



⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
08.06.94 Patentblatt 94/23

⑤① Int. Cl.⁵ : **C10J 3/46, C10J 3/50**

②① Anmeldenummer : **92104134.9**

②② Anmeldetag : **11.03.92**

⑤④ **Verfahren zur Steuerung des Betriebsablaufes eines Vergasungsreaktors.**

③⑩ Priorität : **25.04.91 DE 4113447**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
28.10.92 Patentblatt 92/44

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
08.06.94 Patentblatt 94/23

⑥④ Benannte Vertragsstaaten :
DE DK ES GB NL

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 308 027

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 350 658
EP-A- 0 447 632
DE-A- 3 316 368
DE-A- 3 820 013

⑦③ Patentinhaber : **Krupp Koppers GmbH**
Altendorfer Strasse 120
D-45143 Essen (DE)

⑦② Erfinder : **Kuske, Eberhard, Dr.**
Menzelstrasse 5
W-4300 Essen 1 (DE)
Erfinder : **von Tolkacz, Theo**
Scheppener Weg 114
W-4300 Essen 16 (DE)

EP 0 510 341 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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 zur Steuerung des Betriebsablaufes eines nach dem Flugstromverfahren arbeitenden Vergasungsreaktors zur Vergasung von feinzerteilten kohlenstoffhaltigen Brennstoffen, insbesondere feinkörniger bis staubförmiger Kohle, bei dem Brennstoff und Vergasungsmittel in einem in Abhängigkeit von der Temperatur im Vergasungsreaktor eingestellten Mengenverhältnis dem Vergasungsreaktor zugeführt werden.

Bei dem Vergasungsverfahren der vorstehend genannten Art werden die Betriebsbedingungen normalerweise so eingestellt, daß die Schlacke im flüssigen Zustand aus dem Unterteil des Vergasungsreaktors ablaufen kann, während das erzeugte, hauptsächlich aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff bestehende Produktgas nach oben aus dem Vergasungsreaktor abgezogen wird. Die Betriebstemperatur im Vergasungsreaktor muß deshalb stets um etwa 100 - 400°C über der Schlackeschmelztemperatur liegen, wobei die Vergasung sowohl unter erhöhtem Druck als auch unter Normaldruck betrieben werden kann. Wegen der kurzen Verweilzeiten der Reaktionspartner im Vergasungsreaktor wird dabei angestrebt, Brennstoff und Vergasungsmittel, wie beispielsweise Luft, Sauerstoff, Wasserdampf und Kohlendioxid, dem Vergasungsreaktor während des gesamten Verfahrensablaufes in einem konstanten Mengenverhältnis zuzuführen. Um einen störungsfreien Betriebsablauf zu gewährleisten, muß das Mengenverhältnis hierbei so eingestellt werden, daß weder ein Brennstoffmangel noch ein Brennstoffüberschuß auftritt. Nur wenn diese Bedingung erfüllt ist, kann die Betriebstemperatur im Vergasungsreaktor innerhalb des weiter oben angegebenen Bereiches gehalten werden. Brennstoffmangel führt dagegen bei steigender Betriebstemperatur zur unerwünschten Bildung von Kohlendioxid und damit zur Verschlechterung des als Kaltgaswirkungsgrad bezeichneten Verhältnisses von Brennwert des erzeugten Produktgases zum Brennwert des eingesetzten Brennstoffes. Brennstoffüberschuß vermindert demgegenüber den Vergasungsgrad des Kohlenstoffes durch Vorliegen von unvergastem Kohlenstoff. Dabei sinkt die Temperatur im Vergasungsreaktor und kann so tiefe Werte erreichen, daß die flüssige Schlacke teigig bis fest wird, der Schlackeabzug gefährdet ist und es schließlich zur Unterbrechung des Betriebsablaufes durch Verstopfung des Schlackeabzuges kommt.

Um den vorstehend geschilderten Bedingungen zu genügen, ist es deshalb beim Vergasungsverfahren der eingangs genannten Art bereits bekannt, den in den Vergasungsreaktor eingeleiteten Brennstoffstrom, der neben der brennbaren Substanz auch noch Asche und Wasser enthält, sowie den Vergasungsmittelstrom zu messen, wobei beide Stoffströme in einem solchen Mengenverhältnis in den Verga-

sungsreaktor eingeleitet werden, daß die Betriebstemperatur innerhalb des weiter oben genannten Temperaturbereiches gehalten werden kann. Aus der EP-A-0 350 658, der EP-A-0 308 027 und der DE-A-33 16 368 ist es hierbei bekannt, für die Ermittlung des Brennstoff-Massenstromes eine radiometrische Dichtemessung des in einem Fluidisiergas suspendierten Brennstoffes durchzuführen. Schwankungen in der Beschaffenheit des Brennstoffes werden bei den in den Entgegenhaltungen beschriebenen Verfahren lediglich durch einen Korrekturfaktor berücksichtigt, der nur sporadisch ermittelt wird. Für die ordnungsgemäße Einstellung der Betriebstemperatur im Vergasungsreaktor ist es jedoch erforderlich, daß das Mengenverhältnis von Brennstoff zu Vergasungsmittel aus der brennbaren Substanz des Brennstoffes, das heißt ohne dessen Asche- und Wassergehalt, gebildet wird. Zusätzlich muß daher der Asche- und Wassergehalt des jeweils eingesetzten Brennstoffes bekannt sein. Bisher war es jedoch üblich, daß der Asche- und Wassergehalt des Brennstoffes ebenfalls nur in unregelmäßigen Abständen durch Laboranalysen an Einzelproben ermittelt wurde. Diese Analyseergebnisse sind daher nur mit erheblicher Zeitverzögerung zur Steuerung des Betriebsablaufes des Vergasungsreaktors verfügbar. Mit dieser Arbeitsweise läßt sich daher der Verfahrens- und Betriebsablauf des Vergasungsreaktors nur solange ausreichend sicher beherrschen, wie sich die Zusammensetzung des Brennstoffes nicht oder nur unwesentlich verändert und somit nur sehr geringe Schwankungen des Asche- und/oder Wassergehaltes des Brennstoffes auftreten.

Die Erfahrungen in der Praxis haben jedoch gezeigt, daß während des Betriebes eines Vergasungsreaktors tatsächlich aus den unterschiedlichsten Gründen zum Teil erhebliche und plötzliche Änderungen des Asche- und/oder Wassergehaltes des Brennstoffes auftreten können. Hierfür können beispielsweise folgende Gründe vorliegen:

- Der Wassergehalt ändert sich durch Störungen im Betriebsablauf der Mahltrocknung der Kohle;
- der Aschegehalt verändert sich durch den Übergang von einer Kohlensorte auf eine andere Kohlensorte;
- der Aschegehalt schwankt infolge schlechter Homogenisierung der Kohle, z.B. auf dem Mischbett.

Diese plötzlichen Änderungen des Asche- und/oder Wassergehaltes des Brennstoffes können aber mit der bisher üblichen Art der Regelung des Mengenverhältnisses von Brennstoff zu Vergasungsmittel nicht ausgeglichen werden, da die diskontinuierlich im Labor ermittelten Werte für den Asche- und Wassergehalt viel zu spät vorliegen. Ein erhöhter Asche- und/oder Wassergehalt kann jedoch im Vergasungsreaktor zu Brennstoffmangel und ein

erniedrigter Asche- und/oder Wassergehalt zu Brennstoffüberschuß mit den bereits weiter oben beschriebenen negativen Folgen führen. Beide Betriebsabläufe sind deshalb äußerst unerwünscht, wobei in dem einen Falle infolge zu hoher Betriebstemperatur ein vorzeitiger Verschleiß der Wand des Vergasungsreaktors und im anderen Falle infolge zu niedriger Betriebstemperatur eine Unterbrechung des Betriebsablaufes durch Verstopfung des Schlackenabzuges auftreten kann.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß auch bei plötzlichen Änderungen des Asche- und/oder Wassergehaltes des eingesetzten Brennstoffes die Temperatur- und Betriebsbedingungen im Vergasungsreaktor so stabilisiert werden können, daß die vorstehend beschriebenen negativen Folgen vermieden werden.

Das der Lösung dieser Aufgabe dienende Verfahren der eingangs genannten Art ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß gleichzeitig und kontinuierlich der Asche- und Wassergehalt des Brennstoffes vor dessen Eintritt in den Vergasungsreaktor bestimmt wird und daß durch die Verarbeitung beider Meßwerte in einem Prozeßrechner das Verhältnis von Brennstoff zu Vergasungsmittel jeweils an die tatsächlich im Brennstoff vorhandene Menge an brennbarer Substanz angepaßt wird.

Der Aschegehalt kann hierbei durch radiometrische Bestimmung ermittelt werden. Diese Meßmethode wird bereits bei der Kohleaufbereitung angewandt und ist beispielsweise in der Zeitschrift "Aufbereitungs-Technik", Nr. 11/1988, Seiten 648 - 653, beschrieben. Das Meßprinzip besteht darin, daß der zu untersuchende Brennstoff gleichzeitig oder aber in kurzem Abstand von zwei radioaktiven Quellen durchstrahlt wird, die Strahlung auf unterschiedlichen Energieniveaus aussenden. Es handelt sich vorzugsweise um Cs 137- und Am 241-Strahler. Die energiereichere Strahlung des Caesiums hat dabei die Eigenschaft, von allen im Brennstoff vorhandenen Atomsorten in erster Näherung gleich stark absorbiert zu werden. Dagegen wird die Americium-Strahlung von den für die Aschesubstanz charakteristischen Atomen (Si, Al, Fe, Ca) deutlich stärker geschwächt als von den Atomen der brennbaren Substanz (C, H, O, N). Auf diese Weise erhält man zwei Signale, die jeweils der Dichte des Kohlenstaubes am Meßort proportional sind. Die Differenz der Signale des Cs 137- und des Am 241-Strahlers ist darüber hinaus ein Maß dafür, wie stark der Aschegehalt am Meßort von dem im Kalibrierzustand abweicht. Das Differenzsignal kann daher als Aschegehalt des Brennstoffes definiert und zur Korrektur des Verhältnisses Brennstoffstrom zu Vergasungsmittelstrom herangezogen werden.

Für die Bestimmung des Wassergehaltes eignet sich insbesondere das kapazitive Meßverfahren, das

die im Vergleich zur Trockensubstanz hohe Dielektrizitätskonstante des Wassers ausnutzt. Diese liegt für Kohle und Asche bei etwa 2 bis 5 und für Wasser dagegen bei etwa 80. Die Dielektrizitätskonstante wird dabei mittels einer kapazitiven Sonde für den im Meßquerschnitt befindlichen Brennstoffstrom ermittelt. Da jedoch die Rohrleitung in der Meßstrecke nur teilweise mit Brennstoff gefüllt ist, gelingt die Messung nur, wenn zusätzlich die Dichte des Brennstoffstromes in der Meßstrecke durch radiometrische Dichtemessung, beispielsweise mittels eines Caesiumstrahlers, bestimmt wird. Durch Kombination beider Meßwerte kann der Wassergehalt des Brennstoffes ermittelt werden.

Die vorstehend beschriebene Meßmethode versagt allerdings dann, wenn der eingesetzte Brennstoff einen hohen Elektrolytgehalt aufweist. In diesem Falle wird die Ermittlung des Wassergehaltes zweckmäßigerweise unter Anwendung von Mikrowellen ausgeführt. Bezüglich weiterer Einzelheiten dieser Meßmethode wird auf den Aufsatz in der Zeitschrift "Aufbereitungstechnik - Mineral Processing", Heft 1 (1987), Seiten 10 - 16, verwiesen.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorteilhaft, wenn die Meßsonden zur Bestimmung des Asche- und des Wassergehaltes in der Einspeiseleitung des Brennstoffes nahe am Vergasungsreaktor in unmittelbarer Nähe zueinander angeordnet sind. Eine andere Ausgestaltungsmöglichkeit besteht darin, die beiden Meßsonden ebenfalls in unmittelbarer Nähe zueinander in die Einspeiseleitung nahe am Auslauf des Zuteilbehälters einzubauen. Gegebenenfalls kann der Einbau der Meßsonden schließlich auch im Zuteilbehälter selbst erfolgen.

Die Abbildung zeigt das Fließschema einer Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei der die Meßsonden zur Ermittlung des Asche- und des Wassergehaltes des Brennstoffes in unmittelbarer Nähe zueinander in der Einspeiseleitung nahe am Auslauf des Zuteilbehälters für den Brennstoff angeordnet sind.

Der Vergasungsreaktor 1 weist in diesem Falle zwei Vergasungsbrenner 2 auf. In der Praxis kann die Zahl der Vergasungsbrenner 2 natürlich beliebig sein. Über die Leitungen 3 werden die Vergasungsbrenner 2 mit Brennstoff und über die Leitungen 4 mit Vergasungsmittel versorgt. Die Leitungen 3 zweigen dabei vom Verteiler 5 ab, der seinerseits über die Einspeiseleitung 6 mit dem Zuteilbehälter 7 für den Brennstoff in Verbindung steht. In die Einspeiseleitung 6 sind die Meßsonden 8, 9 und 10 in unmittelbarer Nähe zueinander eingebaut. Durch die Meßsonde 8, die einen Cs 137-Strahler enthält, wird dabei die Förderdichte des Brennstoffstromes in der Einspeiseleitung 6 radiometrisch ermittelt. Die Meßsonde 9, die einen Am 241-Strahler enthält, ermöglicht unter Verwendung des Referenzsignals der Meßsonde 8 die Bestimmung des Aschegehaltes im Brennstoffstrom,

die in der weiter oben beschriebenen Art und Weise durchgeführt wird. Die Meßsonde 10 dient schließlich der Ermittlung des Wassergehaltes durch die kapazitive Methode oder Mikrowellenverfahren in Verbindung mit der Dichtemessung durch die Meßsonde 8. Die gefundenen Meßergebnisse werden von den Meßsonden 8 bis 10 auf den Prozeßrechner 11 übertragen, wo mit Hilfe bekannter Berechnungsmethoden der Asche- und Wassergehalt des Brennstoffes ermittelt wird. Gleichzeitig wird der Brennstoffmassenstrom durch das in der Leitung 3 installierte Meßgerät 12 ermittelt. Es sind somit alle Daten bekannt, die für die Ermittlung der tatsächlich vorhandenen brennbaren Substanz (asche- und wasserfrei) erforderlich sind. Das ermittelte Ergebnis wird hierbei vom Prozeßrechner 11 auf den Regelkreis 13 übertragen, durch den die Vergasungsmittelzufuhr in der Leitung 4 an den Sollwert von brennbarer Substanz und Vergasungsmittel angepaßt wird. Das Meßgerät 14 dient der Mengenmessung der Vergasungsmittelzufuhr in der Leitung 4, wobei diese Menge durch das Regelventil 15 gesteuert werden kann. Ein Regelventil 16 ist auch in der Leitung 3 installiert und bildet mit dem Meßgerät 12 den Regelkreis 17 für die Brennstoffzufuhr, so daß die erforderliche Anpassung an den Sollwert von brennbarer Substanz und Vergasungsmittel gegebenenfalls auch über eine Veränderung der Brennstoffzufuhr erfolgen kann. Selbstverständlich muß die vorstehend nur für einen Vergasungsbrenner 2 beschriebene Regelung auch für den zweiten und jeden weiteren Vergasungsbrenner des Vergasungsreaktors 1 gelten.

Die eindeutigen Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens liegen zum einen in einem minimierten Risiko einer Betriebsunterbrechung des Vergasungsreaktors durch ein unausgeglichenes Verhältnis von Brennstoffstrom zu Vergasungsmittelstrom und zum anderen in den geringeren Betriebskosten, die durch die Optimierung dieses Verhältnisses in jedem Augenblick des Betriebsablaufes bedingt sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des Betriebsablaufes eines nach dem Flugstromverfahren arbeitenden Vergasungsreaktors zur Vergasung von feinerteilten kohlenstoffhaltigen Brennstoffen, insbesondere feinkörniger bis staubförmiger Kohle, bei dem Brennstoff und Vergasungsmittel in einem in Abhängigkeit von der Temperatur im Vergasungsreaktor eingestellten Mengenverhältnis dem Vergasungsreaktor zugeführt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß gleichzeitig und kontinuierlich der Asche- und Wassergehalt des Brennstoffes vor dessen Eintritt in den Vergasungsreaktor bestimmt wird und daß durch die Verarbeitung beider Meßwerte in einem Prozeß-

rechner das Verhältnis von Brennstoff zu Vergasungsmittel jeweils an die tatsächlich im Brennstoff vorhandene Menge an brennbarer Substanz angepaßt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Aschegehalt des Brennstoffes durch radiometrische Bestimmung ermittelt wird.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wassergehalt des Brennstoffes durch das kapazitive Meßverfahren oder durch Mikrowellenverfahren ermittelt wird.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Asche- und Wassergehalt des Brennstoffes durch in unmittelbarer Nähe zueinander angeordnete Meßsonden bestimmt wird.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bestimmung des Asche- und Wassergehaltes des Brennstoffes entweder in unmittelbarer Nähe des Vergasungsreaktors oder am Auslauf des Zuteilbehälters erfolgt.

Revendications

1. Procédé pour la commande du processus de fonctionnement d'un réacteur de gazéification opérant suivant le procédé du courant volant, pour la gazéification de combustibles carbonés finement divisés, en particulier de charbon finement granulé à pulvérulent, dans lequel un combustible et un agent de gazéification sont introduits dans le réacteur de gazéification en un mélange établi en fonction de la température régnant dans le réacteur de gazéification, caractérisé en ce que simultanément et en continu les teneurs en cendres et en eau du combustible sont déterminées avant son entrée dans le réacteur de gazéification et en ce que par le traitement des deux valeurs de mesure dans un calculateur de processus le rapport du combustible à l'agent de gazéification est adapté en permanence à la quantité de substance combustible effectivement présente dans le combustible.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la teneur en cendres du combustible est déterminée par une mesure radiométrique.
3. Procédé suivant les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la teneur en eau du combustible est déterminée par le procédé de mesure capa-

citive ou par un procédé à micro-ondes.

4. Procédé suivant les revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les teneurs en cendres et en eau du combustible sont déterminées par des sondes de mesure disposées à proximité immédiate l'une de l'autre. 5
5. Procédé suivant les revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la détermination des teneurs en cendres et en eau du combustible est effectuée soit à proximité immédiate du réacteur de gazéification soit à la sortie du récipient de dosage. 10

15

Claims

1. Method of controlling the operating cycle of a gasification reactor employing the entrained-bed process for the gasification of finely divided, carbon-containing fuels, in particular fine-grained coal to coal dust, in which method fuel and gasification medium are fed to the gasification reactor in a quantitative ratio adjusted as a function of the temperature in the gasification reactor, characterized in that the ash and water contents of the fuel are determined simultaneously and continuously before the latter enters the gasification reactor, and in that, as a result of processing both measured values in a process computer, the ratio of fuel to gasification medium is always matched to the quantity of combustible substance actually present in the fuel. 20
2. Method according to Claim 1, characterized in that the ash content of the fuel is found by radio-metric determination. 25
3. Method according to Claims 1 and 2, characterized in that the water content of the fuel is determined by the capacitive measurement method or by microwave methods. 30
4. Method according to Claims 1 to 3, characterized in that the ash and water contents of the fuel are determined by measuring probes mounted in the immediate vicinity of one another. 35
5. Method according to Claims 1 to 4, characterized in that the ash and water contents of the fuel are determined either in the immediate vicinity of the gasification reactor or at the outlet of the feed container. 40

45

