



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

(19) DD (11) 261 262 A3

 4(51) B 01 J 8/24
 C 01 B 31/08
 F 27 B 15/08

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP B 01 J / 295 500 8

(22) 23.10.86

(45) 26.10.88

(71) Technische Universität Dresden, Direktorat Forschung, Mommsenstraße 13, Dresden, 8027, DD

 (72) Heschel, Wolfgang, Dr.-Ing.; Klose, Erhard, Prof. Dr.-Ing.; Wienhaus, Otto, Doz. Dr. sc. nat.; Bloßfeld, Ot-
 fried, Doz. Dr. rer. silv.; Sachmann, Eberhard, Dipl.-Chem., DD

(54) Wirbelbettreaktor zur Herstellung von Aktivkohle

 (55) Pulverkohle, Wirbelbettreaktor, Aktivkohle,
 Adsorptionsfähigkeit, Hackschnitzel, Braunkohle,
 Schachtreaktor, Gaszuführung, Gasabführung,
 Verweilzeitspektrum, Rohr

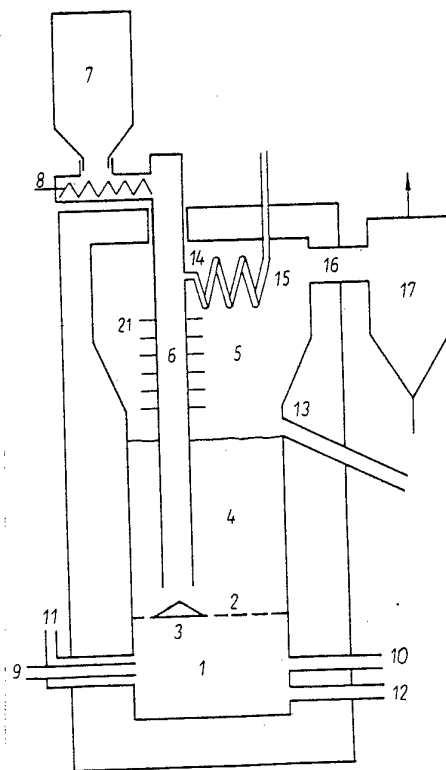
 (57) Die Erfindung betrifft einen Wirbelbettreaktor zur
 Herstellung von Aktivkohle, insbesondere Pulverkohle
 hoher Adsorptionsfähigkeit, aus rezenten oder fossilen
 Kohlenstoffträgern, z. B. aus waldfrischen Hackschnitzeln
 oder Braunkohle. Ausgehend von einem Wirbelbettreaktor
 mit einem etwa senkrechten Rohr für die Gutzuführung ist
 das Rohr in der Art eines Schachtreaktors ausgebildet und
 hierzu wenigstens eine Gaszu- oder/und Abführung an das
 Rohr angeschlossen. In dieser Kombination
 Schachtreaktor – Wirbelbettreaktor wird es möglich, das
 für einstufige Wirbelschichtreaktoren typische breite
 Verweilzeitspektrum einzuengen. Fig. 1


Fig. 1

Patentansprüche:

1. Wirbelbettreaktor zur Herstellung von Aktivkohle aus rezenten oder fossilen Kohlenstoffträgern mit einer Brennkammer, einem Anströmboden, einem Beruhigungsraum, einem Bunker mit dosiertem Abzug des Gutes und wenigstens einem Rohr zur etwa senkrechten Zuführung des Gutes in die Wirbelschicht oberhalb des Anströmbodens, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Rohr (6) in der Art eines Schachtreaktors ausgebildet und hierzu wenigstens eine Gaszu- oder/und -abführung an das Rohr angeschlossen ist.
2. Wirbelbettreaktor nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß im oberen oder/und im mittleren Teil des Rohres (6) eine Spülgasleitung (14) angeschlossen ist.
3. Wirbelbettreaktor nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß im oberen Teil des Rohres (6) eine Gasabführung (18) angeschlossen ist.
4. Wirbelbettreaktor nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Außenwand des Rohres (2) im Beruhigungsraum des Reaktors Rippen (18) oder ähnliche Elemente für einen intensiven Wärmeaustausch aufweist.
5. Wirbelbettreaktor nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Rohr (6) von der Gutzuführung bis zum Gutaustritt oberhalb des Anströmbodens unterschiedliche Durchmesser, konische Übergänge oder/und Einbauten zur Einstellung einer (abschnittsweise) unterschiedlichen Geschwindigkeit des Gutes im Rohr aufweist.
6. Wirbelbettreaktor nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Höhe des Gutaustritts über dem Anströmboden verstellbar ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Wirbelbettreaktor zur Herstellung von Aktivkohle, insbesondere Pulverkohle hoher Adsorptionsfähigkeit, aus rezenten oder fossilen Kohlenstoffträgern, z. B. aus waldfrischen Hackschnitzeln oder Braunkohle, zur Trinkwasseraufbereitung, Abwasserbehandlung, Reinigungs- und Entfärbzwecke.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist bereits bekannt, Wirbelbettreaktoren zur Herstellung und Reaktivierung von Aktivkohle einzusetzen. Der im wesentlichen zylindrische Reaktor besteht von unten nach oben aus drei Zonen: der Brennkammer, der Wirbelschicht und einem Beruhigungsraum. In die Brennkammer werden die Brenngase (Eigen- und Fremdgas), Luft und Wasserdampf eingeblasen. Die mit Wasserdampf beladenen Verbrennungsgase durchströmen die Wirbelschicht und aktivieren das Gut. Das zu aktivierende, feinkörnige Gut wird von einem im allgemeinen seitwärts des Reaktors und oberhalb der Wirbelschicht befindlichen Zuteiler, z. B. einer Dosierschnecke, durch einen Schacht oder ein Fallrohr oberhalb des Anströmbodens aufgegeben.

Die Reaktionsgeschwindigkeit der Gas-Feststoff-Reaktion, die entscheidend von der Phasengrenzfläche Feststoff/Gas und von der Intensität des Stoffaustausches bestimmt wird, ist in der Wirbelschicht sehr hoch. Beim direkt beheizten Drehrohrföfen wird der Stoffaustausch zu und von der Phasengrenzfläche zum begrenzenden Faktor für die Aktivierungsgeschwindigkeit und folglich für die Reaktorleistung. In geringem Umfang werden der Kontakt zwischen Gas und Feststoff und damit der Stoffaustausch und die effektive Austauschfläche durch Drehzahlerhöhung bzw. Einbau von Schaufeln vergrößert. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Schachtofen. Bedingt durch den hohen Strömungswiderstand im Schachtreaktor, ist der Aktivierungs-Durchgang erschwert. Die Herstellung von Aktivkohlen mit einer hohen Adsorptionsfähigkeit ist darum immer mit einer geringen Durchsatzleistung verbunden. Andererseits ist es mit einem Schachtofen bereits gelungen, Aktivkohle im einstufigen Prozeß direkt aus Holz herzustellen (DE-OS 3022911).

Ein Nachteil der bisher bekannten Wirbelbettreaktoren ist das ungünstige Verweilzeitverhalten der Teilchen. Es werden Teilchen mit einem sehr unterschiedlichen Aktivierungsgrad bzw. Abbrand ausgetragen. So hat z. B. die Teilchenrückvermischung in einem zylindrischen Wirbelbettreaktor zur Folge, daß nach der mittleren Verweilzeit erst ca. 65% des Feststoffes ausgetragen sind, während 10% des Feststoffes mindestens die dreifache Verweilzeit aufweisen (vgl. Jüntgen, H. et al., Chem. Ing. Techn. 49 [1977] 2, S. 447/77).

Um das Verweilzeitverhalten zu verbessern, werden Einbauten vorgeschlagen, die sichern sollen, daß die Teilchen nacheinander mehrere Wirbelbetten durchlaufen, z. B. FR-PS 942699 und 951153.

Nach DE-OS 2518033 ist eine Wirbelbettrinne mit einer Betthöhe von 30 bis 70 mm vorgesehen. Die geringe Wirbelbetthöhe verschlechtert allerdings die Ausnutzung des Aktivierungsgases.

Es wurde bereits vorgeschlagen, das zu aktivierende Gut seitwärts des Reaktors mit einer Dosierschnecke unter einem Winkel von wenigstens 45° zuzuführen und im Reaktor eine bewegliche Trennwand vorzusehen. Die Trennwand teilt den Reaktorraum in einen materialeintragsseitigen und einen materialaustragsseitigen Teil. Das Gut muß den Spalt zwischen Trennwand und Anströmboden passieren. Die Rückströmung wird dadurch wesentlich verringert. Zugleich verringert die spezielle Gutzuführung den sonst bei Wirbelbettreaktoren anzutreffenden Temperaturschock, da das Gut in der Gutzuführung bereits aufgewärmt wird. Die im Zuführungskanal aus dem zu aktivierenden Material entweichenden Gase werden durch Bespannung des Bunkers mit

dem Brennkammerdruck in den Reaktor abgeführt. Die Verarbeitung von noch nicht verkokten Materialien (Braunkohlenknorpel, Holzspäne, Xylit), die in der Gutzuführung getrocknet und teilweise bereits pyrolysiert werden, hat aber auch gezeigt, daß die Vergleichmäßigung der Verweilzeit auch in diesem Reaktor noch ungenügend ist.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Herstellung hochwertiger Aktivkohle aus rezenten oder fossilen Kohlenstoffträgern im Wirbelbettreaktor.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein in bezug auf die Aktivatqualität günstigeres Verweilzeitspektrum der zu trocknenden, zu pyrolysierenden und zu aktivierenden Teilchen in der Wirbelschicht zu erreichen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe, ausgehend von einem Wirbelbettreaktor mit einem etwa senkrechten Rohr für die Gutzuführung, dadurch gelöst, daß das Rohr in der Art eines Schachtreaktors ausgebildet und hierzu wenigstens eine Gaszuführung an das Rohr angeschlossen ist.

Das Rohr kann sehr variabel als Schachtreaktor ausgebildet werden. Es können von vornherein in verschiedenen Höhen Gaszuleitungen für Spülgas, Verbrennungsgas oder/und Aktivierungsgas vorgesehen sein. Das Rohr kann unterschiedliche Durchmesser, konische Übergänge oder entsprechende Einbauten zur Einstellung einer (abschnittsweise) unterschiedlichen Verweildauer des Gutes im Rohr aufweisen. Mit einer Verstellung der Höhe des Gutaustritts über dem Anströmboden kann die Durchströmgeschwindigkeit insgesamt beeinflußt werden. Mit Außenwandrippen oder ähnlichen den Wärmeaustausch fördernden Wandelementen ist es möglich, einen Teil der im Beruhigungsraum des Reaktors vorhandenen Wärme im Rohr zu nutzen. Bei Bedarf können mehrere derartige Rohre parallel zueinander angeordnet werden.

In dieser Kombination Schachtreaktor–Wirbelbettreaktor wird es möglich, einen wesentlichen Teil des jeweiligen Gesamtverfahrens, wenn notwendig von der Trocknung über die Pyrolyse bis hin zu einem Teil der Aktivierung, relativ gleichmäßig im Rohr durchzuführen und das Gut erst zum Schluß in der Wirbelschicht endgültig zu aktivieren, d. h. es wird die Gleichmäßigkeit der Prozeßführung in dem einem Schachtreaktor ähnlichen Rohr mit der Intensität der Gas-Feststoff-Reaktion in der Wirbelschicht verbunden. Das für einstufige Wirbelschichtreaktoren typische breite Verweilzeitspektrum wird dadurch stark eingengt, weil sofort aktivierungsfähige Partikel unmittelbar über dem Anströmboden in den Wirbelschichtreaktor eingetragen werden, so daß die Wahrscheinlichkeit, daß unteraktiviertes Gut in den Austrag gelangt, entscheidend verringert wird.

Darüber hinaus können je nach gewählter Strömungsrichtung des Spülgases im erfindungsgemäßen Rohr weitere positive Effekte erzielt werden.

Bei Anschluß von Spülgas im Gleichstrom zum Guttransport treten Wasserdampf und freigesetzte Pyrolyseprodukte am unteren Rohrende aus und kommen dort in Kontakt mit den heißen Wirbelgasen. Die kondensierbaren organischen Verbindungen (Teer, Öle) werden aus dem Pyrolyseprozeß gebracht. Die höhermolekularen Kohlenwasserstoffe werden gekrackt. Die Aufbereitung der Gase wird wesentlich vereinfacht. Der Wasserdampf und das gebildete Kohlendioxid werden als Reaktionsgas im Aktivierungsprozeß genutzt.

Es ist ebenso möglich, einen Teilstrom des Wirbelgases entgegen der Richtung des Guttransportes mit einer unterhalb des Wirbelpunktes der Teilchen liegenden Geschwindigkeit in das Rohr von unten einzuleiten. Das Gemisch aus Wirbelgas, Wasserdampf und Pyrolysegas wird am oberen Ende des Rohres abgezogen und einer Gasaufbereitung zugeführt. Von Vorteil ist das geringere zu reinigende Gasvolumen bei gleichzeitig höheren Konzentrationen an nutzbaren Flüssigprodukten aus der Pyrolyse.

Ausführungsbeispiel

In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1: einen einfachen, erfindungsgemäß ausgebildeten Wirbelbettreaktor,
Fig. 2–4: weitere erfindungsgemäße Ausführungen des Rohres.

Der Wirbelbettreaktor besteht aus der Brennkammer 1, dem Anströmboden 2 mit feststehendem Kegel 3, der Wirbelschicht 4, dem Beruhigungsraum 5 und dem Rohr 6. Das zu aktivierende Gut wird aus einem Bunker 7 über eine Dosierschnecke 8 in das Rohr 6 gefördert, es durchwandert das Rohr von oben nach unten als Wanderschicht und tritt über dem Anströmboden 2 aus, wobei über die variable Spaltbreite zwischen Rohrende und feststehendem Kegel 3 die Austrittsgeschwindigkeit gesteuert wird. Der Brennkammer 1 werden verschiedene Gase zugeführt. Im Beispiel sind an die Brennkammer angeschlossen: eine Fremdgas- (Heizgas-) Leitung 9, eine Eigengas- (Prozeßgas-) Leitung 10, eine Luftzuleitung 11 und eine Leitung für Zusatzdampf 12. Die heißen Verbrennungs- und Aktivierungsgase durchströmen den Anströmboden und versetzen die auf ihm lagernden Gutteilchen in wirbelnde Bewegung. Gleichzeitig reagieren Wasserdampf und Kohlendioxid mit dem Kohlenstoff der Feststoffteilchen unter Bildung von Poren in den Partikeln. Auf dem Anströmboden baut sich bis zum Austrag 13 die Wirbelschicht 4 auf. Die durch den Aktivierungsprozeß spezifisch leichter werdenden Teilchen gelangen durch die wirbelnde Bewegung an die Oberfläche der Wirbelschicht 4 und weiter in den Austrag 13. Im Beruhigungsraum 5 werden vom Gas mitgerissene Aktivkohleteilchen zurückgehalten. Im oberen Teil des Rohres 6 ist eine Spülgasleitung 14 angeschlossen. Das Spülgas wird in einem Wärmeübertrager 15 unter Ausnutzung der Enthalpie der Prozeßgase aufgeheizt. Es deckt zu einem Teil den Wärmebedarf des als Schachtreaktor fungierenden Rohres. Der andere Teil wird indirekt über die Rohrwand, die zur Intensivierung des

Wärmeübergangs mit bekannten Rippen 21 o. ä. versehen ist, auf das Gut übertragen. Die Prozeßgase verlassen den Reaktor durch den Gasabgang 16 und werden in einer Entstaubungsanlage 17 von mitgerissenem Staub befreit. Ihre weitere Aufbereitung sowie energetische und stoffwirtschaftliche Nutzung, z. B. zur Herstellung des Spülgases, sind bekannt. In einer derartigen kleintechnischen Anlage wurden Eichenholzspäne (Hackschnitzel) mit folgenden Ausgangsdaten verarbeitet:

Kornspektrum:

< 2 mm 5 Ma.-%
2-4 mm 55 Ma.-%
4-6 mm 30 Ma.-%
> 6 mm 10 Ma.-%

Kurzanalyse:

Wasser 20 Ma.-%
Asche 0,6 Ma.-% (d)
Flüchtige 83,9 Ma.-% (d)
C(fix) 15,5 Ma.-% (d)

Das Rohaktivat wies je nach Abbrand folgende Eigenschaften auf:

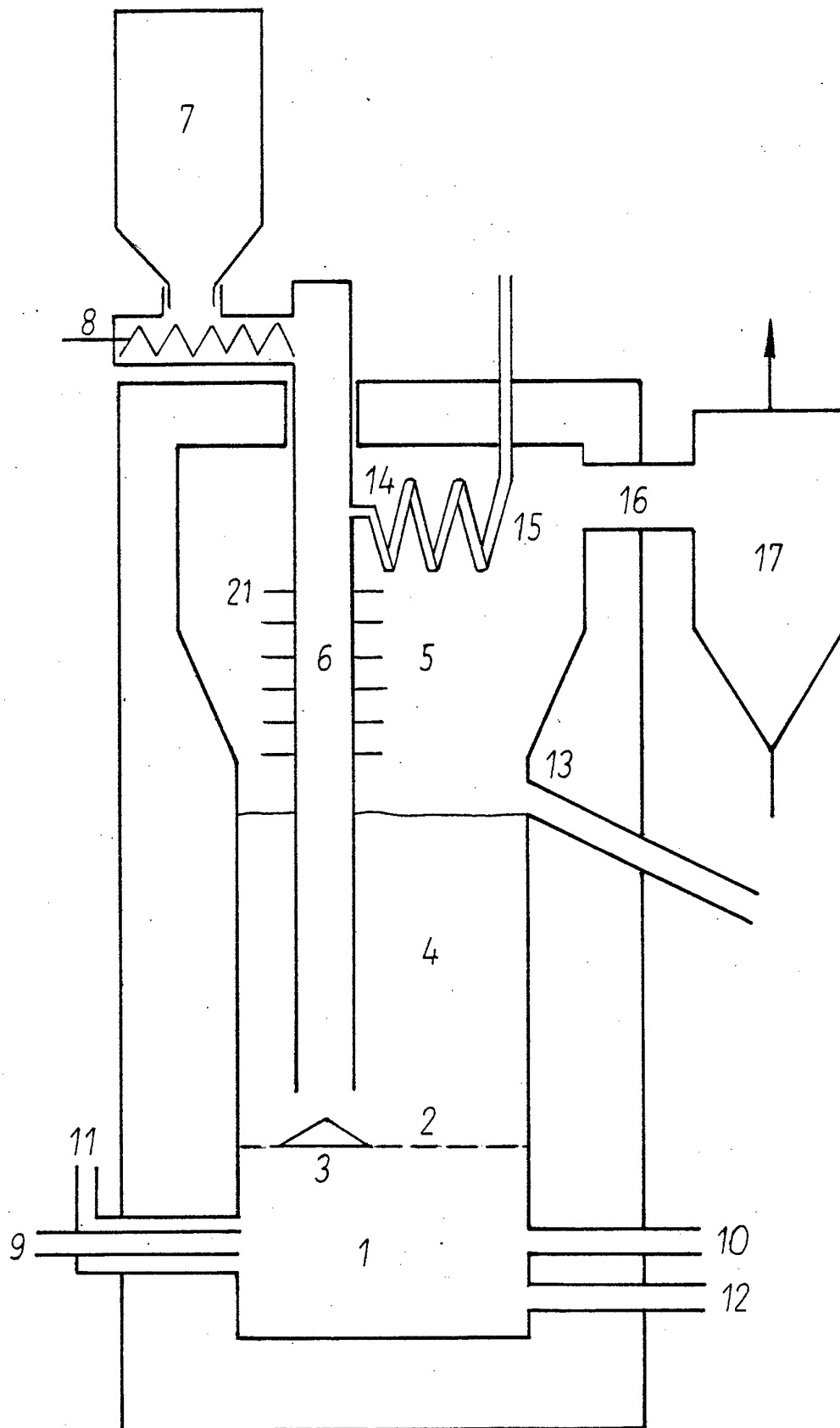
	Beispiel 1	Beispiel 2	
Asche:	6,2	8,0	Ma.-% (d)
Flüchtige:	2,1	2,8	Ma.-% (d)
C(fix):	91,6	89,1	Ma.-% (d)
Rohdichte:	315	270	kg/m ³
Rütteldichte:	113	80	kg/m ³
Methylenblauwert:	11	16	cm ³ /0,1 g
Jodzahl:	810	860	mg/g
Phenoladsorption:	50	58	mg/l
spez. Oberfl.:	600	900	m ² /g

In Fig. 2 ist das Rohr 6 einer weiteren Ausführung dargestellt.

Anstelle des Spülgasanschlusses wird ein Teil des Wirbelgases von unten in das Rohr eingeleitet. Es tritt beladen mit dem aus der Guttrocknung stammenden Wasserdampf und den gasförmigen Pyrolyseprodukten am oberen Rohrende durch die Gasabführung 18 aus und gelangt in eine separate Gasaufbereitung, in der die nutzbaren Pyrolyseprodukte vorteilhaft unverdünnt durch das Prozeßgas gewonnen werden können.

In einer weiteren Ausführung weist das Rohr 6 im unteren Bereich eine Querschnittserweiterung 19 um 50 bis 100% und bekannte Einbauten 20 auf, um die Aufenthaltsdauer der Teilchen in der Pyrolysezone zu erhöhen.

Für sehr feuchtes Gut ist in einer weiteren Ausführung der obere Teil des Rohres 6 im Querschnitt erweitert.



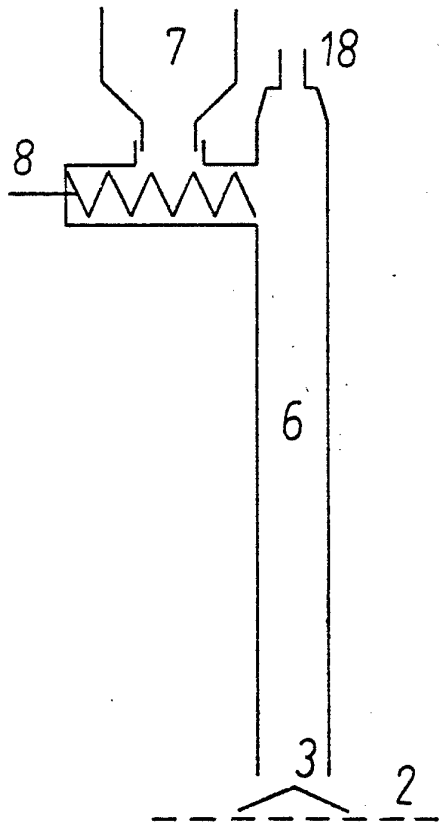


Fig. 2

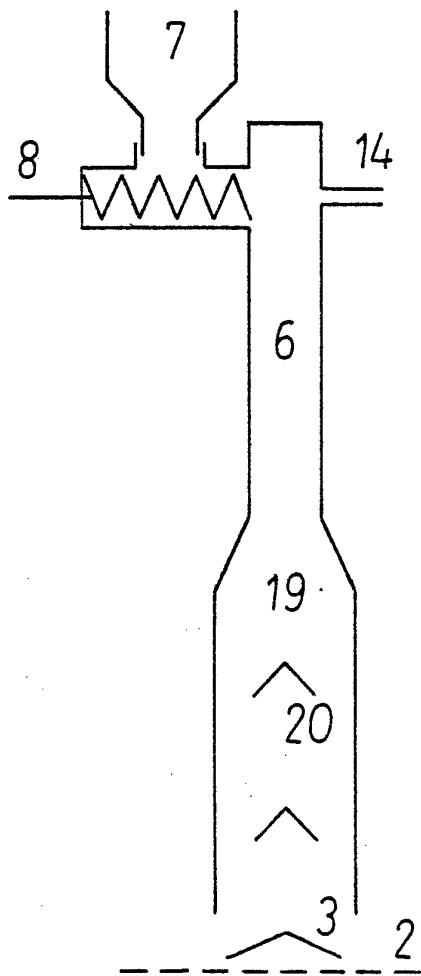


Fig. 2

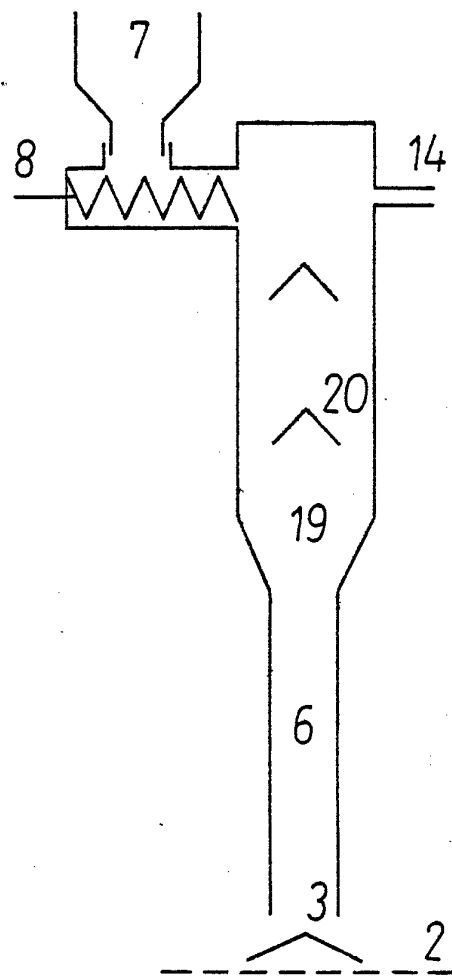


Fig. 1.