

AiF-Nr. 14230 BR 1/2

Thema: Erhöhung der Beständigkeit von Hochtemperaturwärmedämmmaterialien in Industrieöfen mit H₂-haltiger Schutzgasatmosphäre (EBEST)

Forschungsstelle: Bergakademie Freiberg
Lehrstuhl für Technische Thermodynamik
DBI Gastechnologisches Institut Freiberg

Leiter des Projektes: Prof. G. Walter
Dr.-Ing. M. Werschky

Betreut durch: AK 6

Laufzeit: 01.02.2005 – 30.06.2007

Zusammenfassung:

Ziel des Forschungsvorhabens war die Untersuchung und Quantifizierung der Schädigung von feuerfesten Wärmedämmstoffen durch wasserstoffhaltige Ofenatmosphären in Industrieöfen. Im Mittelpunkt standen die Untersuchung des Schädigungsmechanismus, die Ermittlung der Korrosionsraten in Abhängigkeit von den konkreten Expositionsbedingungen (Temperatur, Zeit, Zusammensetzung der Ofenatmosphäre) und den Materialeigenschaften (chemische Zusammensetzung, Porosität, Struktur) sowie die Ermittlung relevanter Stoffeigenschaften vor und nach der Wasserstoffbelastung. Aus den Ergebnissen sollten Vorhersagemodelle für die Lebensdauer von feuerfesten Zustellungen unter diesen Bedingungen abgeleitet und geeignete Zustellungsvarianten entwickelt werden.

Im Rahmen des Projektes wurden Materialproben verschiedener Feuerfestwerkstoffe (Feuerleichtsteine, dichte Steine, Matten aus Hochtemperaturwolle und Dämmplatten) in reiner Wasserstoffatmosphäre einer Auslagerung unterzogen. Während der Versuche wurden die Expositionszeit (bis 192 Stunden) und die Maximaltemperatur (von 1100 °C bis 1500 °C) variiert. Ergänzend wurden einige Proben in Gasgemischen (Formiergas und Endogas) ausgelagert.

Die Korrosion der keramischen Werkstoffe wird über den Masseverlust bestimmt. Dieser hängt vom SiO₂-Gehalt, der Auslagerungstemperatur und der Expositionszeit ab. Mit steigenden Werten dieser Parameter erhöht sich der Masseverlust. Bei fast allen Proben zeigte sich ein entscheidender Einfluss von Geometrie und Größe der Proben. Die Porosität der Steine hat nur einen geringen Einfluss auf die H₂-Korrosion. Die Steine werden aufgrund ihrer kleineren Oberfläche weniger angegriffen als die Materialien aus Hochtemperaturwolle. Die Korrosion nimmt mit steigender Temperatur überproportional zu. Die Versuchsergebnisse werden von den Strömungsverhältnissen im Ofen beeinflusst.

Die thermochemischen Belastungen der Al₂O₃/SiO₂-Feuerfeststeine verändern nur die Kaltdruckfestigkeit, die mit steigender Auslagerungstemperatur abnimmt. Dagegen lässt sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der H₂-Exposition der feuerfesten Steine und der Heißbiegefestigkeit nachweisen. Bei keinem der untersuchten Materialien konnte bei den gewählten Auslagerungszeiten ein eindeutiger Einfluss der Auslagerung auf die Wärmeleitfähigkeit festgestellt werden.

Aus den gemessenen Masseverlusten der Steine werden geschädigte Schichtdicken berechnet. Aus den Ergebnissen werden Zustellbeispiele abgeleitet und wärmetechnisch bewertet. Es werden Gestaltungshinweise für Ofenwände bei Wasserstoffatmosphäre gegeben. Besonderes Augenmerk erfordern Anlagen mit wechselnder Atmosphärenzusammensetzung. Zusätzlich werden Empfehlungen für die Überwachung der feuerfesten Zustellung dieser Anlagen im Betrieb erarbeitet. Alle Hochtemperaturwollen verlieren durch die H₂-Exposition spürbar an Elastizität und sollten deshalb bei Verwendung in Wasserstoff in jedem Fall nur als Hinterisolierung eingesetzt und möglichst eingehaust werden.

Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.

Das Forschungsvorhaben Nr. 14230 BR der Forschungs-Gesellschaft Verfahrenstechnik e.V. wurde im Programm zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie über die AiF finanziert.