

(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 279 722 A5

5(51) F 27 B 3/10
C 10 L 9/08

PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AF F 27 B / 309 130 8
(31) 930,929(22) 17.11.87
(32) 17.11.86(44) 13.06.90
(33) US

(71) siehe (73)

(72) Koppelman, Edward, US

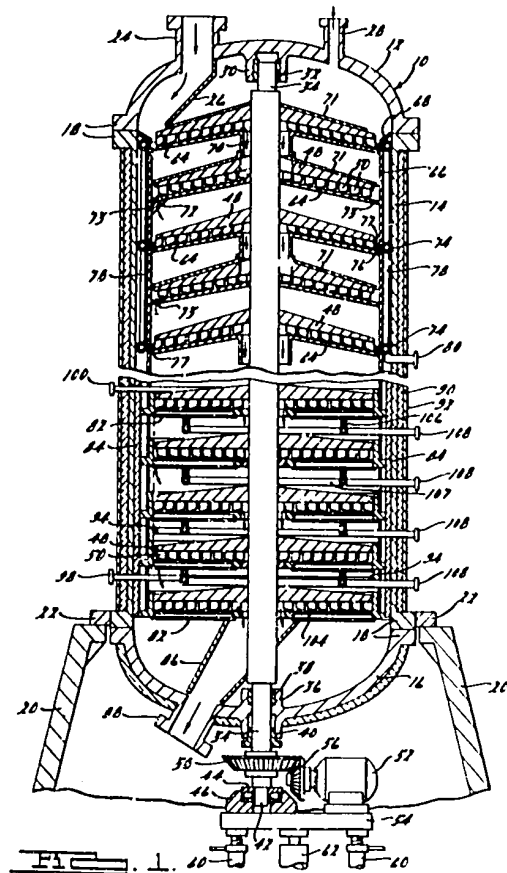
(73) K-Fuel Partnership, Birmingham, Michigan 48011, US

(74) Internationales Patentbüro Berlin, Wallstraße 23/24, Berlin, 1020, DD

(54) Vorrichtung mit mehreren Herden und Verfahren zur thermischen Behandlung von kohlenstoffhaltigen Materialien

(55) Verfahren; Vorrichtung; thermische Behandlung;
kohlenstoffhaltiges Material; Druckbehälter; Herdelemente;
Strömungsmittel; Vorerhitzung; Vorheizzone; flüchtige Gase;
Druck; Temperatur

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Behandlung von kohlenstoffhaltigen Materialien und die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Vorrichtung. Die Vorrichtung umfaßt einen Druckbehälter, der eine Vielzahl von übereinander angeordneten ringförmigen Herdelementen aufweist, welche Herdelemente in einer Reaktionszone der Vorrichtung umfassen, die mit einer durchlässigen oberen Fläche versehen sind, welche in Verbindung mit einer Kammer zur Einführung eines erhitzten Strömungsmittels in Wärmeaustauschkontakt mit dem darauf angeordneten Ausgangsmaterial steht. Das eingeführte zum Erhitzen dienende Strömungsmittel oder Gas strömt in Verbindung mit der während der thermischen Umstrukturierungsreaktion entstehenden flüchtigen Gasen im Gegenstrom zum Ausgangsmaterial, um eine Vorerhitzung desselben auf eine relativ niedrige Temperatur in einer Vorheizzone der Vorrichtung zu bewirken. Vorzugsweise wird mindestens ein Teil der flüchtigen Gase der Vorrichtung behandelt, um kondensierbare Teile desselben zu entfernen und eine Wiedererhitzung sowie ein erneutes Unterdrucksetzen zur Rückführung in die Vorrichtung durchzuführen. Im Betrieb kann die Vorrichtung bei Temperaturen arbeiten, die von etwa 94°C bis etwa 650°C reichen, sowie unter Drücken, die von etwa 20,1 bar bis etwa 207 bar reichen. Dabei können Verweilzeiten von einer Minute bis zu etwa einer Stunde Anwendung finden, je nach der Art des Beschickungsmaterials und des gewünschten aufgearbeiteten Festproduktes. Durch die Erfindung wird ein verbesserter Wirkungsgrad in bezug auf das Erhitzen des Beschickungsmaterials erreicht. Fig. 1



Patentansprüche:

1. Verfahren zur thermischen Behandlung kohlenstoffhaltiger Materialien unter Druck mit den folgenden Schritten:
 - a) Einführen eines feuchten kohlenstoffhaltigen Materials, das unter Druck behandelt werden soll, in eine mehrere Herdelemente aufweisende Vorrichtung, die einen Druckbehälter aufweist, welcher eine Vielzahl von übereinander angeordneten ringförmigen Herdelementen umfaßt, die eine Reihe von oberen Herdelementen, welche in Richtung auf den Umfang des Behälters abwärts geneigt angeordnet sind, und eine Reihe von unteren Herdelementen, die im Abstand darunter angeordnet sind, umfassen,
 - b) Absetzen des Ausgangsmaterials auf dem obersten Herdelement und Fördern desselben radial entlang eines jeden Herdelementes abwechselnd einwärts und auswärts, um eine kaskadenförmige Abwärtsbewegung des Materials von einem Herdelement zum nächsten darunter befindlichen Herdelement zu erreichen,
 - c) Inkontaktbringen des Ausgangsmaterials mit im Gegenstrom geführten erhitzten flüchtigen Gasen, um eine Vorerhitzung des Ausgangsmaterials auf den oberen Herdelementen auf eine Temperatur von etwa 94 bis etwa 260°C zu erreichen,
 - d) Entfernen von Flüssigkeit von den oberen Herdelementen, die aus der freigesetzten Feuchtigkeit des Ausgangsmaterials und von kondensierbaren Flüssigkeiten in den flüchtigen Gasen stammt, unter Druck aus dem Inneren des Behälters,
 - e) Erhitzen des vorerhitzten Ausgangsmaterials auf den unteren Herdelementen auf eine erhöhte Temperatur und
 - f) Abziehen der verbleibenden Reaktionsgase aus dem oberen Abschnitt des Behälters und Abgeben des festen Reaktionsproduktes unter Druck vom unteren Abschnitt des Behälters, **dadurch gekennzeichnet**, daß das vorerhitzte Ausgangsmaterial dadurch erhitzt wird, indem ein erhitztes Gas in Wärmeaustauschkontakt mit dem Ausgangsmaterial auf mindestens einigen der unteren Herdelemente über eine Zeitdauer eingeführt wird, die ausreicht, um mindestens einen Teil der darin befindlichen flüchtigen Substanzen zu verdampfen und flüchtige Gase und ein festes Reaktionsprodukt zu erzeugen.
2. Vorrichtung mit mehreren Herdelementen zur thermischen Behandlung von organischen kohlenstoffhaltigen Materialien unter Druck mit einem Druckbehälter, der eine Kammer umgrenzt, die eine Vielzahl von übereinander angeordneten ringförmigen Herdelementen, die in Richtung auf den Umfang der Kammer abwärts geneigt sind, und eine Reihe von unteren Herdelementen, die im Abstand darunter angeordnet sind, enthalten, einer Einlaßeinrichtung im oberen Abschnitt des Behälters zur Einführung eines feuchten kohlenstoffhaltigen Ausgangsmaterials unter Druck auf das oberste Herdelement, Kratz- bzw. Rührereinrichtungen, die über jedem Herdelement angeordnet sind und das Ausgangsmaterial radial entlang jedem Herdelement abwechselnd einwärts und auswärts fördern, um eine kaskadenförmige Abwärtsbewegung des Ausgangsmaterials von einem Herdelement zum darunter befindlichen nächsten zu erzeugen, einer Auslaßeinrichtung im oberen Abschnitt des Behälters zum Abzug von Reaktionsgasen unter Druck von der Kammer, Leiteinrichtungen, die die oberen Herdelemente und Kratzeinrichtungen überlagern und den aufwärts gerichteten Gegenstrom der Reaktionsgase benachbart zum Ausgangsmaterial führen, so daß eine Wärmeübertragung dazwischen stattfinden kann, Entwässerungseinrichtungen, die in Verbindung mit den oberen Herdelementen zum Abziehen von darauf befindlicher Flüssigkeit unter Druck aus der Kammer stehen, Heizeinrichtungen in der Kammer, die im Bereich der unteren Herdelemente angeordnet sind und das darauf befindliche Ausgangsmaterial über eine ausreichende Zeitdauer auf eine erhöhte Temperatur bringen, um mindestens einen Teil der flüchtigen Substanzen desselben zur Erzeugung von flüchtigen Gasen und einem Reaktionsprodukt zu verdampfen, und einer Abgabereinrichtung im unteren Abschnitt des Behälters zum Abziehen des Reaktionsproduktes unter Druck aus der Kammer, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Heizeinrichtungen mindestens eines der unteren Herdelemente (82) umfassen, das mit einer durchlässigen oberen Fläche versehen ist, die in Verbindung mit einer Kammer (104) zur Abgabe eines erhitzten Gases in Kontakt mit dem Beschickungsmaterial auf dem Herdelement (82) steht, und daß Zuführeinrichtungen zur Zuführung des erhitzten Gases zur Kammer (104) unter einer gesteuerten erhöhten Temperatur und unter einem Druck, der über dem Druck in der Kammer liegt, vorgesehen sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie des weiteren Reinigungseinrichtungen (77) umfaßt, die zum Reinigen der Entwässerungseinrichtungen (76) dienen und den Kratzeinrichtungen (48) zugeordnet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die unteren Herdelemente (82) eine Vielzahl von aneinandergesetzten Abschnitten (95) umfassen, die mit einer durchlässigen Oberfläche über mindestens einen Teil ihrer oberen Fläche versehen sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die unteren Herdelemente (82) mit einer durchlässigen Oberfläche versehen sind, die eine obere Wand (102) mit einer Vielzahl von Perforationen und ein poröses Metallsieb (105) umfaßt, das auf der unteren Fläche des Herdelementes angeordnet ist und verhindert, daß Ausgangsmaterial in die Kammer (104) eindringt.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Heizeinrichtungen des weiteren Hilfswärmeübertragungseinrichtungen in der Kammer zum Unterstützen der Erhitzung des Ausgangsmaterials durch das über die unteren Herdelemente (82) eingeführte erhitzte Gas umfassen.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie des weiteren Einrichtungen zum einstellbaren Lagern der Kratz- bzw. Rühreinrichtungen (48) für eine Vertikalbewegung relativ zu den Oberflächen der oberen und unteren Herdelemente (64; 82) umfaßt.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Behandlung von kohlenstoffhaltigen Materialien und die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Vorrichtung. Sie findet Anwendung für die Behandlung von organischen kohlenstoffhaltigen Materialien, die eine bestimmte Restfeuchte besitzen, unter gesteuertem Druck und erhöhten Temperaturen, um eine gewünschte physikalische und/oder chemische Modifikation dieser Materialien zu bewirken und auf diese Weise ein Reaktionsprodukt zu erzeugen, das als Brennstoff geeignet ist. Mit der Erfindung können kohlenstoffhaltige Materialien, die beträchtliche Mengen an Feuchtigkeit enthalten, im Rohzustand Bedingungen erhöhter Temperatur und erhöhten Druckes ausgesetzt werden, wodurch eine beträchtliche Herabsetzung des restlichen Feuchtigkeitsgehaltes des festen Reaktionsproduktes zusätzlich zu einer gewünschten thermischen und chemischen Restrukturierung des organischen Materials erreicht wird, um verbesserte physikalische Eigenschaften einschließlich eines erhöhten Heizwertes auf einer trockenen, feuchtigkeitsfreien Basis zu erzielen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Die Knappheit und die zunehmenden Kosten von herkömmlichen Energiequellen, einschließlich Erdöl und Erdgas, haben Forschungen nach alternativen Energiequellen bewirkt, die in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen, wie beispielsweise lignitische Kohlenarten, bitumenarme Kohlenarten, Cellulose-Materialien, wie beispielsweise Torf, Celluloseabfallmaterialien, wie beispielsweise Sägemehl, Rinde, Holzschnitzel, Zweige und Späne aus Sägewerken und Holzverarbeitungswerken, verschiedenartige landwirtschaftliche Abfallmaterialien, wie beispielsweise Baumwollpflanzenstengel, Nußschalen, Maiskolben o. ä., und städtische Abfallpulpe. Derartige alternative Materialien sind jedoch bedauerlicherweise in ihrem in der Natur auftretenden Zustand aus einer Reihe von Gründen zum direkten Einsatz als Hochenergiebrennstoffe nicht geeignet. Aufgrund dieser Tatsache ist eine Vielzahl von Verfahren vorgeschlagen worden, um derartige Materialien in eine zur Verwendung als Brennstoff geeignetere Form zu bringen, indem man ihren Heizwert auf einer feuchtigkeitsfreien Basis erhöht und zur gleichen Zeit ihre Beständigkeit in bezug auf Verwitterung, Transport und Lagerung verbessert. Typische derartige Vorrichtungen und Verfahren des Standes der Technik sind in der US-PS 4062 168 beschrieben, gemäß der lignitische Kohlearten durch eine gesteuerte thermische Behandlung chemisch umstrukturiert werden, wodurch ein aufgearbeitetes festes kohlenstoffhaltiges Produkt erzielt wird, das verwitterungsbeständig ist sowie einen erhöhten Heizwert aufweist, der sich dem von bituminöser Kohle annähert. In der US-PS 41 27 391 ist ein Verfahren beschrieben, bei dem feine bituminöse Abfallpartikel, die aus üblichen Kohlewasch- und Reinigungsvorgängen herrühren, thermisch behandelt werden und feste agglomerierte koksähnliche Produkte erzeugt werden, die für einen direkten Einsatz als feste Brennstoffe geeignet sind. Schließlich ist in der US-PS 41 29 420 ein Verfahren beschrieben, gemäß dem in der Natur vorkommende Cellulosematerialien, wie beispielsweise Torf, sowie Celluloseabfallmaterialien durch einen gesteuerten thermischen Umstrukturierungsprozeß aufgearbeitet werden, um feste kohlenstoffhaltige oder koksähnliche Produkte zu erzeugen, die als fester Brennstoff oder für Gemische mit anderen herkömmlichen Brennstoffen, wie beispielsweise Heizölschlamm, geeignet sind. Eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Durchführung einer Aufarbeitung von derartigen kohlenstoffhaltigen Beschickungsmaterialien der in den erwähnten amerikanischen Patenten beschriebenen Art sind in der US-PS 41 26 519 offenbart, wobei ein flüssiger Schlamm des Beschickungsmaterials in eine geeignete Reaktorkammer eingeführt und zunehmend erhitzt wird, um ein im wesentlichen trockenes festes Reaktionsprodukt mit einem erhöhten Heizwert zu erzeugen. Die Reaktion wird unter gesteuerten erhöhten Drücken und Temperaturen durchgeführt, wobei des weiteren der Verweilzeit Beachtung geschenkt wird, um die gewünschte thermische Behandlung zu erreichen, die die Verdampfung des nahezu gesamten Feuchtigkeitsgehaltes des

Beschickungsmaterials sowie von mindestens einem Teil der flüchtigen organischen Bestandteile umfassen kann, während gleichzeitig eine gesteuerte partielle chemische Umstrukturierung oder Pyrolyse durchgeführt wird. Die Reaktion wird in einer nicht-oxydierenden Umgebung ausgeführt, und das feste Reaktionsprodukt wird dann auf eine Temperatur gekühlt, bei der es ohne Verbrennung oder Zersetzung in Kontakt mit der Atmosphäre abgegeben werden kann.

Obwohl die in den vorstehend genannten amerikanischen Patentschriften beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen eine befriedigende Behandlung einer Vielzahl von kohlenstoffhaltigen Ausgangsmaterialien zur Erzeugung eines aufgearbeiteten festen Reaktionsproduktes sichern, besteht immer noch ein kontinuierlicher Bedarf nach einer Vorrichtung und einem Verfahren, die in Bezug auf die kontinuierliche thermische Behandlung einer Vielzahl von derartigen feuchten kohlenstoffhaltigen Ausgangsmaterialien wirkungsvoller, vielseitiger, leichter und in der Steuerung einfacher durchführbar sind und mittels denen die Umwandlung und Erzeugung von festen Hochenergiebrennstoffen als Ersatz und Alternative zu herkömmlichen Energiequellen noch wirtschaftlicher gestaltet werden kann.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens zu verbessern, den technisch-ökonomischen Aufwand zu verringern und die Anwendungsbreite zu erweitern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur thermischen Behandlung von kohlenstoffhaltigen Materialien unter Druck zu schaffen, bei dem heiße Strömungsmittel direkt in die Reaktionszone in wärmeübertragender Beziehung zum Beschickungsmaterial eingeführt werden können und ein verbesserter Wirkungsgrad in Bezug auf das Erhitzen des Beschickungsmaterials erreicht wird und eine zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Vorrichtung zur Verfügung zu stellen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das vorerhitzte Ausgangsmaterial dadurch erhitzt wird, indem ein erhitztes Gas in Wärmeaustauschkontakt mit dem Ausgangsmaterial auf mindestens einigen der unteren Herdelemente über eine Zeitdauer eingeführt wird, die ausreicht, um mindestens einen Teil der darin befindlichen flüchtigen Substanzen zu verdampfen und flüchtige Gase und ein festes Reaktionsprodukt zu erzeugen.

Die feuchten organischen kohlenstoffhaltigen Beschickungsmaterialien werden in eine Vorheizzone eingeführt, die vom Reaktor getrennt oder in diesem integriert ist. In dieser Vorheizzone wird das Beschickungsmaterial durch den Gegenstrom der Reaktionsgase auf eine Temperatur von etwa 150 bis etwa 260°C vorerhitzt. Gleichzeitig wird Feuchtigkeit, die auf dem kalten eingegebenen Ausgangsmaterial kondensiert, sowie durch Erhitzen des Ausgangsmaterials freigesetzte Feuchtigkeit dem Ausgangsmaterial entzogen und unter Druck aus der Vorheizzone über ein Entwässerungssystem abgeführt. Das in einem teilweise entwässerten Zustand befindliche Ausgangsmaterial dringt von der Vorheizzone nach unten durch die Reaktionszone und wird auf eine Temperatur von etwa 200 bis 650°C oder höher erhitzt, und zwar unter einem von etwa 21 bis 207 bar reichenden Druck oder höher über eine Zeitdauer von etwa 1 min bis auf etwa 1 h oder länger, um eine Verdampfung von mindestens einem Teil der darin befindlichen flüchtigen Substanzen und die Erzeugung einer gasförmigen Phase sowie eines festen Reaktionsproduktes zu erreichen.

Die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Vorrichtung besteht darin, daß die Heizeinrichtungen mindestens eines der unteren Herdelemente umfassen, das mit einer durchlässigen oberen Fläche versehen ist, die in Verbindung mit einer Kammer zur Abgabe eines erhitzten Gases in Kontakt mit dem Beschickungsmaterial auf dem Herdelement steht, und daß Zuführeinrichtungen zur Zuführung des erhitzten Gases zur Kammer unter einer gesteuerten erhöhten Temperatur und unter einem Druck, der über dem Druck in der Kammer liegt, vorgesehen sind.

Die Vorrichtung umfaßt weiterhin Reinigungseinrichtungen, die zum Reinigen der Entwässerungseinrichtungen dienen und den Kratzereinrichtungen zugeordnet sind. Die unteren Herdelemente umfassen eine Vielzahl von aneinandergesetzten Abschnitten, die mit einer durchlässigen Oberfläche über mindestens einen Teil ihrer Fläche versehen sind.

Eine weitere Variante besteht darin, daß die unteren Herdelemente mit einer durchlässigen Oberfläche versehen sind, die eine obere Wand mit einer Vielzahl von Perforationen und ein poröses Metallsieb umfaßt, das auf der unteren Fläche des Herdelementes angeordnet ist und verhindert, daß Ausgangsmaterial in die Kammer eintritt.

Die Heizeinrichtungen können das weiteren Hilfswärmeübertragungseinrichtungen in der Kammer umfassen, zum Unterstützen der Erhitzung des Ausgangsmaterials durch das über die unteren Herdelemente eingeführte erhitzte Gas.

Die Vorrichtung kann weiterhin Einrichtungen zum einstellbaren Lagern der Kratz- bzw. Rühreinrichtungen für eine Vertikalbewegung relativ zu den Oberflächen der oberen und unteren Herdelemente aufweisen.

Die Vielzahl von Herdelementen aufweisende Vorrichtung umfaßt einen Druckbehälter, der eine Kammer ausbildet, welche eine Vielzahl von übereinander angeordneten ringförmigen Herdelementen enthält, welche eine Reihe von oberen Herdelementen einschließen, die nach unten in Richtung auf den Umfang der Kammer geneigt sind und eine Trocken- oder Vorheizzone ausbilden, in der Feuchtigkeit und chemisch gebundenes Wasser im Beschickungsmaterial extrahiert wird. Unterhalb der oberen Herdelemente befindet sich eine Reihe von unteren Herdelementen, die eine Reaktionszone bilden und Heizeinrichtungen einschließen, um heiße Strömungsmittel in Wärmeaustauschbeziehung zum Beschickungsmaterial zu injizieren und dadurch eine Erhitzung derselben auf eine gesteuerte erhöhte Temperatur unter gesteuertem überatmosphärischem Druck über eine bestimmte Zeitdauer zu erreichen, die ausreicht, um mindestens einen Teil der darin befindlichen flüchtigen Bestandteile zu verdampfen und flüchtige Reaktionsgase sowie ein festes Reaktionsprodukt mit einem erhöhten Heizwert auf feuchtigkeitsfreier Basis zu erzeugen. Die in der Reaktionszone erzeugten heißen Reaktionsgase strömen in der Trocknungszone im Gegenstrom im Wärmeaustausch mit dem Beschickungsmaterial nach oben, so daß mindestens eine Teilkondensation ihrer kondensierbaren Teile auf dem eintretenden Beschickungsmaterial auftritt, wodurch eine Vorerhitzung des Beschickungsmaterials durch Freisetzung der latenten Verdampfungswärme und des weiteren eine Freisetzung von chemisch gebundenem Wasser im Beschickungsmaterial bewirkt wird, das unter Druck von den geneigten Herdelementen zu einer Stelle außerhalb der Vorrichtung abgezogen wird.

Die Vorrichtung ist mit einer mittig angeordneten drehbaren Welle versehen, die eine Vielzahl von Kratz- bzw. Rührarmen aufweist, die benachbart zur Oberfläche eines jeden Herdelementes angeordnet sind und bei Drehung der Welle in Funktion treten, um eine fortschreitende Überführung des Beschickungsmaterials in Radialrichtung entlang eines jeden Herdelementes abwechselnd nach innen und außen und dadurch eine kaskadenförmige Abwärtsbewegung des Beschickungsmaterials von einem Herdelement zum nächsten darunter befindlichen Herdelement zu erreichen. Vorzugsweise finden in der Trocknungszone der Vorrichtung ringförmige Leitelemente Verwendung, die über den Herdelementen und Kratz- bzw. Rührarmen angeordnet sind, um die Strömung der im Gegenstrom geführten heißen Reaktionsgase auf einen Bereich unmittelbar benachbart zum Beschickungsmaterial auf diesen Herdelementen zu begrenzen und dadurch den Kontakt und die Wärmeübertragung zwischen den Beschickungsmaterialien und den Gasen zu verbessern.

Das feste Reaktionsprodukt wird vom Bodenabschnitt der Vorrichtung abgezogen und in eine geeignete Kühlkammer überführt, in der es auf eine Temperatur abgekühlt wird, auf der es ohne nachteilige Auswirkungen in Kontakt mit der Atmosphäre gebracht werden kann.

In ihrem oberen Abschnitt ist die Vorrichtung mit einem Auslaß versehen, der dazu dient, die flüchtigen Reaktionsgase unter Druck als ein Gasprodukt abzuführen, das zur Verbrennung und Erhitzung in der Reaktionszone des Reaktors eingesetzt werden kann, falls dies gewünscht wird. Der obere Abschnitt der Vorrichtung ist ferner mit einem Einlaß versehen, über den das kohlenstoffhaltige Ausgangsmaterial oder Mischungen davon über einen geeigneten Druckverschluß in die Reaktionskammer und auf das oberste Herdelement in der Trocknungszone geführt werden kann.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird ein Trocknen und Vorerhitzen des Beschickungsmaterials in einer ersten Stufe durchgeführt, die außerhalb der mehrere Herdelemente aufweisenden Vorrichtung angeordnet ist, und das hieraus resultierende vorerhitzte und teilweise entwässerte Beschickungsmaterial wird danach in die die Reaktionszone bildende mehrere Herdelemente aufweisende Vorrichtung eingeführt, und zwar in entsprechender Weise wie bei der Reaktionszone, die den unteren Abschnitt der vorstehend beschriebenen kombinierten Vorrichtung mit mehreren Herdelementen bildet. In Verbindung mit beiden Ausführungsformen wird ferner vorgeschlagen, geeignete Reinigungsvorrichtungen, wie beispielsweise Drahtbürsten, zum Entfernen von Ansammlungen von Entkrustationen von den Außenflächen der ringförmigen Leitelemente zu verwenden, um dadurch einen optimalen Wirkungsgrad der Vorrichtung aufrechtzuerhalten.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

- Fig. 1: einen Vertikalschnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer mehrere Herdelemente aufweisenden Vorrichtung;
- Fig. 2: einen Horizontalschnitt durch die Vorrichtung der Fig. 1, und zwar durch den Reaktorabschnitt derselben, bei dem die Anordnung der perforierten Herdelemente für die Strömungsmittelinjektion zur direkten Erhitzung erkennbar ist;
- Fig. 3: einen Teilvertikalschnitt durch ein in Fig. 2 gezeigtes ringförmiges Herdelement und durch die Strömungsmittelkammer, die in Verbindung mit der perforierten Oberfläche des Herdelementes steht;
- Fig. 4: ein schematisches Flußdiagramm der Vorrichtung und der diversen Behandlungsströme bei der thermischen Behandlung des kohlenstoffhaltigen Beschickungsmaterials.

Wie man den Fig. 1 bis 3 entnehmen kann, umfaßt eine Ausführungsform einer mehrere Herdelemente aufweisenden Vorrichtung einen Druckbehälter 10 mit einem domförmigen oberen Abschnitt 12, einem kreiszylindrischen Mittelabschnitt 14 und einem domförmigen unteren Abschnitt 16, die mit Hilfe von ringförmigen Flanschen 18 gasdicht befestigt sind. Die Vorrichtung wird in einer im wesentlichen aufrechtstehenden Position von einer Reihe von Beinen 20 getragen, die an Anschlüssen 22 befestigt sind, welche mit dem unteren Flansch 18 des Mittelabschnitts des Behälters verbunden sind. Der obere domförmige Abschnitt 12 ist mit einem mit einem Flansch versehenen Einlaß 24 zur Einführung von partikelförmigem feuchtem kohlenstoffhaltigem Ausgangsmaterial in das Innere des Behälters versehen. Ein ringförmiges Leitelement 26 ist benachbart zum Einlaß 24 angeordnet und dient dazu, das eintretende Ausgangsmaterial in Richtung auf den Umfang der Reaktionskammer zu führen. Ein mit einem Flansch versehener Auslaß 28 ist auf der gegenüberliegenden Seite des oberen Abschnittes 12 vorgesehen und dient dazu, flüchtige Reaktionsgase unter Druck von der Reaktionskammer abzuführen, und zwar in einer Art und Weise, die nachfolgend in weiteren Einzelheiten erläutert wird. Ein sich nach unten erstreckender ringförmiger Vorsprung 30 ist am inneren mittleren Abschnitt des oberen Abschnittes 12 ausgebildet, in welchem ein Lager 32 zur drehbaren Lagerung des oberen Endes einer drehbaren Welle 34 angeordnet ist.

Die drehbare Welle 34 erstreckt sich in der Mitte des Innenraumes der Kammer und ist an ihrem unteren Ende mit Hilfe eines Lagers 38 und einer strömungsmitteldichten Dichtungseinheit 40 in einem ringförmigen Vorsprung 36 gelagert, der im unteren Abschnitt 16 ausgebildet ist. Das nach außen vorstehende Ende der drehbaren Welle 34 ist mit einem abgestuften Stummelwellenabschnitt 42 versehen, der in einem Axialdrucklager 44 gelagert ist, welches in einem Lagerträger 46 montiert ist.

Eine Vielzahl von radial verlaufenden Kratz- und Rührarmen 48 ist in vertikalen Abständen entlang der drehbaren Welle 34 angeordnet und steht von dieser radial vor. Normalerweise können zwei, drei oder vier Kratzarme in der Vorheiz- oder Trocknungszone und bis zu sechs Kratzarme in der Reaktionszone Verwendung finden. Typischerweise sind vier Kratzarme auf jedem Niveau der drehbaren Welle befestigt, und zwar in Abständen von etwa 90°. Eine Vielzahl von winklig angeordneten Kratzzähnen 50 ist an den unteren Seiten der Kratzarme 48 angeordnet und so winklig orientiert, daß in Abhängigkeit von einer Drehung der Welle eine radial einwärts- und auswärtsgerichtete Überführung von Ausgangsmaterial entlang den mehreren Herdelementen erreicht wird.

Eine Drehung der Welle 34 und der daran befindlichen Kratzarmeinheiten wird mit Hilfe eines Motors 52 erreicht, der auf einer einstellbaren Basis 54 gelagert ist und ein Kegelrad 56 aufweist, das an seiner Ausgangswelle fixiert ist und in konstanter Weise mit einem angetriebenen Kegelrad 58 kämmt, das am unteren Endabschnitt der Welle fixiert ist. Bei dem Motor 52 handelt es sich

vorzugsweise um einen solchen mit veränderlicher Drehzahl, so daß die Drehzahl der Welle in gesteuerter Weise verändert werden kann.

Um eine Expansion und Kontraktion der Welle in Längsrichtung und Veränderungen in der Vertikallage der davon vorstehenden Kratzarme in Abhängigkeit von Temperaturänderungen innerhalb der Vorrichtung zu ermöglichen, sind die Basis 54 und das auswärts vorstehende Ende der Welle 34 auf einstellbaren Hubeinrichtungen 60 angeordnet, die durch einen strömungsmittelbetätigten Zylinder 62 unterstützt werden. Hierdurch kann die Höhe der Basis 54 wahlweise verändert werden, um eine geeignete Anordnung der Kratzzähne 50 relativ zu den Oberflächen der Herdelemente in der Vorrichtung zu erreichen. Bei der in Fig. 1 gezeigten speziellen Ausführungsform ist das Innere der Vorrichtung in eine obere Vorheiz- oder Entwässerungszone und eine untere Reaktionszone unterteilt. Die Vorheizzone umfaßt eine Vielzahl von übereinander angeordneten, geneigten ringförmigen Herdelementen 64, die in Richtung auf den Umfang der Reaktionskammer abwärts geneigt sind. Die obere Vorheizzone ist mit einer kreiszylindrischen Auskleidung 66 versehen, die mit radialem Abstand innerhalb der Wand des Mittelabschnitts 14 angeordnet ist und an der die geneigten Herdelemente 64 befestigt sind. Das oberste Ende der Auskleidung 66 ist mit einem auswärts geneigten Abschnitt 68 versehen, um das Eindringen von kohlenstoffhaltigem Beschickungsmaterial in den Ringraum zwischen der Auskleidung und der Wand des Mittelabschnitts 14 zu verhindern. Das in Fig. 1 oberste Herdelement 64 ist an seinem Umfang mit der Auskleidung 66 verbunden und erstreckt sich nach oben und nach innen in Richtung auf die drehbare Welle 34. Das Herdelement endet in einem abwärts gerichteten kreisförmigen Leitelement 70, das einen Ringkanal bildet, durch den das Beschickungsmaterial kaskadenförmig nach unten auf den inneren Abschnitt des darunter befindlichen ringförmigen Herdelementes fällt. Das abwärts geneigte ringförmige Herdelement 64, das unter dem obersten Herdelement 64 angeordnet ist, ist mit Hilfe von Armen 72 in Winkelabständen an der Auskleidung 66 befestigt und daran gelagert. Das zweite ringförmige Herdelement 64 ist mit einer Vielzahl von Öffnungen 73 um seinen Umfang herum versehen, durch die das Beschickungsmaterial kaskadenförmig auf das darunter befindliche nächste Herdelement abgegeben wird. Bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform wird feuchtes kohlenstoffhaltiges Ausgangsmaterial, das durch den Einlaß 24 eingeführt wird, vom Leitelement 26 zum Außenumfang des obersten Herdelementes 64 abgeleitet und danach mit Hilfe der Kratzzähne 50 aufwärts und einwärts in eine Lage über dem kreisförmigen Leitelement 70 gefördert, wo das Material nach unten auf das darunter befindliche Herdelement fällt. In entsprechender Weise fördern die auf dem zweitobersten Herdelement vorgesehenen Kratzzähne 50 das Ausgangsmaterial nach unten und nach außen entlang der Oberfläche des Herdelementes, bis es schließlich durch die um den Umfang des Elementes herum angeordneten Öffnungen 73 abgegeben wird. Das Ausgangsmaterial setzt seine Abwärtsbewegung in einer abwechselnd einwärts und auswärts gerichteten kaskadenförmigen Weise fort, wie durch die Pfeile in Fig. 1 angedeutet ist, und wird schließlich in die untere Reaktionszone abgegeben.

Während seiner kaskadenförmigen Abwärtsbewegung kontaktiert das Ausgangsmaterial die im Gegenstrom geführten erhitzten flüchtigen Gase, die eine Vorerhitzung des Ausgangsmaterials auf eine Temperatur zwischen etwa 94 und etwa 260°C bewirken. Um einen engen Kontakt des Ausgangsmaterials mit den aufwärtsströmenden erhitzten Gasen zu erreichen, sind ringförmige Leitelemente 71 unmittelbar über den Kratzarmen 48 über mindestens einigen der winklig geneigten Herdelemente 64 angeordnet, so daß die Strömung von diesen heißen Reaktionsgasen auf einen Bereich unmittelbar zur Oberfläche der ringförmigen Herdelemente begrenzt wird und hier ein Wärmeaustausch mit dem auf den Herdelementen befindlichen Ausgangsmaterial stattfinden kann. Eine Vorerhitzung des Ausgangsmaterials wird teilweise durch Kondensation von kondensierbaren Teilen des erhitzten Gases erreicht, wie beispielsweise von Dampf auf den Oberflächen des kalten eintretenden Ausgangsmaterials, sowie durch einen direkten Wärmeaustausch. Die kondensierten Flüssigkeiten sowie das freigesetzte chemisch gebundene Wasser in dem eintretenden Ausgangsmaterial werden abwärts und auswärts entlang den winklig geneigten Herdelementen entwässert und am Umfang dieser Herdelemente, die an ihren äußersten Enden mit der kreisförmigen Auskleidung verbunden sind, über eine ringförmige Rinne 74 abgezogen, die mit einem Sieb 76, beispielsweise einem Johnson-Sieb, über ihrem Einlaßende versehen ist, welches mit Hilfe eines Kratzers oder einer Drahtbürste 77 am äußersten Kratzzahn des benachbarten Kratzarmes kontinuierlich abgewischt werden kann. Die ringförmigen Rinnen 74 stehen in Verbindung mit Fallrohren 78, die innerhalb des Ringraumes zwischen der Auskleidung 66 und der Wand des Mittelabschnitts 14 angeordnet sind. Die Flüssigkeit wird aus dem Reaktionsbehälter über einen Kondensat auslaß 80 abgezogen, wie in Fig. 1 gezeigt. Die gekühlten Reaktionsgase, die aufwärts durch die Vorheizzone strömen, werden schließlich durch den mit dem Flansch versehenen Auslaß 28 vom oberen Abschnitt 12 des Druckbehälters abgezogen.

Das vorerhitzte und teilweise entwässerte Ausgangsmaterial gelangt vom unteren Herdelement in der Vorheizzone zum obersten ringförmigen Herdelement 82 in der Reaktionszone unter einem kontinuierlich gesteuerten erhöhten Druck und wird weiter erhitzt auf Temperaturen, die von etwa 200 bis etwa 650°C oder höher reichen. Die ringförmigen Herdelemente 82 in der Reaktionszone sind in einer im wesentlichen horizontalen Lage angeordnet, vorzugsweise mit einer geringfügig konischen Form aus strukturellen Gründen. Diese Herdelemente sind abwechselnd mit ihrem Umfang in abgedichteter Weise an einer kreiszylindrischen feuerfesten Auskleidung 84 an der Innenwand des Mittelabschnitts 14 angeordnet. Die Kratzzähne 50 an den Kratzarmen 48 in der Reaktionszone bewirken in entsprechender Weise eine abwechselnd radial einwärts und radial auswärts gerichtete Bewegung des Ausgangsmaterials durch die Reaktionszone in einer kaskadenförmigen Weise, wie durch die Pfeile in Fig. 1 angedeutet ist. Das im wesentlichen feuchtigkeitsfreie und thermisch aufgearbeitete feste Reaktionsprodukt wird am Mittelpunkt des untersten Herdelementes 82 in einen konischen Kanal 86 abgegeben und vom Druckbehälter über einen mit einem Flansch versehenen Produktauslaß 88 abgeführt.

Um die Wärmeverluste des Druckbehälters weiter zu reduzieren, sind der zylindrische Abschnitt sowie der untere Abschnitt 16 mit einer äußeren Isolationsschicht 90 irgendeiner bekannten Ausführungsform versehen. Der Mittelabschnitt ist vorzugsweise des weiteren mit einer äußeren Umhüllung 92 ausgestattet, um die darunter befindliche Isolation zu schützen.

Die Erhitzung des Ausgangsmaterials innerhalb der Reaktionszone wird bei einer verbesserten Ausführungsform der Erfindung dadurch erreicht, daß ein heißes Strömungsmittel, wie beispielsweise ein erhitztes Gas, durch die porösen Abschnitte der Herdelemente 82 in der Reaktionszone injiziert wird. Das erhitzte Gas kann irgendein Gas oder überhitzten Dampf umfassen, das bzw. der eine angemessene Wärmekapazität besitzt, um ein Erhitzen des Beschickungsmaterials in der Reaktionszone auf die

gewünschte erhöhte Temperatur zu bewirken. Beispielsweise kann das erhitzte Gas überhitzten Dampf umfassen, wie er aus einer Verbrennung der Produktgase, die aus der Vorrichtung über den Entlüftungsauslaß 28 abgezogen wurden, wie in Fig. 1 gezeigt, herrührt. Vorzugsweise umfaßt das erhitzte Gas mindestens einen Teil des Produktgases selbst, der auf eine erhöhte Temperatur und auf einen Druck geringfügig über dem innerhalb der Reaktionszone wiedererhitzt und wieder unter Druck gesetzt worden ist und der in das auf den Herdelementen 82 in der Reaktionskammer befindliche Ausgangsmaterial eingeführt worden ist. Das von der Vorrichtung abgezogene Produktgas wird normalerweise einer weiteren Behandlung unterzogen, um die kondensierbaren organischen Bestandteile darin und den darin befindlichen Feuchtigkeitsgehalt zu extrahieren, die nachher filtriert und nach Wiederunterdrucksetzen mit Hilfe eines geeigneten Wärmeaustauschers behandelt werden können, um eine Erhitzung auf eine erhöhte Temperatur bis zu etwa 650°C oder höher zu bewirken. Normalerweise wird das Injektionsgas für die Reaktionszone auf eine Temperatur erhitzt, die von etwa 590 bis etwa 620°C reicht, um ein Erhitzen des Ausgangsmaterials auf den Herdelementen innerhalb der Reaktionszone bis auf eine Temperatur von etwa 425°C zu erreichen. Das erhitzte Gas wird normalerweise auf einen Druck gebracht, der geringfügig über dem in der Reaktionszone vorhandenen Druck liegt, beispielsweise einem Druck von etwa 0,689 bar über dem Innendruck in der Reaktionszone. Das Wiedererhitzen des Produktgases oder des überhitzten Dampfes kann durchgeführt werden, indem ein Überschuß des erzeugten Produktgases einschließlich der aus der Vorrichtung gewonnenen organischen Bestandteile eingesetzt wird. Der Einsatz von rückgeführtem Produktgas wird gegenüber der Verwendung von überhitztem Dampf bevorzugt, da überhitzter Dampf in der Vorheizzone ein Kondensat bildet, das die Extraktion von übermäßig großen Mengen an Kondensat erfordert, während das rückgeführte Produktgas nur eine minimale Menge eines derartigen Kondensates erzeugt.

Die Erhitzung des Ausgangsmaterials innerhalb der Reaktionszone kann auch durch Hilfsheizvorrichtungen, wie beispielsweise elektrische Heizelemente, Wärmeaustauschrohrbündel u. ä., unterstützt werden. Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist ein spiralförmiges Rohrbündel 94 gezeigt, das sich entlang der Innenwand der feuerfesten Auskleidung 84 erstreckt und mit einem mit einem Flansch versehenen Einlaß 98 sowie mit einem mit einem Flansch versehenen Auslaß 100 versehen ist, welche an eine äußere Quelle eines Wärmeübertragungsströmungsmittels, wie beispielsweise Kohlendioxid u. ä., angeschlossen sind. Üblicherweise ist der Einsatz von derartigen Hilfsheizvorrichtungen nicht erforderlich, da das Volumen und die Temperatur des direkt durch die Herdelemente 82 in die Reaktionszone eingeführten Heizmittels ausreicht, um eine optimale Steuerung der Temperatur des Ausgangsmaterials zu erreichen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besitzen die durchlässigen Herdelemente 82 in der Reaktionszone sechs kuchenförmige Segmente 95 mit jeweils 60°, die nach ihrem Zusammenbau ein kreisförmiges Herdelement bilden. Wie am besten aus den Fig. 2 und 3 hervorgeht, besitzt jedes Segment 95 einen äußeren ringförmigen Rand 96, der mit einem aufrechtstehenden Ringflansch 97 versehen ist, an dem ein Strahlungsschild 99 beispielsweise durch Schweißen befestigt werden kann. Der innere Abschnitt eines jeden Segmentes 95 ist mit einem ringförmigen Rand 101 versehen, an den eine obere perforierte Wand 102 und eine untere Wand 103 geschweißt sind, welche zwischen sich eine Aufnahmekammer 104 bilden. Wie in Fig. 2 gezeigt, erstreckt sich der perforierte Abschnitt der oberen Wand 102 nur über einen Teil der Oberfläche des Segmentes 95. Unterhalb der Oberfläche der perforierten Wand 102 ist ein poröses Metallsieb 105 vorgesehen, das verhindert, daß auf der oberen Fläche des Herdelementes befindliches Ausgangsmaterial in die Aufnahmekammer 104 eindringt. Eine Beschickungsleitung 106 ist mit der unteren Wand 103 verbunden und steht mit der Aufnahmekammer in Verbindung, um dieses unter Druck stehendes erhitzte Gas zuzuführen. Jedes Segment ist mit einer Beschickungsleitung 106 versehen, die wiederum an einen ringförmigen Verteiler 107 angeschlossen ist, der mit einem mit einem Flansch versehenen Einlaßrohr 108 in Verbindung steht, wie in Fig. 1 gezeigt. Ein Leitelement 109 ist vorzugsweise an der Unterseite des porösen Siebes 106 an einer Stelle befestigt, die zu dem Beschickungsrohr 106 ausgerichtet ist, wie in Fig. 3 gezeigt, um eine gleichförmige Gasverteilung durch den porösen Abschnitt der oberen Wand 102 zu erreichen. Die obere Wand eines jeden kuchenförmigen Segmentes 95 ist vorzugsweise mit einer Öffnung 113 in alternierenden Herdelementen versehen, damit darauf angeordnetes Ausgangsmaterial nach unten durch die Öffnung auf das darunter befindliche nächste Herdelement fallen kann. Diejenigen Herdelemente, auf denen das Ausgangsmaterial radial einwärts geführt wird, benötigen derartige Öffnungen 113 nicht, da das Ausgangsmaterial nach unten über die innere Kante des inneren ringförmigen Randes 101 in einer Weise geführt wird, wie sie vorher in Verbindung mit den oberen Herdelementen beschrieben worden ist. Wie in Fig. 2 gezeigt, ist der äußere ringförmige Rand 96 vorzugsweise mit einer Kerbe 115 entlang seiner äußeren Kante versehen, die mit vertikalen Säulen entlang der Innenwand der Vorrichtung zusammenwirken kann, um ein Lager für jedes Segment zu bilden und des weiteren das Segment in geeigneter winkliger Ausrichtung zu halten.

Obwohl die unteren Herdelemente 82 im wesentlichen in Horizontallage angeordnet sind, wird es aus strukturellen Überlegungen bevorzugt, eine geringfügige Aufwärtsneigung vorzusehen, so daß eine konische Ausführungsform erhalten wird, die eine größere Festigkeit und Steifigkeit der Einheit mit sich bringt.

Wie insbesondere aus dem Flußdiagramm der Fig. 4 zu entnehmen ist, wird im Betrieb der Vorrichtung ein geeignetes feuchtes kohlenstoffhaltiges Ausgangsmaterial aus einem Lagerbunker 110 über einen geeigneten Druckverschluß 111 unter Druck in den Einlaß 24 des Druckbehälters 10 geführt. Das feuchte Ausgangsmaterial wird über die obere Vorheizzone 112 in der vorstehend beschriebenen Weise und in Wärmeaustauschkontakt mit den sich nach obenbewegenden erhitzten Gasen abwärts geführt, um eine Vorerhitzung des Ausgangsmaterials innerhalb eines Temperaturbereiches von etwa 94 bis etwa 260°C in der vorstehend in Verbindung mit Fig. 1 beschriebenen Weise zu erreichen. Danach dringt das vorerhitzte und teilweise entwässerte Ausgangsmaterial nach unten in die Reaktionszone 114 der Vorrichtung ein, in der es auf eine erhöhte Temperatur von etwa 200 bis etwa 650°C erhitzt wird, um eine gesteuerte thermische Umstrukturierung oder Teilpyrolyse des Materials zu erreichen, die von einer Verdampfung nahezu des gesamten Restfeuchtigkeitsgehaltes sowie der organischen flüchtigen Bestandteile und der Pyrolyseproduktbegleitung wird. Der Druck innerhalb der Vorrichtung wird in einem Bereich von etwa 21 bis etwa 207 bar oder höher gesteuert, je nach der verwendeten Art des Ausgangsmaterials und der gewünschten thermischen Umstrukturierung desselben, um das gewünschte feste Endprodukt zu erzeugen. Die Anzahl der ringförmigen Herdelemente in der Vorheizzone und in der Reaktionszone der Vorrichtung wird in Abhängigkeit von der gewünschten Behandlungsdauer gesteuert, um eine Verweilzeit des Materials in der Reaktionszone vorzusehen, die von etwa 1 min bis 1 h oder länger reicht. Das entstandene thermisch aufgearbeitete feste Reaktionsprodukt wird über den Auslaß 88 im unteren Abschnitt des Reaktors abgeführt und in einem Kühler 116 weiter bis auf eine Temperatur abgekühlt, auf der das feste Reaktionsprodukt ohne Verbrennung oder andere nachteilige Auswirkungen in Kontakt mit der Atmosphäre gebracht werden kann.

Üblicherweise ist eine Abkühlung des festen Reaktionsproduktes auf eine Temperatur unter etwa 260°C, üblicherweise unter 150°C, angemessen. Die Abgabelleitung vom Produktauslaß 88 ist ebenfalls mit einem Druckverschluß 118 versehen, den das Reaktionsprodukt passiert, um einen Druckverlust der Vorrichtung zu verhindern.

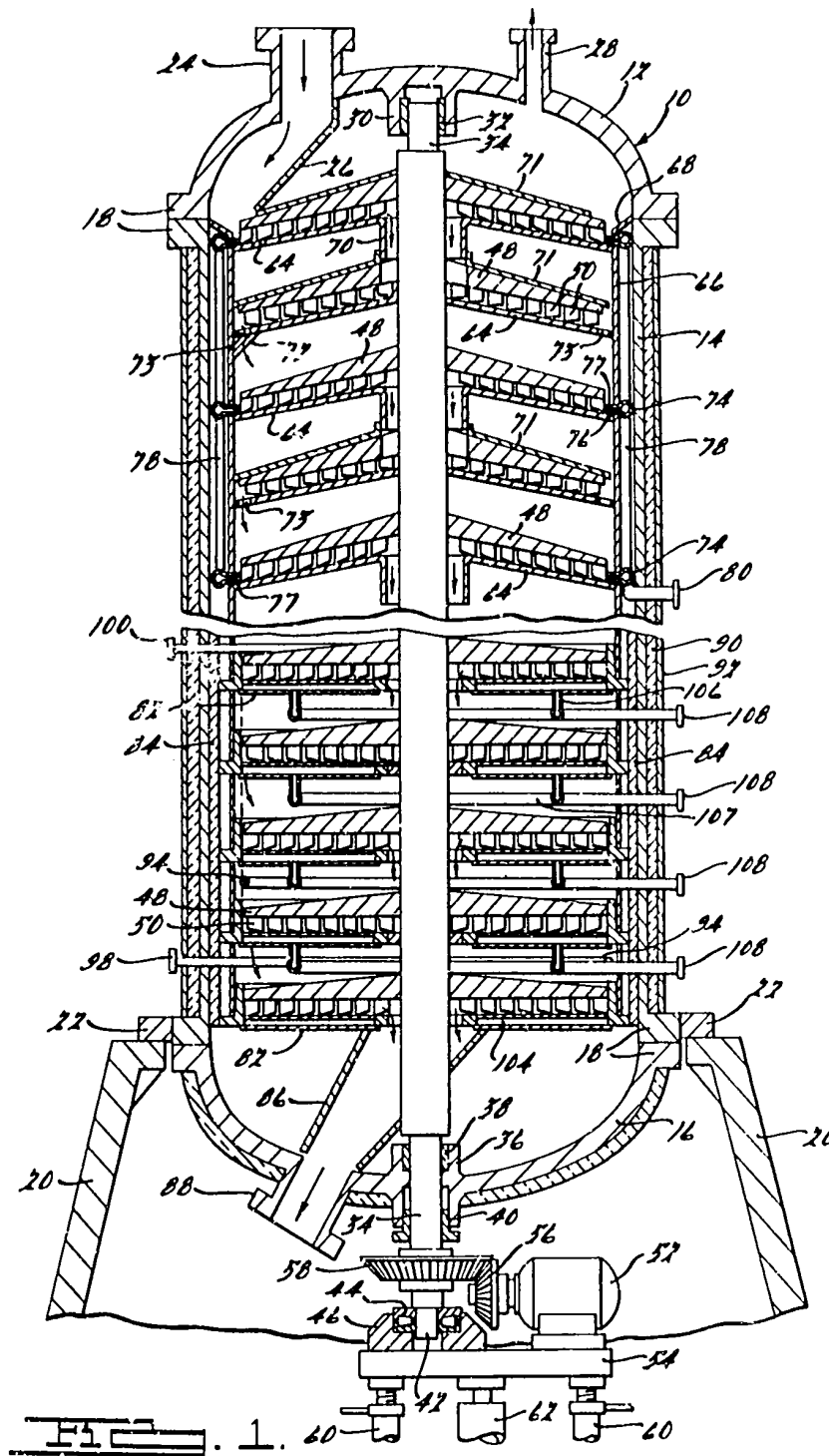
Die abgekühlten Gase umfassen ein Gemisch aus flüchtigen Gasen, die vom Ausgangsmaterial ausgetreten sind, und von den erhitzten Gasen, die in die Reaktionszone eingeführt worden sind. Dieses Gemisch wird vom oberen Ende des Reaktors durch den Auslaß 28 abgezogen und strömt über ein Druckreduzierventil 120 zu einem Kondensator 122. Im Kondensator 122 werden die organischen und kondensierbaren Teile des Gases kondensiert und als Nebenprodukt anfallendes Kondensat abgezogen. Der nicht kondensierbare Teil umfassende Anteil des Produktgases wird abgezogen, wobei der gesamte Teil oder nur ein Anteil davon zur Ergänzung der Beheizung der Reaktionszone eingesetzt werden kann. In entsprechender Weise wird der vom Reaktor in der Vorheizzone abgezogene flüssige Anteil durch ein geeignetes Druckreduzierventil 124 als Abwasser abgezogen. Dieses Abwasser enthält häufig wertvolle gelöste organische Bestandteile und kann weiterbehandelt werden, um eine Extraktion dieser Bestandteile zu erreichen. Alternativ dazu kann das Abwasser, das die gelösten organischen Bestandteile enthält, direkt zur Herstellung eines wäßrigen Schlammes verwendet werden, der Teile des verkleinerten festen Reaktionsproduktes enthält, um einen Transport desselben zu einem vom Reaktor entfernten Punkt zu ermöglichen.

Wie man Fig. 4 entnehmen kann, kann das gekühlte Produktgas vom Kondensator 122 durch eine Pumpe 130 wieder auf einen Druck gebracht werden, der geringfügig über dem in der Vorrichtung vorherrschenden Druck liegt, wonach es in einem Wärmetauscher oder Ofen 132 auf die gewünschte erhöhte Temperatur erhitzt und danach durch die diversen Einlässe dem Verteiler 107 (Fig. 2 und 3) zur Einführung durch die durchlässigen Herdelemente in die Reaktionszone zugeführt wird. Je nach der Art des Ausgangsmaterials kann der Heizwert des Produktgases für die Prozeßheizung ausreichen oder nicht. Es wird jedoch das gesamte Gas, das erzeugt wird, zur Prozeßheizung zur Verfügung gestellt, nachdem das umgewälzte Gas angesammelt worden ist. Wenn überhitzter Dampf zur Einführung in die Vorrichtung verwendet wird, kann das gesamte Produktgas als Heizquelle im Dampferzeuger verwendet werden. Diesbezüglich können Teile des aus der Vorheizzone gewonnenen Abwassers zur Erzeugung von überhitztem Dampf zur Einführung in die Reaktionszone eingesetzt werden.

Des weiteren zeigt das Flußdiagramm der Fig. 4 in schematischer Weise Hilfsheizsysteme zur Umwälzung des Wärmeübertragungsmediums durch den am Umfang angeordneten Wärmetauscherabschnitt der Reaktionszone 114. Wie dargestellt, umfaßt das Wärmetauschersystem eine Pumpe 126 zum Umwälzen des Wärmeübertragungsmittels durch einen Wärmetauscher oder Ofen 128, um eine Wiedererhitzung desselben zu erreichen, und zur Abgabe in das Rohrbündel der Reaktionszone.

Der vorstehend beschriebene Reaktor und das entsprechende Verfahren sind besonders geeignet zur Behandlung von kohlenstoffhaltigen Materialien oder Gemischen aus derartigen Materialien der vorstehend beschriebenen Art, die insbesondere dadurch gekennzeichnet sind, daß sie in ihrem Rohzustand einen hohen Feuchtigkeitsgehalt aufweisen. Der hier verwendete Begriff „kohlenstoffhaltig“ soll Materialien bezeichnen, die einen hohen Gehalt an Kohlenstoff aufweisen und in der Natur vorkommende Lagerstätten sowie Abfallmaterialien umfassen, die aus der Landwirtschaft und Forstwirtschaft resultieren. Derartige Materialien umfassen üblicherweise Kohlearten mit geringem Bitumengehalt (unterbituminöse Kohlen), lignitische Kohlearten, Torf, Celluloseabfallmaterialien, wie beispielsweise Sägemehl, Rinde, Holzschnitzel, Zweige und Späne aus Sägewerken und Holzbearbeitungsfabriken, landwirtschaftliche Abfallmaterialien, wie beispielsweise Baumwollpflanzenstengel, Nußschalen, Maiskolben, Reisschalen o. ä., und feste städtische Abfallpulpe, aus der Glas und metallische Verunreinigungen entfernt worden sind und die weniger als etwa 50 Gew.-% Feuchtigkeit, typischerweise etwa 25 Gew.-% Feuchtigkeit, enthält. Der vorstehend beschriebene Reaktor und das entsprechende Verfahren sind besonders geeignet zur Behandlung und Aufarbeitung von derartigen Cellulosematerialien unter Bedingungen und Verfahrensparametern, wie sie in den US-P 4052 168, 41 26519, 41 29420, 41 27391 und 44 77257 beschrieben sind.

Es versteht sich, daß die speziellen Temperaturen in den verschiedenen Zonen des Reaktors, der verwendete Druck und die Verweilzeit des Ausgangsmaterials innerhalb der verschiedenen Zonen variiert werden können, um die erforderliche thermische Aufarbeitung und/oder chemische Restrukturierung des Cellulose-Ausgangsmaterials in Abhängigkeit von dessen Ausgangsfeuchtigkeitsgehalt, von dessen allgemeinem chemischem Aufbau und von dessen Kohlenstoffgehalt sowie die gewünschten Eigenschaften des festen Reaktionsproduktes zu erreichen. Die Vorheizzone des Reaktors kann daher so gesteuert werden, daß sie eine Vorerhitzung des eintretenden Ausgangsmaterials bei Raumtemperatur auf eine erhöhte Temperatur bewirkt, die allgemein von etwa 94°C bis zu etwa 260°C reicht, wonach das Material beim Eintreten in die Reaktionszone weiter auf eine Temperatur von etwa 650°C oder höher erhitzt wird. Der Druck im Reaktor kann ebenfalls in einem Bereich von etwa 20,7 bis etwa 207 bar variiert werden, wobei Drücke von etwa 41,3 bis etwa 103 bar typisch sind.



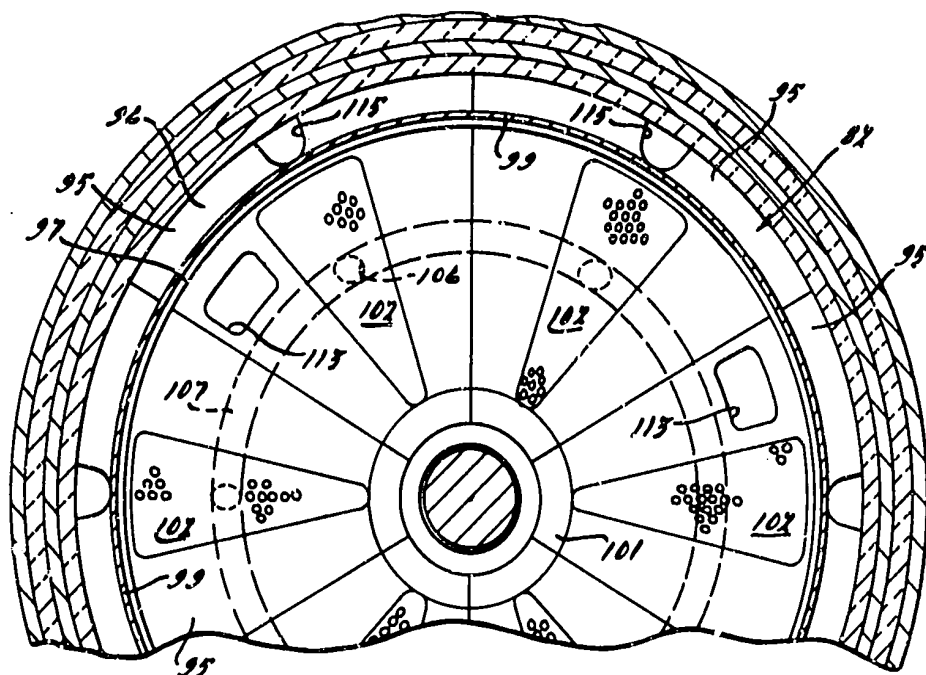


FIG. 2.

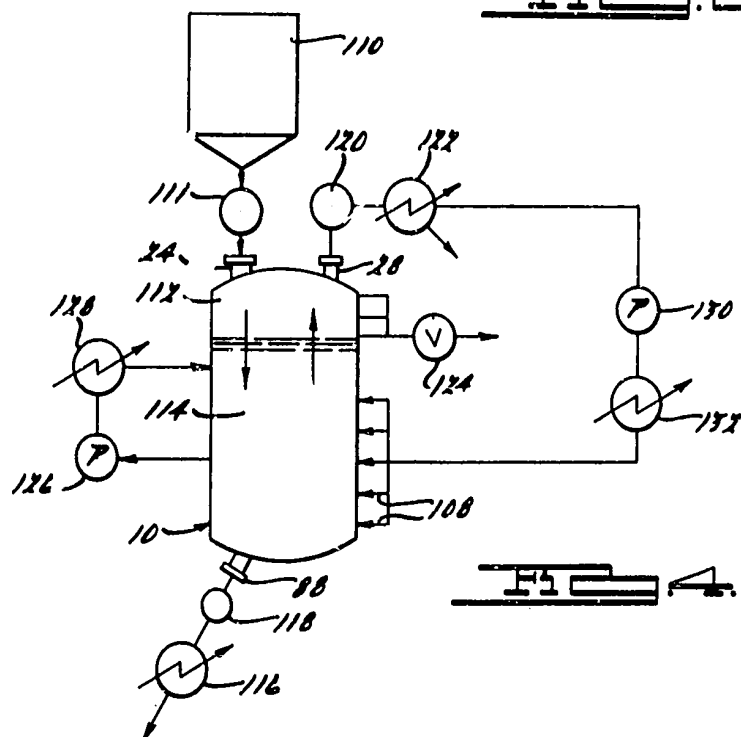


FIG. 4.

