



HOCHDYNAMISCHE MIKROWELLENBEHEIZUNG VON REAKTOREN

Dr. Uwe Petasch, Dipl.-Krist. Jörg Adler

Aufgrund ihrer großen geometrischen Oberfläche und ihres guten Durchströmungsverhalten eignen sich strukturierte Katalysatoren, z. B. in Form keramischer Waben oder Schäume, hervorragend für die Verwendung in heterogen katalysierten Gasreaktionen, wie zur Schadstoffreduzierung von Abgasen. Im Gegensatz zu Waben besitzen offenzellige Keramikschaume eine Netzwerkstruktur, die zusätzlich einen radialen Stoff- und Temperaturtransport ermöglicht und damit zur Intensivierung von Reaktionen beitragen kann. Katalysatoren werden eingesetzt, um die Aktivierungsenergie chemischer Reaktionen zu verringern. Sie benötigen jedoch ebenfalls Mindestenergien, um ausreichende Umsatzraten zu erzielen. Daher ist ein optimales thermisches Management die Voraussetzung für eine effiziente Reaktionsführung. Herkömmliche Methoden zum Aufheizen bzw. Abkühlen von Katalysatoren basieren auf klassischen Techniken der Wärmeübertragung mittels Konvektion, Wärmeleitung und -strahlung. In den meisten Fällen sind diese jedoch träge und damit nur schwer regelbar. Mikrowellen hingegen ermöglichen durch ihre kontaktlose, volumetrische Wärmeübertragung ein schnelles Aufheizen der Katalysatoren und können dadurch die katalytische Schadstoffreduzierung vor allem bei diskontinuierlich auftretenden Abgasmengen, anwendungsbedingten Schwankungen der Abgastemperatur oder dynamisch ablaufenden Reaktionen wesentlich effizienter steuern.

Das Fraunhofer IKTS hat in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT eine hochdynamische Mikrowellenbeheizung sowie eine skalierbare Anlagentechnik für mikrowellenbeheizte Reaktoren entwickelt. Dazu wurde das Mikrowellenverhalten von Katalysatorträgern aus Schaumkeramik untersucht und diese für Anwendungen in der Gas-

phasenchemie erprobt. Voraussetzung für eine schnelle und präzise thermische Beeinflussung der Reaktionsführung ist zum einen eine homogene und hohe Eindringtiefe des Mikrowellenfelds in den Reaktionsraum und zum anderen ein hinreichender Eintrag der Mikrowellenenergie zur direkten Aufheizung des Katalysatormaterials. Um diesen Anforderungen zu entsprechen, wurden die dielektrischen Eigenschaften offenzelliger Schaumkeramiken aus Siliciumcarbid gezielt eingestellt, indem die Zellstruktur und die Materialzusammensetzung der Katalysatoren modifiziert wurden. Validierungstests des Reaktorsystems in der CO- und HC-Oxidation sowie der DeNOx-SCR-Reaktion belegen die Vorteile dieser Beheizungsmethode gegenüber den klassischen Verfahren, vor allem in dynamischen Prozessen. In allen Fällen konnten die Katalysatoren mittels Mikrowellen in weniger als zehn Sekunden so aufgeheizt werden, dass sie Reaktionsumsätze von mehr als 90 % erreichten.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung und Charakterisierung von strukturierten keramischen Katalysatoren mit gezielt eingestellten Mikrowelleneigenschaften
- Prüfstandsuntersuchungen zur Validierung des Mikrowellenverhaltens von Katalysatoren in heterogenen Gasreaktionen

- 1 Temperaturverteilung im Mikrowellenreaktor.
- 2 Reaktionsrohr mit Schaumkeramik-Katalysator.