

①



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

①

Veröffentlichungsnummer: **0 064 617**
B1

②

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④ Veröffentlichungstag der Patentschrift:
21.08.85

⑤ Int. Cl.: **C 10 B 57/10, C 10 B 39/02,**
F 26 B 3/08, F 26 B 3/26,
F 28 D 13/00

⑥ Anmeldenummer: **82103250.5**

⑦ Anmeldetag: **17.04.82**

⑤ Verfahren und Vorrichtung zum Betrieb einer Kokereianlage.

③ Priorität: **13.05.81 DE 3118931**

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.11.82 Patentblatt 82/46

⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.08.85 Patentblatt 85/34

⑧ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE FR GB IT LU NL SE

⑥ Entgegenhaltungen:
EP - A - 0 023 455
FR - A - 2 265 840
FR - A - 2 314 458
US - A - 3 253 650
US - A - 3 814 176

⑦ Patentinhaber: **Krupp Koppers GmbH, Altendorfer**
Strasse 120, D-4300 Essen 1 (DE)

⑧ Erfinder: **Petrovic, Vldan, Dr., Dipl.-Ing.,**
Adelgundenweg 65, D-4300 Essen 1 (DE)
Erfinder: **Schmid, Karl, Dr., Dipl.-Chem., Hohe**
Buchen 14, D-4300 Essen 1 (DE)
Erfinder: **Jokisch, Friedrich, Dr., Dipl.-Ing.,**
Henriclstrasse 71, D-4300 Essen 1 (DE)
Erfinder: **Rotthaus, Heinz, Auf dem Holleter 10,**
D-4300 Essen 1 (DE)

EP 0 064 617 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Kokereianlage, bei dem die Koksöfen periodisch mit vorerhitzter bzw. vorgetrockneter Kohle beschickt werden und der erzeugte Koks einer Trockenkühlung mittels eines gasförmigen Kühlmediums unterworfen wird, wobei die Anlage zur Kokstrockenkühlung und zur Kohlevorerhitzung durch einen gemeinsamen Gaskreislauf miteinander verbunden sind, durch den dem heißen Koks beim Kühlen entzogene Wärme auf die vorzuerhitzende Kohle übertragen wird. Ferner betrifft die Erfindung einen speziellen Kaskadenwirbelschichttrockner, der bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorteilhafterweise zur Kohlevorerhitzung eingesetzt werden kann.

Ein Verfahren der vorstehend beschriebenen Art, bei dem die Anlagen zur Kokstrockenkühlung und zur Kohlevorerhitzung durch einen gemeinsamen Gaskreislauf miteinander verbunden sind, wird bereits in der DE-OS 2 304 541, Fig. 8, beschrieben. Dabei ist vorgesehen, daß das aus dem Kokstrockenkühler austretende heiße Gas insgesamt nach entsprechender Abkühlung und Entstaubung von unten so in den Kohlevorhitzer eingeleitet wird, daß die von oben eingebrachte nasse Kohle in Form einer Wirbelschicht vorliegt. Anschließend wird das oben aus dem Kohlevorhitzer austretende Gas wieder in den Unterteil des Kokstrockenkühlers eingeleitet. Bei der vorstehend skizzierten Arbeitsweise, bei der die vorzuerhitzende Kohle in unmittelbarem Kontakt mit dem Gas aus dem Kokstrockenkühler gelangt, dürften sich in der Praxis schon deshalb erhebliche Schwierigkeiten ergeben, weil der umlaufende Gasstrom mit dem gesamten Wasserdampfgehalt, den das Gas im Kohlevorhitzer aufgenommen hat, zurück in den Kokstrockenkühler gelangt. In diesem dürfte sich infolge des hohen Wasserdampfgehaltes des im Kreislauf geführten Gases am heißen Koks im erheblichen Maße Wassergas bilden. Durch diese Wassergasreaktion wird jedoch einerseits ein nicht unbeträchtlicher Abbrand des glühenden Kokses verursacht und andererseits bringt das entstehende explosive Wassergas natürlich auch erhebliche Probleme für die Betriebssicherheit mit sich.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der eingangs beschriebenen Art dahingehend zu verbessern, daß einerseits die vorstehend beschriebenen Nachteile vermieden werden und andererseits natürlich generell die Betriebsbedingungen sowohl bei der Kohlevorerhitzung als auch bei der Kokstrockenkühlung verbessert werden.

Das der Lösung dieser Aufgabe dienende Verfahren ist erfindungsgemäß durch folgende Maßnahmen gekennzeichnet:

- a) Die Vorerhitzung der Kohle erfolgt durch indirekte Wärmeübertragung in einem Kaskadenwirbelschichttrockner, in dem die Kohle

in einer Kohle-Wasserdampf-Wirbelschicht vorliegt;

- b) die aus dem Kokstrockenkühler austretende Gasmenge wird in zwei Teilströme zerlegt, von denen nur der eine Teilstrom zur Kohlevorerhitzung genutzt und mit einer Temperatur zwischen 550 und 650°C in die erste (oberste) Kaskade des Kaskadenwirbelschichttrockners eingeleitet wird, wobei dieser Teilstrom nach dem Passieren des Kaskadenwirbelschichttrockners wieder mit dem Teilstrom vereinigt wird, der nicht zur Kohlevorerhitzung genutzt wird,
- c) die wieder vereinigten Teilströme der aus dem Kokstrockenkühler austretenden Gasmenge werden nach entsprechender Reinigung und Abkühlung in den Kokstrockenkühler wieder eingeleitet, wobei die Wiedereinleitung gleichzeitig in den unteren und in den mittleren Teil des Kokstrockenkühlers erfolgt; und
- d) der für die Aufrechterhaltung der Kohle-Wasserdampf-Wirbelschicht im Kaskadenwirbelschichttrockner erforderliche Wasserdampf wird im Kreislauf geführt, wobei der aus dem Kaskadenwirbelschichttrockner austretende Wasserdampf vor seiner Wiedereinleitung in denselben einer Entstaubung, Teilkondensation und Wiederverdichtung unterworfen wird.

Weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten und Einzelheiten des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie des vorzugsweise eingesetzten Kaskadenwirbelschichttrockners ergeben sich aus den vorliegenden Unteransprüchen sowie den Abbildungen. Es zeigt hierbei

Fig. 1 ein Fließ-Schema des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 die Darstellung einer Kaskade des Kaskadenwirbelschichttrockners, die sich als besonders geeignete Ausführungsform zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erwiesen hat;

Fig. 3 eine Draufsicht auf die Kaskade gemäß Fig. 2, und

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer besonders geeigneten und einfachen Ausführungsform eines Anströmbodens im Kaskadenwirbelschichttrockner.

In dem Fließ-Schema in Fig. 1, das der weiteren Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens an Hand eines Beispiels dient, sind selbstverständlich nur die für die Verfahrenserläuterung unbedingt erforderlichen Anlageteile dargestellt, während sonstige Nebeneinrichtungen sowie die Anlageteile der eigentlichen Kokerei nicht dargestellt sind.

Die zu verkokende Kohle wird in einer Menge von ca. 100 t/h aus dem Aufgabebunker 1, der an seinem Auslauf mit einer Zellenradschleuse 2 versehen ist, von oben auf den Kaskadenwirbelschichttrockner 3 aufgegeben. Dieser besteht im

vorliegenden Falle aus drei übereinander angeordneten Kaskaden, die durch die gasdurchlässigen Anströmböden 4 voneinander getrennt sind. Selbstverständlich richtet sich die Anzahl der Kaskaden nach dem Feuchtigkeitsgehalt und dem gewünschten Trocknungs- bzw. Vorerhitzungsgrad der jeweils eingesetzten Kohle. Im vorliegenden Falle weist die eingesetzte Kohle einen Wassergehalt von 9% auf. In der ersten (obersten) Kaskade wird die Kohle bis auf ca. 80°C erhitzt und bis auf einen Wassergehalt von ca. 1,5% getrocknet. Die teilgetrocknete Kohle wird sodann über die Leitung 5, die mit einer Zellenradschleuse 6 versehen ist, in die darunter liegende zweite Kaskade übergeführt. In dieser Kaskade erreicht die Kohle eine Temperatur von ca. 150°C und einen Wassergehalt von ca. 0,5%. Anschließend gelangt die Kohle über die Leitung 7, die wiederum mit einer Zellenradschleuse 8 versehen ist, in die dritte (unterste) Kaskade, in der sie praktisch bis auf einen Restwassergehalt von ~ 0% getrocknet und auf eine Temperatur von ca. 200°C erhitzt wird. Mit dieser Temperatur wird die getrocknete Kohle aus dem Kaskadenwirbelschichttrockner 3 abgezogen und über einen Schneckenförderer 9 und einen Kettenförderer 10 zum im Fließ-Schema nicht dargestellten Kohleturm der Kokerei transportiert. Sowohl der Schneckenförderer 9 als auch der Kettenförderer 10 können elektrisch beheizt werden, um Wärmeverluste zu unterbinden. Das ganze Fördersystem wird inertisiert, um das Eindringen von Wasserdampf aus dem Kaskadenwirbelschichttrockner 3 zu vermeiden.

Dieser Wasserdampf ist für die Aufrechterhaltung der Kohle-Wasserdampf-Wirbelschicht im Kaskadenwirbelschichttrockner 3 verantwortlich und wird mit einem Druck von ca. 2 bar sowie einer Temperatur von ca. 200°C über die Leitung 11 und den Anströmboden 4 von unten in die dritte (unterste) Kaskade eingeleitet. Der Wasserdampf durchströmt sodann von unten nach oben die einzelnen Kaskaden und tritt aus der ersten (obersten) Kaskade mit einer Temperatur von ca. 140°C aus. Anschließend gelangt er über die Leitung 12 zum Staubabscheider (Zyklon) 13, in dem der mitgerissene Kohlenstaub abgeschieden wird. Dieser abgeschiedene Kohlenstaub wird über die Leitung 14, die mit den Zellenradschleusen 15 und 16 versehen ist, dem Schneckenförderer 9 zugeführt und dort der getrockneten und vorerhitzten Kohle zugemischt. Der entstaubte Wasserdampf wird währenddessen über die Leitung 17 aus dem Staubabscheider 13 abgezogen. Da der Dampfstrom beim Passieren der einzelnen Kaskaden des Kaskadenwirbelschichttrockners 3 zusätzlich aus der feuchten Kohle abgeschiedenen Wasserdampf aufgenommen hat, muß dieser überschüssige Wasserdampf durch Teilkondensation aus dem Kreislauf entfernt werden. Zu diesem Zwecke wird ein Teilstrom des Wasserdampfes über die Leitung 18, die mit der Regelklappe 19 versehen ist, aus der Leitung 17 abgezweigt und in dem Kreislaufwascher 20 kondensiert. Die Hauptmenge des

Wasserdampfes gelangt jedoch in das Gebläse 21, in der die erforderliche Wiederverdichtung auf ca. 2 bar erfolgt, wobei der Wasserdampf auch gleichzeitig wieder auf ca. 200°C erwärmt wird, so daß seiner Wiedereinleitung in den Kaskadenwirbelschichttrockner 3 über die Leitung 11 nichts mehr im Wege steht. Der Wasserdampfkreislauf ist damit geschlossen. Gegebenenfalls kann über die Leitung 32 Inertgas in den Wasserdampfkreislauf eingespeist werden.

Der durch die Leitung 18 abgezogene Teilstrom des Wasserdampfes wird in den Kreislaufwascher 20 eingeleitet, in dem neben einer Kondensation gleichzeitig die Auswaschung von Verunreinigungen erfolgt. Die aus dem Kreislaufwascher 20 ablaufende Flüssigkeit wird über die Leitung 22 und die Pumpe 23 auf den Kühlturm 24 aufgegeben, in dem eine Abkühlung bis auf 40°C erfolgt. Die gekühlte Flüssigkeit wird sodann über die Leitung 25 in den Kühlwasserverteiler 26 eingeleitet. Von hier wird das erforderliche Kreislaufwasser über die Leitungen 27, 28 und 29 in verschiedenen Höhen wieder auf den Kreislaufwascher 20 aufgegeben. Überschüssiges Wasser wird dagegen über die Leitung 30 abgezogen und in den Abwasserkanal 31 eingeleitet. Gegebenenfalls kann auch in der vom Kreislaufwascher 20 zum Kühlturm 24 führenden Leitung 22 eine im Fließ-Schema nicht dargestellte Abwasserbehandlungseinrichtung vorgesehen sein. Die aus dem Abwasser abgeschiedenen Feststoffe, die einen hohen Feinkohleanteil aufweisen, können entweder auf einer Deponie abgelagert oder verbrannt werden.

Der aus dem Oberteil des Kokstrockenkühlers 33 mit einer Temperatur von ca. 800°C austretende heiße Gasstrom wird über die Leitung 34 abgezogen, von der die Gaseintrittsleitung 35 abzweigt, durch die der Teilstrom des Gases abgezogen wird, der zur indirekten Wärmeübertragung im Kaskadenwirbelschichttrockner 3 genutzt wird. Dieser Teilstrom, der 45 bis 55 Vol.-% der gesamten Gasmenge enthält, gelangt mit einer Temperatur von ca. 600°C in die Heizrohre 36 des ersten (obersten) Kaskade des Kaskadenwirbelschichttrockners 3. Nach Passieren der Heizrohre 36 weist der Gasstrom noch eine Temperatur von ca. 400°C auf. Der Gasstrom wird nun weiter aufgeteilt, wobei der eine Teilstrom in die Heizrohre 37 der zweiten (mittleren) Kaskade und der andere Teilstrom in die Heizrohre 38 der dritten (untersten) Kaskade gelangt. Der aus dieser Kaskade mit einer Temperatur von ca. 288°C austretende Gasstrom wird durch die Gasaustrittsleitung 39 abgezogen. In diese mündet die Leitung 40, durch die der aus den Heizrohren 37 mit einer Temperatur von ca. 266°C austretende Gasstrom mit dem Gasstrom in der Gasaustrittsleitung 39 vermischt wird. Durch diese Leitung wird das Gas über das Gebläse 41 zur Leitung 34 zurückgeführt. Von der Gasaustrittsleitung 39 zweigt die Leitung 42 ab, durch die bei entsprechender Stellung der Regelklappen 44 und 45 ein Teilstrom des Gases über den Kamin 43 in die Atmosphäre abgelassen werden kann. Außer-

dem ist hinter dem Gebläse 41 eine Bypass-Leitung 46 vorgesehen, durch die die Gasaustrittsleitung 39 mit der Gaseintrittsleitung 35 in Verbindung steht. Durch diese Bypass-Leitung 46 kann dem heißen Gas in der Gaseintrittsleitung 35 zum Zwecke der Temperaturregelung kaltes Gas aus der Gasaustrittsleitung 39 zugemischt werden. Hierfür ist in der Gaseintrittsleitung 35 der Temperaturmeßpunkt 47 vorgesehen, wobei der dort ermittelte Wert über die unterbrochen gezeichnete Impulsleitung 48 auf das Steuergerät 49 übertragen wird, welches seinerseits wiederum in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Sollwert die motorgetriebene Regelklappe 50 in der Gasaustrittsleitung 39 betätigt. Bei einem Absinken der am Temperaturmeßpunkt 47 ermittelten Gastemperatur unter den vorgegebenen Sollwert wird die Regelklappe 50 entsprechend weiter geöffnet, so daß die Gaszufuhr zur Leitung 34 und damit zum Kokstrockenkühler 33 vergrößert wird. Dies bewirkt natürlich auch eine Vergrößerung des Heißgasstromes, der aus dem Kokstrockenkühler 33 austritt und in die Gaseintrittsleitung 35 gelangen kann, während gleichzeitig die Menge des kalten Gases, welches über die Bypass-Leitung 46 in die Gaseintrittsleitung 35 gelangen kann, entsprechend verringert wird. Hierdurch wird insgesamt ein Anstieg der Gastemperatur in der Gaseintrittsleitung 35 erreicht. Übersteigt dagegen umgekehrt die am Temperaturmeßpunkt 47 ermittelte Gastemperatur den vorgegebenen Sollwert, so wird die motorgetriebene Regelklappe 50 entsprechend gedrosselt, was natürlich zu einer Verminderung der Gaszufuhr zum Kokstrockenkühler 33 und gleichzeitig zu einer Vergrößerung der Kaltgaszufuhr über die Bypass-Leitung 46 führt. Dies hat dann wiederum das gewünschte Absinken der Gastemperatur in der Gaseintrittsleitung 35 zur Folge. Zur weiteren Regulierung des Gasstromes in dieser Leitung ist außerdem noch die motorgetriebene Regelklappe 51 vorgesehen.

Die Leitung 34 dient der Kreislaufführung des gasförmigen Kühlmediums, das im Kokstrockenkühler 33 zur Kühlung des von der nicht dargestellten Koksofenbatterie kommenden heißen Kokses benutzt wird. Die Aufgabe des heißen Kokses erfolgt dabei über Leitung 69 im Oberteil des Kokstrockenkühlers 33, während der gekühlte Koks aus dem Unterteil desselben über die Leitung 70 abgezogen wird. In der Leitung 34 sind neben im Fließ-Schema nicht dargestellten Einrichtungen zur Entstaubung des Gasstromes die Abhitzekessel 52 und 54 vorgesehen, in denen das aus dem Kokstrockenkühler 33 austretende heiße Gas wieder auf eine Temperatur von ca. 150°C abgekühlt wird. Die beiden Abhitzekessel 52 und 54 sind durch die Leitung (Rohrsystem) 53 miteinander verbunden, die der Speisewasserzufuhr und Dampfzufuhr dient. Die Wiedereinleitung des Gasstromes aus der Gasaustrittsleitung 39 in die Leitung 34 erfolgt zwischen den beiden Abhitzekesseln 52 und 54, so daß die wieder vereinigten Teilströme des Gases gemeinsam den Abhitzekessel 54 passieren. An-

schließend wird das auf ca. 150°C abgekühlte Gas in dem Gebläse 55 wieder auf den Betriebsdruck des Kokstrockenkühlers 33 verdichtet.

Hinter dem Gebläse 55 zweigt von der Leitung 34 die Leitung 71 ab, durch die ein Teilstrom des Gases in den mittleren Teil des Kokstrockenkühlers 33 eingeleitet wird, in dem der zu kühlende Koks noch eine Temperatur von ca. 400—600°C aufweist. Der restliche Teil des Gases wird gleichzeitig in an sich bekannter Weise in den Unterteil des Kokstrockenkühlers 33 eingeleitet. Für die erforderliche Regelung der beiden Teilströme sind in der Leitung 34 die Regelklappe 72 und in der Leitung 71 die Regelklappe 73 vorgesehen. Durch diese Arbeitsweise wird einerseits der Druckverlust des Gases im Kokstrockenkühler 33 herabgesetzt. Andererseits ergibt sich dadurch eine günstige Beeinflussung der Temperaturdifferenzen zwischen dem Gas und dem zu kühlenden Koks und außerdem ist damit eine verbesserte Regelbarkeit sowohl im Hinblick auf die Gaszufuhr als auch im Hinblick auf die Wärmeabfuhr aus dem zu kühlenden Koks verbunden.

Damit die Kohlevorerhitzung im Kaskadenwirbelschichttrockner 3 bei einem Ausfall bzw. einer Betriebsstörung des Kokstrockenkühlers 33 nicht beeinträchtigt wird, ist zusätzlich eine Verbrennungskammer 56 vorgesehen, der über die Leitung 57 ein gasförmiger, flüssiger oder fester Brennstoff sowie über die Leitung 58 der erforderliche Sauerstoff (Luft) zugeführt wird. Da die bei der Verbrennung entstehenden heißen Rauchgase mit ca. 1400°C eine zu hohe Temperatur aufweisen, wird über die Leitung 59 Wasserdampf zugeführt, der aus der Leitung 18 abgezweigt wurde. Durch diese Wasserdampfzugabe kann die Rauchgastemperatur auf den gewünschten Wert von beispielsweise 600°C herabgedrückt werden, und mit dieser Temperatur wird das Gas sodann über die Leitung 60 in die Gaszuführungsleitung 35 eingespeist. In der Leitung 60 ist die Regelklappe 61 vorgesehen, so daß die abgegebene Gasmenge gegebenenfalls auch entsprechend gedrosselt werden kann und die Verbrennungskammer 56 im Bedarfsfall auch als Zusatzheizung eingesetzt werden kann.

Nachfolgend sollen die konstruktiven Einzelheiten eines speziellen Kaskadenwirbelschichttrockners erläutert werden, der vorteilhafterweise bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingesetzt werden kann. Dies schließt jedoch nicht aus, daß auch Kaskadenwirbelschichttrockner anderer Bauart zur Anwendung gelangen können.

Fig. 2 zeigt hierbei die Darstellung einer Kaskade mit waagrecht eingebauten Heizrohren. Das über die nicht dargestellte Gaseintrittsleitung zugeführte Gas gelangt über die Öffnung 62 in den Verteilerkasten 63, in dem die Prallbleche 64 angeordnet sein können. Die Anordnung dieser Prallbleche 64 ist in Fig. 3 zu erkennen, die eine Draufsicht auf die in Fig. 2 dargestellte Kaskade zeigt. Die Prallbleche 64 haben die Aufgabe, das Gas beim Eintritt in die Kaskade gleich-

mäßig zu verteilen sowie den im Gas befindlichen Staub teilweise abzuscheiden. Dieser abgeschiedene Staub sammelt sich in dem sich verjüngenden unteren Teil des Verteilerkastens 63 und kann dort von Zeit zu Zeit abgezogen werden. Aus dem Verteilerkasten 63 gelangt das Gas in die waagerechten Heizrohre, die im vorliegenden Falle das Bezugszeichen 36 tragen, womit angedeutet wird, daß es sich bei der dargestellten Kaskade um die erste (oberste) Kaskade handeln soll.

Grundsätzlich weisen natürlich auch die darunter liegenden Kaskaden die gleiche Konstruktion auf. Hinsichtlich des Durchmessers der Heizrohre hat es sich jedoch als zweckmäßig erwiesen, wenn der Durchmesser der Heizrohre in der ersten (obersten) Kaskade größer ist als bei den Heizrohren der darunter liegenden Kaskaden. So kann beispielsweise der äußere Durchmesser der Heizrohre in der ersten Kaskade 60,3 mm und in der zweiten und dritten Kaskade 48,3 mm betragen. Auf jeden Fall sollte der Rohrdurchmesser so gewählt werden, daß sich in den Heizrohren eine mittlere Gasgeschwindigkeit von ca. 20 m/s einhalten läßt. Es hat sich nämlich gezeigt, daß bei Einhaltung dieser Gasgeschwindigkeit keine nennenswerten Staubablagerungen an den Rohrwänden zu erwarten sind. Zur Verbesserung des Wärmeaustauscheffektes kann die Außenseite der Heizrohre natürlich auch mit einem bestimmten Profil versehen sein, z. B. können die Heizrohre als sogen. Flossenrohre ausgebildet sein. Die aufzuheizende Kohle fließt dabei, wie es sich aus den weiter oben gemachten Ausführungen ergibt, an der Außenseite der Heizrohre von oben nach unten.

Nach Passieren der Heizrohre gelangen die Gase in den hinteren Verteilerkasten 65 und von dort über die Öffnung 66 in die nicht dargestellte Leitung, welche entweder zur darunter liegenden Kaskade oder zur Gasaustrittsleitung 39 führt. Bei der erfindungsgemäßen Konstruktion kann im Falle des Abreißen eines Heizrohres 36 durch Verschließen des Rohrendes im Verteilerkasten 63 die Anlage schnell wieder betriebsfähig gemacht werden. Beim Ausfall einer ganzen Kaskade ist der Betrieb durch die Benutzung der übrigen Kaskaden nicht gestört. Die Kaskaden sind aus verschleißfestem Stahl gebaut und können außen mit Profileisen versteift sein. Sie befinden sich jeweils in einem in Fig. 2 nicht dargestellten Gehäuse, das normalerweise aus einer Stahlgerüstkonstruktion mit Wandplatten besteht, die von außen isoliert sind. Miteinander sind die einzelnen Kaskaden durch Kompensatoren verbunden, die die Wärmedehnungen aufnehmen und die Übertragung von Schwingungen verhindern. Gegebenfalls kann sich das Gehäuse im Bereich der Anströmböden 4 auch verjüngen. Das heißt, die Anströmböden 4 besitzen dann einen geringeren Durchmesser als der darüber und darunter liegende Teil des Gehäuses.

Wie bereits im Zusammenhang mit Fig. 1 erläutert wurde, wird die vorzuerhitzende bzw. zu trocknende Kohle von oben auf den Kaskaden-

wirbelschichttrockner 3 aufgegeben, so daß die Kohle denselben und damit auf die einzelnen Kaskaden von oben nach unten durchfließt. Die Gehäuse, in denen die Kaskaden untergebracht sind, werden dabei durch die gasdurchlässigen Anströmböden 4 voneinander getrennt. Diese haben die Aufgabe, für eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Wasserdampfes am Eintritt in die Kohle-Wasserdampf-Wirbelschicht der jeweiligen Kaskade zu sorgen. Um eine gleichmäßige Fluidisierung der Kohle zu gewährleisten, ist es erforderlich, daß der Druckverlust des Anströmbodens nur ca. 10–15% des Druckverlustes der Kohle-Wasserdampf-Wirbelschicht beträgt. Dies kann in einfacher Weise dadurch erreicht werden, daß als Anströmboden ein Gitterrost 68 verwendet wird, der mit grobstückiger Kohle 67 beschickt worden ist, deren Korngröße bei ca. > 40 mm liegt. Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines derartigen Anströmbodens. Eine andere Möglichkeit besteht darin, einen sogenannten Sandwich-Boden zu verwenden. Dieser besteht aus zwei übereinander angeordneten und gegeneinander versetzten Gitterrosten, zwischen denen sich eine gasdurchlässige Füllkörperschicht befindet.

Die Vorteile, die sich bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben, lassen sich abschließend wie folgt zusammenfassen:

1. Schonende Trocknung und Vorerhitzung der Kohle in einer Wasserdampf-atmosphäre, wodurch eine die Verkokungseigenschaften negativ beeinflussende Überhitzung der Kohlepartikel vermieden wird.
2. große Temperaturdifferenz sowie hohe Wärmedurchgangszahlen zwischen dem Heiß-Gas und der Kohlewirbelschicht,
3. eine günstige Kombination von Kontakt-trocknung und konvektiver Trocknung,
4. niedriger Flugstaubaustrag aus den einzelnen Kaskaden des Kaskadenwirbelschicht-trockners,
5. günstige Bedingungen bei der Kokstrockenkühlung mit geringem Druckverlust und guter Regelbarkeit,
6. große Flexibilität des Gesamtverfahrens, sowie
7. drucklose Apparatur mit niedrigen Investitions- und Betriebskosten und geringem Platzbedarf.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Kokereianlage, bei dem die Koksöfen periodisch mit vorerhitzter bzw. vorgetrockneter Kohle beschickt werden und der erzeugte Koks einer Trockenkühlung mittels eines gasförmigen Kühlmediums unterworfen wird, wobei die Anlagen zur Kokstrockenkühlung und zur Kohlevorerhitzung durch einen gemeinsamen Gaskreislauf miteinander verbunden sind, durch den dem heißen Koks beim Kühlen entzogene Wärme auf die vorerhitzte

Kohle übertragen wird, gekennzeichnet durch folgende Maßnahmen:

- a) Die Vorerhitzung der Kohle erfolgt durch indirekte Wärmeübertragung in einem Kaskadenwirbelschichttrockner, in dem die Kohle in einer Kohle-Wasserdampf-Wirbelschicht vorliegt;
- b) die aus dem Kokstrockenkühler austretende Gasmenge wird in zwei Teilströme zerlegt, von denen nur der eine Teilstrom zur Kohlevorerhitzung genutzt und mit einer Temperatur zwischen 550 und 650°C in die erste Kaskade des Kaskadenwirbelschichttrockners eingeleitet wird, wobei dieser Teilstrom nach dem Passieren des Kaskadenwirbelschichttrockners wieder mit dem Teilstrom vereinigt wird, der nicht zur Kohlevorerhitzung genutzt wird;
- c) die wieder vereinigten Teilströme der aus dem Kokstrockenkühler austretenden Gasmenge werden nach entsprechender Reinigung und Abkühlung in den Kokstrockenkühler wieder eingeleitet, wobei die Wiedereinleitung gleichzeitig in den unteren und in den mittleren Teil des Kokstrockenkühlers erfolgt;
- d) der für die Aufrechterhaltung der Kohle-Wasserdampf-Wirbelschicht im Kaskadenwirbelschichttrockner erforderliche Wasserdampf wird im Kreislauf geführt, wobei der aus dem Kaskadenwirbelschichttrockner austretende Wasserdampf vor seiner Wiedereinleitung in denselben einer Entstaubung, Teilkondensation und Wiederverdichtung unterworfen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von der Gesamtmenge des aus dem Kokstrockenkühler austretenden Gases ein Teilstrom von 45 bis 55 Vol.-% abgezweigt und in die erste Kaskade des Kaskadenwirbelschichttrockners eingeleitet wird.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der in die erste Kaskade des Kaskadenwirbelschichttrockners eingeleitete Teilstrom des Gases vorzugsweise eine Temperatur von ca. 600°C aufweist.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des in die erste Kaskade des Kaskadenwirbelschichttrockners eingeleiteten Teilstromes des Gases automatisch durch die Zumischung von kaltem Gas geregelt wird, das über eine Bypass-Leitung von der Gasaustrittsleitung in die Gaseintrittsleitung eingeleitet wird.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere Gasgeschwindigkeit in den Heizrohren des Kaskadenwirbelschichttrockners ca. 20 m/s beträgt.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der für die Aufrechterhaltung der Kohle-Wasserdampf-Wirbelschicht erforderliche Wasserdampf mit einer Temperatur von ca. 200°C und einem Druck von

ca. 2 bar in die unterste Kaskade des Kaskadenwirbelschichttrockners eingeleitet wird.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß für die Beheizung des Kaskadenwirbelschichttrockners gegebenenfalls Rauchgas verwendet bzw. mitverwendet werden, die durch Verbrennung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffes in einer separaten Verbrennungskammer erzeugt werden, wobei die Gastemperatur durch Zumischung von Wasserdampf aus dem Wasserdampfkreislauf des Kaskadenwirbelschichttrockners auf den gewünschten Wert eingestellt wird.

8. Kaskadenwirbelschichttrockner zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Kaskade die Heizrohre (36; 37; 38) waagerecht zwischen zwei Verteilerkästen (63; 65) angeordnet sind, wobei sich in dem auf der Gaseintrittsseite liegenden Verteilerkasten (63) senkrechte Prallbleche (64) angebracht sein können und die Heizrohre (36) der ersten (obersten) Kaskade einen größeren Durchmesser aufweisen können als die Heizrohre (37; 38) der darunter liegenden Kaskaden.

9. Kaskadenwirbelschichttrockner nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizrohre (36 bzw. 37; 38) als sogen. Flossenrohre ausgebildet sind.

10. Kaskadenwirbelschichttrockner nach den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Anströmböden (4) für die einzelnen Kaskaden Gitterroste (68) verwendet werden, die mit grobstückiger Kohle (67) beschickt worden sind, deren Korngröße bei > 40 mm liegt.

Claims

1. Process for operating a coking plant, in which the coke ovens are periodically fed with pre-heated or predried coal and the coke produced is subjected to dry cooling by means of a gaseous cooling medium, the systems for dry-cooling of the coke and for pre-heating of the coal being connected to one another by a common gas circulation system by means of which heat extracted from the hot coke during cooling is transmitted to the coal to be pre-heated, characterised by the following measures:

- a) Pre-heating of the coal takes place as a result of indirect heat transfer in a cascade-type fluidised bed dryer in which the coal is present in a coal/steam fluidised bed;
- b) the quantity of gas flowing out from the coke dry-cooler is split into two part streams, only one part stream of which is used for pre-heating the coal and is introduced at a temperature of between 550 and 650°C into the first cascade of the cascade-type fluidised bed dryer, and, after passing through the cascade-type fluidised bed dryer, this part stream is combined again with

- the part stream which is not used for pre-heating the coal,
- c) the recombined part streams of the quantity of gas flowing out from the coke dry-cooler are reintroduced into the coke dry-cooler, after appropriate cleaning and cooling, being reintroduced simultaneously into the lower and middle parts of the coke dry-cooler;
- d) the steam required for maintaining the coal/steam fluidised bed in the cascade-type fluidised bed dryer is circulated, and the steam flowing out from the cascade-type fluidised bed dryer is subjected, before it is reintroduced into the latter, to dust removal, partial condensation and recompression.

2. Process according to claim 1, characterised in that a part stream of 45 to 55% by volume is branched off from the total quantity of gas flowing out from the coke dry-cooler and is introduced into the first cascade of the cascade-type fluidised bed dryer.

3. Process according to claims 1 and 2, characterised in that the part stream of gas introduced into the first cascade of the cascade-type fluidised bed dryer preferably has a temperature of approximately 600° C.

4. Process according to claims 1 to 3, characterised in that the temperature of the part stream of gas introduced into the first cascade of the cascade-type fluidised bed dryer is regulated automatically by admixing cold gas which is introduced from the gas outflow line into the gas inflow line via a by-pass line.

5. Process according to claims 1 to 4, characterised in that the average gas velocity in the heating tubes of the cascade-type fluidised bed dryer is approximately 20 m/second.

6. Process according to claims 1 to 5, characterised in that the water vapour required for maintaining the coal/steam fluidised bed is introduced at a temperature of approximately 200° C and a pressure of approximately 2 bars into the lowest cascade of the cascade-type fluidised bed dryer.

7. Process according to claim 1 to 6, characterised in that, if appropriate, flue gases are used or additionally used for heating the cascade-type fluidised bed dryer and are generated as a result of the combustion of a solid, liquid or gaseous fuel in a separate combustion chamber, the gas temperature being adjusted to the desired value by admixing steam from the steam cycle of the cascade-type fluidised bed dryer.

8. Cascade-type Fluidised bed dryer for carrying out the process according to claim 1 to 7, characterised in that in each cascade the heating tubes (36; 37; 38) are arranged horizontally between two distributor boxes (63; 65), vertical baffle plates (64) can be attached in the distributor box (63) located on the gas inflow side, and the heating tubes (36) of the first (topmost) cascade can have a larger diameter than the heating tubes (37; 38) of the cascades located under-

neath.

9. Cascade-type fluidised bed dryer according to claim 8, characterised in that the heating tubes (36 or 37; 38) are designed as so-called finned tubes.

10. Cascade-type fluidised bed dryer according to claims 8 and 9, characterised in that gratings (68) are used as distributor trays (4) for the individual cascades and have been charged with coarse coal (67), the grain size of which is more than 40 mm.

Revendications

1. Procédé de fonctionnement d'une installation de cokerie, dans lequel on alimente périodiquement les fours à coke en charbon préchauffé ou préséché et soumet le coke produit à un refroidissement à sec au moyen d'un agent de refroidissement gazeux, les installations de refroidissement à sec du coke et de préchauffage du coke étant reliées entre elles par un circuit commun de gaz par lequel de la chaleur soustraite au coke chaud lors du refroidissement est transmise au charbon à préchauffer, caractérisé par les mesures suivantes:

- a) le préchauffage du charbon est effectué par transmission indirecte de chaleur dans un séchoir à couche fluidisée en cascade dans lequel le charbon se présente dans une couche fluidisée charbon-vapeur d'eau;
- b) on divise la quantité de gaz sortant du refroidisseur de coke à sec en deux courants partiels dont on utilise seulement l'un des courants partiels pour le préchauffage du charbon et on l'introduit, à une température comprise entre 550 et 650° C, dans la première cascade du séchoir à couche fluidisée en cascade, ce courant partiel, après être passé par le séchoir à couche fluidisée en cascade, étant à nouveau réuni au courant partiel qui n'est pas utilisé pour le préchauffage du charbon;
- c) on réintroduit les courants partiels à nouveau réunis de la quantité de gaz sortant du refroidisseur de coke à sec, après épuration et refroidissement appropriés, dans le refroidisseur de coke à sec, la réintroduction ayant lieu simultanément dans la partie inférieure et dans la partie moyenne du refroidisseur de coke à sec;
- d) on recycle la vapeur d'eau nécessaire pour maintenir la couche fluidisée charbon-vapeur d'eau dans le séchoir à couche fluidisée en cascade, la vapeur d'eau qui sort du séchoir à couche fluidisée en cascade étant soumise, avant sa réintroduction dans celui-ci, à un dépoussiérage, à une condensation partielle et à une recompression.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que de la quantité totale du gaz sortant du refroidisseur de coke à sec, on dé-

tourne un courant partiel de 45 à 55% en volume et qu'on l'introduit dans la première cascade du séchoir à couche fluidisée en cascade.

3. Procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que le courant partiel du gaz introduit dans la première cascade du séchoir à couche fluidisée en cascade présente, de préférence, une température d'environ 600°C.

4. Procédé selon les revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que la température du courant partiel du gaz introduit dans la première cascade du séchoir à couche fluidisée en cascade est réglée automatiquement par le mélange de gaz froid que est introduit du tuyau de sortie de gaz dans le tuyau d'entrée de gaz en passant par un tuyau de dérivation.

5. Procédé selon les revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que la vitesse moyenne du gaz dans les tubes de chauffage du séchoir à couche fluidisée en cascade est d'environ 20 m/s.

6. Procédé selon les revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que la vapeur d'eau nécessaire pour entretenir la couche fluidisée charbon-vapeur d'eau est introduite, à une température d'environ 200°C et à une pression d'environ 2 bar, dans la cascade située tout en bas du séchoir à couche fluidisée en cascade.

7. Procédé selon les revendications 1 à 6, caractérisé par le fait, que pour le chauffage du séchoir à couche fluidisée en cascade, on utilise éventuellement ou utilise conjointement, des gaz de fumée qui sont engendrés par combustion d'un combustible solide, liquide ou gazeux dans une chambre de combustion séparée, la température des gaz étant réglée au niveau désiré par mélange de vapeur d'eau venant du circuit de vapeur d'eau du séchoir à couche fluidisée en cascade.

8. Séchoir à couche fluidisée en cascade pour la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que dans chaque cascade, les tubes de chauffage (36; 37; 38) sont disposés horizontalement entre deux boîtes de distribution (63; 65), que dans la boîte de distribution (63) située du côté d'entrée de gaz peuvent être disposées des plaques défléctrices verticales (64) et que les tubes de chauffage (36) de la première cascade (située tout en haut) peuvent présenter un plus grand diamètre que les tubes de chauffage (37; 38) des cascades situées en dessous.

9. Séchoir à couche fluidisée en cascade selon la revendication 8, caractérisé par le fait que les tubes de chauffage (36 ou 37; 38) sont conçus sous la forme de tubes dits en ailerons.

10. Séchoir à couche fluidisée en cascade selon les revendications 8 et 9, caractérisé par le fait que comme plateaux d'afflux (4) pour les différentes cascades, on utilise des grillages (68) qui sont alimentés en charbon en gros morceaux (67), dont la grosseur de grain est supérieure à 40 mm.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

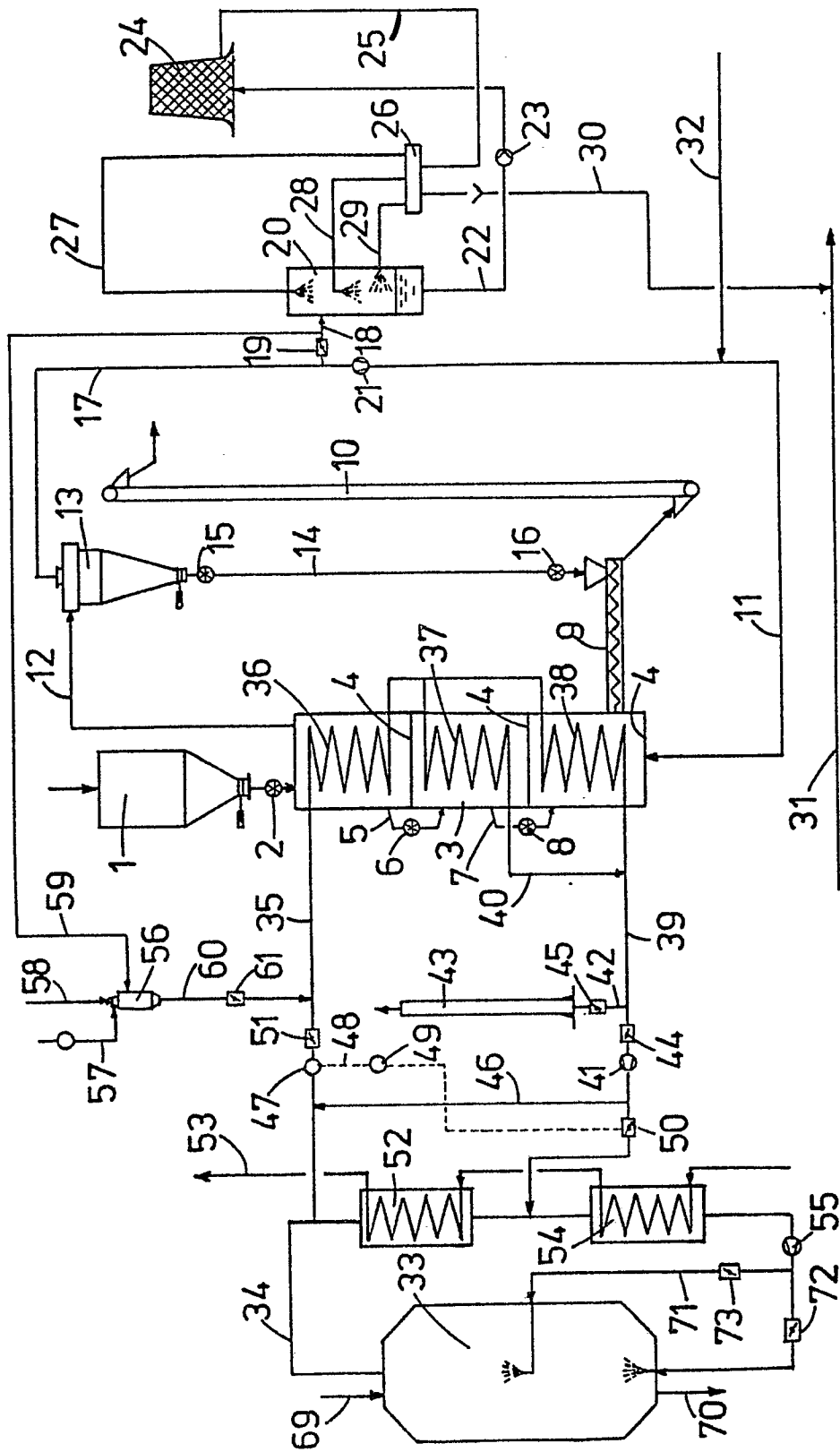
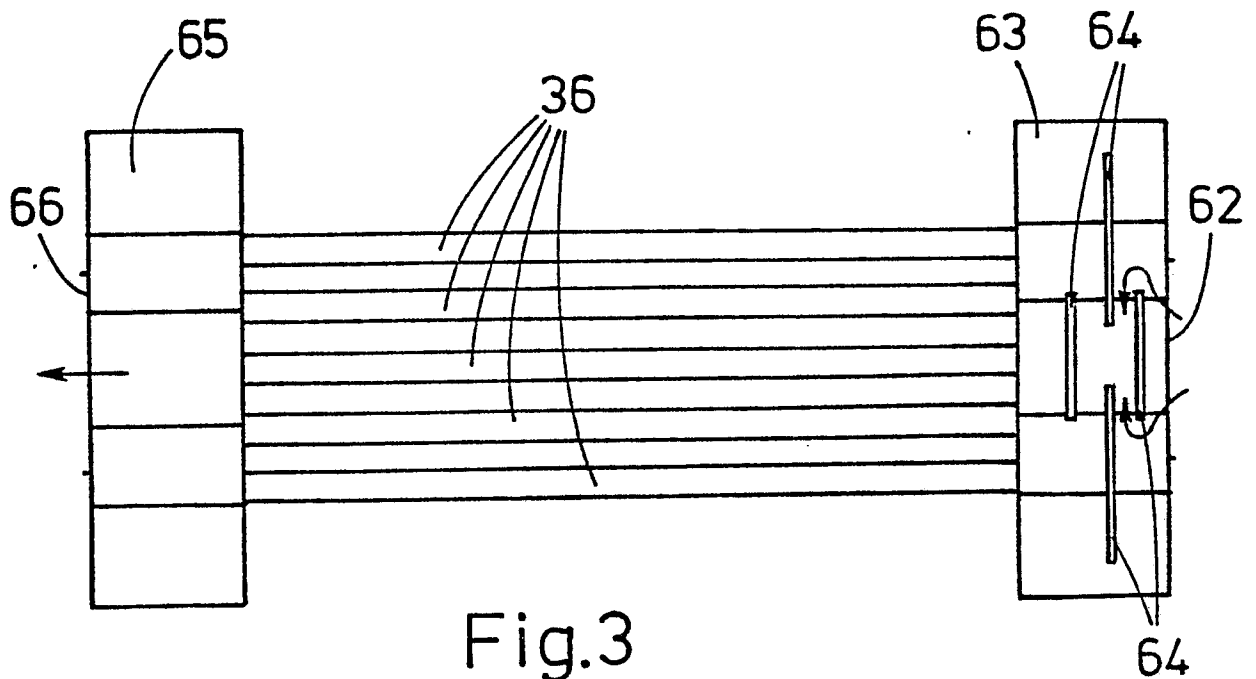
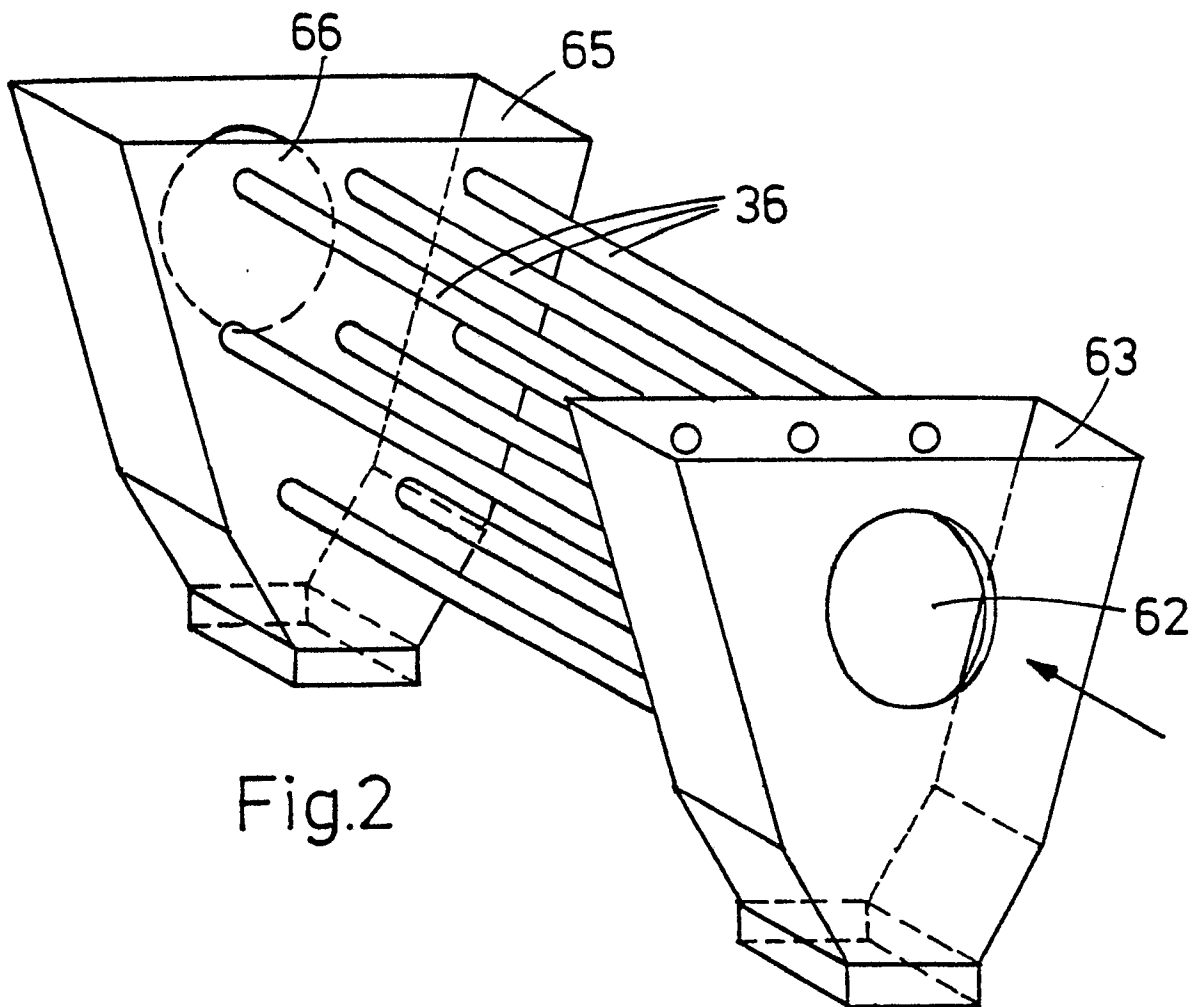


Fig.1



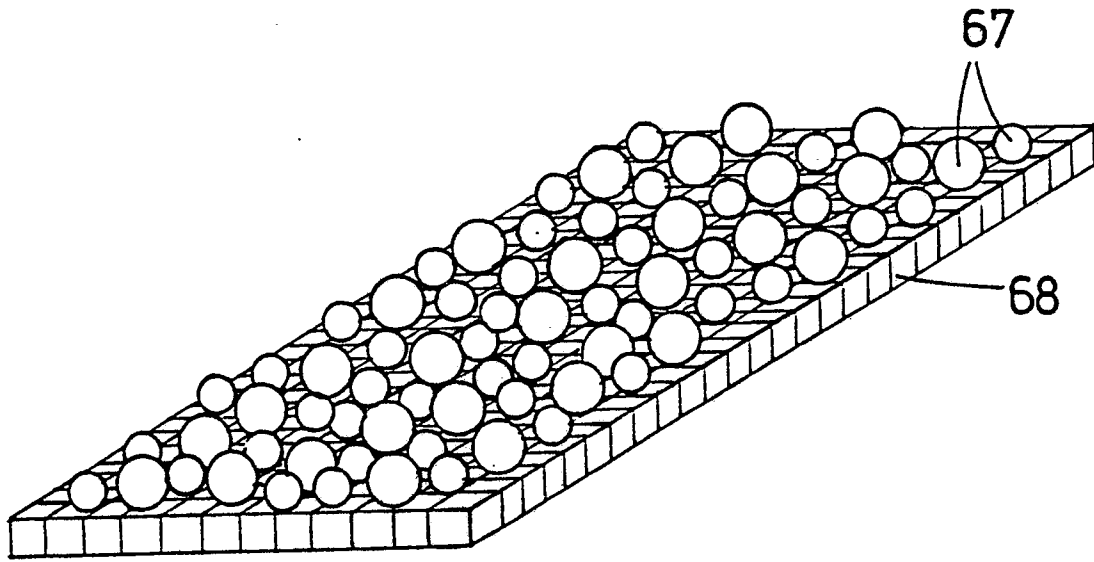


Fig.4