



(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 219/90

(51) Int.Cl.⁶ : C10K 1/10
C10K 1/06, 1/04

(22) Anmeldetag: 1. 2.1990

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 4.1998

(45) Ausgabetag: 25.11.1998

(30) Priorität:

31. 3.1989 DE 327128 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

AU 425585B US 1908334A US 3353335A US 3471138A
US 4731097A

(73) Patentinhaber:

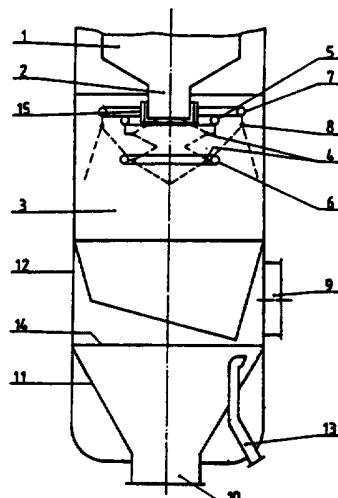
NOELL-DBI ENERGIE- UND ENTSORGUNGSTECHNIK GMBH.
D-9200 FREIBERG (DE).

(72) Erfinder:

SCHINGNITZ MANFRED DR.ING.
FREIBERG (DE).
MINAK HANS-PETER DR.ING.
FREIBERG (DE).
ALTHAPP ANTON DR.ING.
FREIBERG (DE).
PEISE HELMUT DIPL.ING.
FREIBERG (DE).
TEISMER ROLF DR.ING.
FREIBERG (DE).
MANN HEINZ DIPL.ING.
FREIBERG (DE).
STREICHER MATHIAS DIPL.ING.
FREIBERG (DE).
BOLCEK RAINER CHEM.ING.
FREIBERG (DE).
BERGER FRIEDRICH DR.ING.
SPREMBERG (DE).

(54) VERFAHREN ZUR BEHANDLUNG VON DRUCKVERGASUNGSGASEN, INSbesondere ZUR KÜHLUNG,
ENTSTAUBUNG UND WASSERDAMPFSÄTTIGUNG VON GASSEN UNTER DRUCK, SOWIE VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG
DES VERFAHRENS

(57) Zur Kühlung, Entstaubung und Wasserdampfsättigung von Gasen unter Druck und hoher Temperatur mittels Sprühquenchung, bei der das heiße, staubbeladene Druckvergasungsgas als Freistrahl in einen Quencher (3) eingebracht wird, von Kühlwasser aus in unterschiedlichen Niveaus des Quenchers (3) angeordneten Düsen (5, 6, 8) gekühlt wird, wobei das Kühlwasser so auf das Druckvergasungsgas gerichtet wird, daß die Sprühkegel des Wassers aus ersten Düsen (5, 6) eine ausgeprägte radiale Komponente zum allseitig besprührten Gasstrahl besitzen und die Spritzkegel von zweiten Düsen (8) parallel zum Gasstrahl gerichtet sind, dient ein Teil der zugeführten Wassermenge zur Wasserdampfsättigung und das übrige Wasser bindet die Verunreinigungen und fließt in ein am Boden des Quenchers (3) befindliches Wasserbad (14). Der Gasstrahl wird von der weiteren, parallel zum Gasstrahl verdüsten, nach unten gerichteten Kühlflüssigkeit allseitig umhüllt und von einem Einbauteil (12) eingeengt und zwangsläufig senkrecht nach unten geführt, bevor er knapp über dem Niveau des Wasserbades (14) durch einen senkrecht zur Einströmungsrichtung des Gases angeordneten Gasabgangsstutzen (9) entweicht.



B
468
404
AT

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Druckvergasungsgasen, insbesondere zur Kühlung, Entstaubung und Wasserdampfsättigung von Gasen unter Druck, vorzugsweise zwischen 0,5 und 7,0 MPa und hoher Temperatur, die vorzugsweise zwischen 700 °C und 2000 °C liegt, mittels Sprühquenchung, bei der das heiße, staubbeladene Druckvergasungsgas als Freistrahler in einen Quencher eingebracht wird, von Kühlwasser aus in unterschiedlichen Niveaus des Quenchers angeordneten Düsen gekühlt wird, wobei das Kühlwasser so auf das Druckvergasungsgas gerichtet wird, daß die Sprühkegel des Wassers aus ersten Düsen eine ausgeprägte radiale Komponente zum allseitig besprühten Gasstrahl besitzen und die Spritzkegel von zweiten Düsen parallel zum Gasstrahl gerichtet sind. Weiters betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens, bestehend aus einem Quencher, der über ein Übergangsstück mit einem Druckvergasungsgas abgebenden Druckreaktor verbunden ist, an seinem Boden ein Wasserbad hat und unterhalb des Übergangsstücks auf mehreren Niveaus radial zum Gasstrahl ausgerichtete erste Düsen, die den Freistrahler des Druckvergasungsgases ringförmig umschließen, und parallel zum Gasstrahl ausgerichtete zweite Düsen aufweist.

Bei der Vergasung von staubförmigen Brennstoffen unter Druck entstehen staubhaltige Gasgemische hoher Temperatur. Wird die Staubvergasung als Flammenreaktion bei Temperaturen durchgeführt, die über der 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 Wäscher eingesetzt werden, bei denen das zu kühlende Gas insbesondere im Gegenstrom mit Wasser berieselst oder bedüst wird. Durch Einbauten oder Leiteinrichtungen wird die Kontaktfläche vergrößert. Für diesen Zweck sind auch Wirbelwäscher sowie Rotationswäscher mit rotierenden Einbauten bekannt. Bei hohen Systemdrücken werden jedoch bewegte Teile vorzugsweise vermieden. Auch Venturiwäscher werden zur Kühlung und Teilentstaubung - jedoch vorrangig für 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 eingeteilt 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 kühl und durch den Kontakt mit der wäßrigen Phase teilweise entstaubt (DD 145860 A; EP 127878 A1; DE 3151483 A1). Dieses Kühlprinzip wird u.a. ergänzt durch weitere zusätzliche Kühlstufen in Form von z.B. einer Wasserverdüsung am Ende des Tauchrohres und nach dem Durchströmen der Wassertauchung über dem Wasserniveau (EP 127878 A1) und/oder durch konstruktive Maßnahmen am Tauchrohrende bzw. an der Gasführung durch das Wasserbad hindurch (DD 145860 A). 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 Quencher nachgeschalteten Anlagenteile.

Die zweite Gruppe von Lösungen vermeidet eine so weitgehende Vernichtung der in den Vergasungsgasen enthaltenen fühlbaren Energie durch einen dem Reaktor nachgeschalteten Abhitzekessel. Zur Vermeidung von Anbackungen von zunächst flüssigen Schlacketropfen an den Wendungen des Wärmetauschers wird vor dem Wärmetauschers Wasser in der Menge zugesetzt, daß nur die Erstarrungstemperatur der Schlacke unterschritten wird und der restliche Wärmeinhalt der Vergasungsgase genutzt wird (DE 2556370 A1; DE 2650512 A1; DE 3201526 A1).

Die vorgesehenen Wege und Mittel nach DE 2556370 A1 lassen sofort die Gefahr erkennen, daß die dort beschriebenen Rohrleitungen für die Kühlmittelzufuhr in die Mittellachse 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 Verdüsingvorrichtung unwirksam bzw. eingeschränkt wird, was wiederum zu Anbackungen in dem sich einschließenden Raum führt.

Die Gefahr von Anbackungen besteht auch in der in der DE 2650512 A1 vorgeschlagenen Lösung, da die Art der Kühlung keine einheitliche Kühlung des heißen und damit zähen Gasstrahles in dem Reaktor

nachgeschalteten Apparat gestattet. Anbackungen und Versetzungen an den gekühlten Teilen bis einschließlich Wärmetauscher sind die Folge.

Die in der DE 3201526 A1 geforderte geringe Gasgeschwindigkeit von 0,1 m/s in der 1. Quenchstufe führt wegen der weit größeren Gasgeschwindigkeit am Reaktoraustritt zu starker Rezirkulation bzw. 5 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 10 sinnvollen Gedanken einer besseren Nutzung des fühlbaren Enthalpiegehaltes der Vergasungsgase zum Inhalt haben.

Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art ist auch aus der AU 425585 B bekannt. Bei dieser Vorrichtung wie auch bei anderen Vorrichtungen hat sich gezeigt, daß der Aufprall von Wasserstrahlen auf kompakte Flüssigschlackepartikel fast explosionsartig wirkende Kräfte zur Folge hat, die flüssige Schlacke an die Wand oder die Einbauten geschleudert wird und dort zu Anbackungen führt.

15 Das Ziel der Erfindung ist 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.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kühlung, Entstaubung und Erhöhung des Wasserdampfpartialdruckes von staubhaltigen unter höherem Druck vorzugsweise 20 zwischen 0,5 und 7,0 MPa stehenden Gasen mit hoher Temperatur vorzuschlagen, wobei Anbackungen, wie sie beim Stand der Technik vorkommen, vermieden werden sollen.

Erfnungsgemäß wird die gestellte Aufgabe dadurch gelöst, daß bei dem eingangs genannten Verfahren ein Teil der zugeführten Wassermenge zur Wasserdampfsättigung dient und das übrige Wasser 25 die Verunreinigungen bindet und in ein am Boden des Quenchers befindliches Wasserbad fließt und daß der Gasstrahl von der weiteren, parallel zum Gasstrahl verdüstet, nach unten gerichteten Kühlflüssigkeit allseitig umhüllt wird und von einem Einbauteil eingeengt und zwangsweise senkrecht nach unten geführt wird bevor er knapp über dem Niveau des Wasserbades durch einen senkrecht zur Einströmungsrichtung 30 des Gases angeordneten Gasabgangsstutzen entweicht. Dazu sind bei der eingangs genannten Vorrichtung die ersten Düsen in übereinander angeordneten innerhalb des Quenchers liegenden ersten Düsenkränzen zueinander versetzt vorgesehen, das Übergangsstück wird durch ein gekühltes Rohrstück vor dem Kühlwasser geschützt, die zweiten Düsen sind in einem zweiten Düsenkranz im Bereich des Rezirkulationsraumes 35 des Freistrahls vorgesehen, wobei der Durchmesser des zweiten Düsenkränzes größer als jener der ersten Düsenkränze ist und die zweiten Düsen in Strömungsrichtung des Druckvergasungsgases den Freistahl umhüllend gerichtet sind, und knapp überhalb des Wasserbades befindet sich ein senkrecht zur Einströmrichtung des Druckvergasungsgases in den Quencher verlaufender Gasabgangsstutzen, auf dessen Höhe die Gasströmung durch einen Einbauteil in Form eines schräg geschnittenen Kegelstumpfes eingeengt wird, dessen tiefste Stelle sich etwa in Höhe der Unterkante des Gasabgangsstutzens knapp über dem 40 Wasserniveau des Wasserbades befindet.

40 Das zu kühlende und zu reinigende Gas strömt aus dem Vergasungsunterteil gemeinsam mit den flüssigen Schlackenteilchen als Freistahl in einen Quencher von etwa gleicher oder größerer Durchmesser-abmessung wie der Reaktor. Im Unterteil des Quenchers befindet sich ein Wasserbad, in dem die Schlackenteilchen abgeschieden werden. Während die Schlacke bekanntmaßen diskontinuierlich ausgeschleust werden kann, wird das Oberschüßwasser in der Form abgezogen, daß ein bestimmtes Flüssigkeitsniveau stets gehalten wird. Unmittelbar unterhalb der Gasaustrittsöffnung des Reaktors ist ein Düsenkreuz angeordnet, wodurch Düsenverschmutzungen vermieden werden. Die ersten Düsen ihrerseits sind so installiert, daß sie den aus dem Reaktor austretenden heißen Gasstrahl rechtwinklig beaufschlagen, d.h. 45 Freistahlachse und Achsen der Sprühkegel stehen rechtwinklig bzw. annähernd rechtwinklig zueinander. Es ist erforderlich, daß bei z.B. vertikalem Freistahl der Sprühkegel der Düsen eine wesentliche horizontale Komponente aufweist, vorzugsweise einen Winkel zwischen 0 und 30 Grad zur Waagrechten. Die Zahl der radial angeordneten Düsen ist so zu wählen, daß die Mantelfläche des Freistrahls vollständig mit dem Spray der Düsen überdeckt wird. Anders angeordnete Düsen ergeben nicht den günstigen Kühleffekt. Untersuchungen zeigen im wesentlichen, daß mit ausschließlich paralleler Komponente des Sprays zum 50 Gasstrahl sich ungünstigere Verhältnisse hinsichtlich Kühleffekt ergeben.

55 So erweist sich, daß bei ausschließlich 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 bei im wesentlichen waagrechtem Eindüslen von Kühlflüssigkeit gegen einen senkrechten heißen Gasstrahl ergeben die bekannten und üblichen Wärmeübergangsberechnungen reale Zeiten für den erwünschten Wärmeaustausch. Die Unterkante des Übergangsstückes Reaktor-Quencher sollte nicht direkt mit Tropfen des Kühlmediums beaufschlagt werden, die Unterkante ist daher durch ein wassergekühltes Rohrstück geschützt. Die Wassermenge ist so zu bemessen, daß nicht die gesamte Wassermenge verdampft, sondern die verbleibenden Tropfen die Staubteilchen binden und in das Wasserbad überführen. Das Wasserbad ist nach unten als Konus ausgeführt, wodurch Ablagerungen des Schlackegegranulates und des abgeschiedenen Staubes verhindert werden.

Die Kühlung des Gases durch die bemessene Quenchwassermenge wird dadurch intensiviert, daß zwei bzw. mehrere Düsenkränze übereinander angeordnet werden. Der Effekt, der dadurch entsteht, besteht darin, daß die Tröpfchen der unteren Düsenkränze durch die bereits erzielte Kühlung des oberen Düsenkränzes tiefer in den Gasstrahl einzudringen vermögen und dadurch eine noch bessere Vermischung von Gas und Spray auftritt. Der Entstaubungseffekt der Sprühquenchung wird weiterhin dadurch wesentlich erhöht, daß im Oberteil des Quenchers im Rezirkulationsgebiet des Gases ein weiterer äußerer Düsenkranz installiert ist, der gezielt senkrecht nach unten weitere Kühlflüssigkeit versprüht, vorzugsweise 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.

Die Erfindung soll an einem Ausführungsbeispiel erläutert werden, wozu Fig. 1 herangezogen wird. Das heiße staubhaltige Vergasungsgas gelangt vom Druckreaktor 1 durch das Übergangstück 2 in den als Druckgefäß ausgebildeten Quencher 3. Unmittelbar danach wird das Gas durch das Versprühen von Wasser mittels übereinander angeordnete 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 zwangsläufig 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.

45 Patentansprüche

1. Verfahren zur Behandlung von Druckvergasungsgasen, insbesondere zur Kühlung, Entstaubung und Wasserdampfsättigung von Gasen unter Druck, vorzugsweise zwischen 0,5 und 7,0 MPa und hoher Temperatur, die vorzugsweise zwischen 700 °C und 2000 °C liegt, mittels Sprühquenchung, bei der das heiße, staubbeladene Druckvergasungsgas als Freistrahl in einen Quencher eingebracht wird, von Kühlwasser aus in unterschiedlichen Niveaus des Quenchers angeordneten Düsen gekühlt wird, wobei das Kühlwasser so auf das Druckvergasungsgas gerichtet wird, daß die Sprühkegel des Wassers aus ersten Düsen eine ausgeprägte radiale Komponente zum allseitig besprühten Gasstrahl besitzen und die Spritzkegel von zweiten Düsen parallel zum Gasstrahl gerichtet sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der zugeführten Wassermenge zur Wasserdampfsättigung dient und das übrige Wasser die Verunreinigungen bindet und in ein am Boden des Quenchers (3) befindliches Wasserbad (14) fließt und daß der Gasstrahl von der weiteren, parallel zum Gasstrahl verdüstet, nach unten gerichteten Kühlflüssigkeit allseitig umhüllt wird und von einem Einbauteil (12) eingeengt und zwangsläufig

AT 404 468 B

senkrecht nach unten geführt wird bevor er knapp über dem Niveau des Wasserbades (14) durch einen senkrecht zur Einströmungsrichtung des Gases angeordneten Gasabgangsstutzen (9) entweicht.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, bestehend aus einem Quencher, der
5 über ein Übergangsstück mit einem Druckvergasungsgas abgebenden Druckreaktor verbunden ist, an
seinem Boden ein Wasserbad hat und unterhalb des Übergangsstücks auf mehreren Niveaus radial
zum Gasstrahl ausgerichtete erste Düsen, die den Freistrahls des Druckvergasungsgases ringförmig
umschließen, und parallel zum Gasstrahl ausgerichtete zweite Düsen aufweist, **dadurch gekennzeichnet**,
10 daß die ersten Düsen (4) in übereinander angeordneten innerhalb des Quenchers liegenden ersten
Düsenkränzen (5, 6) zueinander versetzt vorgesehen sind, daß das Übergangsstück (2) durch ein
gekühltes Rohrstück (15) vor dem Kühlwasser geschützt wird, daß die zweiten Düsen in einem zweiten
Düsenkranz (7) im Bereich des Rezirkulationsraumes des Freistrahls vorgesehen sind, wobei der
15 Durchmesser des zweiten Düsenkranzes (7) größer als jener der ersten Düsenkränze (5, 6) ist und die
zweiten Düsen (8) in Strömungsrichtung des Druckvergasungsgases den Freistrahls umhüllend gerichtet
sind, und daß sich knapp überhalb des Wasserbades (14) ein senkrecht zur Einströmrichtung des
Druckvergasungsgases in den Quencher verlaufender Gasabgangsstutzen (9) befindet, auf dessen
Höhe die Gasströmung durch einen Einbauteil in Form eines schräg geschnittenen Kegelstumpfes (12)
eingeengt wird, dessen tiefste Stelle sich etwa in Höhe der Unterkante des Gasabgangsstutzens knapp
20 über dem Wasserniveau des Wasserbades (14) befindet.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

