Entwicklung eines Schutzschichtsystems zur Erhöhung der Oxidationsbeständigkeit von Dampferzeugerwerkstoffen in wasserdampfhaltigen Hochtemperaturatmosphären

17205 N

Die ferritisch-martensitischen Stähle sind aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften und ihres Preisvorteils besser als Dampferzeugerwerkstoffe geeignet als die bisher eingesetzten austenitischen Stähle oder Nickelbasislegierungen. Allerdings führt der geringere Chromgehalt in diesen Stählen durch Abdampfungseffekte der flüchtigen Chromspezies zu einem schnelleren Versagen der schützenden Oxidschicht und damit auch des Bauteils.

Um das Oxidationsverhalten zu verbessern, wurden diese Stähle mit Hilfe eines optimierten Pulverpackverfahrens beschichtet. Als Diffusionselemente wurden Mangan und Chrom gewählt. Beide bilden bei hohen Temperaturen in oxidierenden Atmosphären einen Chrom-Mangan-Spinell. Dieser weist aus thermodynamischer Sicht eine hohe Stabilität in wasserdampfhaltigen Atmosphären auf. Es wurden aber auch reine Chrombeschichtungen untersucht, da ein hoher Chromgehalt in der Metallrandzone zu einer signifikanten Verbesserung der Oxidationsbeständigkeit beitragen kann, ohne die mechanischen Eigenschaften des Bauteils zu verändern.

Die Beschichtungsversuche mit Chrom und Mangan führten zu einer Anreicherung beider Elemente in der Metallrandzone. Durch verschiedene Verfahrensweisen ließen sich unterschiedliche Diffusionsschichten herstellen. Es war möglich die Menge der Elemente und deren Diffusionstiefe zu variieren.

Die ebenfalls neu entwickelte Alternative der Anreicherung der Metallrandzone mit reinem Chrom durch ein Pulverpackverfahren mit Chrom als Diffusionselement und Manganchlorid als Aktivator führte zu einer tiefen chrom-angereicherten Zone mit einem reinen Chromkarbid auf der Oberfläche.

Dass sich die Oxidationsbeständigkeit durch diese Methoden sehr stark verbessert hat, konnte für verschiedene wasserdampfhaltige Hochtemperaturatmosphären gezeigt werden. Vor allem die letztgenannten reinen Chrombeschichtungen mit dem großen Reservoir an Chrom in der Diffusionszone und der Karbidschicht auf der Oberfläche zeigten in allen untersuchten Atmosphären eine signifikante Verbesserung des Oxidationsverhaltens. Es bildete sich eine dünne Chromoxid-Schicht auf der Oberfläche, die den Werkstoff vor weiterer Korrosion schützt. Sie kann zwar die Abdampfung des Chrom-Oxihydroxids nicht ganz verhindern, aber der hohe Chromgehalt der Karbidschicht und die darunter liegende angereicherte Randzone dienen als Reservoir für Chrom. Außerdem ist die Oxidationskinetik des Chromkarbids sehr langsam. Dadurch wird der Verlust durch eine Neubildung des Oxids ebenfalls signifikant vermindert. Ein Durchbruch der Schicht ist erst deutlich jenseits der maximal untersuchten Prüfdauer von 4000 h zu erwarten. Die Beschichtung ferritisch-martensitischer Stähle ermöglicht deren Einsatz bei Temperaturen von 650°C und mehr in wasserdampfhaltigen Atmosphären und verlängert die Standzeit des Bauteils signifikant. Die Beschichtungen sind unter anderem für einen Einsatz in Kraftwerken oder Chemieanlagen sehr interessant.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema vom 7/11 bis 09/13 bei der **DECHEMA e.V., Karl-Winnacker-Institut** (Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main, Tel.: 069/7564-361) unter der Leitung von Prof. Dr. M. Schütze (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. K. Wagemann) und dem **DECHEMA-Forschungsinstitut** (Theodor-Heuss-Str. 25, 60486 Frankfurt am Main, Tel.: 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. 17205 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.