

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 89106390.1

51 Int. Cl.⁴ **C10K 1/04**

22 Anmeldetag: 11.04.89

30 Priorität: 13.05.88 DE 3816340

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.11.89 Patentblatt 89/46

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE ES GB NL SE

71 Anmelder: **Krupp Koppers GmbH**
Altendorfer Strasse 120
D-4300 Essen 1(DE)

72 Erfinder: **Jokisch, Friedrich, Dr. Ing.**
Theodor Suhnel Strasse 21
D-4330 Mülheim/Ruhr(DE)

Erfinder: **Linke, Adolf, Dipl.-Ing.**
Bellenbergsteig 47b
D-4300 Essen 16(DE)

Erfinder: **Pohl, Hans Christoph, Dr. Ing.**
Vormholzerstrasse 114
D-5810 Witten(DE)

54 **Verfahren und Vorrichtung zum Kühlen eines heissen Produktgases, das klebrige bzw. schmelzflüssige Partikel enthält.**

57 Bei diesem Verfahren wird in das zu kühlende Gas in einer Kühlzone in Strömungsrichtung des Gases ein ringförmiger Strahl eines Kühlfluids einge-
düst, der aus einer Vielzahl separater Kühlfluidstrahlen zusammengesetzt ist, deren Masse und Eindringtiefe der Masse des in den einzelnen Ringräumen der Kühlzone strömenden Produktgasstromes angepaßt ist, wobei die Eindüsgeschwindigkeiten der Kühlfluidstrahlen so gewählt werden, daß die gewünschten Eindringtiefen erreicht werden.

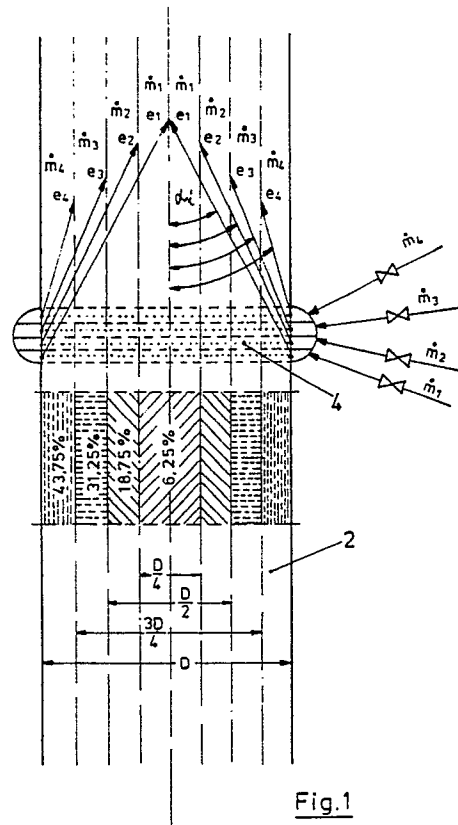


Fig.1

Verfahren und Vorrichtung zum Kühlen eines heißen Produktgases, das klebrige bzw. schmelzflüssige Partikel enthält.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Kühlen eines heißen Produktgases, das klebrige bzw. schmelzflüssige Partikel enthält, die beim Abkühlen ihre Klebrigkeit verlieren, wobei in das heiße Produktgas in einer Kühlzone mit kreisförmigem Querschnitt in Strömungsrichtung des Gases ein ringförmiger Strahl eines Kühlfluids eingedüst wird.

Bei der Kühlung von heißen Produktgasen, die klebrige bzw. schmelzflüssige Partikel enthalten, die ihre Klebrigkeit verlieren, wenn sie eine bestimmte Erstarrungstemperatur unterschritten haben, besteht stets die Gefahr, daß diese Partikel infolge Anbackung zu Ablagerungen an den Wänden der verwendeten Apparaturen oder sonstigen Anlageteilen führen. Das zwangsläufige Wachsen dieser Ablagerungen führt dabei im Laufe der Zeit dazu, daß der Gasweg in den verwendeten Apparaturen allmählich verlegt und damit die gesamte Anlage funktionsunfähig wird. Ein ausgeprägtes Beispiel für ein derartiges, klebrige bzw. schmelzflüssige Bestandteile enthaltendes Produktgas ist das Partialoxidationsgas, das bei der Partialoxidation von Kohle und/oder sonstigen Kohlenstoffträgern bei Temperaturen oberhalb des Schlackenschmelzpunktes gewonnen wird. Hierbei führt das den Vergaser mit einer Temperatur von 1200 bis 1700°C verlassende Partialoxidationsgas klebrige bzw. schmelzflüssige Schlacketeilchen und/oder sonstige teerige Bestandteile mit sich, die zu den vorstehend beschriebenen Ablagerungen führen. Bei der Kühlung und Weiterbehandlung derartiger Gase muß deshalb durch geeignete Maßnahmen dafür gesorgt werden, daß diese Begleitstoffe den Kühl- sowie den nachgeschalteten Verarbeitungsprozeß nicht durch Ablagerungen an den Wänden der verwendeten Apparaturen, an den Wärmeaustauscherflächen und/oder in den Rohren beeinträchtigen.

Zur Kühlung heißer Produktgase ist es prinzipiell bekannt, in den heißen Produktgasstrom einen ringförmigen Strahl eines Kühlfluids in Strömungsrichtung des Gases einzuspritzen oder einzudüsen. Eine solche Einführung führt zwangsläufig zu einer kegelstumpfförmigen Ausbildung des ringförmigen Strahls, der dann einen konvergenten Primärteil und einen divergenten Sekundärteil aufweist, wenn er sich der Produktgasströmung überlagert. Beispiele für die praktische Anwendung dieses Kühlprinzips, bei dem das Kühlfluid über einen ringförmigen Spalt in den heißen Produktgasstrom eingeleitet wird, sind bereits seit langem bekannt. So wird dieses Verfahren beispielsweise beim sogenannten Wälzgasverfahren angewandt, bei dem

dem heißen Verbrennungsgas zwecks Temperatureinstellung sogenanntes Rückgas zugemischt wird. (Ullmann, Bd. 1, 1951, Seite 182, Abbildung 332). Nach dem gleichen Prinzip arbeiten auch Toroidluftherhitzer, bei denen dem heißen Verbrennungsgas in einer Mischkammer Kalfluft beigemischt wird. In neuerer Zeit ist schließlich in der

DE-OS 35 24 802 vorgeschlagen worden, dieses Kühlprinzip auch zur Kühlung von heißen Produktgasen, die klebrige bzw. schmelzflüssige Partikel enthalten, insbesondere zur Kühlung von Partialoxidationsgas, anzuwenden. Hierbei soll durch die Einleitung eines Kühlfluids über einen ringförmigen Spalt die Wandberührung der Partikel vermieden und damit die Gefahr von Ablagerungen ausgeschaltet werden. Es hat sich jedoch gezeigt, daß sich dieses Ziel auf diese Weise nicht im befriedigenden Umfange erreichen läßt. Die sich an den Rändern des kegelstumpfförmigen Kühlfluidringstrahles ausbildende Rezirkulationsströmung hält die klebrigen Partikel nicht von der Wand fern, sondern führt sie im Gegenteil an die Wand heran.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß eine Wandberührung der klebrigen bzw. schmelzflüssigen Partikel während des Kühlvorganges vermieden und die Gefahr von Anbackungen bzw. Ablagerungen dadurch ausgeschaltet wird. Gleichzeitig soll eine vollständige und gleichmäßige Durchmischung von Produktgasstrom und Kühlfluid gewährleistet werden.

Das der Lösung dieser Aufgabe dienende Verfahren der gattungsgemäßen Art, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß der ringförmige Strahl aus einer Vielzahl separater Kühlfluidstrahlen zusammengesetzt ist, deren Masse und Eindringtiefe der Masse des in den einzelnen Ringräumen der Kühlzone strömenden Produktgasstromes angepaßt ist, wobei die Eindüsgeschwindigkeiten der Kühlfluidstrahlen so gewählt werden, daß die gewünschten Eindringtiefen erreicht werden.

In Abkehr von der bisher bekannten Arbeitsweise sieht also das erfindungsgemäße Verfahren nicht mehr die Einführung des Kühlfluids in Form eines geschlossenen ringförmigen Strahles vor. Stattdessen wird der ringförmige Strahl in eine Vielzahl separater Einzelstrahlen zerlegt, die teilweise unterschiedliche Massen, teilweise unterschiedliche Eindringtiefen und gleiche oder teilweise unterschiedliche Eindüswinkel haben. Damit kann die Kühlfluidzufuhr der Masse des in den einzelnen Ringräumen der Kühlzone strömenden Produktgasstromes angepaßt werden.

Zur Erläuterung wird hierzu auf Fig. 1 verwiesen, die in schematischer Darstellung den Ausschnitt aus der Kühlzone 2 darstellt, in dem sich der Düsenring 4 für die Einspritzung der separaten Kühlfluidstrahlen befindet. Der Durchmesser D der Kühlzone 2 ist hierbei beispielsweise in vier Teile geteilt. Die Durchmesser $\frac{1}{4} D$, $\frac{2}{4} D$, $\frac{3}{4} D$ und D begrenzen deshalb in der Kühlzone Ringräume mit unterschiedlichen Grundflächen, was in der Abbildung durch eine unterschiedliche Schraffierung zum Ausdruck gebracht wird. Der prozentuale Anteil der Grundflächen dieser Ringräume an der Gesamtfläche der Kühlzone beträgt hierbei von innen nach außen 6,25 %, 18,75 %, 31,25 % und 43,75 %. Bei einer konstanten Strömungsgeschwindigkeit des Produktgases über den Querschnitt der Kühlzone gelten diese prozentualen Anteile auch für die Aufteilung der Gesamtmasse des Produktgases auf die verschiedenen Ringräume der Kühlzone. Entsprechend diesen unterschiedlichen Produktgasmassen werden deshalb in die einzelnen Ringräume der Kühlzone unterschiedliche Kühlfluidmassen \dot{m}_1 , \dot{m}_2 , \dot{m}_3 , \dot{m}_4 , mit unterschiedlichen Eindringtiefen e_1 , e_2 , e_3 , e_4 eingedüst. Die Eindüswinkel α_i können aus betrieblichen Gründen gleich oder untereinander verschieden sein. Die Eindüsgeschwindigkeiten des Kühlfluids werden so gewählt, daß die gewünschten Eindringtiefen erreicht werden. Vorzugsweise werden die Eindüsgeschwindigkeiten dabei gleichzeitig so gewählt, daß bei Erreichen der gewünschten Eindringtiefe die Vertikalkomponente der Strahlenmittengeschwindigkeit in Strömungsrichtung gleich der Geschwindigkeit der Gesamtströmung ist.

Wie bereits aus den weiter oben getroffenen Feststellungen hervorgeht, stellt die Kühlung von 1200 bis 1700°C heißem Partialoxidationsgas ein bevorzugtes Anwendungsgebiet des erfindungsgemäßen Verfahrens dar. Andere Produktgase, für die sich der Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders anbietet, sind solche Gase, die als klebrige bzw. schmelzflüssige Partikel beispielsweise Metalle, Salze oder Aschen enthalten. Als Kühlfluid kann vorzugsweise ein Teilstrom des kalten, gereinigten Produktgases verwendet werden. Es können hierfür aber auch andere Medien, wie Z.B. Dampf oder gegebenenfalls vorerhitztes Wasser, zur Anwendung gelangen.

Weitere Einzelheiten des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie einer zur Durchführung dieses Verfahrens besonders geeigneten Vorrichtung ergeben sich aus den vorliegenden Unteransprüchen und sollen nachfolgend an Hand der in den Figuren 2 bis 4 dargestellten Abbildungen erläutert werden. Diese Abbildungen zeigen:

Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in schematischer Darstellung,

Fig. 3 einen Querschnitt durch einen Düsenring mit zwei hintereinanderliegenden Kammern, und

Fig. 4 einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform der Kühlfluidzugabe oberhalb des Düsenringes.

Die Abbildung in Fig. 2 zeigt den Oberteil des Reaktors 1, der der Erzeugung des zu kühlenden Produktgases dient, sowie die sich unmittelbar daran anschließende Kühlzone 2. Sofern das erfindungsgemäße Verfahren zur Kühlung von Partialoxidationsgas verwendet werden soll, handelt es sich bei dem Reaktor 1 um einen Vergasungsreaktor mit den an sich bekannten Merkmalen. Da die Erzeugung des jeweiligen Produktgases nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, braucht hier auf die konstruktiven Einzelheiten des Reaktors 1 nicht näher eingegangen zu werden. Die Kühlzone 2 weist, wie bereits gesagt wurde, einen kreisförmigen Querschnitt auf. Das erzeugte Produktgas strömt in Richtung des Pfeiles 3 von unten nach oben aus dem Reaktor 1 in die Kühlzone 2. Bei der in Fig. 2 dargestellten Vorrichtung wird das Kühlfluid in drei Stufen mit unterschiedlicher Zielsetzung und unter schiefer Wirkung aufgegeben. Die eigentliche Kühlung des Produktgasstromes erfolgt durch die Kühlfluidstrahlen, die über den Düsenring 4 in das Gas eingedüst werden. Auf die spezifischen Bedingungen dieser Kühlfluidzugabe ist bereits weiter oben eingegangen worden. Die unterschiedlichen Eindringtiefen der einzelnen Kühlfluidstrahlen, die durch die Pfeile 5 markiert werden, erreicht man durch unterschiedliche Eindüsgeschwindigkeiten. Diese werden wiederum durch unterschiedliche Vordrücke in den Kammern 6a, 6b und 6c, in die der Düsenring 4 in diesem Falle unterteilt ist, sowie durch unterschiedliche Düsendurchmesser erzielt. Selbstverständlich weist der Düsenring 4 eine der Zahl der benötigten Kühlfluidstrahlen entsprechende Anzahl von Düsen auf, was in der Abbildung nicht näher dargestellt ist. Die Düsen sind hierbei über den gesamten Umfang des Düsenringes 4 gleichmäßig verteilt. Die unterschiedlichen Kühlfluidmassen erhält man dabei durch die unterschiedliche Anzahl von Düsen mit gleichem Durchmesser. Wie durch die Lage der Pfeile 5 angedeutet wird, können die einzelnen Kühlfluidstrahlen dabei einen unterschiedlichen Eindüswinkel aufweisen. Dieser Eindüswinkel α_i kann im Bereich zwischen 0° und 90° liegen. Die entsprechenden Eindüswinkel werden durch entsprechende Neigung der Düsen am Düsenring 4 erzielt. Die Eindüsgeschwindigkeiten des Kühlfluids am Düsenring 4 liegen dabei zwischen 1 m/s und 100 m/s. Die einzelnen Düsen sind jeweils über die Kammern 6a, 6b und 6c mit den Leitungen 7 verbunden, durch die die Zufuhr des erforderlichen

Kühlfluids erfolgt, wobei der erforderliche Druck über die Ventile 8 eingestellt werden kann.

Aus Gründen der Betriebsflexibilität kann es vorteilhaft sein, wenn der Druck des Kühlfluids in den Kammern 6a, 6b und 6c in Abhängigkeit von der Gastemperatur in der Kühlzone 2 gesteuert wird. Hierbei wird die durch das Temperaturmeßgerät 22 ermittelte Gastemperatur über die Impulsleitung 21 als Steuergröße für den Stellantrieb 23 des Ventiles 8 benutzt, so daß dieses Ventil in Abhängigkeit von der gemessenen Temperatur geöffnet oder geschlossen werden kann. Diese Art der Regelung ist insbesondere dann angebracht, wenn das Produktgas im Teillastbetrieb nur in geringerer Menge als normal anfällt und deshalb der Kühlvorgang nur mit einer reduzierten Kühlfluidmenge betrieben wird. Dies kann dabei soweit gehen, daß die Kühlfluidzufuhr zu einzelnen Düsengruppen ganz unterbrochen wird. Aus zeichentechnischen Gründen ist die vorstehend beschriebene Regelung nur für die Kammer 6a des Düsenringes 4 eingezeichnet worden. Selbstverständlich kann diese Regelung aber auch für die anderen Kammern angewandt werden.

Um den Übergangsbereich 9 vom Oberteil des Reaktors 1 zur Kühlzone 2 unterhalb des Düsenringes 4 frei von Anbackungen zu halten, wird über den ringförmigen Spalt 10 ein weiterer Kühlfluidstrom in Richtung der Pfeile 11 wandparallel in die Vorrichtung eingeführt. Dieser Kühlfluidstrom soll durch Verdrängung die Partikel von der Reaktorwand fernhalten. Um eine ungestörte Grenzschicht dieses Kühlfluidstromes zu erreichen und um Partikelbahnen zu erhalten, die konturparallel zur Wand des Reaktors 1 verlaufen, wird der Übergangsbereich 9 so ausgebildet, daß seine Neigungsänderung stetig nach einer Exponentialfunktion in den zylindrischen Teil der Kühlzone 2 übergeht. Die Geschwindigkeit des Kühlfluidstrahles, der über den ringförmigen Spalt 10 eingedüst wird, liegt hierbei im Bereich zwischen 0,1 m/s und 50 m/s. Der ringförmige Spalt 10 wird vorzugsweise dadurch ausgebildet, daß die Wand 12 im Oberteil des Reaktors 1 versetzt ausgebildet ist, wie das aus der Abbildung zu sehen ist. Über die Leitung 13 ist der ringförmige Spalt 10 mit der Ringleitung 14 verbunden, die über die Leitung 15 mit dem erforderlichen Kühlfluid beaufschlagt wird.

Ein weiterer Kühlfluidstrom wird außerdem oberhalb des Düsenringes 4 über den ringförmigen Spalt 16 in die Kühlzone 2 eingespritzt. Dieser Kühlfluidstrom, der durch die Pfeile 17 markiert wird, soll Wirbel und Rückströmungen, die möglicherweise durch die Eindüsung des Kühlfluids über den Düsenring 4 an der Wandung der Kühlzone 2 erzeugt werden, vermeiden bzw. unterdrücken. Dazu wird der Winkel β entsprechend klein, nämlich im Bereich zwischen 0° und 45° gewählt, damit

dieser Kühlfluidstrom selbst keine Rückströmung an der Wandung der Kühlzone 2 bewirkt. Die Geschwindigkeit des Kühlfluidstromes liegt hierbei im Bereich zwischen 1 m/s und 50 m/s. Der ringförmige Spalt 16 ist wiederum über die Leitung 18 mit der Ringleitung 19 verbunden, die über die Leitung 20 mit dem erforderlichen Kühlfluid versorgt wird.

Wie bereits weiter oben festgestellt wurde, handelt es sich bei Fig. 2 nur um eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, der spezielle konstruktive Ausgestaltungen nicht zu entnehmen sind. So können beispielsweise die Wandungen des Reaktors 1 und/oder der Kühlzone 2 als von einem Kühlmedium durchflossene Rohrwandungen ausgebildet sein, die auf ihrer Innenseite mit einer feuerfesten Auskleidung versehen sind. Ebenso kann der Spalt 16 aus fertigungstechnischen Gründen eine andere Ausgestaltung erfahren, worauf noch weiter unten im Zusammenhang mit Fig. 4 eingegangen werden wird.

Fig. 3 zeigt einen Querschnitt durch eine andere Ausführungsform des Düsenringes 4. Im Gegensatz zur Ausführungsform in Fig. 2 weist der Düsenring in diesem Falle zwei hintereinanderliegende Kammern 6a und 6b auf. Während bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 die Düsenreihen der einzelnen Kammern 6a, 6b und 6c übereinander liegen, befinden sich bei der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform alle Düsen in einer Ebene. Die der hinteren Kammer 6a zugeordneten Düsen 24 sind dabei jeweils über die Leitungsstücke 25 mit dieser Kammer verbunden, während die der vorderen Kammer 6b zugeordneten Düsen 26 unmittelbar in die Kammerwand eingelassen sind. Selbstverständlich können die Düsen 24 und 26 dabei unterschiedliche Durchmesser und/oder Neigungswinkel aufweisen. In der Regel werden hierbei die einer Düsenkammer zugeordneten Düsen jeweils gleich sein.

Fig. 4 zeigt schließlich einen Längsschnitt durch eine spezielle Ausführungsform für die Kühlfluidzugabe oberhalb des Düsenringes 4. Während bei der in Fig. 2 dargestellten Vorrichtung das Kühlfluid über den ringförmigen Spalt 16 in die Kühlzone 2 eingespritzt wird, kann es aus fertigungstechnischen Gründen angebracht sein, hierfür ebenfalls einen Düsenring 27 zu verwenden. Auf den Düsenring 27 ist dabei der oben offene Leitring 29 aufgesetzt, durch den die aus den Düsen 28 austretenden Kühlfluidstrahlen strömungstechnisch vergleichmäßig werden.

Ansprüche

1. Verfahren zum Kühlen eines heißen Produktgases, das klebrige bzw. schmelzflüssige Partikel enthält, die beim Abkühlen ihre Klebrigkeit verlie-

ren, wobei in das heiße Produktgas in einer Kühlzone mit kreisförmigem Querschnitt in Strömungsrichtung des Gases ein ringförmiger Strahl eines Kühlfluids eingedüst wird, dadurch gekennzeichnet, daß der ringförmige Strahl aus einer Vielzahl separater Kühlfluidstrahlen zusammengesetzt ist, deren Masse und Eindringtiefe der Masse des in den einzelnen Ringräumen der Kühlzone strömenden Produktgasstromes angepaßt ist, wobei die Eindüsgeschwindigkeiten der Kühlfluidstrahlen so gewählt werden, daß die gewünschten Eindringtiefen erreicht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Eindüsgeschwindigkeiten der Kühlfluidstrahlen gleichzeitig so gewählt werden, daß bei Erreichen der gewünschten Eindringtiefe die Vertikalkomponente der Strahlenmittengeschwindigkeit in Strömungsrichtung gleich der Geschwindigkeit der Gesamtströmung ist.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlfluidstrahlen über einen Düsenring mit einer Geschwindigkeit von 1 m/s bis 100 m/s und unter einem Eindüswinkel α_i von 0° bis 90° in das Produktgas eingedüst werden.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck des Kühlfluids im Düsenring in Abhängigkeit von der Gas-temperatur in der Kühlzone gesteuert wird.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich unterhalb und oberhalb des Düsenringes je ein weiterer Kühlfluidstrom in das Produktgas eingedüst wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlfluidstrom unterhalb des Düsenringes mit einer Geschwindigkeit von 0,1 m/s bis 50 m/s so in den Produktgasstrom eingedüst wird, daß seine Strömung konturparallel zur Reaktorwandung in diesem Bereich verläuft.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlfluidstrom oberhalb des Düsenringes mit einer Geschwindigkeit von 1 m/s bis 50 m/s und unter einem Winkel β von 0° bis 45° in den Produktgasstrom eingedüst wird.

8. Anwendung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 7 zur Kühlung von Partialoxidationsgas, das durch Partialoxidation von Kohle und/oder sonstigen Kohlenstoffträgern bei Temperaturen oberhalb des Schlackenschmelzpunktes gewonnen wird.

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor (1) und die sich unmittelbar daran anschließende Kühlzone (2) ringförmige Spalten (10, 16) für den Eintritt des Kühlfluids aufweisen und daß ferner im Übergangsbe-

reich (9) zwischen dem Reaktor (1) und der Kühlzone (2) ein Düsenring (4) für die Kühlfluidzufuhr angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der ringförmige Spalt (10) dadurch gebildet wird, daß die Wand (12) in diesem Bereich des Reaktors (1) versetzt ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergangsbereich (9) zwischen dem Reaktor (1) und der Kühlzone (2) so ausgebildet ist, daß seine Neigungsänderung stetig nach einer Exponentialfunktion in den zylindrischen Teil der Kühlzone (2) übergeht.

12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenring (4) in mehrere Kammern (6a, 6b, 6c) unterteilt ist, die übereinander oder hintereinander angeordnet sein können.

13. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß an Stelle des ringförmigen Spaltes (16) ein Düsenring (27) vorgesehen ist, auf den ein oben offener Leitring (29) aufgesetzt ist.

25

30

35

40

45

50

55

5

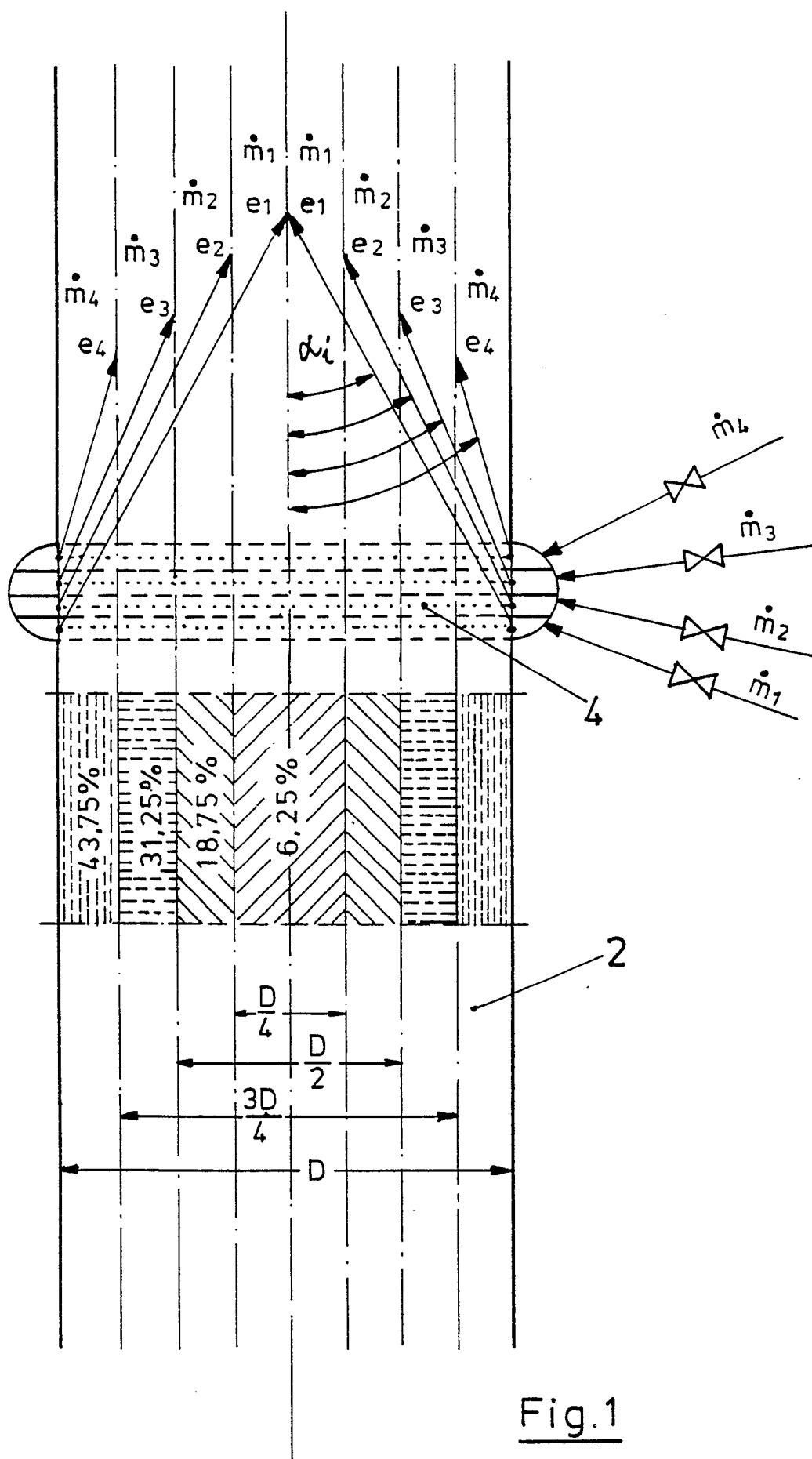


Fig.1

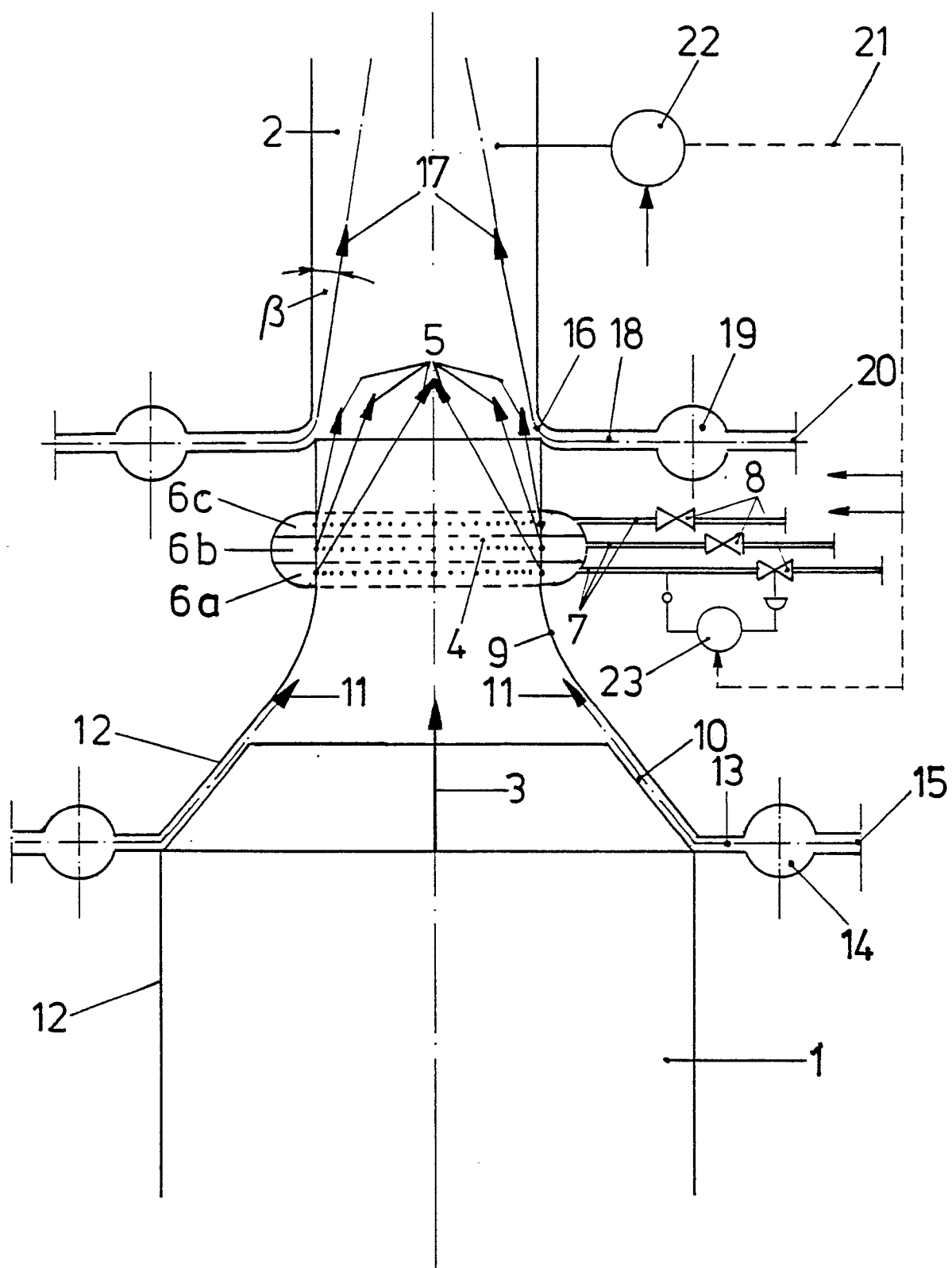


Fig. 2

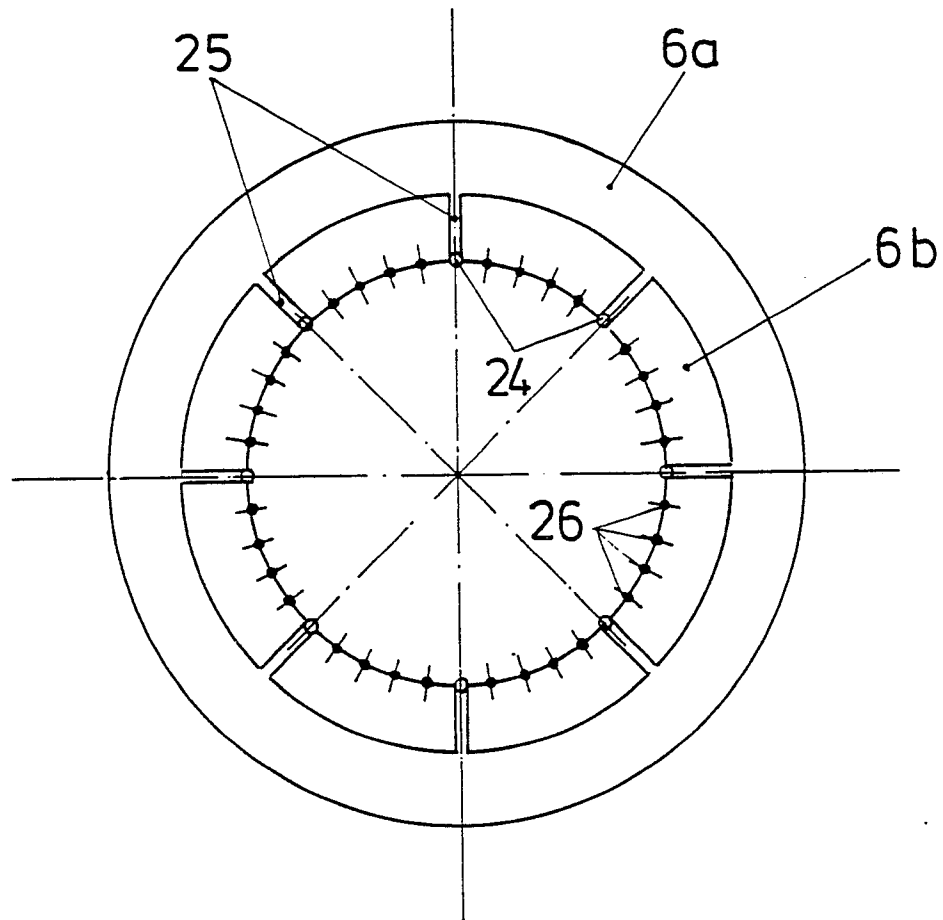


Fig. 3

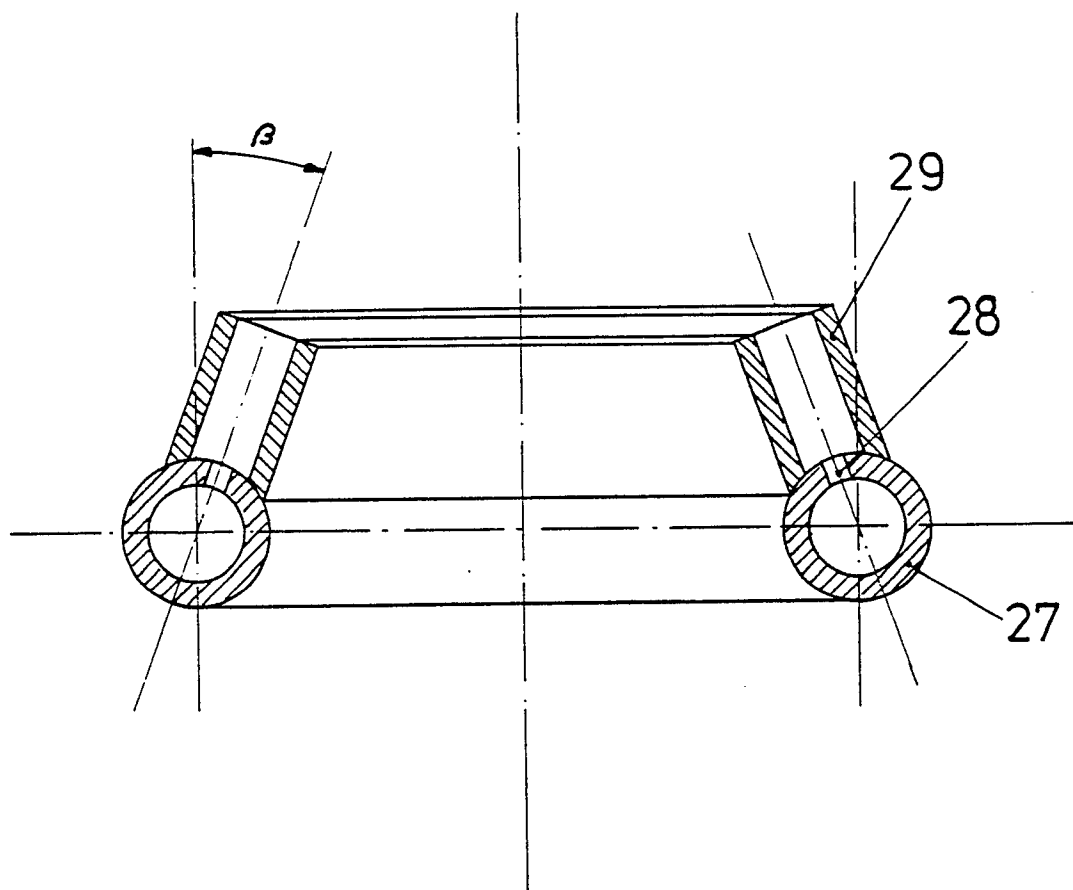


Fig. 4