



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 401 418 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1542/85

(51) Int.Cl.⁶ : **F23C 11/02**
F23C 9/08

(22) Anmeldetag: 22. 5.1985

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 1.1996

(45) Ausgabetag: 25. 9.1996

(30) Priorität:

25. 5.1984 FI 842098 beansprucht.
1. 4.1985 FI 851296 beansprucht.

(73) Patentinhaber:

A. AHLSTRÖM CORPORATION
SF-29600 NOORMARKKU (FI).

(56) Entgegenhaltungen:

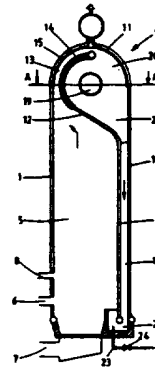
EP 93063A1 GB 2079620A US 3921544A WO 83/03294
WO 81/01873

(72) Erfinder:

SARKKI JUHA
SAN DIEGO (US).
ENGSTRÖM FOLKE
KARHULA (FI).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG DER FUNKTION EINES WIRBELSCHICHTREAKTORS MIT ZIRKULIERENDER WIRBELSCHICHT

(57) In einem Wirbelschichtreaktor mit zirkulierendem Wirbelbett, wo der Feststoff von den den Reaktor verlassenden Gasen abgeschieden und dem Reaktor wieder zugeführt wird, wird der zurückgeleitete Stoff in den Rücklaufkanälen (16) abgekühlt. Um die Funktion des Reaktors zu steuern, wird die Temperatur des zurückgeführten Materials durch Veränderung der Kühlwirkung der Rücklaufkanäle eingestellt. Die gewünschte Kühlwirkung wird durch Regelung der Feststoffmengen erreicht, die die mit Wärmeaustauschflächen (3, 10) ausgestatteten Rücklaufkanäle durchströmen.



AT 401 418 B

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Funktion eines Wirbelschichtreaktors, wobei von den im oberen Teil des Reaktors austretenden Gasen Feststoff abgeschieden wird, der mengenmäßig gesteuert zur Steuerung der Funktion des Wirbelschichtreaktors in den unteren Teil des Reaktors zurückgeführt wird und im Zuge dieser Rückführung eine Abkühlung erfährt. Die Erfindung betrifft

auch einen Wirbelschichtreaktor zur Durchführung des erfindungsmässigen Verfahrens.
Die Temperaturregelung in der Brennkammer ist hinsichtlich einer optimalen Verbrennung besonders dann erforderlich, wenn in ein und derselben Brennkammer mehrere verschiedene Brennstoffe mit unterschiedlichen Heizwerten verfeuert werden. Um eine optimale Schwefelabsorption zu erreichen, sollte die Temperatur im Bereich von 800 - 950 °C gehalten werden. Die Einstellung der Verbrennungstemperatur ist bei den bekannten Verfahren problematisch, wenn der Heizwert des Brennstoffes oder die Kesselbelastung stark variiert.

Es sind Verfahren bekannt, bei denen die Temperaturregelung:

- durch Veränderung des Luftüberschusses
- durch Rückführung der Rauchgase in den Reaktor
- durch Veränderung der Suspensionsdicke in der Brennkammer
- durch Unterteilung des Wirbelbettes in getrennte Funktionseinheiten
- durch Rückkühlung des Wirbelbettmaterials mittels eines getrennten Wärmeaustauschers,

erfolgt.

Bei der Reduzierung der Verbrennungstemperatur durch Erhöhung des Luftüberschusses wird der Wirkungsgrad des Reaktors herabgesetzt, weil dabei die Rauchgasverluste zunehmen und der Leistungsbedarf der Luftgebläse gesteigert wird.

Erfolgt die Regelung der Verbrennungstemperatur eines Wirbelschichtreaktors über die Rückführung von Rauchgasen in den Reaktor, wie z.B. in der GB-2 030 689 A dargestellt, wächst infolge des erhöhten Gasdurchsatzes der gesamte Leistungsbedarf des Kessels, was wiederum einen Anstieg der Investitions- und Betriebskosten zur Folge hat.

Eine Veränderung der Suspensionsdicke wirkt sich auf die Wärmeübertragung auf die im Kessel befindlichen Kühlflächen und damit auf die Temperatur der Brennkammer aus. Die Suspensionsdicke läßt sich, wie in der US-4 165 717 A dargestellt, durch eine Veränderung des Verhältnisses Sekundär-/Primärluft und deren Mengen einstellen. Der Einstellbereich ist jedoch begrenzt, weil durch eine Veränderung des Sekundär-/Primärluft-Verhältnisses auch andere Prozessparameter als die Temperatur beeinflusst werden.

Die Regelung der Verbrennungstemperatur durch Rückkühlung des Wirbelbettmaterials in einem externen Wärmeaustauscher, wie es die US-4 111 158 A vorsieht, ist ein komplizierter und schwer zu überwachender Prozess. Dieses Temperaturregelverfahren ist mit zusätzlichen Investitions- und Betriebskosten verbunden, weil dabei ein getrenntes mit Kühlflächen ausgestattetes Wirbelbett parallel zum Reaktor mit zirkulierender Wirbelschicht benötigt wird.

Aus der US-4 240 377 A ist ein Temperaturregelverfahren für Wirbelschichtreaktoren bekannt, bei dem ein Teil des auf dem Rost befindlichen Bettmaterials zur Aufwärtsströmung durch einen Wärmeaustauscher veranlaßt wird, von wo er abgekühlt in das Wirbelbett zurückgeleitet wird. Auch dieses Verfahren bedeutet zusätzliche Investitions- und Betriebskosten.

Die Einstellung der Verbrennungstemperatur durch Inaktivierung eines Teils des Wirbelbettes hat sich in der Praxis als schwierig erwiesen, weil sie, wie in der US-3 970 011 A dargestellt, u.a. Erosion der Wärmeaustauschflächen des Wirbelbettes sowie Sintern des Bettmaterials hervorruft.

Eine Technik eingangs erwähnter Art geht aus der WO 83/03294 hervor. Es ist in dieser Veröffentlichung ein Reaktor beschrieben, bei dem die Abgase nacheinander drei Teilchenabscheidevorrichtungen passieren. Die dabei aus dem Abgas abgeschiedenen Teilchen werden in den Reaktor rückgeführt, wobei ein Teil dieser Rückführung gesteuert wird. Es kommt, im Zuge des Abscheidens und Rückführens auch zu einer Abkühlung. Die von einem im Abgasweg an erster Stelle liegenden Teilchenabscheider, welcher gekühlte Wände aufweist, abgeschiedenen Teilchen gelangen in einen Speicher, und werden von dort durch Standrohre mengengesteuert in den Reaktor rückgeführt. Nach diesem Teilchenabscheider passieren die Abgase eine Absetzkammer und einen Zyklon, wobei die in diesen Anlageteilen abgeschiedenen Teilchen ungesteuert über weitere Standrohre rückgeführt werden. Alle der Rückführung der Teilchen dienenden Standrohre sind ungekühlt und isoliert. Die durch die hinsichtlich des Durchflusses steuerbaren Standrohre werden alle vom gleichen Teilchenvorrat im Speicher gespeist, und es ergibt sich demgemäß keine gesteuerte Rückführung von Teilchen, welche in verschiedenem Ausmaß gekühlt sind.

Durch die vorliegende Erfindung soll die Regelung der Verbrennungstemperatur eines Wirbelschichtreaktors ermöglicht werden, und zwar so, daß sie unabhängig von Veränderungen der Reaktorbelastung oder des Heizwertes von Brennstoff auf dem gewünschten Niveau bleibt.

Das erfindungsgemäße Verfahren eingangs erwähnter Art ist dadurch gekennzeichnet, daß zur gesteuerten Kühlung des in den Reaktor rückzuführenden Feststoffes dieser Feststoff durch mehrere benachbarte, aus gekühlten Rohrwandungen gebildete Rücklaufkanäle geleitet wird und in diesen Rücklaufkanälen beim Passieren derselben von den gekühlten Rohrwandungen abgekühlt wird, und hiebei die Kühlwirkung in den verschiedenen gekühlten Rücklaufkanälen durch Einzelregelung der durch die verschiedenen Rücklaufkanäle fließenden Feststoffmengen eingestellt wird.

Wenn ein Teil der gekühlten Rücklaufkanäle abgesperrt wird, wird der Feststoff in den Reaktor in einem heißeren Zustand zurückgeführt, wodurch die Brennkammertemperatur erhöht wird, falls die übrigen Prozessparameter unverändert bleiben.

Durch Öffnen von zusätzlichen gekühlten Rücklaufkanälen wird der Feststoff in einem kälteren Zustand in die Brennkammer zurückgeleitet, deren Temperatur herabgesetzt wird.

Die Kühlwirkung wird also durch Einzelregelung der durch die verschiedenen Rücklaufkanäle fließenden Feststoffmengen eingestellt. Solcherart kann auf einfache Weise eine rasch und exakt arbeitende Regelung der Verbrennungstemperatur erzielt werden.

Die Erfindung weist u.a. folgende Vorteile auf:

- die Ausnutzung der Erfindung hat weder zusätzlichen Raumbedarf noch zusätzliche Investitions- oder Betriebskosten zur Folge
- die Konstruktion ist einfach und betriebssicher
- die Steuerung der Funktion erfolgt einfach
- der Regelbereich wird erweitert
- die Regelmöglichkeit erlaubt eine Anpassung an verschiedenste Betriebsfälle.

Im folgenden wird die Erfindung eingehend erläutert, wobei auf die beigefügten Zeichnungen verwiesen wird. Es zeigt

- Fig.1 schematisch eine Ausführung der Erfindung im Vertikalschnitt,
- Fig.2 einen Schnitt der Fig.1 nach der Linie A-A,
- Fig.3 eine zweite Ausführungsform,
- Fig.4 einen Schnitt der Fig.3 nach der Linie B-B,
- Fig.5 eine dritte Ausführungsform und
- Fig.6 einen Schnitt der Fig.5 nach der Linie C-C.

Der in Fig.1 und 2 dargestellte, bei einem Dampfkessel vorgesehene Wirbelschichtreaktor besteht aus einer Brennkammer 5, die durch vier, von auf eine ansich bekannte Weise verschweißten Rohren gebildete Wände 1-4 begrenzt wird. Die Rohre bilden Wärmeübertragungsflächen des Reaktors und sind an den Reaktorkreislauf auf eine, nicht näher beschriebene Weise angeschlossen.

Im unteren Teil der Brennkammer befindet sich ein Brennstoffzulauf 6. Er enthält ebenfalls einen Eintrittskanal 7 für das Primärgas und einen Eintrittskanal 8 für das Sekundärgas.

Ein horizontaler Zyklonabscheider 9 ist oberhalb der Brennkammer ausgebildet. Der Zyklonabscheider setzt sich aus der Vorder- und Hinterwand 1 bzw. 3 der Brennkammer sowie einer zur hinteren Brennkammerwand 3 parallelen Rohrwand 10 zusammen. Die vordere Wand 1 der Brennkammer und die Wand 10 sind gegeneinander gebogen und miteinander derart verbunden, daß sie den zylindrischen Oberteil 11 des Abscheiders bilden. Die hintere Wand 3 der Brennkammer ist zuerst gegen die Vorderwand gebogen, so daß sie die Decke 12 der Brennkammer bildet, wonach sie parallel zum zylindrischen Teil der Vorderwand verläuft und mit dieser die Innen- und Aussenwand 14 bzw. 15 des Gaseintrittskanals bildet.

Die Hinterwand 3 der Brennkammer und die zu ihr parallele Wand 10 bilden zwei einander gegenüberliegende, als Wärmeaustauschflächen wirkende Wände der den Abscheider mit dem Brennkammer-Unterteil verbindenden Rücklaufkanäle 16.

Die Rücklaufkanäle sind durch Trennwände 17 in parallel arbeitende Einheiten geteilt. An den Stirnwänden 18 des Abscheiders sind Gasaustrittsöffnungen 19 angeordnet.

Die die Brennkammer verlassenden, Feststoff enthaltenden Rauchgase werden in die Wirbelkammer 20 des Abscheiders durch einen, tangential in sie einmündenden Gaseintrittskanal 13 geleitet.

Der am Aussenumfang der Wirbelkammer 20 angereicherte Feststoff tritt vom Gasstrom gefördert aus der Wirbelkammer über einen zwischen den Wänden 3 und 10 gebildeten Schacht 21 aus und wird über die Rücklaufkanäle 16 wieder der Brennkammer 5 zugeführt. Die gereinigten Gase strömen durch die Öffnungen 19 in den Stirnwänden der Wirbelkammer ab.

Das untere Ende des jeweiligen Rücklaufkanals ist als U-förmige Schwebekammer 22 ausgebildet, der Luft durch ein Rohr 23 zugeführt werden kann. Wird in die Schwebekammer 22 keine Luft eingegeben, wirkt sie als Sperre, wobei der betreffende Rücklaufkanal gefüllt wird und der in den Reaktor zurückzuleitende Feststoff die übrigen Rücklaufkanäle durchläuft. Der den Rücklaufkanal durchfließende Feststoffstrom kann auch geregelt werden, indem die Menge der in die Kammer 22 eingeführten Luft mit einem Ventil 24

eingestellt wird. Dadurch kann erreicht werden, dass durch die Rücklaufkanäle unterschiedlich grosse Feststoffmengen fließen. Wenn ein Teil der Rücklaufkanäle abgesperrt gehalten wird, wird darin ein Teil des im Reaktor umlaufenden Feststoffes gespeichert. Der im Rücklaufkanal gespeicherte Feststoff kann kontrolliert durch Verstellung der Luftzufuhr zurückgeleitet werden. Auf diese Weise kann auf die Suspensionsdichte des Feststoffes in der Brennkammer und damit auf den Wärmeübergang auf die Wärmeaustauschflächen der Brennkammer eingewirkt werden.

Weil der Feststoff durch sein Eigengewicht und vom Gasstrom mitgeführt im Rücklaufkanal abwärts fließt, werden in der Schwebekammer nur geringe Luftmengen zur Offenhaltung des Rücklaufkanals benötigt.

Bei der in Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsform ist am oberen Ende jedes Rücklaufkanals 116 des Abscheiders 109 eine Pegelklappe 122 angeordnet, mit der sich die den Rücklaufkanal durchfließende Feststoffmenge einstellen bzw. völlig absperren lässt. Vom unteren Ende des Rücklaufkanals strömt der Feststoff frei in den Reaktor. Im übrigen entspricht der Aufbau des Reaktors den Fig. 1 und 2.

Der in Fig. 5 und 6 dargestellte Wirbelschichtreaktor besteht aus einer Brennkammer 201, deren Oberteil 202 mit einem Zyklonabscheider 203 verbunden ist, der ein Gasaustrittsrohr 204 aufweist. Zwischen Abscheider und Reaktor sind zwei parallelgeschaltete Rücklaufkanäle 205 und 206 angeordnet, die am oberen Ende mit dem trichterförmigen Unterteil 207 des Abscheiders und am unteren Ende mit einem an den Unterteil 208 der Brennkammer angeschlossenen Kanal 209 verbunden sind. Zwischen dem Unterteil des Abscheiders und den oberen Enden der Rücklaufkanäle ist eine Regelklappe 210 angeordnet.

Der Rücklaufkanal 205 ist ausgemauert und der Rücklaufkanal 206 inwendig mit Wärmeaustauschflächen 215 bestückt, die auf eine an sich bekannte Weise mit den Wärmeaustauschflächen 216 der Reaktorkammer verbunden sind. Der von den Reaktorabgasen getrennte Feststoff wird vom Abscheider in den Rücklaufkanal 205 oder 206 oder in beide, je nach Stellung der Regelklappe 210, geleitet. Das Verhältnis der Durchsätze der Kanäle 205 und 206 kann durch Verstellung der Regelklappe eingestellt werden. Der den Rücklaufkanal 206 durchlaufende Teil des Feststoffes wird durch indirekten Wärmeaustauschkontakt mit dem, die Wärmeübertragungselemente der Rücklaufkammer durchfließenden Medium (Wasser) abgekühlt. Die Temperatur des Verbrennungsprozesses wird durch den in den Reaktor zurückgeführten, abgekühlten Feststoff herabgesetzt.

Beispiel 1

In einem bei einem Dampfkessel vorgesehenen Wirbelschichtreaktor gemäß Fig. 1 und 2 wurden Kohlen mit einem effektiven Heizwert von 28 MJ/kg, bei einer Nenn-Dampfleistung von 65 MW des Kessels und einer Temperatur von 880 °C verfeuert. Über die 185 m² Heizfläche der Brennkammer und 120 m² Heizfläche der sechs parallelen Rücklaufkanäle wurden 40 MW Wärme wiedergewonnen.

Bei 20 MW Dampfleistung, d.h. einer Belastung von ca. 30%, wurde die gleiche Temperatur wie bei der Nennleistung durch Absperrung von drei Rücklaufkanälen erreicht.

Beispiel 2

Im selben Reaktor wurde Torf mit einem effektiven Heizwert von 8 MJ/kg bei einer Nenndampfleistung von 65 MW verfeuert. Um die Verbrennungstemperatur auf ca. 870 °C einzustellen, wurde die Kühlwirkung der Rücklaufkanäle durch Absperrung von vier Kanälen reduziert, wobei der Feststoff durch den zweiten und fünften Rücklaufkanal in den Reaktor geleitet wurde. Dabei wurden im Reaktor und an den Rücklaufkanälen 30 MW Wärme wiedergewonnen.

Beispiel 3

Bei einem den Fig. 5 und 6 entsprechenden Reaktor mit zirkulierender Wirbelschicht wurden als Brennstoff Holzabfall und Kohle eingesetzt, die folgende Feuchtegehalte und Heizwerte aufwiesen:

Brennstoff	Holzabfall	Kohle
- Feuchtegehalt %	50	10
- kalorimetrischer Heizwert kJ/kg	10230	27150

Die Verbrennung erfolgte bei einer Temperatur von 880 °C und bei einem Luftüberschuss von ca. 23 %. Als Wärmeaustauschflächen des Reaktors (ca. 100 m²) wirkten Membranwandungen.

Bei der Verbrennung von Holzabfall belief sich die von den Wärmeaustauschflächen des Reaktors übertragene Wärmemenge auf 12 MW. Der zirkulierende Staub wurde in einem ausgemauerten Zyklon abgeschieden und das getrennte Material bei einer Temperatur von ca. 880 °C über einen ausgemauerten Rücklaufkanal 205 zurück in den Reaktor geleitet. Die Gesamt-Nettoleistung des Reaktors - unter Berücksichtigung des dem Reaktor nachgeschalteten Konvektionsteils, der in der Zeichnung nicht abgebildet ist - betrug 29 MW_t.

Bei der Verfeuerung von Kohlen im Reaktor, bei der gleichen Gesamt-Nettoleistung von 29 MW_t, dem gleichen Luftüberschuss von ca. 23 % und der gleichen Gastemperatur von 880 °C nach dem Zyklon, belief sich die von den Wärmeaustauschflächen des Reaktors übertragene Wärmemenge dank der besseren Wärmeübertragung bei Kohlenverbrennung auf 13,5 MW. Das abgeschiedene Material wurde in den Reaktor durch den gekühlten Kanal 206 zurückgeführt, der mit ca. 30 m² Wärmeaustauschfläche bestückt war, wobei ca. 4 MW_t, d.h. rund 14 % der Gesamt-Nettoleistung von 29 MW_t des Reaktors auf die Kühlflächen der Rücklaufkanäle abgegeben wurden. Trotz des besseren Heizwertes von Kohle konnte der Reaktor bei der Gesamt-Nettoleistung von 29 MW_t mit dem betreffenden Verfahren auf dieselbe Verbrennungstemperatur und den gleichen Luftüberschuss eingestellt werden wie bei der Verfeinerung von Holzabfall.

Mit dem bereits bekannten Verfahren lässt sich die Verbrennungstemperatur des Reaktors bei einem Luftüberschuss von ca. 80 % auf ca. 880 °C einstellen, wobei der Wirkungsgrad um ca. 3,3 % herabgesetzt wird. Hinzu kommt ein Anstieg der Leistungsaufnahme, der durch das Einblasen von Hochdruckluft in den Reaktor verursacht wird. Dies hat einen weiteren Abfall des Wirkungsgrades um ca. 0,7 % zur Folge, d.h. dass der Wirkungsgrad des Reaktors insgesamt um 4 % zurückgeht.

Eine zweite Möglichkeit, die Verbrennungstemperatur auf 880 °C einzustellen, besteht in der Rückführung der Rauchgase in die Reaktorkammer. Durch die Rauchgasrückführung wird der Wirkungsgrad des Reaktors um ca. 0,6 % reduziert, weil der Leistungsbedarf durch das Rauchgaszirkulationsgebläse gesteigert wird. Ausserdem wird zusätzliches Gerät, wie z.B. ein Rauchgasgebläse, Rauchgaskanäle, Instrumentierung usw. benötigt. Dies führt zu einem Anstieg der Kapitalkosten.

Beispiel 4

Es wurde ein Reaktor mit zirkulierender Wirbelschicht entsprechend dem obigen Beispiel benutzt, der so modifiziert war, dass die Rücklaufkanäle mit ca. 70 m² Heizfläche ausgestattet waren. Bei der Verfeinerung von Kohlen entsprach die von diesen Kühlflächen übertragene Wärmemenge 9,4 MW. Als die von den Wärmeaustauschflächen des Reaktors übertragene Wärmemenge 15 MW und die dem Konvektionsteil nach dem Reaktor entnommene Leistung 16,6 MW entsprachen, stieg die Gesamt-Nettoleistung des Reaktors von 29 MW_t auf 41 MW_t, d.h. um 40 %. Somit besteht der grösste Vorteil der Erfindung in der angestiegenen Leistung bei Kohlenverbrennung.

Die Erfindung ist nicht auf die als Beispiel angeführten Ausführungsformen beschränkt, sondern sie lässt sich abwandeln und anwenden im Rahmen des durch die Patentansprüche festgelegten Erfindungsgedanken. So können die Rücklaufkanäle z.B. unterschiedlich gross ausgeführt sein, oder die Vorrichtungen zur Regelung der Feststoffmenge können nur in einem Teil der Rücklaufkanäle angeordnet sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Funktion eines Wirbelschichtreaktors, wobei von den im oberen Teil des Reaktors austretenden Gasen Feststoff abgeschieden wird, der mengenmäßig gesteuert zur Steuerung der Funktion des Wirbelschichtreaktors in den unteren Teil des Reaktors zurückgeführt wird und im Zuge dieser Rückführung eine Abkühlung erfährt, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur gesteuerten Kühlung des in den Reaktor rückzuführenden Feststoffes dieser Feststoff durch mehrere benachbarte, aus gekühlten Rohrwandungen gebildete Rücklaufkanäle geleitet wird und in diesen Rücklaufkanälen beim Passieren derselben von den gekühlten Rohrwandungen abgekühlt wird, und hiebei die Kühlwirkung in den verschiedenen gekühlten Rücklaufkanälen durch Einzelregelung der durch die verschiedenen Rücklaufkanäle fließenden Feststoffmengen eingestellt wird.

2. Wirbelschichtreaktor, bei dem der obere Teil der Reaktorkammer zur Abscheidung des aus dem Wirbelschichtreaktor mit den Gasen ausgetragenen Feststoffes mit einer Teilchenabscheidevorrichtung verbunden ist, in welcher die von den Gasen abgeschiedenen Teilchen gesammelt werden und von der aus Kanäle zur Rückführung des abgetrennten Feststoffes in den unteren Teil des Reaktors führen, wobei Vorrichtungen zur Regelung der rückgeführten Menge des Feststoffes vorgesehen sind, **da-**

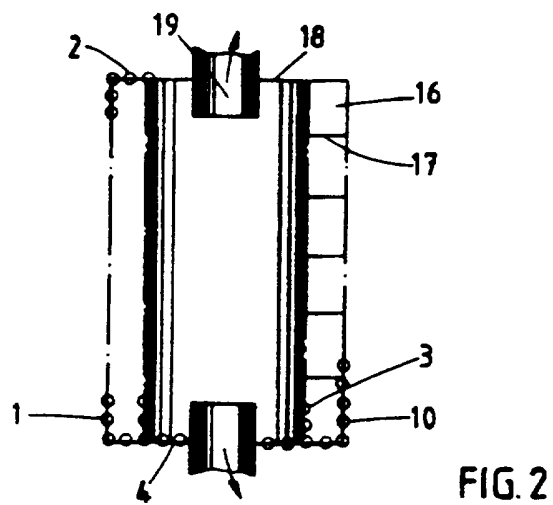
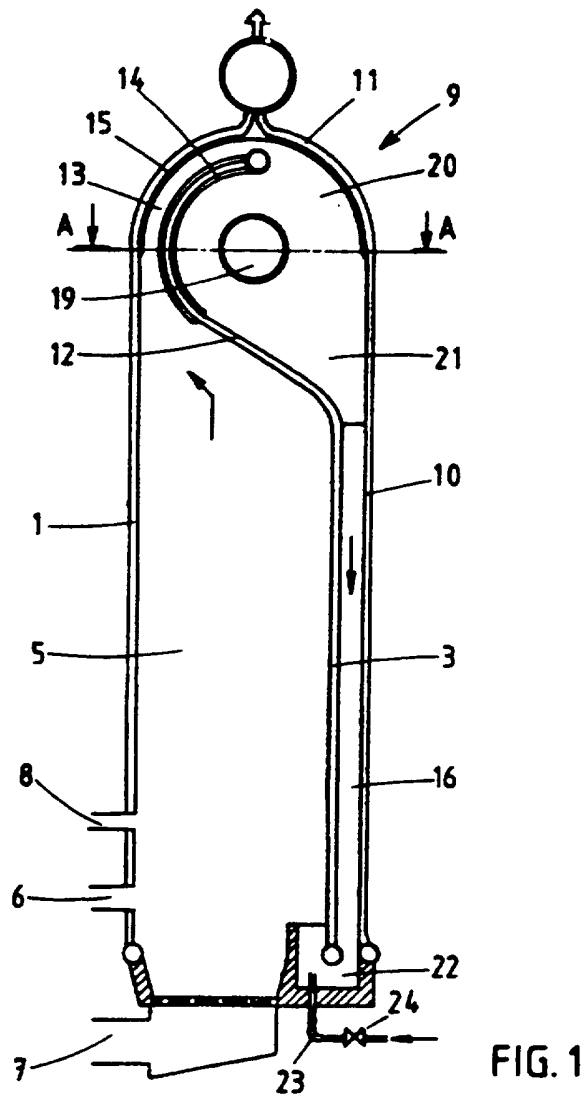
AT 401 418 B

durch gekennzeichnet, daß der Reaktor mehrere parallel zueinander angeordnete vertikale Rücklaufkanäle (16, 116, 205, 206) aufweist, von denen mindestens ein Teil (16, 116, 206) mit als Wärmeaustauschflächen (3, 10, 215) wirkenden vertikalen Wandungen ausgestattet ist, und mit Vorrichtungen (22, 23, 24, 122, 210) zur Regelung der durch die verschiedenen Rücklaufkanäle fließenden Menge des Feststoffes ausgestattet ist.

3. Wirbelschichtreaktor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtungen (122, 210) zur Regelung der Feststoffmenge am oberen Ende der Rücklaufkanäle (116, 205, 206) oder im Verlauf dieser Rücklaufkanäle angeordnete Regelklappen (122, 210) sind.

4. Wirbelschichtreaktor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtungen (22, 23, 24) zur Regelung der Feststoffmenge am unteren Ende (16) der Rücklaufkanäle angeordnete U-förmige Schwebekammern (22) mit Luftzufuhrvorrichtungen (23, 24) sind.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen



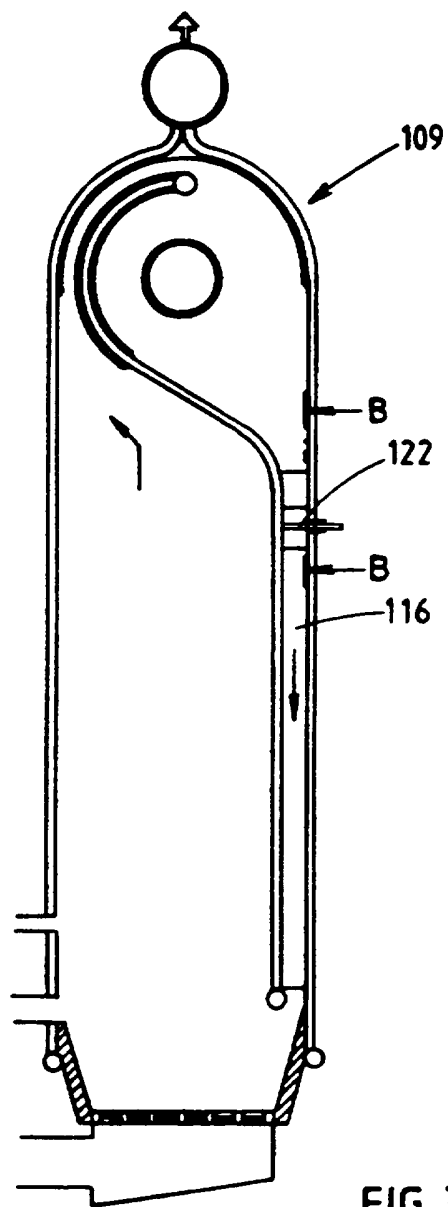


FIG. 3

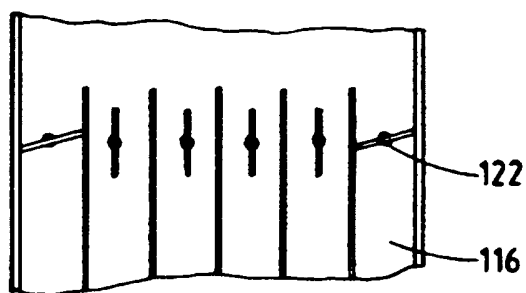


FIG. 4

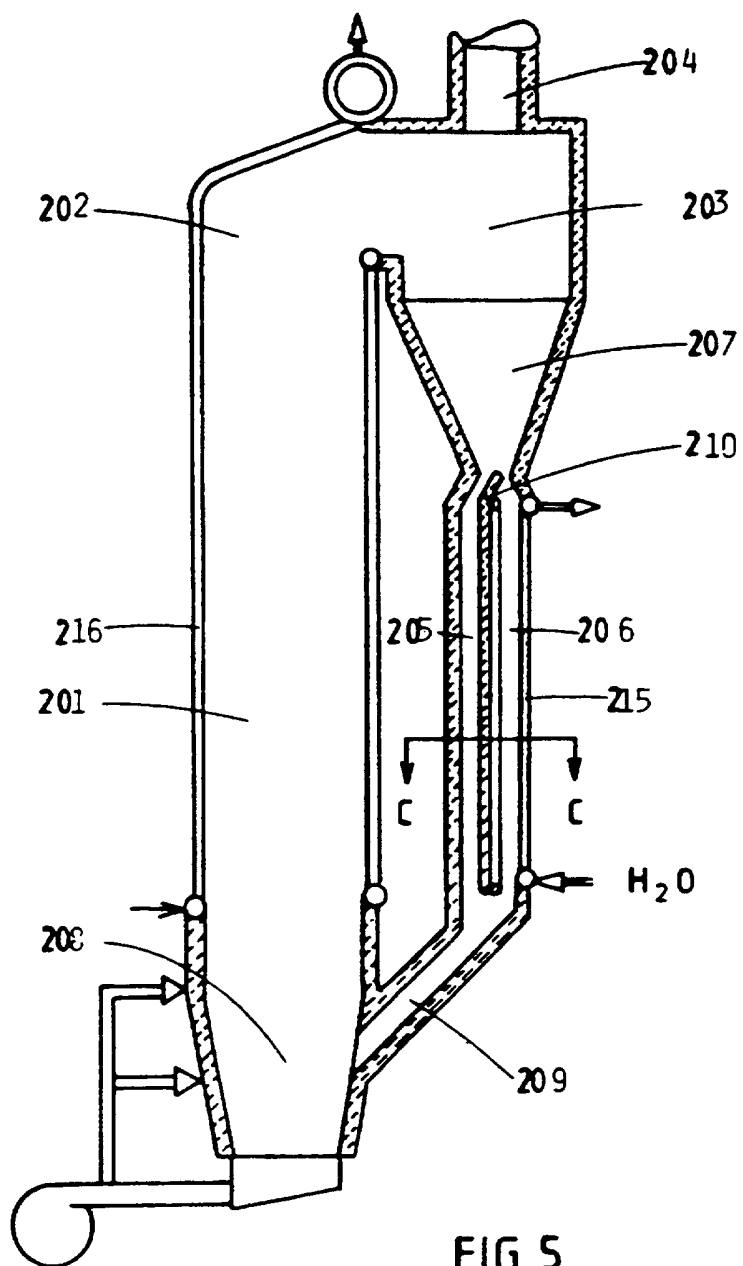


FIG. 5

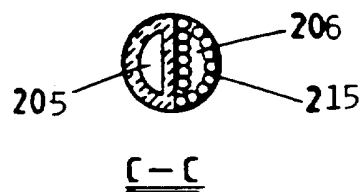


FIG. 6