



12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift :
15.01.92 Patentblatt 92/03

Int. Cl.⁵ : **C10B 21/22, C10B 21/18**

Anmeldenummer : **89104099.0**

Anmeldetag : **08.03.89**

Verfahren zur Verringerung des NO_x-Gehaltes im Rauchgas bei der Beheizung von Verkokungsöfen.

Priorität : **15.04.88 DE 3812558**

Patentinhaber : **Krupp Koppers GmbH**
Altendorfer Strasse 120
W-4300 Essen 1 (DE)

Veröffentlichungstag der Anmeldung :
18.10.89 Patentblatt 89/42

Erfinder : **Janicka, Johannes, Dr.**
Mergelstrasse 5
W-4200 Oberhausen 12 (DE)
Erfinder : **Meyer, Günter, Dr.**
Wortbergrode 18
W-4300 Essen 1 (DE)
Erfinder : **Dürselen, Heinz**
Laubrockweg 5
W-4300 Essen 14 (DE)

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
15.01.92 Patentblatt 92/03

Benannte Vertragsstaaten :
BE DE FR GB IT LU NL SE

Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 183 908

EP 0 337 112 B1

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).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verringerung des NO_x -Gehaltes im Rauchgas bei der Beheizung von Verkokungsöfen mit paarweise zusammenarbeitenden Heizzügen, mehreren in unterschiedlichen Höhen liegenden Verbrennungsstufen sowie einer Rauchgasrückführung in Höhe der Heizzugsohle (Kreisstrom), wobei die Kreisstromrate, das ist der Volumenstrom des rückgeführten Rauchgases dividiert durch den Rauchgasvolumenstrom ohne rückgeführtes Rauchgas, zwischen 20% und 50% eingestellt wird.

Es ist bekannt, daß es sich bei den in Verkokungsöfen gebildeten Stickoxiden in erster Linie um sogenanntes thermisches NO_x handelt, dessen Bildungsrate nahezu linear vom Produkt der Sauerstoff- und Stickstoffkonzentrationen in der Flamme sowie exponentiell von der Flammentemperatur abhängen.

Die bekannten Maßnahmen zur Reduktion der NO_x -Bildung zielen auf eine Verminderung der Flammentemperatur durch Rauchgasrückführung oder auf eine Verringerung der Sauerstoff- und Stickstoffkonzentrationen durch partielle Verbrennung.

Das Prinzip der Rauchgasrückführung ist bei Verkokungsöfen insbesondere in Form des Koppers-Kreisstrom-Ofens verwirklicht. Hierbei wird durch ein oder zwei Öffnungen in jeder zweiten Binderwand in Höhe der Heizzugsohle dem Luft- und Heizgasstrom Rauchgas zugemischt, das in erster Linie durch Verringerung der maximalen Flammentemperatur, aber auch durch Reduktion der O_2 - und N_2 -Konzentration eine deutliche Verringerung der NO_x -Produktionsraten bewirkt.

Das NO_x -Reduktionsprinzip der partiellen Verbrennung wird in Verkokungsöfen in Form einer Stufenbeheizung genutzt.

Mit dem Ziel, die NO_x -Emission in Verkokungsöfen noch weiter zu senken, sind theoretische und experimentelle Untersuchungen durchgeführt worden. Als wesentliche Erkenntnis dieser Studien bleibt festzuhalten, daß eine Kombination der NO_x -Reduktionsprinzipien, Rauchgasrückführung (Kreisstrombeheizung) und partielle Verbrennung (Stufenbeheizung), zu einer weiterführenden Verringerung der NO_x -Produktion führen kann.

Grundsätzlich ist die Kombination von Stufenbeheizung und Kreisstrombeheizung bei Verkokungsöfen bekannt. Die genannten Untersuchungen zeigen aber, daß eine willkürliche Kombination von Kreisstrombeheizung und Stufenbeheizung nicht zwangsläufig zu einer nennenswerten NO_x -Reduktion führt. Nur bei einer optimalen Kombination von Stufenbeheizung, Kreisstrombeheizung und Anordnung der zweiten Verbrennungsstufe ist eine maximale NO_x -Verringerung erzielbar.

Die aus diesen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse sind in der DE-OS 3443976 zusammengefaßt. Diese bezieht sich im wesentlichen auf Starkgasöfen mit zwei Verbrennungsstufen und Rauchgasrückführung sowie Verbundverkokungsöfen mit Luft- und Gasstufung und Rauchgasrückführung.

Weiterführende Untersuchungen haben aber gezeigt, daß auch durch Anordnung von mehr als zwei Stufen für Starkgas- und Schwachgas- bzw. Mischgasbetrieb sowie durch reine Luftstufung mit zwei oder mehr als zwei Stufen für den Schwach- bzw. Mischgasbetrieb in Kombination mit der Rauchgasrückführung deutliche Verminderungen der NO_x -Emissionen erzielt werden können.

Ausgehend von den Ergebnissen dieser Untersuchungen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß bei alleiniger Luftstufung das Stufenverhältnis für eine Stufenanzahl größer/gleich 2, definiert als Luftvolumenstrom der unteren Stufe dividiert durch den gesamten Luftvolumenstrom, zwischen 80/1% (80% dividiert durch Stufenanzahl I) und 140/1% (140% dividiert durch Stufenanzahl I) eingestellt wird, wobei die oberen Verbrennungsstufen zwischen $45\% - 10\% \times (I - 1)$ der Heizzughöhe (minimal jedoch bei 15%) und $45\% + 10\% (I - 1)$ der Heizzughöhe (maximal jedoch bei 85%) angeordnet werden.

Hierbei errechnet sich beispielsweise bei einer Stufenanzahl 3 ein Stufenverhältnis zwischen 26,7% und 46,7%, d.h. der unteren Stufe werden zwischen 26,7% und 46,7% des gesamten Luftvolumenstromes zugeführt. Die restliche Luftmenge wird man zweckmäßig annähernd gleichmäßig auf die beiden oberen Stufen verteilen.

Für die Höhenanordnung der Verbrennungsstufen errechnet sich beispielsweise bei einer Stufenanzahl 3, daß die oberen Verbrennungsstufen zwischen 25% und 65% der Heizzughöhe angeordnet werden sollen.

In den Zeichnungen sind Ausführungsformen von zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeigneten Verkokungsöfen enthalten. Dabei sind die Zufuhr der Verbrennungsmedien von den hier nicht eingezeichneten Regeneratoren zu den Heizzügen, die Schaltung der Regeneratoren, der Heizzüge bzw. Heizzugpaare sowohl für Verbundöfen, d.h. Verkokungsöfen mit wahlweiser Starkgas- oder Schwachgasbeheizung, als auch für Starkgasöfen dargestellt. In den Zeichnungen ist die Richtung des Medienverlaufs (Luft, Schwachgas, Starkgas, Abgas) während einer Heizperiode durch Pfeile gekennzeichnet. Da es sich hier um Regenerativöfen handelt, wechselt der Verlauf der Medien für die zweite Periode.

Fig. 1 zeigt zwei nebeneinanderliegende Heizzugpaare eines Verbundofens im vertikalen Längsschnitt A-A nach Fig. 2,

- Fig. 2 den horizontalen Querschnitt B-B dieser zwei Heizzugpaare nach Fig. 1,
 Fig. 3 zwei nebeneinanderliegende Heizzugpaare eines Starkgasofens im vertikalen Längsschnitt C-C nach Fig. 4 und
 Fig. 4 den horizontalen Querschnitt D-D der zwei Heizzugpaare nach Fig. 3.

5

In den Zeichnungen bedeuten :

- | | |
|--------------------|---|
| 1 | Heizzugpaar |
| 2 | Heizzug (beflammt) |
| 10 2a | Heizzug (nicht beflammt) |
| 3 | Primärluftkanal |
| 3a | Primärluftkanal (Abgas führend) |
| 4 | Regulierung zu 3 |
| 4a | Regulierung zu 3a (Abgas führend) |
| 15 5 | Schwachgaskanal |
| 5a | Schwachgaskanal (Abgas führend) |
| 6 | Regulierung zu 5 |
| 6a | Regulierung zu 5a (Abgas führend) |
| 7 | Starkgaskanal |
| 20 8 | Starkgasdüse |
| 9 | Sekundärluft |
| 9a | Sekundärluft (Abgas führend) |
| 10 | Regelbare Austritte zu 9) Regelorgane |
| 10a | Regelbare Austritte zu 9a) nicht |
| 25 (Abgas führend) |) dargestellt |
| 11 | Kreisstromöffnungen |
| 11a | Regulierrolle für Kreisstromöffnungen |
| 12 | Höhe Brennerebene bis zur Sekundärluftzuführung |
| 13 | Umkehrstelle |
| 30 14 | Differentialkanal |
| 15 | Läuferwände |
| 16 | Binderwände oberhalb Sekundärluftstelle |
| 17 | Binderwände mit Umkehrstelle und Kreisstrom |

- 35 Die strömenden Medien werden wie folgt den beflamnten Heizzügen 2 zugeführt :
 — Primärluft vom Luftgenerator über die Kanäle 3 und die regelbaren Austritte 4
 — Schwachgas vom Gasregenerator über die Kanäle 5 und die regelbaren Austritte 6
 — Starkgas über die Kanäle 7 und die auswechselbaren Düsen 8
 — Sekundärluft über die Kanäle 9 und die regelbaren Austritte 10
 40 — Rückgas über die regelbaren Kanäle 11 (Kreisstromöffnungen)

Über die Höhe 12 findet im beflamnten Heizzug die partielle Verbrennung statt.

Der Weg der Rauchgase führt vom beflamnten Heizzug 2 über die Umkehrstelle 13 (ein Teil über den Differentialkanal 14) in den unbeflamnten Heizzug 2a und über die Düsen und Kanäle 4a, 3a, 6a, 5a, 10a, 9a in die (nicht dargestellten) Abgasregeneratoren.

- 45 In Fig. 1 und 2 ist die Strömungsrichtung der Medien sowohl für Schwachgas- als auch für Starkgasbeheizung durch Pfeile gekennzeichnet. Bei Schwachgasbetrieb strömt jedoch kein Starkgas, während bei Starkgasbetrieb die Schwachgaskanäle Verbrennungsluft führen.

- Die seitliche Begrenzung eines Heizzugpaares 1 erfolgt durch die Läuferwände 15 und die von dem Kanal 9 durchsetzten Binderwände 16. Die Teilung des Heizzugpaares 1 in die Heizzüge 2 und 2a geschieht durch
 50 die Binderwand 17, die von der Umkehrstelle 13 und der Kreisstromöffnung 11 durchsetzt wird.

Durch die Unterscheidung bzw. räumliche Trennung der Binderwände nach "Kreisstrom-besitzend" und "Luftkanalbesitzend" werden in Kombination mit den freistehenden Starkgasaustritten günstige Strömungsbedingungen sichergestellt, die eine weitgehende Einmischung des Kreisstromes in die Verbrennungsmedien der unteren Stufe ermöglichen.

55

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verringerung des NO_x -Gehaltes im Rauchgas bei der Beheizung von Verkokungsöfen mit paarweise zusammenarbeitenden Heizzügen, mehreren in unterschiedlichen Höhen liegenden Verbrennungsstufen sowie einer Rauchgasrückführung in Höhe der Heizzugsohle (Kreisstrom), wobei die Kreisstromrate, das ist der Volumenstrom des rückgeführten Rauchgases dividiert durch den Rauchgasvolumenstrom ohne rückgeführtes Rauchgas, zwischen 20% und 50% eingestellt wird, dadurch gekennzeichnet, daß bei alleiniger Luftstufung das Stufenverhältnis für eine Stufenanzahl größer/gleich 2, definiert als Luftvolumenstrom der unteren Stufe dividiert durch den gesamten Luftvolumenstrom, zwischen 80/l% (80% dividiert durch Stufenanzahl l) und 140/l% (140% dividiert durch Stufenanzahl l) eingestellt wird, wobei die oberen Verbrennungsstufen zwischen $45\% - 10\% \times (l - 1)$ der Heizzughöhe (minimal jedoch bei 15%) und $45\% + 10\% \times (l - 1)$ der Heizzughöhe (maximal jedoch bei 85% angeordnet werden.

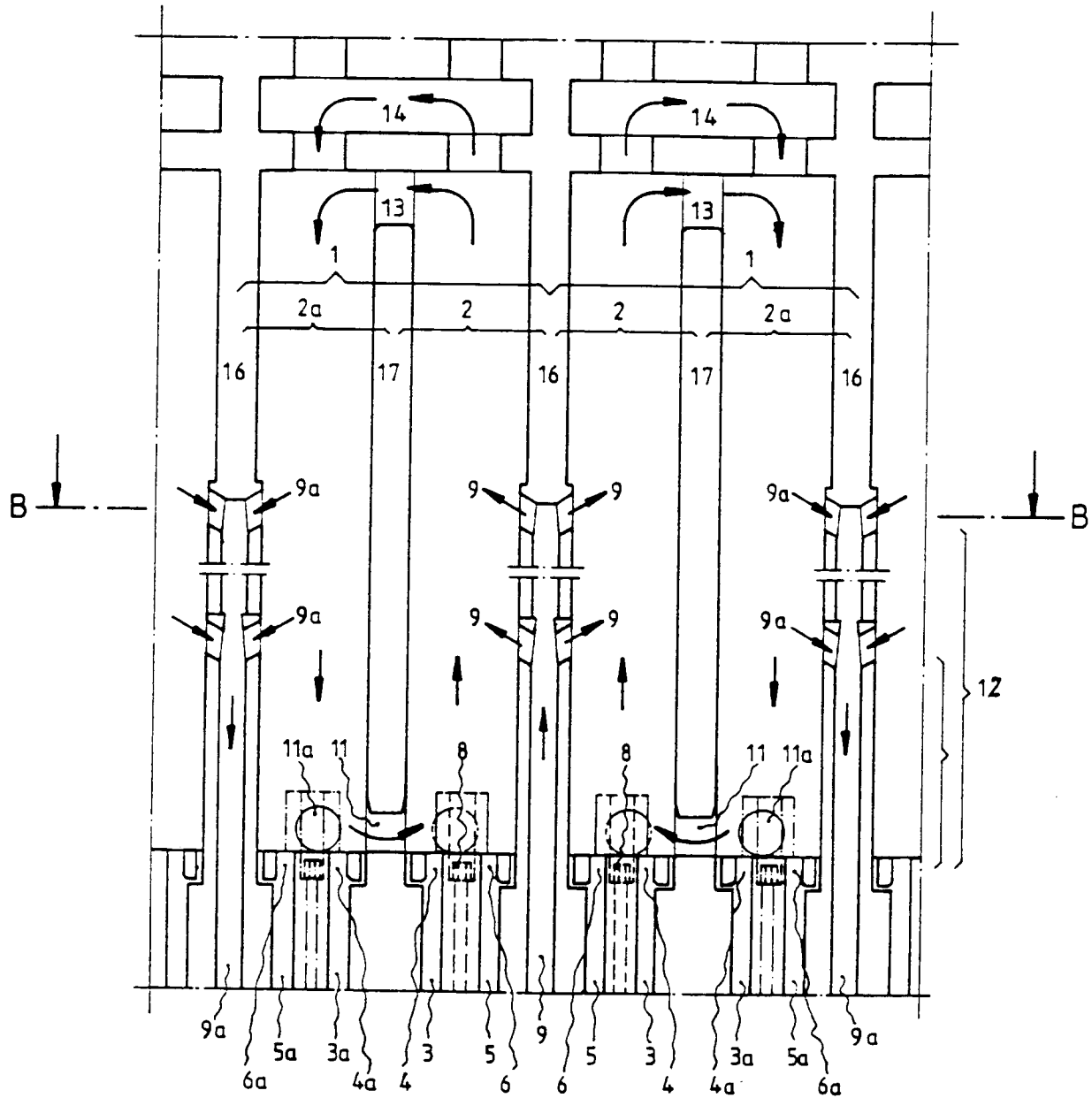
Claims

1. Process for reducing the NO_x content in the flue gas from the heating of coke ovens having heating flues cooperating in pairs, a plurality of combustion stages located at different levels and a flue gas recycle at the level of the heating flue bottom (circulating flow), the circulating flow rate, i.e. the volumetric flow of the recycled flue gas, divided by the volumetric flue gas flow without recycled flue gas, being set to a value between 20% and 50%, characterised in that, if only the air feed is staged, the stage ratio for a number of stages greater than/equal to 2, defined as the volumetric air flow of the lower stage divided by the total volumetric air flow, is set to between 80/l% (80% divided by the number of stages l) and 140/l% (140% divided by the number of stages l), the upper combustion stages being arranged between $45\% - 10\% \times (l - 1)$ of the heating flue height (but with a minimum at 15%) and $45\% + 10\% \times (l - 1)$ of the heating flue height (but with a maximum at 85).

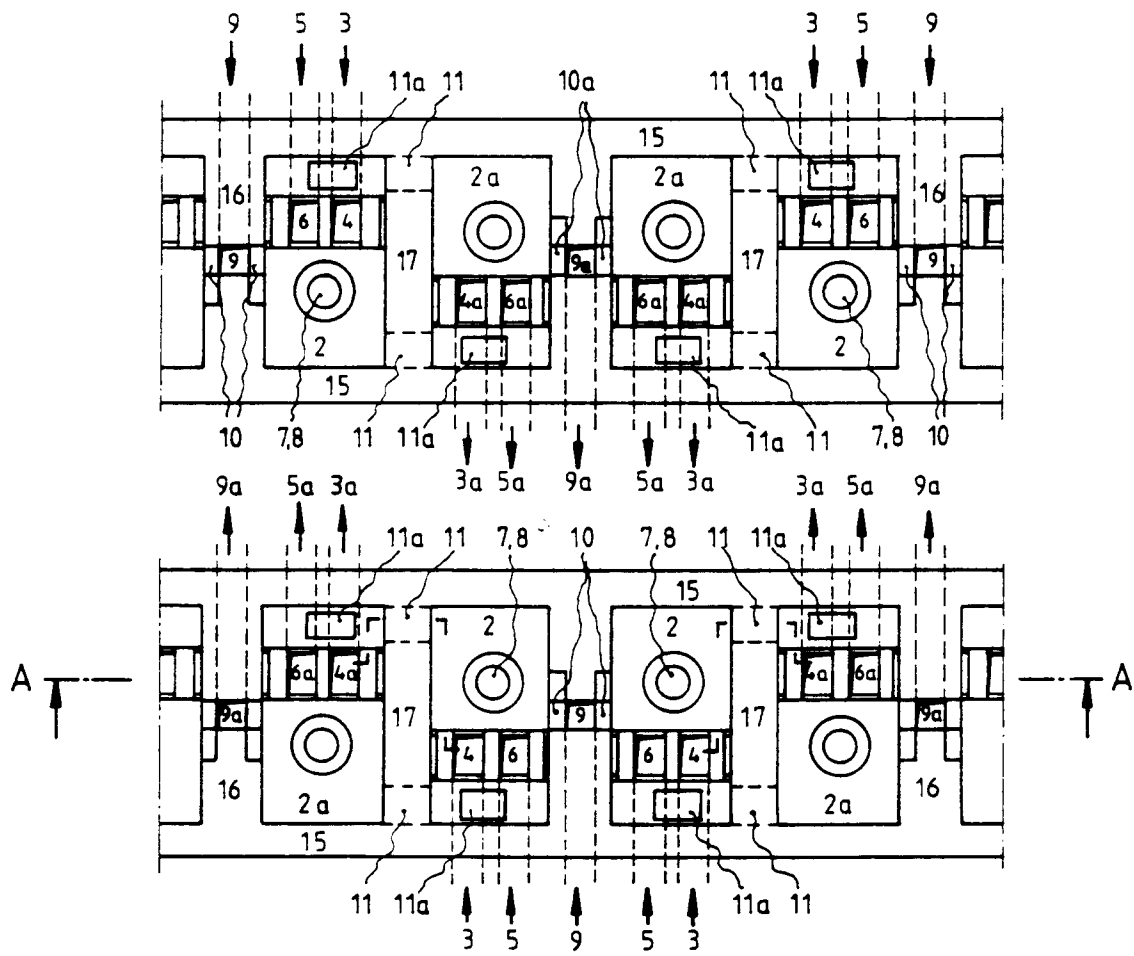
Revendications

1. Procédé pour réduire la teneur en NO_x dans les gaz de fumée lors du chauffage de fours de cokéfaction comportant des carneaux qui fonctionnent ensemble deux par deux, plusieurs étages de combustion situés à des niveaux différents ainsi qu'un renvoi de gaz de fumée au niveau de la sole de carneau (circuit de recyclage), tandis que le taux de recyclage qui est égal au débit en volume des gaz de fumée recyclés divisé par le débit en volume des gaz de fumée sans les gaz de fumée recyclés, est ajusté à un pourcentage compris entre 20% et 50%, caractérisé par le fait que dans le cas où seul est prévu un étagement de l'air, le rapport d'étagement pour un nombre d'étages supérieur/égal à 2, rapport défini comme étant le débit en volume d'air dans l'étage inférieur, divisé par le débit en volume de l'ensemble de l'air, soit ajusté entre 80/l% (80% divisés par le nombre l d'étages) et 140/l% (140% divisés par le nombre l d'étages), tandis que les étages de combustion supérieurs sont disposés à une hauteur comprise entre $45\% - 10\% \times (l - 1)$ de la hauteur de carneau (et en tout cas au minimum à 15%) et $45\% + 10\% \times (l - 1)$ de la hauteur de carneau (au maximum toutefois à 85%).

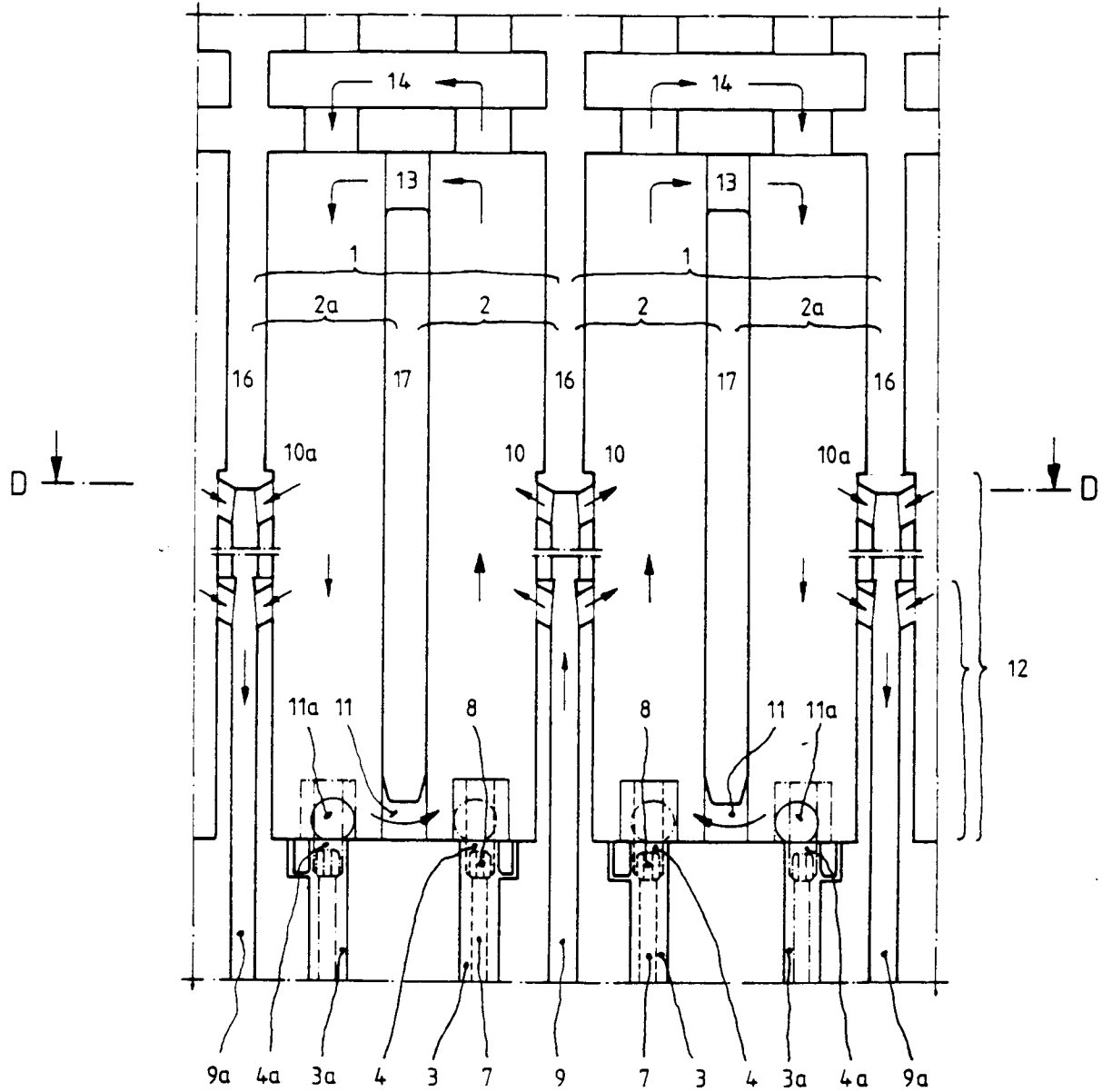
Schnitt A - A



Schnitt B - B



Schnitt C-C



Schnitt D - D

