

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 635 694 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94110240.2**

(51) Int. Cl.⁶: **F28G 1/08, F28D 7/02,
F28F 9/013**

(22) Anmeldetag: **01.07.94**

(30) Priorität: **22.07.93 DE 4324586**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.01.95 Patentblatt 95/04

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES GB IT NL SE

(71) Anmelder: **L. & C. Steinmüller GmbH**
D-51641 Gummersbach (DE)

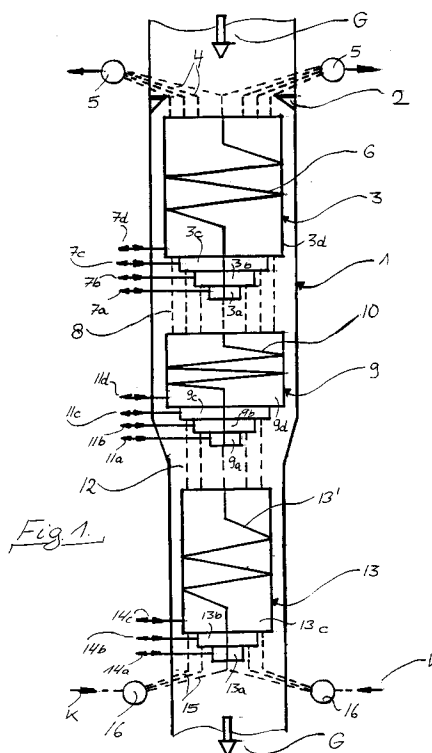
(72) Erfinder: **Hartermann, Ralf-Uwe, Dr.**
Oststrasse 24
D-51674 Wiehl (DE)

Erfinder: **Scheid, Hubert**
Am Schütt 17
D-51643 Gummersbach (DE)
Erfinder: **Schulze-Eckel, Reinald**
Agathastrasse 39
D-48167 Münster (DE)
Erfinder: **Papendick, Joachim**
Breslauer Strasse 6
D-51766 Engelskirchen (DE)

(74) Vertreter: **Carstens, Wilhelm, Dipl.-Phys.**
L. & C. Steinmüller GmbH
D-51641 Gummersbach (DE)

(54) **Vorrichtung zum Abkühlen eines belagbildenden Gases.**

(57) Bei einer Vorrichtung zum Abkühlen eines belagbildenden Gases bestehend aus einem aufrehtstehenden und von dem Gas (G) durchströmten Behälter (1), mindestens zwei in dem Behälter angeordneten und aus mindestens einer in geschlossener Geometrie ausgebildeten Heizfläche aufgebauten und von dem Kühlmedium durchströmten Heizflächeneinheiten (3; 9; 9, 13) und mehreren den einzelnen Heizflächen zugeordneten Klopfeinrichtungen (7; 11, 14) für die mechanische Abreinigung der Heizflächen ist zur Vereinfachung der Abstützung der Heizflächeneinheiten unter Gewährleistung der Reinigung vorgesehen, daß die obere (3; 9) der Heizflächeneinheiten (3; 9; 9, 13) an dem Behälter (1) abgestützt (2) ist und die untere Heizfläche (9; 13) über von dem Kühlmittel durchströmte Verbindungsrohre (8; 12) mit der oberen Heizflächeneinheit (3; 9) verbunden ist derart, daß die Heizflächeneinheiten (6; 10; 13') nacheinander vom Kühlmedium durchströmt werden und die Verbindungsrohre (8; 12) zwischen den Heizflächen eine die Klopfwirkung (7; 11; 14) an den einzelnen Heizflächeneinheiten nicht behindernde offene Geometrie bilden.



EP 0 635 694 A2

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Abkühlen eines belagbildenden Gases bestehend aus einem aufrechtstehenden und von dem Gas durchströmten Behälter, mindestens zwei in dem Behälter angeordneten und aus mindestens einer in geschlossener Geometrie ausgebildeten Heizfläche aufgebauten und von einem Kühlmedium durchströmten Heizflächeneinheiten und mehreren den einzelnen Heizflächen zugeordneten Klopfeinrichtungen für die mechanische Abreinigung der Heizflächen.

Insbesondere bei der Abkühlung von belagbildenden Rohgasen aus druckaufgeladenen Pyrolyse-/Vergasungsreaktoren für feste kohlenstoffhaltige Einsatzstoffe ist es erforderlich, die einzelnen Heizflächen durch Schlag- bzw. Klopfeinrichtungen zu reinigen, welche auch während des Betriebs der Anlage betätigt werden können. Mit Hilfe von vorzugsweise pneumatisch angetriebenen Schlagvorrichtungen werden die einzelnen Heizflächen so beschleunigt, daß der gewünschte Reinigungserfolg eintritt (vgl. die DE-PS 31 37 576). Es hat sich aber bei Einsatz solcher Reinigungssysteme herausgestellt, daß insbesondere die Bauhöhe der Heizflächeneinheiten, d. h. ihre Erstreckung in Strömungsrichtung des zu kühlenden Gases, nicht beliebig vergrößert werden kann, wenn eine ausreichende Reinigungswirkung ohne ggf. bis zur Zerstörung gehender Gefährdung der Heizfläche erzielt werden soll. Aus diesem Grund hat man bei bekannten Vorrichtungen Heizflächeneinheiten einer noch abzureinigenden Bauhöhe voneinander getrennt in den Behälter übereinander aufgehängt und über gesonderte durch die Behälterwandung hindurch geführte Verbindungen in den Kühlmittelkreislauf eingeschaltet. In der Beschreibung und in den Ansprüchen wird unter einer in geschlossener Geometrie aufgebauten Heizfläche eine solche verstanden, die durch Klopfen an einer Stelle bzw. einer beschränkten Anzahl von Stellen insgesamt so beschleunigt werden kann, daß ein Abreinigen möglich ist. Dies kann insbesondere dadurch erreicht werden, daß jede Heizfläche der Heizflächeneinheit in Rohr/Steg/Rohr-oder in Flossenrohr-Konstruktion ausgeführt wird, d. h. alle Rohre des Bündels sind starr zu einer Baueinheit verbunden. Auch ist es bekannt, eine Heizflächeneinheit bündelartig aus mehreren ineinander gesteckten Heizflächen in geschlossener Geometrie aufzubauen, wobei die innenliegende Heizfläche eine größere Bauhöhe als die nächst außenliegende Heizfläche aufweist, so daß jede Heizfläche von außen geklopft werden kann, ohne daß andere Heizflächen des Heizflächenbündels durchdrungen werden müssen.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung der gattungsgemäßen Art zu schaffen, bei der zum einen der gewünschte Reinigungserfolg an der einzelnen Heizflächeneinheit

gewährleistet ist und zugleich nicht jede Heizflächeneinheit direkt am Behälter abgestützt werden muß.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die obere der Heizflächeneinheiten an dem Behälter abgestützt ist und die untere Heizflächeneinheit über von dem Kühlmittel durchströmte Verbindungsrohre mit der oberen Heizflächeneinheit verbunden ist derart, daß die Heizflächeneinheiten nacheinander vom Kühlmittel durchströmt werden und die Verbindungsrohre zwischen den Heizflächenbündeln eine die Klopfwirkung an den einzelnen Heizflächeneinheiten nicht behindernde offene Geometrie bilden.

Bei dieser Anordnung übernimmt die obere Heizflächeneinheit der Vorrichtung die Tragfunktion mit einem entsprechend ausgebildeten Auflager am Behälter. Die eine oder mehrere nachgeschalteten Heizflächeneinheiten der Vorrichtung werden durch die Verbindungsrohre von der oberen Einheit mitgetragen. Die Verbindungsrohre übernehmen somit gleichzeitig das Abtragen des Gewichtes der nachgeschalteten Heizflächeneinheiten und ihre Kühlmittelverbindung. Gleichzeitig erfolgt durch die offene Geometrie in dem Verbindungsbereich zwischen den Heizflächeneinheiten eine mechanische Entkopplung derart, daß die beiden Heizflächeneinheiten durch die ihnen zugeordneten Klopfeinrichtungen sicher und unabhängig voneinander geklopft werden können. Die Bauhöhen der Heizflächeneinheiten in Hinsicht auf das Zusammenspiel von Verschmutzung und Abreinigungswirken durch das Klopfen, d. h. die Größe der Kühlstrecke, werden unabhängig von dem Einflußbereich der Klopfeinrichtungen bestimmt durch die zulässigen und damit optimierten Daten des Kühlmittelkreislaufs.

Hinsichtlich des Betriebs der Vorrichtung ergibt sich bei erforderlichen Reparaturen zum einen die Möglichkeit die Heizflächeneinheiten der Kühlstrecke gleichzeitig aus dem Behälter zu ziehen oder einzelne Heizflächenbündel nach Abstützung der im Behälter verbleibenden Heizflächenbündel nach Trennung der Trag- und Verbindungsrohre zu ziehen. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist darin zu sehen, daß in dem Zwischenbereich zwischen den Heizflächeneinheiten, in dem die Verbindungsrohre angeordnet sind, ein Queraustausch der Gasmassenströme möglich wird, wodurch eine Homogenisierung der Strömungs-Temperatur- und Staubprofile innerhalb der eine Kühlstrecke darstellenden Vorrichtung möglich wird.

Da das Kühlmedium die Heizflächeneinheiten nacheinander durchströmt, wird gegenüber dem getrennten Anschluß der einzelnen Heizflächeneinheiten eine Reduzierung der Anzahl von Verteilern und Sammlern und eine Reduzierung von Rohrdurchtritten durch die Behälterwand bzw. eine im

Behälter angeordneten Wandheizfläche, die den Strömungsweg des zu kühlenden Gases begrenzt, reduziert.

Vorzugsweise ist jede Heizflächeneinheit in an sich bekannter Weise bündelartig aus mehreren ineinander gesteckten Heizflächen aufgebaut, von denen jeweils die eine aus der benachbarten anderen hervorragt, und die zugeordneten Klopfeinrichtungen getrennt auf die Heizflächen einwirken können. Die einzelnen Heizflächen können als mit längs- oder quer (Schlangenform) angeströmten Rohren versehene Schottenheizflächen ausgebildet sein oder können schraubenlinienförmig gewickelt sein. Die Querschnitte senkrecht zur Strömungsrichtung können zylinderartig sein, quadratisch, polygonartig oder dergleichen.

Die Bauhöhe des Heizflächenbündels bzw. der Heizflächen in Strömungsrichtung des Gases gesehen wird an die Abreinigungswirkung angepaßt, die der von den Klopfeinrichtungen aufbringbaren Beschleunigung entspricht.

Die Verbindungsrohre erstrecken sich vorzugsweise im wesentlichen senkrecht und geradlinig in Richtung der Gasströmung. An den Verbindungsrohren kann dann nur eine sehr geringe Erosion auftreten, weil sie sich in Richtung der Gasströmung erstrecken und nicht quer dazu.

Eine weitere Verbesserung der Abreinigung von sich bildenden Belägen auf den Heizflächen wird dadurch erreicht, daß ausgehend vom Bereich der Verbindungsrohre der freie Strömungsquerschnitt für das Gas beschränkt ist derart, daß in der nachgeschalteten Heizflächeneinheit die Geschwindigkeit angehoben wird. Die Erhöhung der Gasgeschwindigkeit durch Verringerung freien Strömungsquerschnitts reduziert die Belagbildung durch Erhöhung der Selbstreinigungskraft. Gleichzeitig werden zu geringe Gasgeschwindigkeiten insbesondere bei Teillast vermieden mit der Gefahr einer Brückenbildung am kalten Ende der Vorrichtung. Auch kann durch Erhöhung der Gasgeschwindigkeit in einer nachgeschalteten Heizflächeneinheit bei gleichzeitiger Verminderung der Belagbildung (Fouling) die Heizflächengröße der nachgeschalteten Heizflächeneinheit verringert werden.

In vorteilhafter Weise wird der Aufbau der einzelnen Heizfläche in geschlossener Geometrie durch Einsatz der Rohr/Steg/Rohr-Konstruktion oder Flossenrohrkonstruktion erreicht.

Weiterhin kann im Behälter in der aus der DE-PS 31 37 576 bekannten Weise noch eine äußere Wandkühlfläche und/oder eine innere den Gasstrom auf einen ringartigen Strömungsraum beschränkende Wandkühlfläche vorgesehen sein, die ebenfalls mit Kühlmedium beaufschlagt sind.

Die Erfindung soll nun anhand der beigefügten Figuren näher erläutert werden. Es zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen stehenden Behälter mit drei Heizflächenbündeln und

Fig. 2 bis 4 verschiedene Ausgestaltungsarten von Heizflächenbündeln.

In einen senkrecht stehenden Behälter 1 tritt von oben das zu kühlende und unter Druck stehende Rohgas G ein. An der Innenwandung des Behältermantels ist ein Auflager für ein erstes Heizflächenbündel 3 vorgesehen, das aus mehreren ineinander gesteckten Heizflächen 3a, 3b, 3c und 3d besteht. Das Heizflächenbündel 3 ist über eine Vielzahl von auch die Abtragfunktion übernehmenden Verbindungsleitungen 4 mit außerhalb des Behälters 1 liegenden Sammlern 5 verbunden. Die Ausgestaltung der Kühlmedium-Wege im Heizflächenbündel 3 bzw. in den einzelnen Heizflächen 3a - 3d liegt im Rahmen fachmännischen Handelns. Aus diesem Grunde ist in der Fig. 1 für alle Heizflächen innerhalb des Bündels 3 das Symbol 6 verwendet worden. Die Heizfläche 3d ragt aus der Heizfläche 3c vor, die Heizfläche 3c aus der Heizfläche 3b und die Heizfläche 3b aus der Heizfläche 3a, so daß die einzelnen Heizflächen durch schematisch dargestellte Schlag- oder Klopfeinrichtungen 7a - 7d beschleunigt und damit abgereinigt werden können.

Das Heizflächenbündel 3 bzw. seine einzelnen Heizflächen 3a - 3b sind über gerade uns sich im wesentlichen in Gasströmungsrichtung erstreckende Verbindungsrohre 8 mit einem weiteren Heizflächenbündel 9 bestehend aus Heizflächen 9a, 9b, 9c und 9d verbunden. Die Heizflächen innerhalb des Bündels 9 sind wieder durch das Symbol 10 gekennzeichnet. Den einzelnen Heizflächen 9a - 9d sind Klopfeinrichtungen 11a - 11d zugeordnet. Die Ausbildung der Kühlmedium-Wege im Heizflächenbündel 9 liegt wieder im Bereich fachmännischen Handelns.

Erfindungswesentlich ist, daß die Rohre 8 einen Bereich offener Geometrie zwischen den in geschlossener Geometrie ausgebildeten Heizflächenbündeln 3 und 9 aufbauen, so daß die Heizflächen 3 und 9 bezüglich der Wirkung der Klopfeinrichtungen 7 bzw. 11 mechanisch entkoppelt sind. Von dem Heizflächenbündel 9 wird über Verbindungsrohre 12 ein weiteres Heizflächenbündel 13, bestehend aus drei Heizflächen 13a, 13b und 13c abgestützt, den Klopfeinrichtungen 14a, 14b, 14c zugeordnet sind. Die Heizflächen im Bündel sind durch das Symbol 13' gekennzeichnet.

Zumindest ein Teil der Verbindungsrohre 8 und 12 übernimmt die Tragfunktion für das jeweils nachgeschaltete Heizflächenbündel 9 bzw. 13.

Das Heizflächenbündel 13 bzw. seine Heizflächen 13a - 13c sind über Verbindungsleitungen 15 mit Verteilern 16 verbunden, so daß die Heizflä-

chen 13, 9 und 3 im Gegenstrom zum oben eintretenden Gas G von dem über die Sammler 16 zugeführten Kühlmedium K (z. B. Wasser/Dampf) durchströmt werden. Selbstverständlich kann die erfindungsgemäße Vorrichtung bei Bedarf auch im Gleichstrom betrieben werden, wobei das Gas unten in den Behälter eintritt.

Vor dem Heizflächenbündel 13 verringert sich der Durchmesser des Behälters 1 im Bereich 1a, so daß die Geschwindigkeit des in das Heizflächenbündel 13 einströmenden bereits teilgekühlten Gases erhöht wird, so daß die in der Beschreibungseinleitung angesprochenen Vorteile erzielt werden können.

Während bei der dargestellten Ausführungsform die Reduzierung des freien Strömungsquerschnitts durch eine Reduzierung des Behälterdurchmessers erzielt wird, kann eine solche Reduzierung auch dadurch erreicht werden, daß der Durchmesser der in der nachfolgenden Heizfläche verwendeten Kühlrohre verändert wird, daß die Heizflächen in dem Bündel 13 verändert werden, daß die Rohrteilung in den einzelnen Heizflächen verringert wird oder daß in die Heizfläche ein zusätzlicher Verdrängungskörper, der vorzugsweise auch als innere Wandkühlfläche ausgebildet sein kann, eingebracht wird.

In der Fig. 1 ist der Einfachheit halber die Behälterwandung selbst als Begrenzung des Strömungsweges für das zu kühlende Gas dargestellt. Es ist aber auch möglich, daß die Begrenzung der Gasstrecke durch eine gesonderte Wandheizfläche und/oder als Blechhemd und/oder als Mauerwerk ausgebildet sein kann, wie dies in Form einer Wandheizfläche und einer Ausmauerung in der DE-PS 31 37 576 gezeigt ist.

Es ist möglich, daß die Verteiler 16 und/oder die Sammler 5 ganz oder teilweise auch im Gasstrom angeordnet sind; sie können auch zwischen Behälterwand und gesonderter Wandheizfläche bzw. Blechen bzw. Mauerwerk angeordnet sein.

Falls das zu kühlende Gas nicht von oben in den Behälter 1 eintritt, sondern ein seitlicher Rohrgaseintritt vorgesehen ist, wird das Heizflächenbündel 3 nicht von einem Auflager 2 an der Seitenwandung abgetragen werden, sondern es wird vorteilhaft sein, das Heizflächenbündel 3 und damit die Heizflächenbündel 9 und 13 an der Deckenkonstruktion des Behälters abzutragen.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 besteht das Heizflächenbündel 17 aus drei Heizflächen, in denen sich Rohre 18 parallel zur Gasströmung erstrecken und die einen quadratischen Querschnitt aufweisen.

Bei dem in der Fig. 3 gezeigten Heizflächenbündel 19 bestehen die einzelnen Heizflächen 20 aus schottenartigen Teilheizflächen 20a mit quer angeströmten Rohren, die polygonalartig angeord-

net sind.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 weist das Heizflächenbündel 21 mehrere schraubenlinienförmig gewickelte Heizflächen 22 auf. Die Ausführungsformen gemäß Fig. 2 - 4 zeigen Beispiele für Heizflächenbündel in geschlossener Geometrie mit an sich beliebiger Führung der Kühlrohre in verschweißter Flossenrohr- oder Rohr/Steg/Rohr-Konstruktion.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Abkühlen eines belagbildenden Gases bestehend aus einem aufrechtstehenden und von dem Gas durchströmten Behälter, mindestens zwei in dem Behälter angeordneten und aus mindestens einer in geschlossener Geometrie ausgebildeten Heizfläche aufgebauten und von dem Kühlmedium durchströmten Heizflächeneinheiten und mehreren den einzelnen Heizflächen zugeordneten Klopfeinrichtungen für die mechanische Abreinigung der Heizflächen,
dadurch gekennzeichnet,
daß die obere (3; 9) der Heizflächeneinheiten (3; 9; 9, 13) an dem Behälter (1) abgestützt (2) ist und die untere Heizfläche (9; 13) über von dem Kühlmittel durchströmte Verbindungsrohre (8; 12) mit der oberen Heizflächeneinheit (3; 9) verbunden ist derart, daß die Heizflächeneinheiten (6; 10; 13') nacheinander vom Kühlmedium durchströmt werden und die Verbindungsrohre (8; 12) zwischen den Heizflächen eine die Klopfwirkung (7; 11; 14) an den einzelnen Heizflächeneinheiten nicht behindernde offene Geometrie bilden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß jede Heizflächeneinheit (3; 9; 13) bündelartig aus mehreren ineinander gesteckten Heizflächen (3a - 3d; 9a - 9d; 13a - 13c) aufgebaut ist, von denen jeweils die eine aus der benachbarten anderen hervorragt, und die zugeordneten Klopfeinrichtungen (7a - 7d; 11a - 11d; 14a - 14c) getrennten auf die Heizflächen (3a - 3d; 9a - 9d; 13a - 13c) einwirken können.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Bauhöhe des Heizflächenbündels bzw. der Heizflächen in Strömungsrichtung des Gases gesehen an die Abreinigungswirkung angepaßt ist, die der von den Klopfeinrichtungen aufbringbaren Beschleunigung entspricht.

4. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß sich die Verbindungsrohre (8; 12) im wesentlichen senkrecht und geradlinig in Richtung der Gasströmung (G) erstrecken. 5
5. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 4,
dadurch gekennzeichnet, 10
daß ausgehend vom Bereich der Verbindungsrohre der freie Querschnitt für das Gas (G) beschränkt (1a) ist derart, daß in der nachgeschalteten Heizflächeneinheit (13) die Geschwindigkeit angehoben wird. 15
6. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Aufbau der einzelnen Heizflächen (3; 9; 13) in geschlossener Geometrie durch Einsatz der Rohr/Steg/Rohr-Konstruktion oder der Flossenrohrkonstruktion erzielbar ist. 20
7. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 6, 25
dadurch gekennzeichnet,
daß eine äußere Wandkühlfläche und/oder eine innere den Gasstrom auf einen ringartigen Strömungsraum beschränkende Wandkühlfläche vorgesehen ist, die ebenfalls mit Kühlmedium beaufschlagt sind. 30

35

40

45

50

55

