zu Phasenumwandlungen in der intermetallischen Nickel-Zinn-Schicht. Es sind Wachstumsspannungen entstanden und somit haben sich Defekte ausgebildet.

Zum Abschluss wurde noch eine Versuchsreihe mit Nickel-Zinn-beschichteten Proben in synthetischer Luft durchgeführt, um die Schichtveränderungen bei hohen Sauerstoffpartialdrücken zu untersuchen. Hierzu wurden TGA-Messungen bei 620°C in synthetischer Luft durchgeführt. Die Beschichtung oxidierte, wobei sich zunächst das Zinnoxid vorrangig an der Oberfläche bildete. Durch die resultierende Zinnverarmung in der intermetallischen Schicht kommt es zur Phasenumwandlung in eine nickelreichere Phase. Dieser Prozess führt zu Defekten in der Beschichtung und es kommt zu einer Oxidation des Substrats unterhalb der Beschichtung. Es konnte gezeigt werden, dass ca. 10 h Lufteinwirkung für die Beschichtung tolerabel sind.

Um die Widerstandsfähigkeit der Beschichtung gegenüber Sauerstoff zu erhöhen, wurde versucht, Oxidschichtbildner einzubauen. Die Diffusion von Titan in die Beschichtung ist bis 25 at% geglückt, es bildet jedoch keine ausreichend dichte Oxidschicht. Daher wurde die co-Diffusion mit Aluminium in die Nickel-Zinn-Schicht ausprobiert. Die Kinetik der Bildung von Ni-Al und Ni-Sn-Schichten konnte aber noch nicht hinreichend angepasst werden. Für eine optimale Beschichtungszusammensetzung sind deshalb weitere Versuche notwendig. Die Einsatzgrenzen der Nickel-Zinn-Schicht konnten bestimmt werden und die Wirksamkeit der Beschichtung bis 3000 h unter Metal Dusting-Bedingungen wurde verifiziert.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema vom 01/10 bis 12/12 von der **DECHEMA e.V., Karl-Winnacker-Institut** (Theodor-Heuss-Alle 25, 60486 Frankfurt am Main, Tel.-Nr. 069-7564-361) unter der Leitung von Prof. Dr. M. Schütze (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. K. Wagemann) und dem **DECHEMA-Forschungsinstitut** (Theodor-Heuss-Alle 25, 60486 Frankfurt am Main, Tel.-Nr. 069-7564-361) unter der Leitung von Prof. Dr. M. Schütze (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. M. Schütze)

--> TIB

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben Nr. 16294 N 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.