

Totaloxidation von Kohlenmonoxid und VOCs mit katalytischen Keramik-Filterkerzen.

G. Straczewski, Krassimir Garbev, H. Leibold, Institut für Technische Chemie, KIT, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, Deutschland; Camila Vargas, Ariana Zampieri, Nico Dahmen, Institut für Katalyseforschung und -technologie, KIT, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, Deutschland

Katalytische Totaloxidation wird in verschiedenen industriellen Verfahren zur Luftreinhaltung, insbesondere für die Kontrolle von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und Kohlenmonoxid-Emissionen eingesetzt. Von besonderer Bedeutung ist die Entwicklung geeigneter Katalysatoren zur effizienten Oxidation von CO und VOC, die in geringen Konzentrationen in den Abgasen verschiedener Verbrennungsquellen enthalten sind. Durch Kombination des Katalysators mit einem Partikelfiltrationssystem lässt sich eine Verfahrensvereinfachung erreichen, die nicht zuletzt unter Kostenaspekten interessant sein kann. Die Oxidation von Kohlenmonoxid bei Umgebungstemperatur an amorphen gemischten Katalysatoren vom Hopcalit-Typ ist seit langem etabliert und diese Art von Katalysator ist immer noch die allgemeine Wahl. Die Bildung von amorphem Kupfer-Mangan-Spinell ist entscheidend für die niedrige Oxidationstemperatur von Kohlenmonoxid. Für Anwendungen bei höheren Temperaturen sind Manganoxide wegen ihres labilen Sauerstoffs, der zur Vervollständigung eines Katalysezyklus erforderlich ist, als Katalysator von Interesse.

Diese Arbeit untersuchte die Auswirkung der Katalysatorbeladung auf die Aktivität und Selektivität von CuO/MnO₂-Katalysatoren auf Aluminosilicat (Faserwerkstoff - (Al₂O₃(44)/SiO₂(56)) Träger in Bezug auf die Oxidation von CO und Gemischen von VOCs aus Ethan, Propan, Butan, Propen, Ethen und Isobutane. Die Katalysatoren wurden durch Nassimprägnieren des Filterabschnitts mit einer wässrigen Lösung von Kupfernitrat und Mangannitrat hergestellt. Die Art und Anordnung der Phasen, die das katalytische System bilden, sowie der Effekt der Alterungszeit wurden mittels spezifischer Oberflächenmessungen (BET) und Röntgendiffraktometrie (XRD)

bestimmt. Die Messungen zur katalytischen Aktivität für die Umsetzung von Kohlenmonoxid und VOCs-Gemischen wurden an einem Festbettreaktor aus rostfreiem Stahl durchgeführt. Die Reaktanten- und Produktgase wurden mittels Online-FTIR und Gaschromatographie analysiert.

Anhand der katalytischen Aktivität kann geschlossen werden, dass die Geschwindigkeit der CO-Oxidation bei geringen CO Konzentrationen bis zu 1 Vol.-% unabhängig von der Katalysatorbeladung im Filtermaterial ist. Während für CO Konzentrationen von etwa 3 Vol.-% ein deutlicher Anstieg der Geschwindigkeit der CO-Oxidation mit zunehmendem Katalysatorbeladung im Filtermaterial beobachtet wird. Die Geschwindigkeit der VOCs-Oxidation nimmt im Allgemeinen mit zunehmender Katalysatorbeladung zu. Die höchste katalytische Aktivität mit über 93% CO-Umsatz wurde bei 290°C für 1 Vol.-% CO mit Filtermaterial mit geringerer Katalysatorbeladung und für 3 Vol.-% CO mit Filtermaterial mit höchster getesteter Katalysatorbeladung erreicht. Für VOCs wurde im Temperaturbereich von 350-420°C mit 90% der höchste Umsatz erreicht. Im Hinblick auf den späteren praktischen Einsatz wurden auch Versuche zur Langzeitstabilität der katalytischen Beschichtung durchgeführt. Die CO-Oxidation wurde an Filtermaterialien mit unterschiedlichen Katalysatormengen bei einer Temperatur von 380°C für mindestens 100 Stunden getestet. Während der gesamten Laufzeit wurde vollständiger CO-Umsatz gemessen, ohne den Katalysator zu deaktivieren. Die experimentellen Daten werden im Hinblick auf die Verwendung von katalytischen Heißgasfiltern in Abgasen vorgestellt und diskutiert.