

Prüfanlage Untersuchung von Materialeigenschaften unter thermisch/chemischer Belastung

Diplomand



Manuel Ziegler

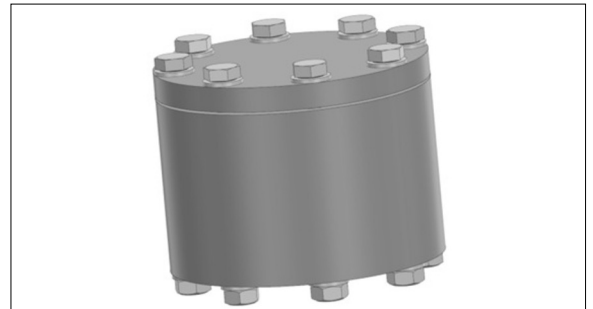
Problemstellung: In industriellen Hochtemperaturanwendungen wie Müllverbrennungsanlagen oder Gasturbinen kommen häufig hochlegierte Werkstoffe wie Inconel 625 zum Einsatz. Diese zeichnen sich durch hohe Korrosions- und Temperaturbeständigkeit aus, sind jedoch kostenintensiv. Um wirtschaftlichere Lösungen zu ermöglichen, werden zunehmend Cladding-Beschichtungen verwendet, bei denen eine dünne Schicht eines beständigen Werkstoffs auf einen günstigeren Grundwerkstoff aufgetragen wird. Da die realen chemischen und thermischen Bedingungen oft nur ungenau bekannt oder schwer vorhersagbar sind, erfolgt oftmals eine Überdimensionierung der Bauteile. Dies verursacht unnötigen Materialverbrauch und höhere Kosten. Zudem fehlt bisher die Möglichkeit, die chemische Beständigkeit solcher Claddings systematisch und praxisnah zu prüfen. Kompakte Prüfstände, die gleichzeitig aggressive Medien wie HCl und hohe Temperaturen simulieren, existierten bislang nicht.

Ziel der Arbeit: Ziel dieser Bachelorarbeit war die Entwicklung, Konstruktion und Inbetriebnahme einer kompakten Prüfanlage zur Bewertung der chemischen Beständigkeit von Cladding-beschichteten Metalllegierungen unter praxisnahen Bedingungen. Dabei lag der Fokus insbesondere auf der Kombination von hoher Temperaturbelastung (350 °C) und der Einwirkung von chloridhaltiger Atmosphäre (HCl). Die Prüfbedingungen orientieren sich an den Vorgaben der Norm ASTM G31-21 für Korrosionstests im Immersionsverfahren, wobei der Aufbau an die spezifischen Anforderungen eines geschlossenen Systems angepasst wurde. Es wurde eine versuchsoptimierte Kapselkonstruktion aus Titan Grade 2 entwickelt, die den Belastungen durch Druck, Temperatur und chemischer Reaktion widerstehen kann. Für die Durchführung der Versuche wurde ein definierter Probenhalter konstruiert, der vier Proben unterschiedlicher Legierungen gleichzeitig aufnehmen kann. Zur Bewertung der Korrosionsbeständigkeit wurden Massenverlustmessungen durchgeführt und die Probenoberflächen mikroskopisch analysiert.

Fazit: Mit der entwickelten Prüfanlage konnte ein reproduzierbares und praxisnahes Verfahren zur Untersuchung der chemischen Resistenz von Beschichtungen in HCl-haltiger Umgebung bei hohen Temperaturen realisiert werden. Die Versuchsergebnisse zeigten signifikante Unterschiede im Korrosionsverhalten der getesteten Werkstoffe, wobei die Einflüsse der Legierungszusammensetzung klar erkennbar waren. Auch wenn eine vollständige Validierung des Systems noch aussteht, konnten erste belastbare Erkenntnisse zur Materialwahl und Auslegungsmethodik gewonnen werden. Die entwickelte Anlage bietet ein hohes Potenzial für weiterführende Forschungs- und

Entwicklungsarbeiten im Bereich korrosionsresistenter Cladding-Anwendungen. Für die Zukunft wird empfohlen, zusätzliche Sensorik zur kontinuierlichen Erfassung von Druck- und Temperaturverläufen zu integrieren sowie die statistische Auswertung mehrerer Testreihen zur Verbesserung der Reproduzierbarkeit vorzunehmen. Die Arbeit leistet damit einen wertvollen Beitrag zur wirtschaftlichen und technisch fundierten Bewertung von Beschichtungssystemen in herausfordernden Einsatzbereichen.

Prüfaufbau, geeignet für HCl Umgebung und Versuchstemperatur 350°C
Eigene Darstellung



Proben und Prüfstand nach dem zweiten Versuchsdurchgang mit 350°C, in HCl-Umgebung und Versuchsdauer von 168h
Eigene Darstellung



Aufnahme unter Mikroskop von einer Inconel 625 Legierung, links vor dem Versuch, rechts nach dem Versuch
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr.Ing.
Mohammad Rabiey

Korreferent
Dr. Fredy Kuster,
Neuhaus SG, SG

Themengebiet
Konstruktion und
Systemtechnik