

Langlebige keramische Wärmetauscherwaben für Abluftreinigungsanlagen

Dr. Uwe Petasch, Dipl.-Ing. (FH) Stephanie Schlotza,
M.Sc. Lasse Fabian Köhl, Dipl.-Krist. Jörg Adler

Die regenerative thermische Oxidation (RTO) ist ein Abgasreinigungsverfahren, das in industriellen Anlagen zur Minderung von Kohlenwasserstoffemissionen eingesetzt wird. Dazu werden die Abgase in Oxidationsreaktoren auf hohe Temperaturen erhitzt, bei denen die enthaltenen flüchtigen organischen Verbindungen (Volatile Organic Compounds, VOC) mit Sauerstoff umgesetzt werden. Zur regenerativen Wärmerückgewinnung werden vielfach keramische Waben als Wärmeübertrager (Regeneratoren) eingesetzt. Diese sind in Wabenbetten angeordnet, die abwechselnd vom gereinigten heißen Abgas durchströmt und vorgewärmt werden und nach Umkehrung der Strömungsrichtung die aufgenommene Wärmeenergie auf das kalte ungereinigte Abgas übertragen. Bei Abgastemperaturen von 800–900 °C und ausreichender VOC-Konzentration wird ein autothermer Betrieb der RTO-Anlage durch eine selbsterhaltende Verbrennung der organischen Verbindungen im Abgas ermöglicht.

Aufgrund seiner hohen thermischen und chemischen Beständigkeit wird Tonerdeporzellan häufig als Werkstoff für keramische Wärmetauscher eingesetzt. Trotz der guten mechanischen Festigkeit führen hohe Temperaturunterschiede im Wärmetauscherbett und häufige Temperaturwechsel jedoch zu einer Degradation der Waben. Untersuchungen am Fraunhofer IKTS an gealterten Waben haben gezeigt, dass sich durch Rissbildung an der inneren Oberfläche die Porosität des Wabenmaterials erhöht. Dadurch können sich vermehrt Zersetzungsprodukte an der Oberfläche ablagern. In der Folge sinkt die Effizienz der Wärmeübertragung deutlich und der Grenzwert für die Kohlenwasserstoffemissionen kann nicht mehr sicher eingehalten werden.

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Vorhabens »LanRTO« zur Entwicklung langlebigerer Abluftreinigungsanlagen wurde am Fraunhofer IKTS an Werkstoffen und Verfahren zur Oberflächenstabilisierung keramischer Wabenkörper geforscht. Ziel war es, deren Degeneration und den damit verbundenen Performanceverlust im RTO-Prozess zu verringern. Gemeinsam mit dem Projektpartner Relox Anlagen GmbH wurde an der Ver-

besserung des RTO-Verfahrens gearbeitet, um zukünftige Grenzwertanforderungen bei Dauermessungen sicher einhalten zu können.

Hierzu wurden Schutzschichten aus Glasurmaterialien zur Versiegelung und Oberflächenstabilisierung des Keramikmaterials sowie ein geeignetes Beschichtungsverfahren zur Nachbehandlung handelsüblicher Keramikwaben entwickelt. Die homogensten Schichten mit guter Schichtanbindung zum Substrat und Schichtdicken im Bereich von 35–70 µm wurden mit Glasuren erreicht, deren Einbrenntemperatur unterhalb des Erweichungspunkts der Keramikwaben liegt. Durch die Schutzschichten wird die Oberflächenporosität des Wabenmaterials verringert und die Rissbildung in der Wabenoberfläche minimiert. Außerdem besitzen die Glasuren durch ihr Erweichungsverhalten bei höheren Temperaturen ein Potenzial zum Ausheilen von Rissen in der Schicht. Nach realen Tests beschichteter Waben im RTO-Prozess konnte keine die Performance beeinträchtigende Adsorption von Kohlenwasserstoffen und Zersetzungsprodukten aus dem Abgas festgestellt werden.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung von keramischen Wärmespeichermaterialien mit applikationsorientierten Eigenschaften
- Entwicklung von Verfahren zur Werkstoffmodifizierung und Oberflächenbeschichtung
- Charakterisierung von Waben substraten und Wärmespeichermaterialien hinsichtlich chemischer, mechanischer und thermischer Eigenschaften

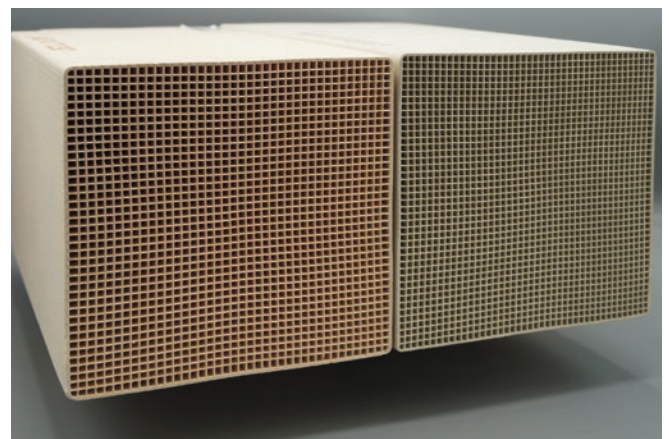


Bild 1: Keramische Wärmeträger aus Tonerdeporzellan mit Glasurbeschichtung vor (rechts) und nach (links) Einsatz im RTO-Prozess.