



(12) Ausschließungspatent

(11) **DD 280 975 B3**

Teilweise bestätigt gemäß § 18

Absatz 1 Patentgesetz der DDR

vom 27. 10. 1983

in Übereinstimmung mit den entsprechenden

Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) C 10 J 3/82

C 10 K 1/04

DEUTSCHES PATENTAMT

(21) DD C 10 J / 327 128 0

(22) 31. 03. 89

(45) 04. 03. 93

(44) 25. 07. 90

(72) Schingnitz, Manfred, Dr.-Ing.; Minak, Hans-Peter, Dr.-Ing.; Althapp, Anton, Dr.-Ing.;
Peise, Helmut, Dipl.-Ing.; Tehsmer, Rolf, Dr.-Ing.; Mann, Heinz, Dipl.-Ing.; Streicher, Mathias, Dipl.-Ing.;
Bolcek, Rainer; Berger, Friedrich, Dr.-Ing., DE

(73) NOELL-DBI Energie- und Entsorgungstechnik GmbH, Halsbrücker Straße 34, O - 9200 Freiberg;
Energiewerke Schwarze Pumpe AG, An der Heide, O - 7610 Schwarze Pumpe, DE

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Kühlung und Reinigung von mit Schlacke bzw. Staub beladenen
Druckvergasungsgasen**

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Kühlung und Reinigung von mit Schlacke bzw. Staub beladenen Druckvergasungsgasen mit einer Temperatur zwischen 700°C und 2000°C und mit einem Druck von 0,5 bis 0,7 MPa, die als Freistrah aus einem Druckreaktor austreten, mittel Sprühquenschung durch ringförmiges Einspritzen von Kühlwasser, wobei die zugeführte Wassermenge so bemessen ist, daß sowohl eine Wasserdampfsättigung erreicht wird als auch die Verunreinigungen in einem unverdampft bleibenden Teil des Wassers gebunden werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Kühlwasser in mindestens einem Horizont mit einer ausgeprägt radialen Komponente in den Gasstrahl eingesprüht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine zusätzliche Kühlwassermenge coaxial zum Gasstrahl, in gleicher Richtung und dieser allseitig umhüllend eingespritzt wird.
3. Vorrichtung zur Kühlung und Reinigung von mit Schlacke bzw. Staub beladenen Druckvergasungsgasen, bestehend aus einem unterhalb eines Druckreaktors angeordneten Quenchraum, ringförmig angeordneter Sprüheinrichtung, einem Wasserband am Boden des Quenchraumes sowie Abführungsstutzen für Gas und Wasser, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem Druckreaktor (1) und dem Quenchraum (3) ein durch ein gekühltes Rohrstück (15) geschütztes Übergangsstück (2) angeordnet ist, daß übereinander angeordnete Düsenkränze (5, 6) zueinander versetzte Düsen (4) aufweisen, wobei die Düsenkränze (5, 6) unterhalb des Übergangsstückes (2) liegen und die Düsen (4) radial zur Achse des Freistrahls ausgerichtet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein weiterer Düsenkranz (7) mit in Strömungsrichtung des Druckvergasungsgases gerichteten Düsen (8) im Bereich des Rezirkulationsraumes des Freistrahles zu diesem umhüllend angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Bereich des Gasabführungsstutzens (9) ein Einbauteil (12) in Form eines Mantels eines sich nach unten verjüngenden Kegelstumpfes angeordnet und dessen Unterkante als schräger Kegelschnitt ausgebildet ist, wobei die tiefste Stelle dieser Unterkante nach dem Gasabführungsstutzen (9) gerichtet ist und etwa im Niveau der Unterkante dieses Stutzens liegt.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von Gasen, insbesondere zur gleichzeitigen Kühlung und Entstaubung sowie der Wasserdampfpartialdruckerhöhung von Gasen, die bei der Druckvergasung von staubförmigen Brennstoffen entstehen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei der Vergasung von staubförmigen Brennstoffen unter Druck entstehen staubhaltige Gasgemische hoher Temperatur. Wird die Staubvergasung als Flammenreaktion bei Temperaturen durchgeführt, die über dem Schmelzpunkt der Brennstoffasche liegen, so ist es vorteilhaft, das heiße Gas zusammen mit der flüssigen Asche (Schlacke) abzuführen, wonach unter Hinzufügen eines Kühlmediums eine Abkühlung des Gases unter gleichzeitiger Verfestigung der Schlacke (Granulierung) vorgenommen wird. Vorzugsweise wird Wasser als Kühlmedium verwendet. Diese direkte Kühlung des Gases bewirkt gleichzeitig eine Teilverdampfung von Wasser, wodurch der Wasserdampfgehalt im gekühlten Gas erhöht wird. Es ist bekannt, daß für die Kühlung und/oder Teilentstaubung von Gasen Wascher eingesetzt werden, bei denen das zu kühlende Gas insbesondere im Gegenstrom mit Wasser berieselt oder bedüst wird. Durch Einbauten oder Leiteinrichtungen wird die Kontaktoberfläche vergrößert. Für diesen Zweck sind auch Wirbelwascher sowie Rotationswascher mit rotierenden Einbauten bekannt. Bei hohen Systemdrücken werden jedoch bewegte Teile vorzugsweise vermieden. Auch Venturiwascher werden zur Kühlung und Teilentstaubung – jedoch für nur niedrige Drücke – eingesetzt. Die Anwendung dieser Verfahren ist jedoch mit Nachteilen behaftet (beschränkt für relativ niedrige Drücke und Temperaturen und geringe Verfügbarkeit), so daß weitere Lösungen vorgeschlagen werden, die im Prinzip in zwei Gruppen eingestellt werden können. Die erste Gruppe von Lösungen benutzt ein innenseitig mit einem Wasserfilm gekühltes Rohr, das in ein Wasserbad eintaucht (Tauchrohrprinzip) und damit das Gas kühlt und durch den Kontakt mit der wäßrigen Phase teilweise entstaubt (DD-WP 145860; EP-O 127878; DE-OS 3 151 483). Dieses Kühlprinzip wird u. a. ergänzt durch weitere zusätzliche Kühlstufen in Form von z. B. einer Wasserverdüstung am Ende des Tauchrohres und nach dem Durchströmen der Wassertauche über dem Wasserniveau (EP-O 127878) und/oder durch konstruktive Maßnahmen am Tauchrohrende bzw. an der Gasführung durch das Wasserbad hindurch (DD-WP 145860). Ein Nachteil dieses Prinzips ist der unabhängig von der Leistung des Reaktors hohe spezifische Wasserverbrauch, da das Tauchrohr ständig innen mit einem Wasserfilm zu kühlen ist. Der wesentlichste Nachteil jedoch ist die ständig bestehende reale Möglichkeit einer thermischen Überbeanspruchung des Tauchrohres, die dadurch besteht, daß es ungeachtet eines ständig aufgegebenen Wasserfilms zu Anbackungen an der Innenseite des Tauchrohres kommt und den heißen Gasstrahl auf die gegenüberliegende

Seite des Tauchrohres ablenkt. Kleinste Thermoschockrisse führen schnell zur fortschreitenden Zerstörung des Tauchrohres und damit zur thermischen Überbeanspruchung der dem Quenchen nachgeschalteten Anlagenteile. Es ist bereits nach DE-OS 3524802 bekannt, zum Zweck der Kühlung des Druckvergasungsgases, das klebrige Teilchen enthält, einen ringförmigen Strahl eines Kühlfluides in das Produktgas in der Kühlzone einzuspritzen. Mittels der kegelförmigen Kühlfluidleitung wird eine schnelle Durchmischung des Produktgases mit dem Kühlfluid bewirkt, dabei verlieren die mitgeführten Teilchen ihre Klebrigkeit während der raschen Abkühlung.

Die zweite Gruppe von Lösungen vermeidet eine so weitgehende Vernichtung der in den Vergasungsgasen enthaltenen fühlbaren Energie durch einen dem Reaktor nachgeschalteten Abhitzekegel. Zur Vermeidung von Anbackungen von zunächst flüssigen Schlacketrophen an den Wandungen des Wärmetauschers wird vor dem Wärmetauscher Wasser in der Menge zugeführt, daß nur die Erstarrungstemperatur der Schlacke unterschritten wird und der restliche Wärmeinhalt der Vergasungsgase genutzt wird (DE-OS 2556370; DE-OS 2650512; DE-OS 3201526).

Die vorgesehenen Wege und Mittel nach DE-OS 2556370 lassen sofort die Gefahr erkennen, daß die dort beschriebenen Rohrleitungen für die Kühlmittelzufuhr in die Mittelachse des Synthesegasstromes sowohl einer extremen thermischen Belastung durch den direkten Kontakt mit den ungekühlten Vergasungsgasen ausgesetzt sind, die zur Zerstörung derselben führt, als auch durch die Anbackungen der an dieser Stelle noch flüssigen Schlacketeilchen an den Kühlmittelführenden Zuführungen die Verdüsungsvorrichtung unwirksam bzw. eingeschränkt wird, was wiederum zu Anbackungen in dem sich anschließendem Raum führt. Die Gefahr von Anbackungen besteht auch in der in DE-OS 2650512 vorgeschlagenen Lösung, bei der Kühlmittel in den aus dem Reaktor austretenden Gasstrom mittels der unmittelbar unter dem Austritt des Reaktors ringförmig angeordneten Sprührohre eingespritzt werden, da die Art der Kühlung keine einheitliche Kühlung des heißen und damit zähen Gasstrahls in dem Reaktor nachgeschalteten Apparat gestattet. Anbackungen und Versetzungen an den gekühlten Teilen bis einschließlich Wärmetauscher sind die Folge.

Die in DE-OS 3201526 geforderte geringe Gasgeschwindigkeit von $\leq 0,1 \text{ m/s}$ in der 1. Quenchstufe führt wegen der weit größeren Gasgeschwindigkeit am Reaktorausstritt zu starker Rezirkulation bzw. Verwirbelung. Unter Beachtung der Schwierigkeit bei der Kühlung von zähen, heißen Gasen besteht auch hier die Gefahr von Anbackungen, da die erforderlichen Randbedingungen bei den allgemein bekannten Berechnungen für den Wärmeübergang nicht realisiert sind. Die geringe Verfügbarkeit der hier angeführten Verfahren und Einrichtungen wird zum entscheidenden Nachteil, auch bei denen, die den prinzipiell sinnvollen Gedanken einer besseren Nutzung des fühlbaren Enthalpiegehalts der Vergasungsgase zum Inhalt haben. Nach DD-PS 215326 ist gemäß Ausführungsbeispiel die Kühlwassermenge so bemessen, daß nach Verdampfen von $0,6 \text{ kg}$ Wasser pro 1 m^3 (N) Gas noch ausreichend Wasser zum Auswaschen der Schlacke vorhanden ist.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur effektiven Kühlung, Teilentstaubung und Erhöhung des Wasserdampfpartialdruckes von heißen, staubhaltigen Druckgasen, die bei der Vergasung staubförmiger Brennstoffe in der Flugwolke entstehen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kühlung, Entstaubung und Erhöhung des Wasserdampfpartialdruckes von staubhaltigen, unter höherem Druck vorzugsweise zwischen $0,5$ und $7,0 \text{ MPa}$ stehenden Gasen mit hoher Temperatur vorzugsweise zwischen 700°C und 2000°C mittels Sprühquenchen vorzuschlagen.

Erfindungsgemäß wird die gestellte Aufgabe folgendermaßen gelöst:

Das zu kühlende und zu reinigende Gas strömt aus dem Vergasungsunterteil gemeinsam mit den flüssigen Schlacketeilchen als Freistrahle in einen Druckapparat (Quencher) von etwa gleicher oder größerer Durchmesserabmessung wie der Reaktor. Im Unterteil des Quenchers befindet sich ein Wasserbad, in dem die Schlacketeilchen abgeschieden werden. Während die Schlacke bekanntermaßen diskontinuierlich ausgeschleust werden kann, wird das Überschußwasser in der Form abgezogen, daß ein bestimmtes Flüssigkeitsniveau stets gehalten wird. Unmittelbar unterhalb der Gasaustrittsöffnung des Reaktors ist im Schatten des Freistrahls ein Düsenkranz angeordnet, wodurch Düsenverschmutzungen vermieden werden. Die Sprühdüsen ihrerseits sind so installiert, daß sie den aus dem Reaktor austretenden heißen Gasstrahl rechtwinklig beaufschlagen, d. h., Freistrahllachse und Achsen der Sprühkegel stehen rechtwinklig bzw. annähernd rechtwinklig zueinander. Es ist erforderlich, daß bei z. B. vertikalem Freistrahle der Sprühkegel der Düsen eine wesentliche horizontale Komponente aufweist, vorzugsweise einen Winkel zwischen 0 und 30 Grad zur Waagerechten. Die Zahl der radial angeordneten Düsen ist so zu wählen, daß die Mantelfläche des Freistrahles vollständig mit dem Spray der Düsen überdeckt wird. Anders angeordnete Düsen ergeben nicht den günstigen Kühleffekt. Untersuchungen zeigen im wesentlichen, daß mit paralleler Komponente des Sprays zum Gasstrahl sich ungünstigere Verhältnisse hinsichtlich Kühleffekts ergeben. So erweist sich, daß bei paralleler Eindüsung des Kühlmediums die Vermischung mit dem heißen und damit zähen Gasstrahl wesentlich erschwert ist, so daß längere Zeiten für die Kühlung und damit größere Apparateabmessungen erforderlich sind.

Nur beim im wesentlichen waagerechten Eindüsen von Kühlflüssigkeit gegen einen senkrechten heißen Gasstrahl ergeben die bekannten und üblichen Wärmeübergangsberechnungen reale Zeiten für den erwünschten Wärmeaustausch. Die Düsen sind entsprechend dem Sprühkegel weiterhin so anzuordnen, daß die Unterkante des Übergangsstückes Reaktor-Quencher nicht direkt mit Tropfen des Kühlmediums beaufschlagt werden bzw. alternativmäßig diese Unterkante durch ein wassergekühltes Rohrstück geschützt wird. Die Wassermenge ist bekannterweise so zu bemessen, daß nicht die gesamte Wassermenge verdampft, sondern die verbleibenden Tropfen die Staubeilchen binden und in das Wasserbad überführen. Das Wasserbad ist nach unten als Konus ausgeführt, wodurch Ablagerungen des Schlackegranulats und des abgeschiedenen Staubes verhindert werden. Die Kühlung des Gases durch die bemessene Quenchwassermenge kann dadurch intensiviert werden, daß anstelle eines Düsenkranzes zwei bzw. mehrere Düsenkranze übereinander angeordnet werden. Der Effekt, der dadurch entsteht, besteht darin, daß die Tröpfchen der unteren Düsenkranze durch die bereits erzielte Kühlung des obersten Düsenkranzes tiefer in den

Gasstrahl einzudringen vermögen und dadurch eine noch bessere Vermischung von Gas und Spray auftritt. Der Entstaubungseffekt der Sprühquenchung kann weiterhin dadurch wesentlich erhöht werden, daß im Oberteil des Quenchers im Rezirkulationsgebiet des Gases ein weiterer äußerer Düsenkranz installiert wird, der gezielt senkrecht nach unten weitere Kühlfüssigkeit versprüht mit Tropfen größerer Abmessungen, die durch entsprechende Düsenparameter erreicht werden können. Mit dieser Vorrichtung können weitere Entstaubungsaggregate wesentlich entlastet bzw. ersetzt werden. Die Gasabführung aus dem Quenchaggregat ist so zu gestalten, daß die senkrechte Abwärtsströmung des Gases möglichst ungestört die Kühlung und Entstaubung gewährleistet und daß keine Kurzschlußströmung zwischen Gaseintritt und Gasaustritt entstehen kann.

Dieses wird durch eine schräg verlaufende Einschnürung der Gasführung als Einbauteil erreicht, dessen tiefste Stelle sich etwa in Höhe Unterkante des Gasabganges befindet und über dem höchsten Stand des Wasserniveaus liegt. Das hier beschriebene Verfahren weist den Vorzug einer Anpassungsfähigkeit des Quenchwasserbedarfs bei Lastwechsel und damit Wassereinsparung gegenüber den Tauchvarianten auf.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll an einem Ausführungsbeispiel erläutert werden, wozu Figur 1 herangezogen wird.

Das heiße staubhaltige Vergasungsgas gelangt vom Druckreaktor 1 durch das Übergangsstück 2 in den als Druckgefäß ausgebildeten Quencher 3. Unmittelbar danach wird das Gas durch das Versprühen von Wasser mittels übereinander angeordneter Düsenkränze 5, 6 gekühlt. Die intensive Kühlung wird durch den senkrecht auf die Gasstrahlachse gerichteten Sprühkegel der Düsen 4 bewirkt. Die Düsen sind so installiert, daß der Sprühkegel nicht die Unterkante des Übergangsstückes 2 erreicht. Das Gas strömt weiter nach unten auf die Oberfläche des Wasserbades 14. Dort erfolgt die Richtungsänderung der Gasbewegung, und das Gas verläßt durch den Gasabgangsstutzen 9, der sich über dem Wasserniveau befindet, den Quencher. Durch eine Einschnürung der Gasströmung unmittelbar in Höhe des Gasabgangsstutzens 9 durch ein Einbauteil als schräggestalteten Kegelschnitt 12 wird das Gas zwangsweise senkrecht nach unten geführt, und eine asymmetrische Kurzschlußströmung zum Abgang wird verhindert. Die Staubentfernung aus dem Gas wird durch Besprühen aus einem weiteren Düsenkranz 7 mit nach unten gerichtetem Sprühkegel relativ großer Tropfengröße der Düsen 8 verstärkt, so daß das Gas nach Umlenkung am schrägen Kegelschnitt 12 weitestgehend entstaubt ist.

Das Staub-Wasser-Gemisch sammelt sich im Wasserbad 14, wobei die festen Bestandteile am Stutzen 10 diskontinuierlich ausgeschleust werden und das Wasser über ein ins Wasserbad reichendes Rohr über den Stutzen 13 abgezogen wird.

Zum Schutz der Unterkante des heißen Übergangsstückes 2 vor direkter Tropfenbeaufschlagung durch den oberen Düsenkranz 5 wird ein z. B. wassergekühltes kurzes Rohrstück 15 angebracht, da der Sprühkegel der Düsen 4 bei Laständerung sich ändern kann.

280975

4

