

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1
Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(19) DD (11) 96 154 B1

4(51) B 01 J 8/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP B 01 J / 158 927 8

(22) 15.11.71

(45) 27.09.89

(44) 12.03.73

(71) VEB Leuna-Werke „Walter Ulbricht“, Leuna 3, 4220, DD

(72) Lucas, Klaus, Dipl.-Ing.; Weber, Klaus, Dipl.-Ing., DD

(54) Vorrichtung zur Durchführung chemischer Reaktionen

ISSN 0433-6461

4 Seiten

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur praktisch gradientenfreien Durchführung chemischer Reaktionen in gasförmiger und/oder flüssiger Phase in Gegenwart von statistischen Katalysatorschüttungen, dadurch gekennzeichnet, daß die durchströmmbare Katalysatorschüttung ringförmig um ein Radialrad fest angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen dem Radialrad und der Katalysatorschüttung ein Leitring befindet.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchführung chemischer Reaktionen in gasförmiger und/oder flüssiger Phase in Gegenwart von Katalysatorschüttungen.

Die unmittelbare Vorausberechnung von großtechnischen Anlagen mittels physikalisch begründeter Berechnungsgleichungen, die an Laboranlagen aufgestellt wurden, gewinnt immer mehr an Bedeutung. Für eine sichere Vorausberechnung sind folgende Voraussetzungen notwendig:

1. In den Berechnungsgleichungen für den großtechnischen Reaktor müssen die wesentlichen später auftretenden Erscheinungen berücksichtigt sein.
2. Das für die Auswertung der experimentellen Daten angenommene mathematische Modell des Laborreaktors muß die tatsächlichen Verhältnisse im Versuchsreaktor richtig widerspiegeln.

Beide Voraussetzungen zeigen, daß dazu Reaktoren benötigt werden, die unter genau definierten Bedingungen arbeiten. Bei katalytischen Reaktionen sind von großem Einfluß strömungstechnische und wärmetechnische Verhältnisse, die bekannt sein müssen, um im mathematischen Modell richtig erfaßt zu werden.

Als älteste Form zur Durchführung katalytischer Reaktionen ist der Rohrreaktor bekannt, bei dem entlang der Katalysatorschicht eine endliche Stoffumwandlung auftritt. Aus diesem Grunde muß bei der Auswertung von der integrierten Reaktorbilanz ausgegangen werden.

Nachteilig bei diesem Reaktor sind die oft schlechte Isothermie in axialer und radialer Richtung, die vergleichsweise geringe lineare Strömungsgeschwindigkeit und damit Schwierigkeiten beim Ausschalten des äußeren Stoff- und Wärmeübergangs sowie der axialen Diffusion und des axialen Wärmetransports und die aufwendige Auswertung der experimentellen Daten. Ein Rohrreaktor bei dem nur differentielle Umwandlungen auftreten, ermöglicht eine annähernd isotherme Fahrweise und eine einfache Auswertung. Er besitzt jedoch den entscheidenden Nachteil, daß auf Grund der geringen Konzentrationsunterschiede zwischen Ein- und Ausgang an die Analytik sehr hohe, meistens nicht erfüllbare Forderungen gestellt werden müssen.

Als weitere Möglichkeit ist bekannt, den Rohrreaktor mit äußerem Kreislauf zu betreiben. Dabei wird ein Vielfaches des Eingangsgemisches im Kreislauf gefördert und somit erreicht, daß durch hohe lineare Strömungsgeschwindigkeiten der äußere Stoff- und Wärmeübergang ausgeschaltet wird und durch große Katalysatorbelastung nur kleine Molenbruch- und Temperaturänderungen über der Schüttung eintreten. Auf Grund der differentiellen Umwandlung kann dieser Reaktor in guter Näherung als idealer Rührkessel betrachtet werden.

Nachteile ergeben sich durch Schwierigkeiten beim Aufrechterhalten der Reaktionstemperatur im äußeren Kreislauf, damit eine Kondensation bzw. Sublimation der Produkte vermieden wird, durch die notwendige hohe Leistung des Förderaggregats, die teilweise von den Verbindungsleitungen aufgebracht wird, durch die erforderliche Kühlung des Kreislaufgases vor Eintritt in und Aufwärmung nach Austritt aus dem Förderaggregat, damit das Förderaggregat vor Überhitzung geschützt wird. In vielen Fällen reicht die Fördermenge des Kreislaufaggregats nicht aus, um im Reaktor eine ausreichende Vermischung und Isothermie zu erreichen.

Weiterhin ist eine Vorrichtung zur Durchführung chemischer Reaktionen bekannt, bei der auf einer Welle vier Rührblätter kreisförmig angeordnet sind. Die aus Drahtgaze bestehenden Rührblätter sind mit dem Katalysator gefüllt. Durch die Rotation des Rührblattkreuzes wird eine Relativbewegung zwischen dem Katalysator und dem Gasraum des Reaktors erzielt.

Nachteilig ist hierbei, daß die Relativgeschwindigkeit des Gases gegenüber dem Katalysator eine Funktion des Radius und somit die Katalysatorbelastung ungleichmäßig ist. Da die lineare Strömungsgeschwindigkeit des Mediums in den Partikelzwischenräumen des Katalysators unbekannt ist, kann der Einfluß des äußeren Wärme- und Stoffübergangs nicht sicher abgeschätzt werden. Eine meßtechnische Überprüfung der Isothermie in der Schüttung erfordert einen meistens unvertretbar hohen Aufwand. Beim Auswechseln des Katalysators macht sich ein jedesmaliges Auswuchten der Welle samt Rührblattkreuz erforderlich. Bei Verwendung von Katalysator technischer Körnung kann dieser nur geschichtet eingebracht werden. Somit liegt keine statistische Schüttung vor. Die Beziehungen zur rechnerischen Bestimmung der Stoff- und Wärmeübergangszahlen, die an statistischen Schüttungen aufgestellt wurden, können deshalb hierfür nicht zutreffen.

Einige dieser Nachteile können vermieden werden mit einer weiteren bekannt gewordenen Vorrichtung zur Durchführung chemischer Reaktionen, bei der auf der Welle ein zylindrischer Drahtkorb befestigt ist, in dem sich der Katalysator befindet. Der Katalysator ist dabei statistisch verteilt. Durch die Drehung des Katalysatorkorbes entstehen eine Umströmung des Katalysators und gleichzeitige Vermischung der Gasphase.

Nachteilig sind auch hierbei, daß die Relativgeschwindigkeit des Gases gegenüber dem Katalysator und damit auch die Katalysatorbelastung eine Funktion des Radius und somit ungleichmäßig ist, der Einfluß des äußeren Wärme- und Stoffübergangs nicht sicher abgeschätzt werden kann, die Überprüfung der Isothermie in der Schüttung sehr aufwendig und ein jedesmaliges Auswuchten der Welle einschließlich Katalysatorkorb beim Auswechseln des Katalysators notwendig ist.

Zweck der Erfindung ist die weitgehende Vermeidung der Nachteile der beschriebenen Anordnungen.

Es bestand somit die Aufgabe, eine Vorrichtung zur Durchfuhrung chemischer Reaktionen in gasformiger und/oder flüssiger Phase in Gegenwart von Katalysatorschuttungen zu entwickeln, mit der chemische Reaktionen unter gradientenfreien Bedingungen durchgeföhrt werden können, und es somit möglich ist, zuverlässige und experimentelle Daten für die Aufstellung physikalisch begründeter kinetischer Modelle zu erhalten.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zur Durchfuhrung chemischer Reaktionen in gasformiger und/oder flüssiger Phase in Gegenwart von Katalysatorschuttungen, bei der die durchstrombare Katalysatorschuttung ringförmig um ein geeignetes Forderaggregat fest angeordnet ist

Es ist möglich, daß die Katalysatorschuttung aus nur wenigen Katalysatorkörnern besteht
Zweckmäßigerverweise befinden sich zwischen der Katalysatorschuttung und dem Forderaggregat Einbauten, beispielsweise ein Leitring

Vorzugsweise wird als Forderaggregat ein Radialrad verwendet

Mit der Erfindung ist es möglich, solch hohe Kreislaufverhältnisse und Stromungsgeschwindigkeiten in der Schuttung zu erreichen, daß im Reaktor eine ideale Vermischung und ausreichende Isothermie vorliegt und äußere Wärme- und Stofftransportvorgänge in der Schuttung keinen Einfluß haben. Die vorgeschlagene Erfindung gestattet eine raumlich kompakte Konstruktion des Reaktors und erfordert somit einen geringen Aufwand bei der Thermostatierung. Es kann erreicht werden, daß an allen Stellen des Reaktionsraumes die Reaktionstemperatur vorliegt und deshalb Sublimieren, Kondensieren und unerwünschte Nebenreaktionen von Produkten vermieden werden.

Das Anbringen von Meßsonden in der Schuttung und im Korn ist mit einem vertretbaren Aufwand möglich. Es können also die im Reaktor vorliegenden Bedingungen meßtechnisch und rechnerisch erfaßt und somit zuverlässige und aussagekräftige experimentelle Daten erhalten und daraus physikalisch begründete Modelle aufgestellt werden. Der Reaktor kann in guter Näherung als idealer Rührkessel angesehen werden, wodurch sich die Auswertung wesentlich vereinfacht.

Weiterhin kann eine statistische Katalysatorschuttung auch bei technischer Kornung eingebracht werden, so daß hinsichtlich der Stromung und des Stoff- und Wärmeübergangs in der Schuttung ähnliche Verhältnisse wie im technischen Reaktor vorliegen. Die Auslegung von technischen Produktionsanlagen, die nach der vorgeschlagenen Erfindung gestaltet sind, ist wegen der leicht abschätzbar und zu erreichenden idealen Verhältnisse im Reaktor relativ sicher.

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels und der dazugehörigen Zeichnung näher erläutert werden.

Auf der Welle 1 ist zwischen dem Reaktordeckel 2 und dem Reaktorboden 3 das Radialrad befestigt, das aus der Grundplatte 4, den beiden Deckplatten 5 und den Schaufeln 6 besteht. In Höhe des Radialrades ist ein ringförmiger Katalysatorraum angeordnet, der sich aus zwei Ringplatten 7 und 8, Stutzen 9 und Drahtnetzen 10 und 11 zusammensetzt. Das Volumen des Katalysators 12 kann mit Hilfe der Drahtnetze verändert werden. Die Ausgangsstoffe strömen kontinuierlich durch die Bohrung 13 in den Raum zwischen Reaktordeckel 2 und Reaktorboden 3. Das Reaktionsgemisch wird mittels des Radialrads durch den Katalysator gefördert und ein Teil durch die Bohrung 14 kontinuierlich abgeführt.

