

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 342 340 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **16.06.93**

(51) Int. Cl.⁵: **F27B 7/20**, B04C 5/02,
F27D 13/00

(21) Anmeldenummer: **89105487.6**

(22) Anmeldetag: **28.03.89**

(54) **Schwebegas-Wärmetauscher.**

(30) Priorität: **20.05.88 DE 3817355**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.11.89 Patentblatt 89/47

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
16.06.93 Patentblatt 93/24

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 1 090 940
DE-B- 1 154 768
US-A- 3 865 242

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 9, Nr.
78 (C-274)(1801), 06 April 1985&NUM;

(73) Patentinhaber: **KRUPP POLYSIUS AG**
Graf-Galen-Strasse 17
W-4720 Beckum(DE)

(72) Erfinder: **Rother, Wolfgang, Dipl.-Ing.**
Anton-Aulke-Weg 4
W-4740 Oelde(DE)
Erfinder: **Schmits, Heinz-Herbert, Dipl.-Ing.**
Berliner Strasse 6a
W-4840 Rheda-Wiedenbrück(DE)
Erfinder: **Thiemeyer, Heinz-Werner, Dipl.-Ing.**
Rottendorfstrasse 2
W-4722 Ennigerloh(DE)

(74) Vertreter: **Tetzner, Volkmar, Dr.-Ing. Dr. jur.**
Van-Gogh-Strasse 3
W-8000 München 71 (DE)

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).

EP 0 342 340 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Schwebegas-Wärmetauscher gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1, insbesondere einem Schwebegas-Vorwärmer für einen Wärmeaustausch zwischen Gas und Feingut vor einem Brennofen.

Schwebegas-Vorwärmer der vorausgesetzten Art sind aus der Praxis hinreichend bekannt. Sie finden eine vielfache Verwendung beispielsweise in der Zement-, Kalk- und Gipsindustrie sowie in der Aufbereitung von Erzmaterialien.

Ferner ist aus der DE-A-11 54 768 eine Zyklonvorwärmerausführung bekannt, bei der in einzelnen Etagen jeweils zentral angeordnete Abscheidezyklone größeren Durchmessers und im wesentlichen übliche Ausführung sowie mehrere äußere Abscheidezyklone kleineren Durchmessers mit in Strömungsrichtung nach unten geneigten Deckwänden und Zuführleitungen vorgesehen sind, wobei an das obere Gasaustrittsrohr jedes zentralen Abscheidezyklons eine besondere Verteileinrichtung angeschlossen ist, die einerseits mit den zu den äußeren Zyklonen führenden Leitungen und andererseits mit einer Gutaustrittsleitung vom nächstoberen zentralen Abscheidezyklon verbunden ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Schwebegas-Wärmetauscher der im Oberbegriff des Anspruches 1 vorausgesetzten Art insbesondere dahin weiterzuentwickeln, daß er bei relativ einfacher Bauweise sowohl für die Ausführung der einzelnen Abscheidezyklone als auch für den Gesamtaufbau besonders günstig hinsichtlich der Druckverluste und der Staubabscheidung arbeiten kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst. Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Durch diese erfindungsgemäße Ausbildung aller Abscheidezyklone mit geneigter Zyklondeckwand und gleichartig geneigtem Eintrittsstutzen ergeben sich vor allem für die Abscheidezyklone in äußerst vorteilhafter Weise relativ geringe Druckverluste in der Gasströmung. Um dies bei einem Schwebegas-Vorwärmer, bei dem die vom Brennofen zum untersten Abscheidezyklon führende Ofenabgasleitung gleichzeitig als Calcinierereinrichtung ausgeführt ist, besonders wirkungsvoll ausnützen zu können, hat es sich als besonders zweckmäßig erwiesen, das Mündungsende des schleifenförmigen Abschnittes der Ofenabgasleitung sowie den Eintrittsstutzen und die Zyklondeckwand dieses untersten Abscheidezyklons mit einer in Gasströmungsrichtung fallenden Neigung auszubilden. Demgegenüber hat es sich jedoch als besonders

vorteilhaft herausgestellt, die Eintrittsstutzen und die Zyklondeckwände bei allen übrigen, also in den Etagen über dem untersten Abscheidezyklon liegenden Abscheidezyklonen mit einer in Gasströmungsrichtung nach oben ansteigenden Neigung zu versehen. Hierdurch wird eine besonders gute Voraussetzung dafür geschaffen, die an die Eintrittsstutzen dieser übrigen Abscheidezyklone anschließenden Gasleitungen jeweils mit einem verkleinerten Krümmer auszubilden, z.B. mit einem Krümmer, der einen Bogenabschnitt von weniger als 90° besitzen, so daß dadurch bereits dieser Krümmer rein baulich vereinfacht werden können und dabei gegenüber den meist üblichen 90°-Krümmern einen geringeren Druckverlust für die Gasströmung aufweisen, der sich durch die erfindungsgemäße Bauweise auch im Abscheidezyklon fortsetzt.

Durch vorteilhafte Ausbildung und Anordnungen von Tauchrohren bzw. Tauchrohrkragen (als in die Zyklonoberteile hineinragende Verlängerungen der Gasaustrittsrohre) kann ferner zusätzlich auch für einen besonders hohen Staubabscheidungsgrad in den erfindungsgemäß ausgebildeten Abscheidezyklonen gesorgt werden.

Die Erfindung sei nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine stark vereinfachte Schemadarstellung eines als Schwebegas-Vorwärmer mit Calcinierereinrichtung ausgebildeten Schwebegas-Wärmetauschers;

Fig. 2 eine zum Teil geschnittene Ansicht eines oberen Abscheidezyklons des Schwebegas-Vorwärmers;

Fig. 3 eine Aufsicht auf den Abscheidezyklon gemäß Fig. 2.

Anhand der Fig. 1 und 2 sei zunächst der allgemeine Aufbau dieses als Schwebegas-Vorwärmer ausgebildeten (und auch als Zyklonvorwärmer bezeichneten) Schwebegas-Wärmetauschers erläutert, der vorzugsweise für die Vorwärmung und Calcination von Zementrohrmehl Verwendung finden kann.

Der Schwebegas-Vorwärmer enthält gemäß Fig. 1 eine Anzahl von in übereinanderliegenden Etagen etwa vertikalachsig angeordneten Abscheidezyklonen, wobei dieser Schwebegas-Vorwärmer einem beispielsweise als Drehrohrföfen 5 ausgebildeten Brennofen für das vorerhitzte Zementrohrmehl zugeordnet bzw. vorgeschaltet ist. Hierbei steht der unterste Abscheidezyklon 4 des Vorwärmers mit dem Drehrohrföfen 5 einerseits über eine Gutleitung 6 und andererseits über eine Ofenabgasleitung 7 in Verbindung. Diese Ofenabgasleitung 7 kann in an sich bekannter und daher nicht näher zu erläuternder Weise gleichzeitig als Calci-

niereinrichtung für das in den einzelnen Zyklonstufen vorgewärmte Zementrohmehl ausgebildet sein. Dabei ist der obere Abschnitt 7a der Ofenabgasleitung 7 - wie in Fig.1 angedeutet - etwa schleifenförmig gebogen, und er mündet in den Eintrittsstutzen 1a dieses untersten Abscheidezyklons 1 mit einem schräg nach unten geneigten, etwa geraden Ende ein.

Alle Abscheidezyklone 1, 2, 3, 4 enthalten - wie sich insbesondere aus Fig.2 ersehen läßt - jeweils einen im wesentlichen geraden, vorzugsweise weitgehend zylindrischen Oberteil 8, der eine ebene (geradflächige) Zyklondeckwand 9 aufweist, ferner einen koaxial mit dem Oberteil 8 verbundenen, trichterförmigen Unterteil 10, einen etwa tangential (vgl. Fig.3) in den Oberteil 8 einmündenden Eintrittsstutzen 11 für das Gas-Gut-Gemisch, weiterhin ein aus dem Bereich der Zyklondeckwand 9 nach oben führendes Gasaustrittsrohr 12 sowie ein sich an das untere Ende des Unterteiles 10 anschließendes Gutaustrittsrohr 13. Wie in Fig.1 zu erkennen ist, sind die Abscheidezyklone 1 bis 4 untereinander durch Gasleitungen 14 bis 16 und durch Gutleitungen 17 bis 19 verbunden, wobei diese Gasleitungen 14 bis 16 an die entsprechenden Eintrittsstutzen 11 und Gasaustrittsrohre 12 und die Gutleitungen 17 bis 19 an die entsprechenden Gutaustrittsrohre 13 einerseits und an die Gasleitungen der nächsttieferen Zyklonetage andererseits in generell an sich bekannter Weise angeschlossen sind; hinzuzuzählen sind hierzu noch die Ofenabgasleitung 7 und die Gutleitung 6 vom untersten Abscheidezyklon 8, wie es weiter oben bereits beschrieben ist. Das zu erhaltende Zementrohmehl wird dem obersten Abscheidezyklon 4 gemäß Pfeil 20 über die zugehörige Gasleitung 16 zugeführt, während das Abgas (gestrichelter Pfeil 21) über eine Abgasleitung 22 vom obersten Abscheidezyklon 4 abgeführt wird.

Alle Abscheidezyklone 1 bis 4 weisen insofern grundsätzlich gleiche Konstruktionsmerkmale auf, als ihre Zyklonstirnwände 9 und ihre Eintrittsstutzen 11 (bzw. 1a am untersten Zyklon 1) unter einem gleichen spitzen Winkel α zur Horizontalen H geneigt sind, wie sich sowohl der Fig.2 als auch den Zyklondarstellungen in Fig.1 entnehmen läßt. Der genannte Neigungswinkel α der Zyklondeckwände und Eintrittsstutzen kann etwa 5 bis 45° betragen; in der praktischen Ausführung kann er jedoch etwa 12 bis 20°, vorzugsweise etwa um 15° betragen.

Sowohl in der Darstellung der Fig.1 als auch in der Darstellung der Fig.2 ist gut zu erkennen, daß das an den Eintrittsstutzen 1a bzw. 11 jedes Abscheidezyklons 1 bis 4 angeschlossene Ende der zugehörigen, ankommenden Gasleitung 7, 14, 15 bzw. 16 im wesentlichen unter demselben Winkel und in derselben Richtung wie der zugehörige Ein-

trittsstutzen geneigt ist.

Wie dabei Fig.1 erkennen läßt, weisen das Mündungsende 7a' des schleifenförmigen Abschnittes 7a der Ofenabgasleitung 7 sowie der Eintrittsstutzen 1a und die Zyklondeckwand 9₁ des untersten Abscheidezyklons 1 eine in Gasströmungsrichtung abfallende Neigung auf. Dagegen besitzen die Eintrittsstutzen 11 und die Zyklondeckwände 9 aller übrigen Abscheidezyklone 2 bis 4 eine in Strömungsrichtung ansteigende Neigung, wie sich außer aus der Fig.1 auch aus Fig.2 ersehen läßt.

Insbesondere anhand der Fig.2 und 3 seien einige besondere konstruktive Einzelheiten der Abscheidezyklone nachfolgend näher erläutert, wobei angenommen sei, daß der in Fig.2 gezeigte Abscheidezyklon einer der oberhalb des untersten Abscheidezyklons 1 angeordneten übrigen Abscheidezyklone 2 bis 4 ist.

Es ist grundsätzlich bei Abscheidezyklonen für solche Wärmetauscher, insbesondere Schwebegas-Vorwärmer bekannt, die Gasaustrittsrohre der im kühleren Bereich des Wärmetauschers vorgesehenen Abscheidezyklone durch in den Oberteil hineinragende Tauchrohre koaxial nach unten zu verlängern. Im vorliegenden Beispiel sei dementsprechend angenommen, daß die beiden im kühleren Vorwärmerbereich liegenden Abscheidezyklone 3, 4 je mit einem solchen Tauchrohr ausgestattet sind, wie es insbesondere in Fig.2 mit dem Bezugszeichen 23 und in durchgehenden Linien veranschaulicht ist. Dieses Tauchrohr 23 ragt mit einer ausreichenden lichten Höhe h_1 so weit von der Zyklondecke 9 aus nach unten in den Oberteil 8 hinein, daß eine zuverlässige Gutabscheidung gewährleistet ist. Die lichte Höhe h_1 - (Fig.2) dieses Tauchrohres 23 kann etwa das 0,3- bis 1,0-Fache, vorzugsweise etwa das 0,35- bis 0,4-Fache vom lichten Durchmesser des Tauchrohres und somit auch des daran nach oben anschließenden Gasaustrittsrohres 12 betragen.

Im heißeren Bereich des Vorwärmers haben die Abscheidezyklone bei den bisher bekannten Wärmetauschern meist kein Tauchrohr, da es hier insbesondere aufgrund der hohen thermischen Beanspruchungen erhebliche Probleme hinsichtlich der Lebensdauer dieser Tauchrohre gibt.

Bei dieser erfindungsgemäßen Ausbildung wird es jedoch vorgezogen, die Gasaustrittsrohre 12 der im heißeren Bereich des Wärmetauschers vorgesehenen Abscheidezyklone 1 und 2 nur in Form eines relativ kurzen Tauchrohrkragens in den Zyklonoberteil 8 hineinragen zu lassen, wie es in Fig.2 durch eine strichpunktierte Linie bei 23a angedeutet ist. Die Länge eines solchen Tauchrohrkragens 23a entspricht dabei etwa dem 0,05- bis 0,2-fachen, vorzugsweise etwa dem 0,07- bis 0,15-fachen Wert vom Durchmesser d dieses Tauch-

rohrkragens, wobei dieser Durchmesser d wiederum dem Durchmesser des nach oben anschließenden Gasaustrittsrohres 12 entspricht.

Wie vor allem in Fig.2 zu erkennen ist, ist das untere Ende sowohl des Tauchrohres 23 als auch des Tauchrohrkragens 23a schräg abgeschnitten, so daß sich in beiden Fällen eine Mündungsöffnung (vgl. z.B. 23') ergibt, die in einer Ebene liegt, die im wesentlichen parallel zur Zyklondeckwand 9 verläuft. Dieser Sachverhalt läßt sich auch bei den oberen Zyklonen 2 bis 4 in Fig.1 erkennen, d.h. bei den Abscheidezyklonen, in die das Mündungsende der aufsteigenden Gasleitungen 14 bis 16 sowie die Eintrittsstutzen 11 und die Zyklondeckwände 9 in Gasströmungsrichtung ansteigend geneigt sind. Auf diese Weise ist das Tauchrohr 23 bzw. der Tauchrohrkragen 23a um die vertikal verlaufende Rohrachse VA so gedreht, daß stets der tiefste Punkt, z.B. 23", jedes Tauchrohres und Tauchrohrkragens im zugehörigen Zyklonoberteil 8 etwa dem Bereich der Eintrittsöffnung 11' des Eintrittsstutzens 11 zugewandt ist.

Betrachtet man dagegen in Fig.1 den untersten Zyklon 1, bei dem das Mündungsende 7a' des schleifenförmigen Abschnittes 7a der Ofenabgasleitung 7 sowie der Eintrittsstutzen 1a und die Zyklondeckwand 9₁ abfallend geneigt sind, dann würde es sich hier im Sinne einer günstigen Gutabscheidung negativ auswirken, wenn die Ebene der Mündungsöffnung des dort vorhandenen Tauchrohrkragens 23a' ebenfalls parallel zur Deckwand 9₁ verlief. In diesem Falle ist das schräg abgeschnittene Mündungsende des Tauchrohrkragens 23a' um die vertikale Rohrachse VA dann ebenfalls so verdreht, daß wiederum der tiefste Punkt dieses Tauchrohrkragens 23a' etwa dem Bereich der Einströmöffnung des dortigen Eintrittsstutzens 1a zugewandt ist, was man sich bei einem Vergleich zwischen der Darstellung in Fig.1 und der Darstellung in Fig.2 ohne zusätzliche zeichnerische Erklärung leicht vorstellen kann.

Darüber hinaus kann es in jedem Falle zusätzlich von Vorteil sein, wenn in jedem Abscheidezyklon 1 bis 4 das zugehörige Tauchrohr 23' bzw. der zugehörige Tauchrohrkragen 23a bzw. 23a' an seinem der Einströmöffnung des Eintrittsstutzens 11 bzw. 1a und dem Einström-Umfangsabschnitt des Zyklonoberteils 8 zugewandten Umfangsbereich eine nach unten gerichtete, schürzenartige Verlängerung aufweist, wie es in Fig.2 nur strichpunktiert bei 24 angedeutet ist.

Bei der in den Fig.1 bis 3 in durchgehenden Linien vorgenommenen Darstellung fallen die vertikalen Rohrachsen der Tauchrohre 23 und der Tauchrohrkragen 23a bzw. 23a' jeweils mit den zugehörigen vertikalen Zyklonachsen zusammen, die durch die strichpunktierten Linien VA angegeben sind.

Anhand der Aufsicht bzw. Grundrißdarstellung eines Abscheidezyklons in Fig.3 sei nachfolgend noch erläutert, daß es darüber hinaus auch vorteilhaft sein kann, die Tauchrohre und/oder die Tauchrohrkragen im zugehörigen Zyklonoberteil 8 exzentrisch zu versetzen, wobei ansonsten die gleichen konstruktiven Ausführungen und Anordnungen der Tauchrohre und der sich nach oben daran anschließenden Gasaustrittsrohre (wie oben erläutert) beibehalten werden kann. Diese exzentrische Versetzung von Tauchrohr bzw. Tauchrohrkragen ist in Fig.3 strichpunktiert dargestellt und mit 123 bezeichnet. Danach ist das dortige Tauchrohr 123 - im Grundriß des Abscheidezyklons betrachtet - im zugehörigen Oberteil 8 nach dem dem Einström-Umfangsabschnitt 8a etwa gegenüberliegenden Umfangsabschnitt 8b hin exzentrisch versetzt. Die vertikale Rohrachse RA des Tauchrohres 123 (bzw. eines entsprechenden Tauchrohrkragens) verläuft dabei mit entsprechendem Abstand parallel zur zugehörigen vertikalen Zyklonachse VA, wobei die vertikale Rohrachse des zugehörigen Gasaustrittsrohres zweckmäßig wiederum mit der vertikalen Rohrachse RA des Tauchrohres 123 zusammenfällt.

Durch diese exzentrische Versetzung des Tauchrohres 123 (bzw. eines entsprechenden Tauchrohrkragens) ergibt sich im Einström-Umfangsabschnitt 8a des Zyklonoberteils 8 ein größerer Freiraum für die Gasströmung, was zunächst einen relativ geringen Druckverlust für die Gasströmung mit sich bringt. Wenn die Gasströmung dann nach einer Drehung von etwa 180° in den etwas enger erscheinenden Raum im Bereich des anderen Umfangsabschnittes 8b gelangt, dann ist dies hinsichtlich des Druckverlustes nicht mehr schädlich, da dort die Gasströmung bereits zu einem wesentlichen Teil auf ihrer zunächst abwärts verlaufenden schraubenlinienförmigen Bahn zum Zyklonunterteil 10 strömt. Diese Ausbildung wirkt sich dabei ferner hinsichtlich eines besonders guten Entstaubungsgrades vorteilhaft aus.

Während der Wärmetauscher gemäß Fig.1 insbesondere als Schwebegas-Vorwärmer mit Calcinereinrichtung ausgebildet ist, versteht es sich von selbst, daß ein Schwebegas-Wärmetauscher mit den erfindungsgemäß ausgebildeten und zusammengeordneten Abscheidezyklonen auch ohne eine Calcinereinrichtung (und ohne Calcinierschleife) ausgeführt sein kann, d.h. er besteht dann lediglich aus völlig gleichartigen Zyklonen entsprechend den Abscheidezyklonen 2 bis 4 in Fig.1 bzw. der entsprechend der Darstellung in Fig.2. Außerdem kann ein aus den Abscheidezyklonen gemäß Fig.2 zusammengeordneter Schwebegas-Wärmetauscher nicht nur zum Erwärmen von pulverförmigem und feinkörnigem Feingut, sondern - wie an sich bekannt - auch zum Kühlen von Feingut angepaßt

und verwendet werden.

Es versteht sich ferner von selbst, daß der Oberteil der Abscheidezyklone bei der im wesentlichen geraden, zylindrischen Form - etwas abweichend von der Darstellung in den Fig. 2 und 3 - auch so ausgeführt sein kann, daß der etwa tangential an ihn angeschlossene Eintrittsstutzen für das Gas-Gut-Gemisch auch etwa spiralförmig angeschlossen sein kann, d. h. am oberen Ende des Zyklonoberteiles schließt der Eintrittsstutzen über einen entsprechenden Umfangsabschnitt in Form einer Eintrittsspirale an, wobei dieser obere Umfangsabschnitt des Oberteiles - im Grundriß gesehen - sich von der Eintrittsöffnung bis zum Anschluß an den übrigen zylindrischen Abschnitt spiralförmig verkleinert (wie es an sich bekannt ist).

Patentansprüche

1. Schwebegas-Wärmetauscher für einen Wärmeaustausch zwischen Gas und Feingut, enthaltend

- a) eine Anzahl von in übereinanderliegenden Etagen etwa vertikalachsig angeordneten Abscheidezyklonen (1 bis 4) mit jeweils
 - a₁) einem im wesentlichen geraden, eine ebene Zyklondeckwand (9, 9₁) aufweisenden Oberteil,
 - a₂) einem coaxial mit dem Oberteil verbundenen Unterteil (10),
 - a₃) einem etwa tangential in den Oberteil einmündenden Eintrittsstutzen (1a, 11) für ein Gas-Gut-Gemisch,
 - a₄) einem aus dem Bereich der Zyklondeckwand (9, 9₁) nach oben führenden Gasaustrittsrohr (12) und
 - a₅) einem sich an das untere Ende des Unterteiles (10) anschließenden Gutaustrittsrohr (13),

- b) die Abscheidezyklone (1 bis 4) untereinander verbindende Gas- und Gutleitungen (14 bis 16, 17 bis 19), die ihrerseits an die entsprechenden Eintrittsstutzen sowie Gas- und Gutaustrittsrohre der Zykone angeschlossen sind,

- c) eine an den untersten Abscheidezyklon (1) angeschlossen Gasleitung (7), deren oberer Abschnitt (7a) schleifenförmig gebogen ist und in den Gaseintrittsstutzen (1a) dieses untersten Abscheidezyklons einmündet,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Zyklondeckwand (9, 9₁) und der Eintrittsstutzen (1a, 11) jedes Abscheidezyklons (1 bis 4) unter einem spitzen Winkel (α) zur Horizontalen (H) geneigt sind, wobei das Mündungsende (7a') des schleifenförmigen Abschnittes (7a) der Gasleitung (7) sowie der

Eintrittsstutzen (1a) und die Zyklondeckwand (9₁) des untersten Abscheidezyklons (1) eine in Gasströmungsrichtung abfallende Neigung (α) aufweisen, während die Eintrittsstutzen (11) und die Zyklondeckwände (9) aller übrigen Abscheidezyklone (2 bis 4) eine in Gasströmungsrichtung nach oben ansteigende Neigung (α) besitzen.

2. Schwebegas-Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er als Schwebegas-Vorwärmer ausgebildet ist und die an den untersten Abscheidezyklon (1) angeschlossene Gasleitung durch eine diesen Zyklon mit einem Brennofen (5) verbindende und gleichzeitig als Calcinier Einrichtung ausgeführte Ofenabgasleitung (7) gebildet wird.

3. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Neigungswinkel von Zyklondeckwand (9, 9₁) und Eintrittsstutzen (1a, 11) ca. 5 bis 45°, vorzugsweise etwa 12 bis 20° beträgt.

4. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das an den Eintrittsstutzen (1a, 11) jedes Abscheidezyklons (1 bis 4) angeschlossene Ende der zugehörigen, ankommenden Gasleitung (7, 14 bis 16) im wesentlichen unter demselben Winkel und in derselben Richtung wie der Eintrittsstutzen geneigt ist.

5. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 2, wobei zumindest die Gasaustrittsrohre (12) der im kühleren Bereich des Vorwärmers vorgesehenen Abscheidezyklone (3 und 4) durch in die Oberteile (8) hineinragende Tauchrohre (23, 123) coaxial nach unten verlängert sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasaustrittsrohre der im heißeren Bereich des Vorwärmers vorgesehenen Abscheidezyklone (1, 2) nur in Form eines relativ kurzen Tauchrohrkragens (23a) in den Zyklonoberteil (8) hinein verlängert sind, wobei die Länge (h₂) des Tauchrohrkragens (23a) etwa dem 0,05- bis 0,2-, vorzugsweise etwa dem 0,07- bis 0,15-fachen Wert vom Durchmesser (d) dieses Tauchrohrkragens entspricht.

6. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Mündungsöffnung (23') des unteren Endes sowohl der Tauchrohre (23) als auch der Tauchrohrkragen (23a) in einer Ebene liegt, die im wesentlichen parallel zur Zyklondeckwand (9) verläuft.

7. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das untere Mündungsende sowohl der Tauchrohre als auch der Tauchrohrkragen schräg abgeschnitten ist, wobei die Tauchrohre (23, 23a, 23a') um ihre Rohrachse (VA) derart gedreht sind, daß der tiefste Punkt (23'') jedes Tauchrohres und Tauchrohrkragens im zugehörigen Zyklonober-
teil (8) etwa der Einströmöffnung (11') des Eintrittsstützens (11, 1a) zugewandt ist.
8. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem Abscheidezyklon (1 bis 4) das zugehörige Tauchrohr (23) bzw. der zugehörige Tauchrohrkragen (23a) an seinem der Einströmöffnung (11') des Eintrittsstützens (11, 1a) und dem Einström-Umfangsabschnitt (8a) des Zyklonober-
teiles (8) zugewandten Umfangsbereich eine nach unten gerichtete, schürzenartige Verlängerung (24) aufweist.
9. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die vertikalen Rohrachsen (VA) der Tauchrohre (23) und der Tauchrohrkragen (23a, 23a') mit den zugehörigen vertikalen Zyklonachsen (VA) zusammen-
fallen.
10. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Tauchrohre (123) und Tauchrohrkragen - im Grundriß der Abscheidezyklone betrachtet - im zugehörigen Ober-
teil (8) nach dem dem Einström-Umfangsabschnitt (8a) etwa gegenüberliegenden Umfangsabschnitt (8b) hin exzentrisch versetzt sind, wobei ihre vertikalen Rohrachsen (RA) parallel zu den zugehörigen vertikalen Zyklon-
achsen (VA) verlaufen.

Claims

1. Gas suspension heat exchanger for heat exchange between gas and fines, containing
- a plurality of cyclone separators (1 to 4) arranged approximately vertically axially in stages lying one above another and each having
 - an essentially straight upper part with a flat cyclone cover wall (9, 9₁),
 - a lower part (10) which is axially connected to the upper part,
 - an inlet pipe connection (1a, 11) which opens approximately tangentially into the upper part for a gas-material mixture,
 - a gas outlet pipe (12) leading upwards from the region of the cyclone

cover wall (9, 9₁) and

- a gas outlet pipe (13) connected to the lower end of the lower part (10),
- gas and material pipes (14 to 16, 17 to 19) which connect the cyclone separators (1 to 4) one below another and which for their part are connected to the corresponding inlet pipe connections as well as gas and material outlet pipes of the cyclones,
- a gas pipe (7) which is connected to the lowest cyclone separator (1), the upper section (7a) of the said pipe (7) being bent in a loop and opening into the gas inlet pipe connection (1a) of this lowest cyclone separator,

characterised in that the cyclone cover wall (9, 9₁) and the inlet pipe connection (1a, 11) of each cyclone separator (1 to 4) are inclined at an acute angle (α) with respect to the horizontal (H), and the mouth end (7a') of the loop-shaped section (7a) of the gas pipe (7) as well as the inlet pipe connection (1a) and the cyclone cover wall (9₁) of the lowest cyclone separator have an inclination (α) which falls in the gas flow direction, whereas the inlet pipe connections (11) and the cyclone cover walls (9) of all the other cyclone separators (2 to 4) have an inclination (α) rising in the gas flow direction.

- Gas suspension heat exchanger as claimed in claim 1, characterised in that it is constructed as a gas suspension preheater and the gas pipe connected to the lowest cyclone separator (1) is formed by a kiln exhaust gas pipe (7) which connects this cyclone to a kiln (5) and is at the same time constructed as a calciner.
- Gas suspension preheater as claimed in claim 2, characterised in that the angle of inclination of the cyclone cover wall (9, 9₁) and the inlet pipe connection (1a, 11) is approximately 5 to 45°, preferably approximately 12 to 20°.
- Gas suspension preheater as claimed in claim 2, characterised in that the end of the appertaining incoming gas pipe (7, 14 to 16) connected to the inlet pipe connection (1a, 11) of each cyclone separator (1 to 4) is inclined at substantially the same angle and in the same direction as the inlet pipe connection.
- Gas suspension preheater as claimed in claim 2, in which at least the gas outlet pipe (12) of the cyclone separators (3 and 4) provided in the cooler region of the preheater are extended coaxially downwards by the dip tubes (23, 123) which protrude into the upper parts (8), charac-

terised in that the gas outlet pipes of the cyclone separators (1, 2) provided in the hotter region of the preheater are only extended into the upper part (8) of the cyclone in the form of a relatively short dip tube collar (23a), and the length (h_2) of the dip tube collar (23a) corresponds approximately to 0.05 to 0.2 times, preferably approximately 0.07 to 0.15 times the value of the diameter (d) of this dip tube collar.

6. Gas suspension preheater as claimed in claim 5, characterised in that the orifice (23') of the lower end both of the dip tubes (23) and of the dip tube collars (23a) lies in a plane which extends substantially parallel to the cyclone cover wall (9).
7. Gas suspension preheater as claimed in claim 5, characterised in that the lower mouth end both of the dip tubes and of the dip tube collars is cut off at an angle, and the dip tubes (23, 23a, 23a') are rotated about their tube axis (VA) in such a way that the lowest point (23'') of each dip tube and dip tube collar in the appertaining upper part (8) of the cyclone is approximately facing the intake (11') of the inlet pipe connection (11, 1a),
8. Gas suspension preheater as claimed in claim 5, characterised in that in each cyclone separator (1 to 4) the appertaining dip tube (23) or the appertaining dip tube collar (23a) has a downwardly-directed apron-like extension (24) on its peripheral region facing the intake (11') of the inlet pipe connection (11, 1a) and the peripheral section of the inlet (8a) of the upper part (8) of the cyclone.
9. Gas suspension preheater as claimed in claim 5, characterised in that the vertical tube axes (VA) of the dip tubes (23) and of the dip tube collars (23a, 23a') coincide with the appertaining vertical cyclone axes (VA).
10. Gas suspension preheater as claimed in claim 5, characterised in that the dip tubes (123) and dip tube collars - in plan view of the cyclone separators - are offset eccentrically in the appertaining upper part (8) towards the peripheral section (8b) lying approximately opposite the peripheral section of the inlet (8a), and their vertical tube axes (RA) run parallel to the appertaining vertical cyclone axes (VA).

Revendications

1. Echangeur de chaleur avec un gaz de suspension, destiné à un échange de chaleur entre un

gaz et une matière à granulométrie fine, comprenant :

- a) de multiples cyclones séparateurs (1 à 4) à axe sensiblement vertical, disposés en étages superposés, dont chacun comprend
 - a₁) une partie supérieure sensiblement rectiligne comprenant une cloison de couverture plane (9, 9₁),
 - a₂) une partie inférieure (10) reliée coaxialement à la partie supérieure,
 - a₃) une tubulure (1a, 11) d'entrée d'un mélange de gaz et de matière qui débouche à peu près tangentiellement dans la partie supérieure,
 - a₄) un tuyau de sortie de gaz (12) menant vers le haut et vers l'extérieur de la cloison de couverture (9, 9₁) et
 - a₅) un tuyau de sortie de matière (13) se raccordant à l'extrémité inférieure de la partie inférieure (10),
 - b) des conduits de gaz et de matière (14 à 16, 17 à 19) qui relient les uns aux autres les cyclones séparateurs (1 à 4) et qui de leur côté sont raccordés aux tubulures correspondantes d'entrée ainsi qu'aux tuyaux de sortie de gaz et de matière des cyclones,
 - c) un conduit de gaz (7) raccordé au cyclone séparateur inférieur (1) et dont la partie supérieure (7a) est recourbée en lacet et débouche dans la tubulure d'entrée de gaz (1a) de ce cyclone séparateur inférieur, caractérisé en ce que la cloison de couverture des cyclones (9, 9₁) et la tubulure d'entrée (1a, 11) de chaque cyclone séparateur (1 à 4) sont inclinées sur l'horizontale (H) en inscrivant un angle aigu (α) avec elle, l'extrémité de l'embouchure (7a') de la partie en lacet (7a) du conduit de gaz (7) ainsi que la tubulure d'entrée (1a) et la cloison de couverture (9₁) du cyclone séparateur inférieur (1) présentant une inclinaison descendante (α) dans le sens de la circulation des gaz, tandis que les tubulures d'entrée (11) et les cloisons de couverture (9) de tous les autres cyclones séparateurs (2 à 4) ont une inclinaison ascendante vers le haut (α) dans le sens de la circulation des gaz.
2. Echangeur de chaleur avec un gaz de suspension selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est réalisé en réchauffeur de gaz de suspension et le conduit de gaz raccordé au cyclone séparateur inférieur (1) est formé d'un conduit d'évacuation des gaz du four (7) qui relie ce cyclone à un four de cuisson (5) et qui est réalisé aussi en dispositif de calcination.

3. Réchauffeur de gaz de suspension selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'angle d'inclinaison de la cloison de couverture des cyclones (9, 9₁) et des tubulures d'entrée (1a, 11) est d'environ 5 à 45°, de préférence d'environ 12 à 20°. 5
4. Réchauffeur de gaz de suspension selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'extrémité du conduit correspondant d'arrivée de gaz (7, 14 à 16) qui est raccordée à la tubulure d'entrée (1a, 11) de chaque cyclone séparateur (1 à 4) est inclinée sensiblement suivant le même angle et dans le même sens que ceux de la tubulure d'entrée. 10 15
5. Réchauffeur des gaz de suspension selon la revendication 2, dans lequel au moins les tuyaux de sortie de gaz (12) des cyclones séparateurs (3 et 4) prévus dans la partie la plus froide du réchauffeur sont prolongés coaxialement vers le bas en tubes plongeurs (23, 123) pénétrant dans la partie supérieure (8), caractérisé en ce que les tuyaux de sortie de gaz des cyclones séparateurs (1, 2) prévus dans la partie la plus chaude du réchauffeur ne sont prolongés que sous la forme d'un col de tube plongeur (23a) relativement court qui pénètre dans la partie supérieure des cyclones (8), la longueur (h₂) du col de tube plongeur (23a) correspondant à peu près à 0,05 - jusqu'à 0,2 fois, de préférence à 0,07 jusqu'à 0,15 fois le diamètre (d) de ce col de tube plongeur. 20 25 30 35
6. Réchauffeur des gaz de suspension selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'orifice (23') de l'embouchure de l'extrémité inférieure aussi bien des tubes plongeurs (23) que des cols de tubes plongeurs (23a) est situé dans un plan qui est sensiblement parallèle à la cloison de couverture (9) des cyclones. 40
7. Réchauffeur de gaz de suspension selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'extrémité inférieure de l'embouchure aussi bien des tubes plongeurs que des cols de tubes plongeurs est coupée obliquement, les tubes plongeurs (23, 23a, 23a') étant tournés autour de leur axe (VA) de manière que le point le plus bas (23'') de chaque tube plongeur et de chaque col de tube plongeur qui est situé dans la partie supérieure du cyclone correspondant (8) soit tourné à peu près vers l'orifice d'admission (11') de la tubulure d'entrée (11, 1a). 45 50 55
8. Réchauffeur de gaz de suspension selon la revendication 5, caractérisé en ce que le tube plongeur correspondant (23) ou le col de tube plongeur correspondant (23a) situé dans chaque cyclone séparateur (1 à 4) comporte dans sa partie circonférencielle tournée vers l'orifice d'admission (11') de la tubulure d'entrée (11, 1a) et vers la partie circonférencielle d'admission (8a) de la partie supérieure du cyclone (8) un prolongement (24) en forme de tablier qui est orienté vers le bas.
9. Réchauffeur de gaz de suspension selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'axe vertical (VA) des tubes plongeurs (23) et des cols de tube plongeur (23a, 23a') coïncide avec l'axe vertical correspondant (VA) du cyclone.
10. Réchauffeur de gaz de suspension selon la revendication 5, caractérisé en ce que les tubes plongeurs (123) et les cols de tubes plongeurs - observés en vue en plan des cyclones séparateurs - sont décalés excentriquement à l'intérieur de la partie supérieure correspondante (8) vers la partie circonférencielle (8b) qui est à peu près à l'opposée de la partie circonférencielle d'admission (8a), leur axe vertical (RA) étant parallèle à l'axe vertical (VA) du cyclone correspondant.

FIG. 1

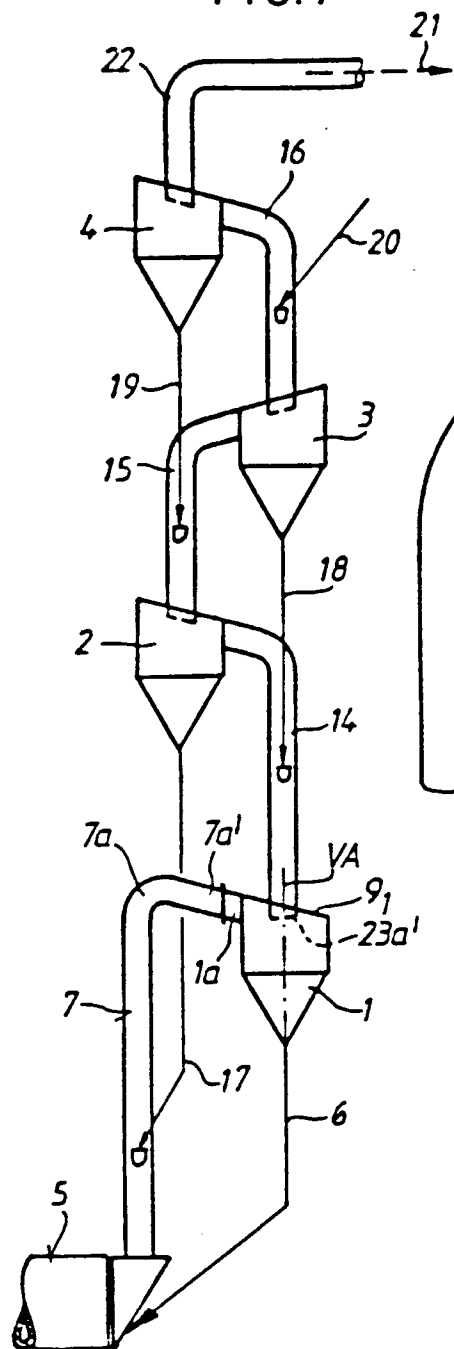


FIG. 2

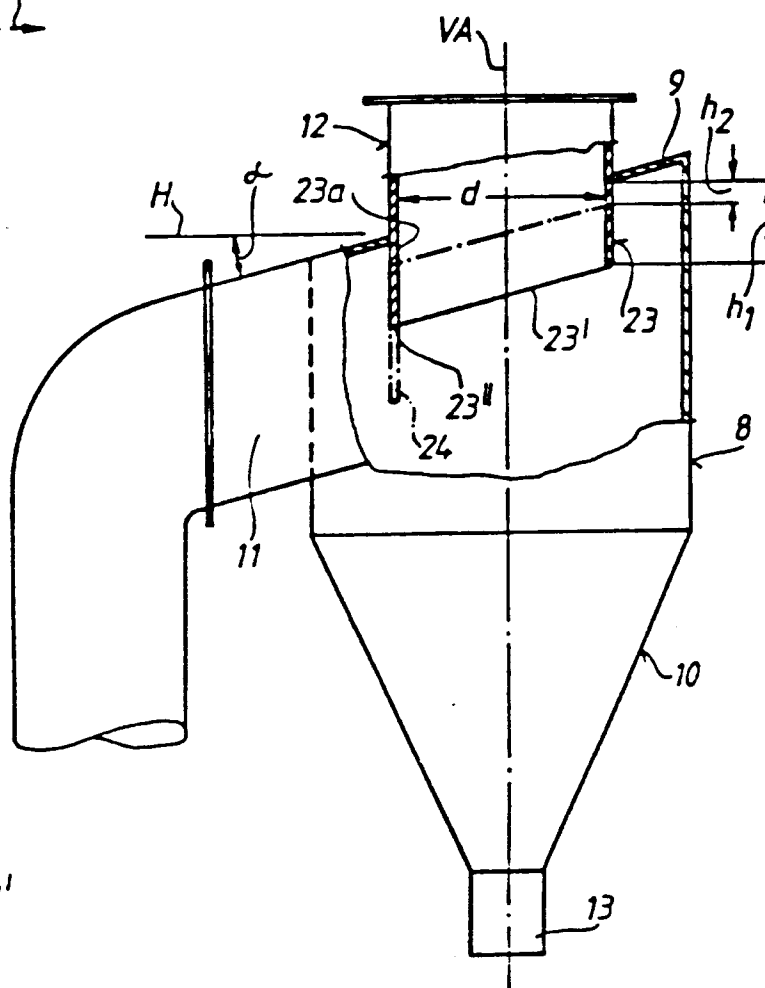


FIG. 3

