

Direkte Bestimmung von Koksdepositen auf Festbettkatalysatoren durch elektrische Sensoren

gefördert von der DFG (Förderkennzeichen Mo 1060/5-1 und JE 257/12-1)
Gemeinschaftsprojekt mit dem Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik
(Prof. Dr.-Ing. Andreas Jess)



Zusammenfassung

Im abgeschlossenen Forschungsprojekt wurden Sensoren, die u.a. aus elektrisch kontaktierten Katalysatorpartikeln bestanden, zur Koksdetektion untersucht. Damit war es möglich, sowohl den Verkokungsprozess als auch den Regenerationsvorgang (Koksabbrand) von Einzelpartikeln innerhalb einer Katalysatorschüttung *in-situ* und orts aufgelöst zu verfolgen. Verwendung fanden hierbei großtechnisch eingesetzte Al_2O_3 - und Cr_2O_3 -Katalysatoren.

Für die Untersuchungen wurden zwei Laboranlagen, ein Rohrreaktor mit Festbettschüttung und ein Magnetschwebewaagenreaktor, aufgebaut. Grundlagenstudien wurden an Einzelpartikelsensoren durchgeführt. Die axiale Kohlenstoffverteilung wurde im Festbettreaktor durchgeführt. Der Aufbau ermöglichte auch die Herstellung von verkokten bzw. teilregenerierten Katalysatorpartikeln. Die Anordnung mehrerer Sensoren entlang des Reaktors ermöglichte es, neben der Breite der Reaktionszone auch die Geschwindigkeiten der Reaktionsfront und der Wärmefront zu bestimmen.

An einer modifizierten Magnetschwebewaage wurden gleichzeitig während der Ver- und Entkokung die elektrische Impedanz und das Katalysatorgewicht gemessen. Alle Messungen erfolgten in Abhängigkeit von Temperatur, Eduktart und -konzentration und Sensor- bzw. Katalysatormaterial. Das verwendete Material wurde mittels TG/DTA (Koksbeladung, Reaktionskinetik), BET-Messung (innere Oberfläche in Abhängigkeit vom Verkokungsgrad), REM/EDX (Koksprofil) und Elementaranalyse (Bestimmung von Kohlenstoff und Wasserstoff) charakterisiert.

Es konnte gezeigt und modellhaft begründet werden, dass sich mit zunehmender Koksmasse der Betrag der Impedanz exponentiell verringerte. Durch die Ausbildung von leitfähigen Pfaden während der Verkokung innerhalb des Katalysatorpartikels verändert sich das anfängliche kapazitive Verhalten mit zunehmender Verkokung in ein ohmsches dominiertes Verhalten. Durch anschließende Sauerstoffzugabe oxidierte der Koks und die Signale änderten sich entsprechend in umgekehrter Richtung. Es wurde eine deutliche Abhängigkeit der Regenerationstemperatur auf das Impedanzsignal gefunden. Dies ließ sich auf die unterschiedlichen Prozesse, die die Reaktionsgeschwindigkeit limitieren zurückführen. Eine gleichmäßige Regeneration über dem ganzen Sensorpartikel führt zu einer starken Hysterese im Messsignal, wohingegen bei höheren Temperaturen die Reaktionsgeschwindigkeit durch Stofftransportlimitierungen begrenzt wird und das Sensorverhalten beeinflusst.

Kontakt

E-Mail: Ralf.Moos@Uni-Bayreuth.de
Telefon: +49 921 55 7401
Fax: +49 921 55 7405

www.lff.uni-bayreuth.de
www.Funktionsmaterialien.de
www.Gassensoren.info