

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑳ Anmeldenummer: 82107206.3

⑤① Int. Cl.³: **C 10 B 57/10, F 26 B 3/22**

㉔ Anmeldetag: 10.08.82

③① Priorität: 25.08.81 DE 3133491

⑦① Anmelder: Krupp-Koppers GmbH, Moltkestrasse 29,
D-4300 Essen 1 (DE)

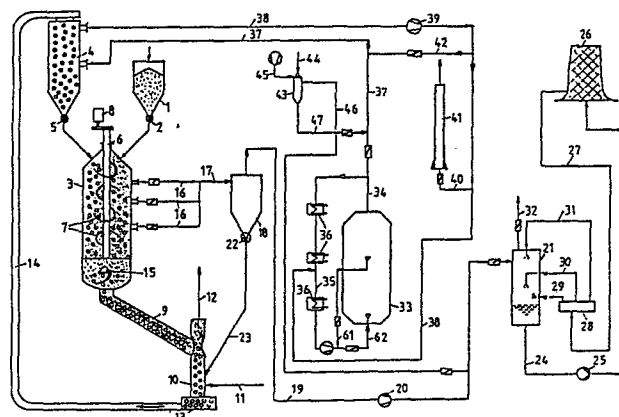
④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 09.03.83
Patentblatt 83/10

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: AT BE DE FR GB IT LU NL
SE

⑦② Erfinder: Petrovic, Vlado, Dr., Dipl.-Ing.,
Adelgundenweg 65, D-4300 Essen 1 (DE)

⑤④ Verfahren und Einrichtung zur Erwärmung von Kohle.

⑤⑦ Die Erfindung betrifft die Erwärmung kalter, feuchter Kohle, insbesondere von zur nachfolgenden Verkokung bestimmter Kohle. Es ist vorgesehen, daß der Kohle heiße Festkörper, deren Ausgangstemperatur über der angestrebten Endtemperatur der Kohle liegt, beigemischt werden.



EP 0 073 368 A2

Essen, den 21. August 1981
N 4854/4a Vo/Wi.

KRUPP-KOPPERS GMBH, Moltkestrasse 29, 4300 Essen 1

Verfahren und Einrichtung zur Erwärmung von Kohle.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erwärmung kalter, feuchter Kohle, insbesondere von zur nachfolgenden Verkokung bestimmter Kohle, sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

5 Neben der erwähnten Anwendung der Erfindung bei der Erwärmung von Koks-kohle ist diese auch anwendbar bei anderen Bestimmungen der Kohle, beispielsweise zur Erwärmung von zu brikettierender Kohle. Im folgenden soll die Erfindung jedoch am Beispiel der Koks-kohle erläutert werden.

10

Die zur Verkokung vorgesehene Kohle liegt im allgemeinen bei Umgebungstemperatur (0 - 20 ° C) mit einem Wassergehalt von bis zu 15 % und in einer Korngrößenverteilung von 1 - 10 mm vor, wobei ca. 85 % der Korngrößen < 3 mm sind. Für ihren Einsatz im

15 Koksofen sind die kokereitechnischen Eigenschaften wichtig, gekennzeichnet durch Dilatation, Blähgrad, Fluidität usw. Es ist bekannt, dass man durch Erwärmung der Kohle auf 200 - 250 ° C die Garungszeit des Koks im Ofen erheblich reduzieren kann, z.B. von 20 h auf 14 h, indem durch Erwärmung das Wasser bis auf geringfügige

20 Restgehalte entfernt wird. Es ist wichtig, dass bei der Erwärmung die kokereitechnischen Eigenschaften der Kohlen nicht beeinträchtigt werden. Im Gegenteil, es wurde gefunden, dass durch sachgerechte Erwärmung die Verkokung der Kohle im Koksofen verbessert werden kann, so dass auch Kohlen, die ohne Vorbehandlung schlecht verkokbar
25 sind, mit Erfolg im Koksofen eingesetzt werden können.

./.

Bei der Erwärmung kann, insbesondere bei schockartiger Aufheizung der einzelnen Kohlepartikel, eine Zerkleinerung derselben stattfinden, die unerwünscht ist, weil sie den Feinkornanteil in unzulässiger Weise erhöht. Die Kohleerwärmung muss deshalb
5 schonend durchgeführt werden. Um Oxidation zu verhüten, muss die Kohleerwärmung weitgehend sauerstofffrei betrieben werden.

Zur Durchführung der Kohleerwärmung sind eine Reihe von Verfahrensprinzipien bekannt, die zum Teil auch bereits grosstechnisch durchgeführt werden, wie z.B. die Erwärmung durch heisse
10 Gase im Flugstrom oder durch indirekte Beheizung über Wärmeaustauschflächen in Trocknern oder durch direkte Beheizung durch heisse Gase in bewegter Schüttung, beispielsweise in einer rotierenden Trommel.

15

Alle diese Verfahren zeichnen sich durch hohe Investitionskosten, durch erheblichen maschinellen Aufwand und durch grossen Energieaufwand aus. Ausserdem tritt eine Verschiebung der Kornverteilung zum Feinkorn hin auf. Andere kokereitechnische Eigenschaften,
20 ten, wie z.B. Dilatation und Fluidität, werden beeinträchtigt.

Besonders vorteilhaft bezüglich des Energieverbrauches der Kokerei lässt sich eine Anlage zur Erwärmung von Kohle betreiben, wenn die beim Kühlen des erzeugten Koksess gewonnene Energie zur
25 Erwärmung der Kohle eingesetzt werden kann, wie dies bei der älteren Patentanmeldung P 31'18 931.8 erfolgt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, das mit niedrigen Investitionskosten einen sparsamen Energieverbrauch verbindet und das den Schutz der kokereitechnisch wertvollen Eigenschaften der Kohle gewährleistet und eine Zerkleinerung der Kohlepartikel vermeidet.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäss vorgeschlagen, dass der Kohle heisse Festkörper, deren Ausgangstemperatur über der angestrebten Endtemperatur der Kohle liegt, beigemischt werden.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung sollen Festkörper verwendet werden, die eine weitgehend gleichmässige Form ohne Kanten, scharfe Ecken, Vorsprünge oder Einkerbungen aufweisen. Besonders geeignet sind Festkörper mit Kugelform. Darüber hinaus ist es zweckmässig, zur guten Durchmischung der Kohle mit den wärmeübertragenden Feststoffen Festkörper mit einem engen Grössenspektrum, beispielsweise Kugeln einheitlicher Grösse, bevorzugt mit einem Durchmesser kleiner als 40 mm einzusetzen.

Die Festkörper können aus metallischen Werkstoffen, vorzugsweise Stahl oder Gusseisen, oder aus nichtmetallischen Werkstoffen, beispielsweise Keramik oder Porzellan, bestehen. Auch Festkörper aus entsprechend mechanisch widerstandsfähigen und temperaturbeständigen Kunststoffen können zum Einsatz kommen. Die Festkörper können auch natürlichen Ursprungs sein, z. B. Kieselsteine, die zweckmässigerweise in einer bestimmten Form und Grösse ausgesucht werden sollten. Wesentlich bei der Wahl des Werkstoffes

für die Festkörper ist, dass dieser abriebfest ist. So werden bei nichtmetallischen Werkstoffen mechanische Abriebfestigkeiten nach DIN 52108 von kleiner $0,45 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$ bevorzugt.

- 5 Von besonderer Bedeutung sind die Wärmeeigenschaften der Festkörper. So empfehlen sich Festkörper mit einer Wärmeeindringzahl von kleiner $16000 \text{ (J/m}^2 \text{ K s}^{0,5})$, vorzugsweise kleiner $5000 \text{ (J/m}^2 \text{ K s}^{0,5})$. Die Temperaturleitzahl sollte kleiner $700 \cdot 10^{-4} \text{ (m}^2/\text{h})$, vorzugsweise kleiner $150 \cdot 10^{-4} \text{ (m}^2/\text{h})$, und
- 10 die spezifische Wärme der Festkörper grösser 400 (J/kg K) , vorzugsweise grösser 800 (J/kg K) , sein. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass man natürlich bestrebt sein wird, die Menge der wärmeübertragenden Festkörper im Verhältnis zur Kohlenmenge, die erwärmt werden soll, klein zu halten. Es ist deshalb vorteilhaft,
- 15 Feststoffe auszuwählen, die ein möglichst hohes Wärmespeichervermögen besitzen.

- Um zu verhüten, dass die kalte, feuchte Kohle einem Wärmeschock ausgesetzt wird, sind der Einsatztemperatur der wärmeübertragenden Festkörper Grenzen gesetzt. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die Temperatur der Festkörper nicht über 500°C zu steigern und Festkörper aus einem Material zu wählen, deren Wärmeeindringzahl und Temperaturleitzahl eine langsame und schonende Übertragung der im Festkörper gespeicherten Wärmeenergie auf die
- 20 Kohle gestattet.

Die bei der Verdampfung der Kohlefeuchte entstehenden Brüden schirmen als Schutzgas die Kohlepartikel gegen den nachteiligen

Einfluss des Luftsauerstoffs auf die kokereitechnisch wertvollen Eigenschaften der Kohle ab.

Das Aufheizen der Festkörper kann an sich auf beliebige Art erfolgen. Eine bevorzugte Ausführungsform sieht bei Vorhandensein einer Kokstrockenkühlanlage innerhalb des Kokereibetriebes die Verwendung der hier anfallenden heissen Kühlgase vor. Diese Kühlgase können in einen die Festkörper aufnehmenden Behälter eingeleitet und dort an diese einen Teil ihrer fühlbaren Wärme abgeben, bevor sie zur Kokstrockenkühlanlage zurückströmen.

Eine andere Möglichkeit zum Aufheizen der Festkörper besteht darin, eine separate Verbrennungskammer vorzusehen und die dort mittels eines festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffes erzeugten Rauchgase in Wärmeaustausch mit den Festkörpern zu bringen. Die Installation einer solchen Verbrennungskammer empfiehlt sich im übrigen auch dann, wenn eine Kokstrockenkühlanlage vorhanden ist. Durch diese Verbrennungskammer ist dann auch bei einem Ausfall oder einer Betriebsstörung der Kokstrockenkühlanlage die Erwärmung der Kohle in gewünschtem Masse gesichert. Da die bei der Verbrennung entstehenden Rauchgase mit ca. 1 400 ° C für die Erwärmung der Kohle eine zu hohe Temperatur aufweisen, kann diese beispielsweise durch Zumischen von Wasserdampf auf den erforderlichen Wert gesenkt werden.

25

Ausgestaltung und Ausführungsformen der Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens sind in weiteren Unteransprüchen gekennzeichnet.

./.

Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielsweise veranschaulicht. Dabei zeigen :

Fig. 1 eine Prinzipskizze des erfindungsgemässen Verfahrens
5 und

Fig. 2 - 8 Fliess-Schemen von Ausführungsformen des erfindungsgemässen Verfahrens

Im einzelnen zeigen hierbei :

10

Fig. 2 den Einsatz eines senkrecht stehenden Behälters als Wanderschichttrockner,

Fig. 3 den Wanderschichttrockner nach Fig. 2 mit einer anderen Austrage- und Trennvorrichtung,
15

Fig. 4 den Wanderschichttrockner nach Fig. 2 mit eingebautem Schwingsieb,

20 Fig. 5 den Einsatz eines Etagentrockners,

Fig. 6 den Einsatz einer rotierenden Trommel als Wanderschichttrockner,

25 Fig. 7 den Einsatz eines schräg liegenden Behälters als Wanderschichttrockner
und

Fig. 8 den Einsatz einer Vibrationsrinne als Wanderschichttrockner.

Gemäss Fig. 1 wird die feuchte Kohle aus dem Kohlenbunker A über das Zuteilorgan B mit den erhitzten Festkörpern aus dem Festkörpererhitzer C über ein Dosiergerät D mittels einer geeigneten Verteilervorrichtung E gemeinsam der Einrichtung zur 5 Erwärmung der Kohle F zugeführt. Kohle und Festkörper durchwandern im Gleichstrom diese Einrichtung. Dabei geben die Festkörper einen Teil der in ihnen gespeicherten Energie an die Kohle ab. Die ausgetriebene Kohlefeuchte wird über geeignete Brüdenräume abgezogen.

10

Die so erwärmte Kohle wird in einer geeigneten Trenneinrichtung G, z.B. einem Schüttelsieb, von den Festkörpern getrennt und auf geeignete Weise dem Koksofen zugeführt. Die Festkörper werden, beispielsweise durch ein Becherwerk H, dem Feststoff- 15 erhitzer C wieder zugeführt.

Der Festkörpererhitzer C kann mit Rauchgasen aus einer Feuerung betrieben werden. Besonders vorteilhaft bezüglich des Energieverbrauches der Kokerei ist es, die heissen Gase einer Koks- 20 trockenkühlung einzusetzen. Die Heizgaszufuhr ist mit I, der Heizgasaustritt mit K bezeichnet.

Die nachstehend dargestellten Ausführungsalternativen des erfindungsgemässen Verfahrens haben alle den Einsatz von Gasen 25 aus einer Kokstroockenkühlung zum Gegenstand.

In Fig. 2 ist mit 1 der Aufgabebunker bezeichnet, aus dem kontinuierlich die feuchte Kohle über eine Zellenradschleuse 2 in den

./.

Wanderschichttrockner 3, der im vorliegenden Fall als aufrecht stehender, zylindrischer Behälter ausgebildet ist, eingeleitet wird. Ebenfalls kontinuierlich werden aus dem Erhitzer 4 Festkörper, beispielsweise in Form von Stahlkugeln, über die Zellen- 5 radschleuse 5 dem Wanderschichttrockner zugeführt.

Die Kohle und die beigemischten Kugeln fließen kontinuierlich durch den Wanderschichttrockner von oben nach unten, wobei Kohle und Kugeln durch das Rührwerk 6 mit den Rührarmen 7 10 ständig in Bewegung gehalten werden. Der Antrieb des Rührwerks ist mit 8 bezeichnet. Durch das Rührwerk wird somit gewährleistet, dass immer neue Kohlekörner mit den heißen Kugeln in Berührung kommen, so dass die Kohle insgesamt eine im wesentlichen gleichmässige Wärmebehandlung erfährt. Die Wi- 15 derstände beim Abwärtsfliessen der Kohle werden durch deren eigenes und das Gewicht der Kugeln überwunden, wobei die variable Verweilzeit der Kohle im Wanderschichttrockner vom Abzug der Kohle und der Kugeln im unteren Bereich bestimmt wird.

20 Die Austragung von Kohle und Kugeln aus dem Wanderschichttrockner 3 erfolgt bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform der Erfindung mittels einer Förderschnecke 9, die zu einer pneumatischen Abscheideeinrichtung 10 führt. In dieser wird die nunmehr auf ca. 200 ° C erwärmte Kohle mit Hilfe des durch die 25 Leitung 11 zugeführten Trägergases von den Kugeln getrennt und über die Leitung 12 zum hier nicht dargestellten Kohleturm mit vorgeschaltetem Abscheider transportiert. Die spezifisch schwereren Kugeln fallen dagegen in den Auffangbehälter 13 und werden

durch die Transportvorrichtung 14 (Kettenförderer, Becherwerk oder dgl.) wieder dem Erhitzer 4 zugeführt. Die Austragung von Kohle und Kugeln aus dem Wanderschichttrockner kann noch durch eine in dessen unterem Bereich angeordnete Bunkerentleerungs-
5 einrichtung 15 geeigneter Bauart unterstützt werden.

Die im Wanderschichttrockner 3 aus der feuchten Kohle abgeschiedenen abgashaltigen Brüden werden in verschiedenen Ebenen über die Leitungen 16 und die Sammelleitung 17 abgezogen und gelangen
10 über den Zyklon 18, die Leitung 19 und das Gebläse 20 in den Kreislaufwascher 21, in dem neben einer Kondensation die Auswaschung von Verunreinigungen erfolgt. Statt der dargestellten Wascherkonstruktion könnte natürlich auch eine andere Ausführungsform, beispielsweise ein Venturiwascher, eingesetzt werden.

15

Die im Zyklon 18 abgeschiedenen Kohlekörner gelangen über die Zellenradschleuse 22 und die Leitung 23 zur Abscheideeinrichtung
10, von wo aus sie zusammen mit der erwärmten Kohle zum bereits erwähnten Kohleturm gefördert werden.

20

Die aus dem Kreislaufwascher 21 ablaufende Flüssigkeit wird über die Leitung 24 und die Pumpe 25 auf den Kühlturm 26 aufgegeben, in dem die weitere Abkühlung bis auf ca. 20 ° C erfolgt. Die gekühlte Flüssigkeit wird sodann über die Leitung 27 in den Kühlwasser-
25 serverteiler 28 eingeleitet. Von hier wird das erforderliche Kühlwasser über die Leitungen 29 - 31 wieder auf die verschiedenen Ebenen des Kreislaufwaschers 21 aufgegeben. Die aus dem Kreislaufwascher entweichenden Gase werden durch die Leitung 32 abgezogen und zum nicht dargestellten Kamin geleitet.

./.

Der aus dem oberen Teil des Kokstrockenkühlers 33 mit einer Temperatur von ca. 800 ° C austretende heisse Strom der Kühlgase wird durch die Leitung 34 abgezogen. Hiervon zweigt die Leitung 35 ab, durch die ein Teilstrom der Gase über die Wärmeaustauscher 36 geleitet und dann in den Kokstrockenkühler wieder eingeführt wird. Die übrigen heissen Kühlgase gelangen durch die Leitung 37 zum Erhitzer 4, in dem sie zur Wärmeübertragung an die darin befindlichen Kugeln genutzt werden. Diese Gase verlassen den Erhitzer durch die Leitung 38 und werden nach Passieren des Gebläses 39 mit einer Temperatur von ca. 220 ° C in die Leitung 35 eingeleitet. Von dieser Leitung wird ein Teil der Gase durch die Leitung 61 in den mittleren und ein anderer Teil durch die Leitung 62 in den unteren Teil des Kokstrockenkühlers eingeführt. Von der Leitung 38 zweigt die Leitung 40 ab, durch die ein Teilstrom des Gases durch den Kamin 41 in die Atmosphäre abgeblasen werden kann. Ausserdem ist hinter dem Gebläse 39 eine Bypass-Leitung 42 vorgesehen, die mit der Leitung 37 zum Erhitzer 4 in Verbindung steht. Durch diese Bypass-Leitung kann dem durch die Leitung 34 aus dem Kokstrockenkühler ausströmenden heissen Gas zwecks Temperaturregelung kaltes Gas aus der Leitung 38 zugemischt werden.

Damit das Aufheizen der Kugeln im Erhitzer 4 bei einem Ausfall bzw. einer Betriebsstörung des Kokstrockenkühlers 33 nicht beeinträchtigt wird, ist zusätzlich eine Verbrennungskammer 43 vorgesehen, der über die Leitung 44 ein gasförmiger, flüssiger oder fester Brennstoff sowie über die Leitung 45 die erforderliche Verbrennungsluft zugeführt wird. Da die bei der Verbrennung entste-

henden heissen Rauchgase mit ca. 1400 ° C eine zu hohe Temperatur aufweisen, wird Wasserdampf durch die Leitung 46 zugeführt, der aus der Leitung 19 abgezweigt wird. Durch diese Wasserdampfzugabe kann die Rauchgastemperatur auf den gewünschten Wert von
5 beispielsweise 800 - 900 . C gesenkt werden. Mit dieser Temperatur wird das Rauchgas sodann über die Leitung 47 in die zum Erhitzer 4 führende Leitung 37 eingespeist. In der Leitung 47 ist schliesslich noch eine hier nicht dargestellte Regelklappe vorgesehen, so dass die abgegebene Gasmenge gegebenenfalls auch ent-
10 sprechend gedrosselt und die Verbrennungskammer 43 im Bedarfsfall auch als Zusatzheizung eingesetzt werden kann.

Die Ausführungsform der Erfindung nach Fig. 3 unterscheidet sich von der gemäss Fig. 2 lediglich dadurch, dass als Abscheideein-
15 richtung unterhalb des Wanderschichttrockners ein Schwingsieb 48 vorgesehen ist. Von diesem fallen die Kugeln wiederum in den Auffangbehälter 13, während die Kohle über die Leitung 49 zu einem Becherwerk 50 gelangt, das sie zu dem nicht dargestellten Kohleturm transportiert.

20

Fig. 4 zeigt wiederum einen aufrecht stehenden Wanderschichttrockner 3, bei dem jedoch die Abscheideeinrichtung in Form eines Schwingsiebes 51 im unteren Bereich des Wanderschichttrockners selbst eingebaut ist. Die abgeschiedenen Kugeln gelangen
25 wieder in den Auffangbehälter 13. Die Kohle wird mittels einer Förderschnecke 52 und der Leitung 49 zum Becherwerk 50 transportiert. Um ein Auflockern der Kohle zu erreichen und um Kugelnester in der Mitte des Wanderschichttrockners zu vermeiden,

./.

können bei der Verwendung von Stahlkugeln als Feststoffwärmeträger aussen am Wanderschichttrockner zusätzlich gegeneinander versetzt angeordnete Elektromagnete⁵³ vorgesehen sein, die periodisch aktiviert werden und die Stahlkugeln im Trockner verteilt halten. Die Verweilzeit der Kohle im Wanderschichttrockner wird bei dieser Ausführungsform einmal durch die Förderschnecke 52 und zum anderen durch die Stellung der Drosselklappen 54 im Inneren des Wanderschichttrockners bestimmt.

- 10 Bei der Ausführungsform gemäss Fig. 5 ist der Wanderschichttrockner 3 als Etagentrockner ausgebildet. Die aufgegebene Kohle und die Kugeln werden hierbei von dem Rührwerk 6 mit den Rührarmen 7 vermischt und wandern durch Öffnungen in den Etagenböden 55 von Etage zu Etage.

15

- Fig. 6 zeigt den Wanderschichttrockner 3 als schräg liegende rotierende Trommel, bei der Kohle und Kugeln mittels einer Förderschnecke 56 zugeführt und dabei miteinander vermischt werden. Der Austrag erfolgt ebenfalls über eine Förderschnecke 57, die das Gut der pneumatischen Abscheideeinrichtung 10 zuleitet. Der Abzug der Brüden aus der Trommel erfolgt durch die Leitung 58, die, wie aus der Zeichnung ersichtlich, bis in die Trommel hineinreicht. An der Innenwandung der Trommel sind noch Mitnehmer 59 angeordnet, die die Kugeln in Bewegung halten sollen.

25

In Fig. 7 ist als Wanderschichttrockner 3 ein schräg liegender Behälter vorgesehen, bei dem Aufgabe und Austrag wie bei der Einrichtung gemäss Fig. 6 durch die Förderschnecken 56 und 57 er-

folgen. Die Stahlkugeln werden bei dieser Ausführungsform durch Elektromagneten 60 auf der Ober- und Unterseite des Behälters, die gegeneinander versetzt angeordnet sind, wechselweise angezogen, so dass sie vom Eintritt bis zum Ausgang einen sinusförmigen Weg
5 nehmen. Dadurch wird eine Entmischung des Gutes verhindert und die Kohle zusätzlich aufgelockert.

Fig. 8 zeigt schliesslich eine schräg liegende Vibrationsrinne als Wanderschichttrockner 3. Damit auch hier die Stahlkugeln durch
10 ihr grösseres spezifisches Gewicht nicht auf den Boden der Rinne absinken, werden sie von an der Oberseite der Vibrationsrinne angeordneten Elektromagneten 60 periodisch angezogen und durchlaufen hierdurch wiederum einen sinusförmigen Weg.

15 Als Vorteile der Erfindung sind zu nennen :

- a) die grosse spezifische Wärmeaustauschfläche, die abhängig vom Kugelradius $200 - 600 \text{ m}^2/\text{m}^3$ beträgt,
- 20 b) der grosse Wärmeaustauschkoeffizient von $80 - 400 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$,
- c) das vergleichsweise kleine Trocknungsvolumen ($4 - 16 \text{ m}^3$ bezogen auf 100 t/h Trockenkohle),
- 25 d) die grosse Leistungsdichte von $1050 - 3200 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3}$,
- e) niedriger Verbrauch an elektrischer Energie, nämlich $20 - 60 \text{ kW}$ für den Transport der Feststoffwärmeträger bei einem Gesamtverbrauch von ca. 600 kW (bezogen auf 100 t/h Kohle),

./.

- f) geringer Personalaufwand für die Bedienung und Wartung der Anlage, demzufolge auch geringe Wartungskosten,
 - g) geringe Umweltschutzprobleme und
 - h) keine Gefahr der Beeinträchtigung der kokereitechnischen
- 5 Eigenschaften der Kohle, weil die Eintrittstemperatur der Feststoffwärmeträger maximal nur ca. 400 ° C beträgt.

Zwei zahlenmässige Ausführungsbeispiele sind der folgenden Tabelle zu entnehmen, wobei eine zu erwärmende Kohlemenge

10 von 100 t/h zugrundegelegt und als Festkörper zum einen Stahlkugeln St. 35.8 und zum anderen Silicasteinkugeln verwendet werden.

Werkstoff	Festkörper		
	Kohle	Stahlkugeln	Silicastein
Eindosiermenge (t/h)	100	320	247
Eintrittstemperatur (°C)	20	400	400
Austrittstemperatur (°C)	200	220	238
Feuchte der Kohle am Eintritt (%)	9	-	-
5 Feuchte der Kohle am Austritt (%)	0	-	-
Apparatedurchmesser (m)	-	1,5	1,5
Apparatelänge (m)	-	2,1	6,5
10 Länge des gesamten Feuchteabbaues (m)	-	1,4	4,3
Kugeldurchmesser (mm)	-	15	15
Verweilzeit der Kohle (S)	-	100	139
15 Wandergeschwindigkeit der Kohle (m/min)	-	1,9	3
Volumenverhältnis $\left(\frac{m^3 \text{ Kohle}}{m^3 \text{ Kugel}}\right)$	-	2,8	1,2
Massenverhältnis : $\frac{t \text{ Kohle}}{t \text{ Kugel}}$	-	0,28	0,42
20 Theoretisch erforderliche Umwälzleistung der Kugeln (kW)	-	15	10
Spezifische Oberfläche der Kugeln $(\frac{m^2}{m^3})$	-	300	300
Wärmeleitfähigkeit $\frac{W}{m \cdot K}$	0,27	45	0,37
25 Spezifische Wärme- kapazität J/kg K	1 423	683	1 013

./.

Patentansprüche :

1. Verfahren zur Erwärmung kalter, feuchter Kohle, insbesondere von zur nachfolgenden Verkokung bestimmter Kohle, dadurch gekennzeichnet, dass der Kohle heisse Festkörper, deren Ausgangstemperatur über der angestrebten Endtemperatur der Kohle liegt, beigemischt werden.
5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Festkörper verwendet werden, die eine weitgehend gleichmässige Form ohne Kanten, scharfe Ecken, Vorsprünge oder Einkerbungen aufweisen.
10
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass Festkörper mit Kugelform verwendet werden.
15
4. Verfahren nach Anspruch 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, dass Festkörper mit einem engen Grössenspektrum verwendet werden.
20
5. Verfahren nach Anspruch 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, dass Kugeln einheitlicher Grösse mit einem Durchmesser kleiner als 40 mm verwendet werden.
- 25 6. Verfahren nach Anspruch 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, dass Festkörper aus abriebfestem Material verwendet werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Festkörper Kugeln aus Stahl oder Gusseisen verwendet werden.
- 5 8. Verfahren nach Anspruch 1 - 7, dadurch gekennzeichnet, dass Festkörper einer Wärmeeindringzahl von kleiner 16 000 ($\text{J/m}^2 \text{K s}^{0,5}$), vorzugsweise kleiner 5 000 ($\text{J/m}^2 \text{K s}^{0,5}$) verwendet werden.
- 10 9. Verfahren nach Anspruch 1 - 8, dadurch gekennzeichnet, dass Festkörper mit einer Temperaturleitzahl kleiner $700 \cdot 10^{-4} (\text{m}^2/\text{h})$, vorzugsweise kleiner $150 \cdot 10^{-4} (\text{m}^2/\text{h})$ verwendet werden.
10. Verfahren nach Anspruch 1 - 9, dadurch gekennzeichnet, dass
15 Festkörper mit einer spezifischen Wärme grösser 400 (J/kg K), vorzugsweise grösser 800 (J/kg K) verwendet werden.
11. Verfahren nach Anspruch 1 - 10, dadurch gekennzeichnet, dass Festkörper mit einer Temperatur bis ca. 500 ° C verwendet
20 werden.
12. Verfahren nach Anspruch 1 - 11, dadurch gekennzeichnet, dass zum Aufheizen der Festkörper das aus einem Kokstrockenkühler austretende heisse Kühlgas verwendet wird.
- 25 13. Verfahren nach Anspruch 1 - 12, dadurch gekennzeichnet, dass zum Aufheizen der Festkörper Rauchgas aus einer Verbrennungskammer verwendet wird.

14. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch
1 - 13, gekennzeichnet durch einen Wanderschichttrockner
(3), dem eine Einrichtung (4) zum Aufheizen der Festkörper
sowie ein Kohlebunker (1) vorgeschaltet und dem eine Ein-
richtung zum Trennen der Kohle von den Festkörpern nach-
geschaltet ist.
15. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass
der Wanderschichttrockner (3) als aufrecht stehender, im
wesentlichen zylindrischer Behälter ausgebildet ist.
16. Einrichtung nach Anspruch 14 und 15, dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Wanderschichttrockner (3) ein Rührwerk (6) vor-
gesehen ist.
17. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass
zur Trennung der Kohle von den Festkörpern ein Schwingsieb
(48, 51) vorgesehen ist.
18. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass
zur Trennung der Kohle von den Festkörpern eine pneumati-
sche Abscheideeinrichtung (10) vorgesehen ist.
19. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass
aussen an der Wandung des Wanderschichttrockners (3) gegen-
einander versetzt angeordnete Elektro-
Magnete (53) vorgesehen sind.

20. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Wanderschichttrockner (3) als Etagentrockner ausgebildet ist.
- 5 21. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Wanderschichttrockner (3) als geneigt gelagerte, rotierende Trommel ausgebildet ist.
- 10 22. Einrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Trommel innen mit Mitnehmern (59) versehen ist.
- 15 23. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Wanderschichttrockner (3) als geneigt gelagerter Behälter ausgebildet ist, bei dem an der Ober- und Unterseite der Trommel gegeneinander versetzt angeordnete Elektromagnete (60) vorgesehen sind.
- 20 24. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Wanderschichttrockner (3) als Vibrationsrinne ausgebildet ist.
25. Einrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass an der Oberseite der Vibrationsrinne Elektromagnete (60) angeordnet sind.

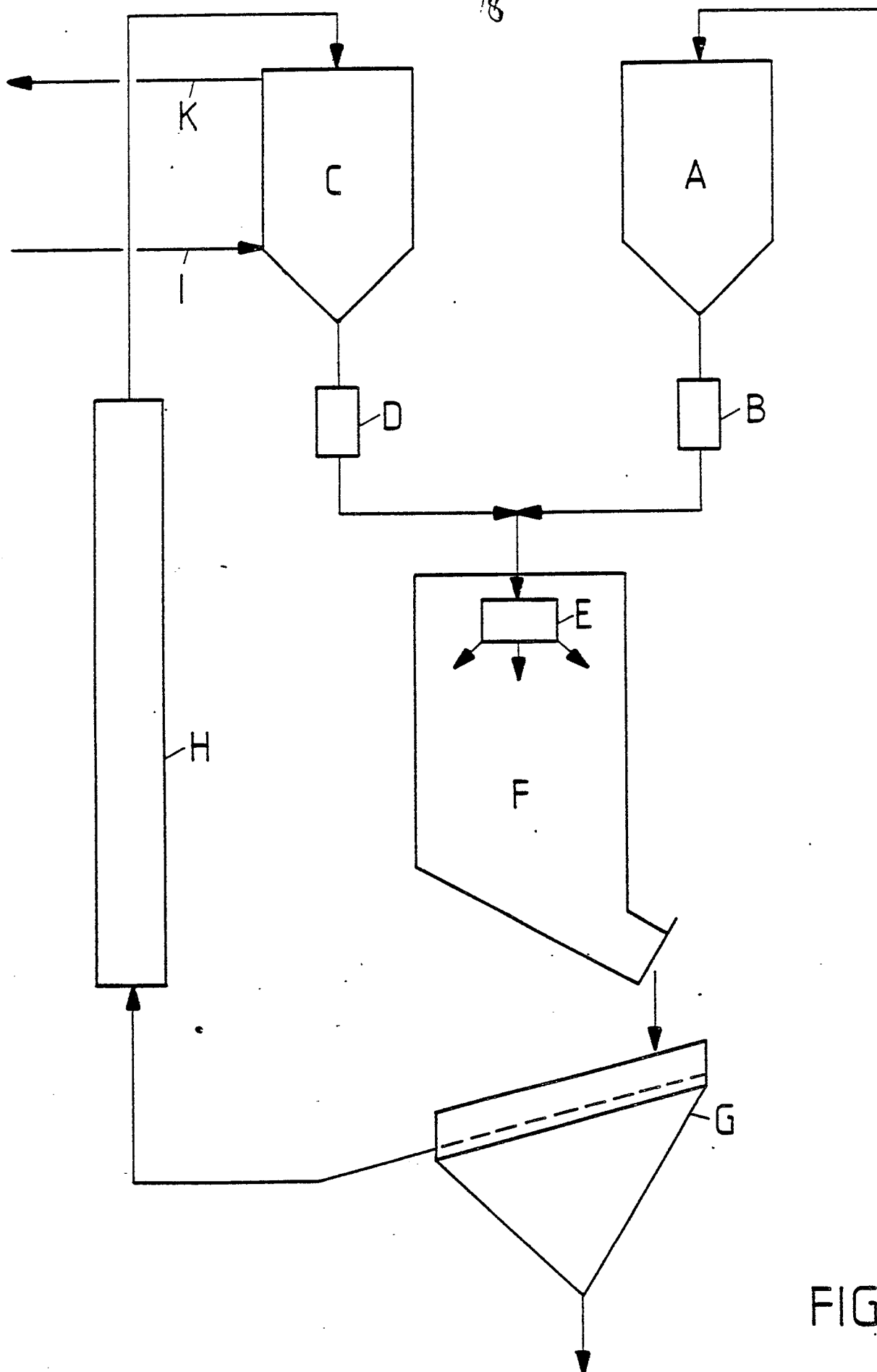


FIG.1

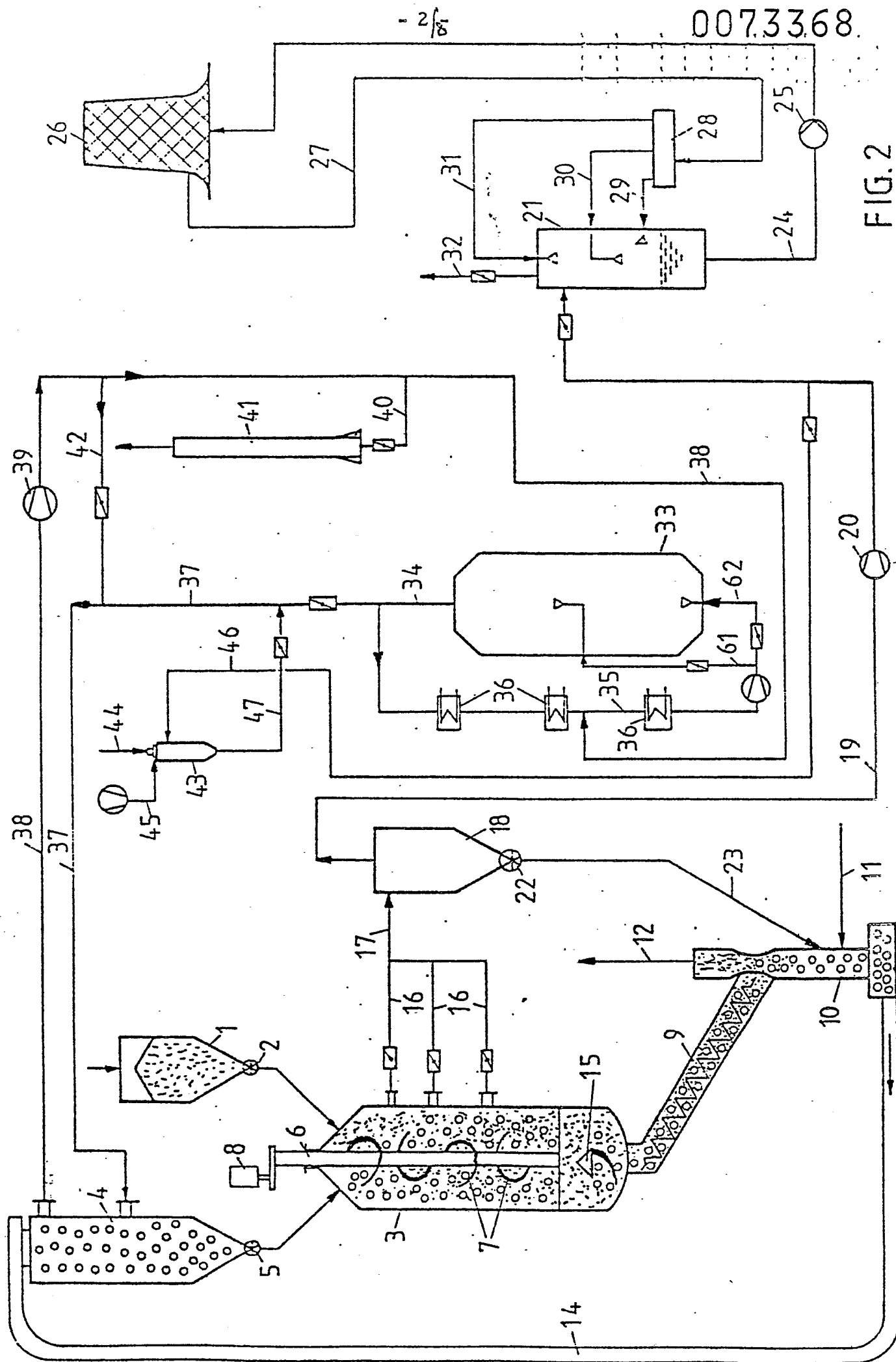


FIG. 2

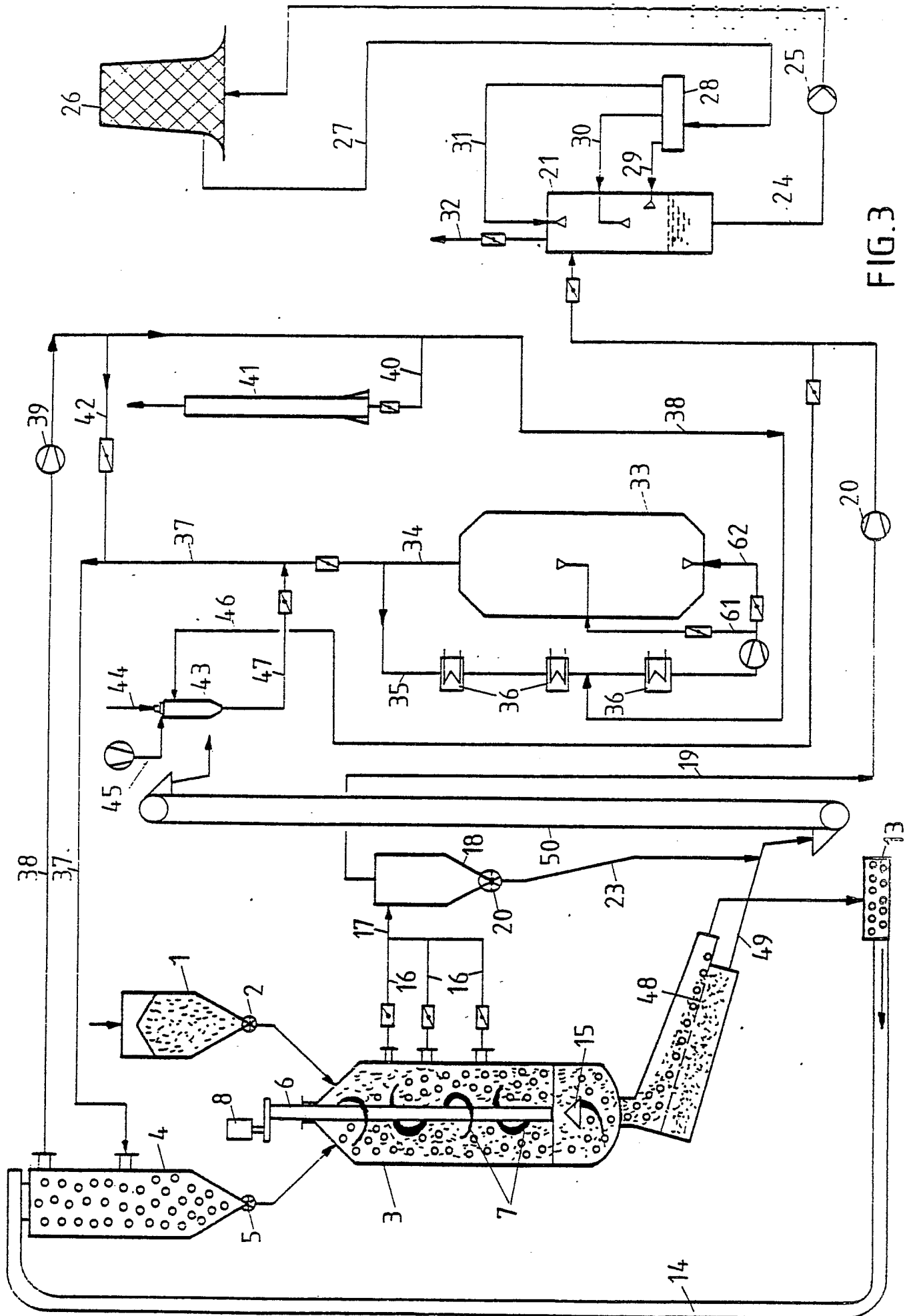


FIG. 3

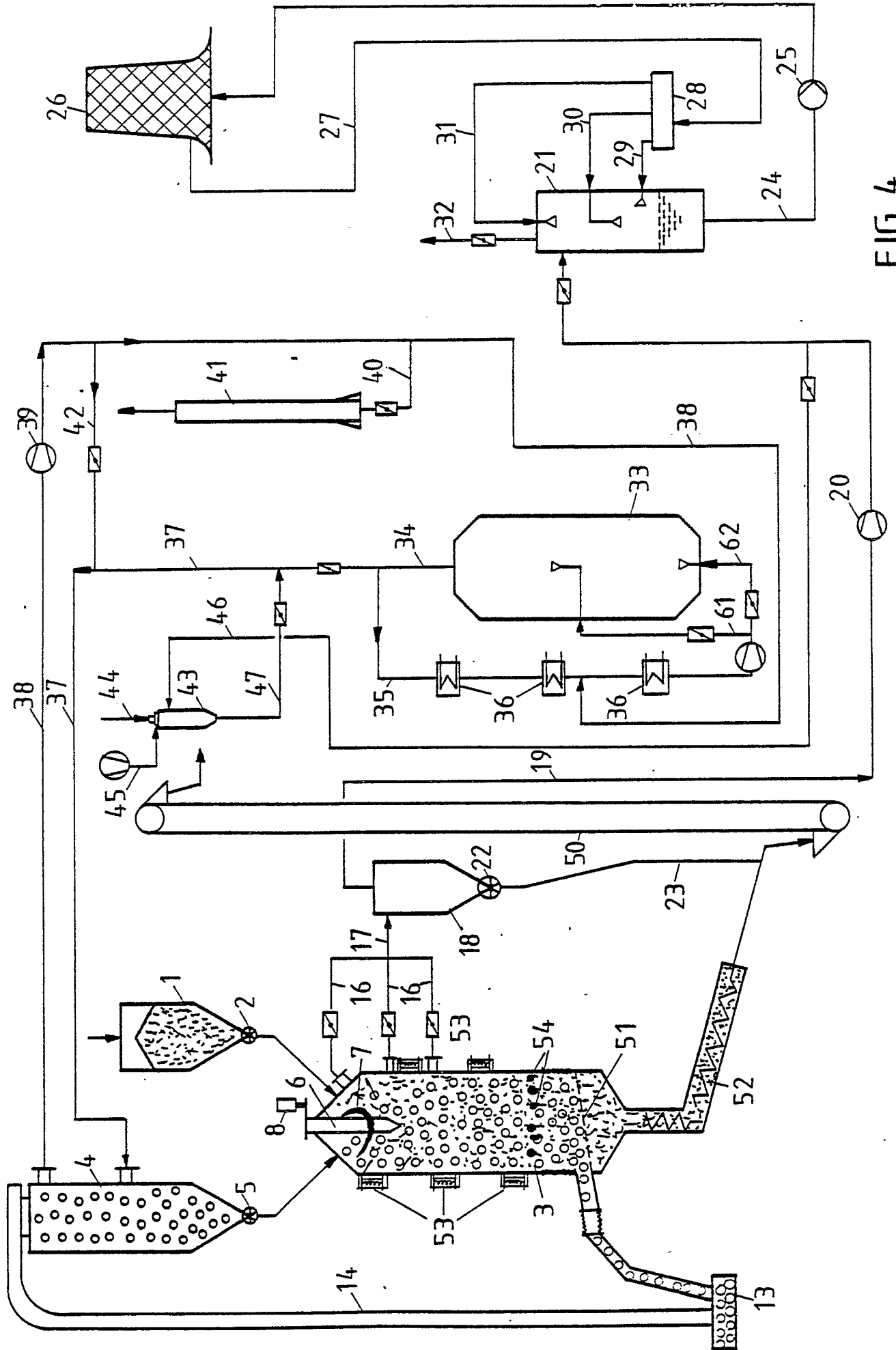
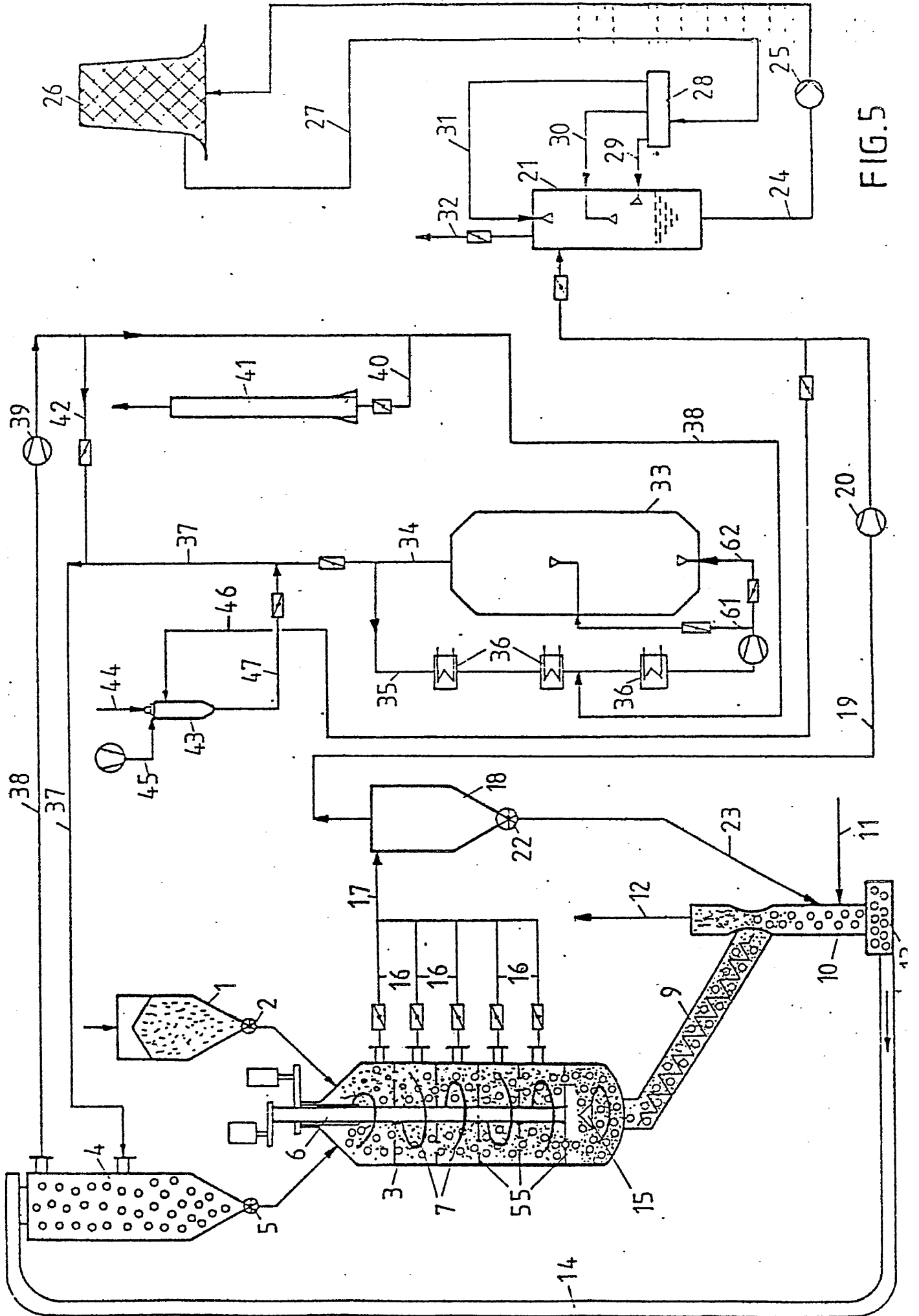
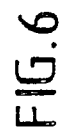


FIG. 4

FIG. 5







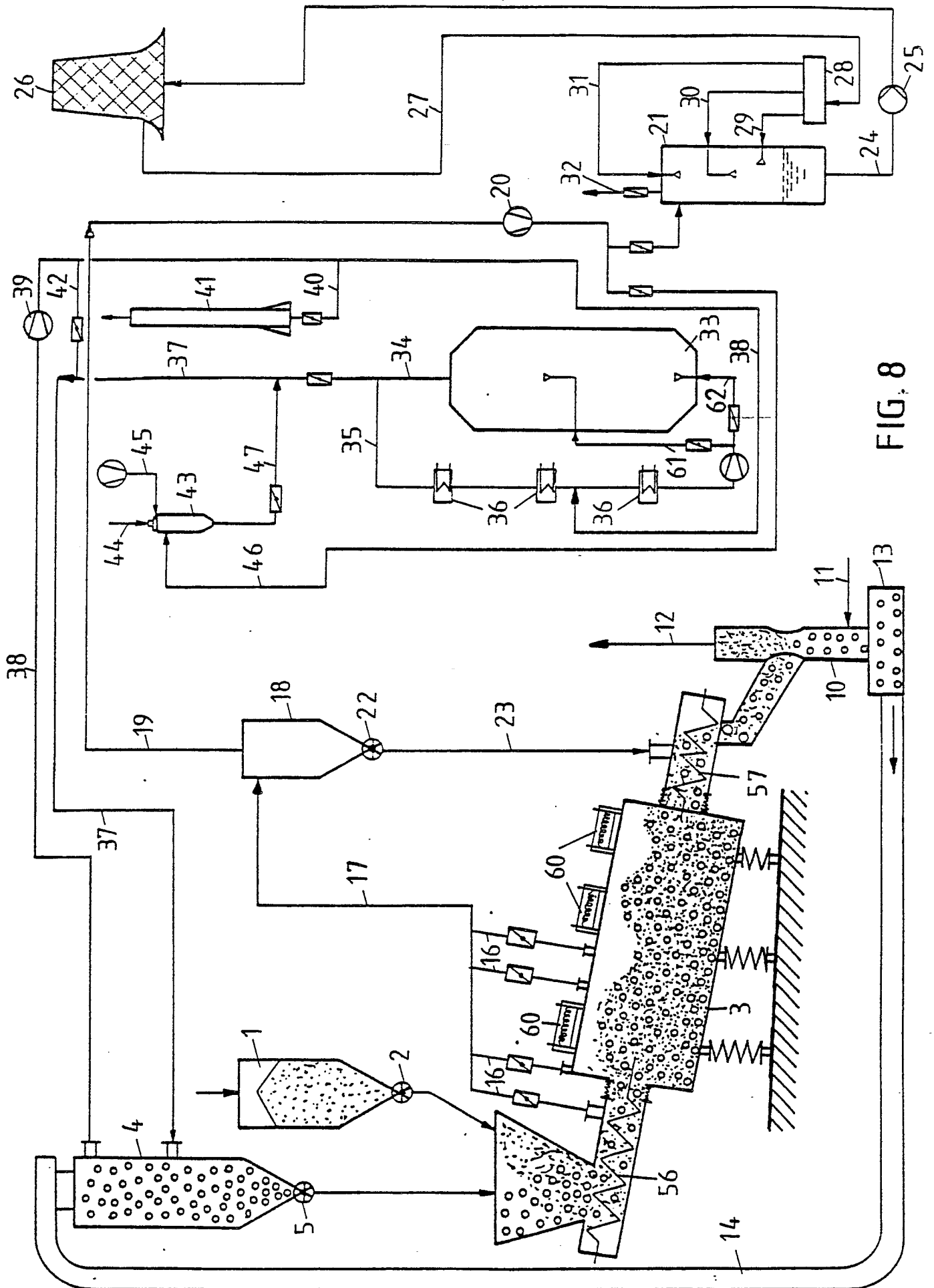


FIG. 8