

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 158205

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11) 158 205 (44) 05.01.83 3(51) B 01 D 3/16
(21) WP B 01 D / 229 439 2 (22) 23.04.81

(71) siehe (72)

(72) Hoppe, Klaus, Dr.-Ing.; Kulbe, Bernd, Dr.-Ing.; Müller, Jürgen, Dipl.-Ing.; Keller, Jürgen, Dipl.-Ing.; Schober, Günter, Dr.-Ing.; Paul, Peter, Dipl.-Ing., DD

(73) siehe (72)

(74) Siegfried Förster, VEB Germania Karl-Marx-Stadt, 9054 Karl-Marx-Stadt, Schulstraße 63

(54) Stoffaustauscheinheit

(57) Die Erfindung wird eingesetzt bei Flüssigkeits/Gas- bzw. Dampf-Kontaktierung in Kolonnen. Ziel ist die Schaffung einer Stoffaustauscheinheit, durch die der Energieeinsatz gesenkt oder die Produktreinheit erhöht wird. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Stoffaustauscheinheit zu entwickeln aus einer abgestimmten Kombination eines Kreuzgegenstrombodens mit Flüssigkeitsförderwirkung mit die Trennleistung verbessernden und das Entrainment reduzierenden Einrichtungen. Dies wird im wesentlichen dadurch erreicht, daß der Kreuzgegenstromboden als Ventilboden gestaltet ist, wobei die Ränder der Ventilteller zur Packung hin schräg nach oben gerichtet sind. Oberhalb der Bodenplatte ist in Abhängigkeit von der Flüssigkeits- und Dampfbelastung des Bodens in mindestens der doppelten Hubhöhe der Ventile eine Packung angeordnet. Sie besteht aus perforierten Lamellen. Über der Packung ist eine direkt angrenzende die gesamte Bodenfläche überdeckende horizontale Abscheideeinrichtung.

a) Titel der Erfindung

Stoffaustauscheinheit

5 b) Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Stoffaustauscheinheit für die Gas/Dampf-Flüssigkeits-Kontaktierung in Kolonnen.

10 Mit dieser Austauschereinheit werden verschiedene Prozesse, wie beispielsweise Rektifikation, Absorption, Desorption, Chemosorption und direkte Wärmeübertragung realisiert.

c) Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

15

Gem. DD-PS 107 212 ist die Verwendung von Hochleistungs-
packungen zur Verbesserung des Stoff- und Wärmeaustausches
in Rektifizierkolonnen bekannt. Die Lösung ist dadurch
gekennzeichnet, daß an den Phasengrenzgebieten der be-
lasteten Austauschböden in den kritischen Belastungs-
zonen von Rektifizierkolonnen Hochleistungspackungen
angebracht werden, wobei die Packungselemente der Hoch-
leistungspackung sowohl in die dampf- als auch flüssig-
keitsbelasteten Zonen eines Austauschbodens hineinragen.

25 Die Hochleistungspackungen sind in den kritischen Be-
lastungszonen, insbesondere im Bereich der Einlaufsektion
und der Kopfsektion der Rektifizierkolonne angeordnet.

Diese Lösung hat den Nachteil, daß die angestrebte Trenn-
30 wirkungsverbesserung nur bei solchen Kolonnensektionen

wirksam wird, in denen die zulässige Dämpfegrenzgeschwindigkeit überschritten wird und ein verstärktes Mitreißen von Flüssigkeitsteilchen auftritt. Dadurch kann die Trennwirkung nur partiell in den genannten Kolonnensektionen verbessert werden, Auswirkungen hinsichtlich der Verbesserung der Trennwirkung der gesamten Kolonne sind gering.

5 Durch den Einsatz von Hochleistungspackungen als zusätzliches Element in den belastungsmäßig kritischen Sektionen ergibt sich eine deutliche Erhöhung des Druckverlustes, so daß zur Sicherung der Funktionsweise der Kolonne der Bodenabstand extrem groß ausgeführt werden muß.

15 Eine Verbesserung der Trennleistung aller Böden einer Kolonne durch Einsatz dieser Lösung tritt nicht ein, weil Boden und Packung in ihrer hydraulischen Arbeitsweise nicht aufeinander abgestimmt sind. Das ist damit begründet, daß mit dem vorgeschlagenen Austauschboden ohne zusätzliche Ausgestaltung keine gezielte Flüssigkeitseintragung bei 20 normaler Belastung in die Packung erreicht werden kann.

Ein weiterer Nachteil auf Grund der fehlenden zusätzlichen Ausgestaltungen des Austauschbodens und der fehlenden hydraulischen Abstimmung zwischen Boden und Packung besteht 25 darin, daß bei der vorgesehenen Anordnung der Packung teilweise in der Flüssigkeitsschicht des Bodens ein hoher Flüssigkeitsgradient vom Zu- zum Ablauf eintritt, wodurch der Arbeitsbereich des Bodens eingeschränkt ist und ein starkes Abregnen der Flüssigkeit besonders am Zulauf nicht 30 vermeidbar ist.

Da die erfinderische Lösung auf dem Boden keine zusätzlichen Einrichtungen zur gezielten Beaufschlagung der Packung mit Flüssigkeit vorsieht, wird der obere im Dampf- 35 raum befindliche Teil der Packung nur wenig mit Flüssigkeit benetzt, wodurch dieser Teil der Packung für den Stoffaustausch nicht wirksam wird.

Durch die Ausführung der Hochleistungspackung aus einheitlich strukturiertem Material kann die Packung der unterschiedlichen Funktionen, sowohl zur Verbesserung der Trennwirkung des Bodens als auch zur Abscheidung der vom Boden mitgerissenen Flüssigkeit, nicht gleichermaßen gerecht werden.

Bei der vorgesehenen Anordnung der einheitlich strukturierten Packung im Phasengrenzgebiet Dampf/Flüssigkeit wird die Flüssigkeitsrückführung aus der Packung nicht erreicht und die erzielte Trennwirkungsverbesserung größtenteils wieder aufgehoben.

Durch die nur teilweise Überdeckung der aktiven Bodenfläche tritt an den freien Flächen infolge der Gasbypassströmung ein hohes Entrainment auf. Dieser Nachteil wirkt sich besonders negativ im Bereich des Flüssigkeitsablaufes aus.

Die einheitliche Struktur des Materials ist für die hydraulische Arbeitsweise im Bereich der Kolonnenwand von Nachteil.

Die in diesem Bereich ohnehin vorhandenen Toträume werden dadurch noch vergrößert, wodurch insgesamt die Trennwirkungsverbesserung wiederum teilweise kompensiert wird.

d) Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer Stoffaustauscheinheit, bei deren Einsatz die erforderlichen praktischen Bodenzahlen reduziert werden, bzw. eine Verringerung des erforderlichen Rücklaufverhältnisses möglich wird, wodurch der Energieeinsatz gesenkt oder die Produktreinheit erhöht wird.

e) Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Stoffaustauscheinheit zu entwickeln aus einer hinsichtlich der

Arbeitscharakteristik aufeinander abgestimmten Kombination eines Kreuzgegenstrombodens mit Flüssigkeitsförderwirkung mit die Trennleistung verbessernden und das Entrainment reduzierenden Einrichtungen.

5

- Dies wird im wesentlichen dadurch erreicht, daß der Kreuzgegenstromboden als Ventilboden gestaltet ist, wobei die Ränder der Ventilteller zur Packung hin schräg nach oben gerichtet sind und die Anordnung der Ventile im Kreuzgegenstromboden gleichartig zur Orientierung der Elemente der darüberliegenden Packung verläuft. Oberhalb der Bodenplatte ist in Abhängigkeit von der Flüssigkeits- und Dampfbelastung des Bodens in mindestens der doppelten Hubhöhe der Ventile eine Packung angeordnet. Sie besteht aus senkrechten in
- 10 Hauptströmungsrichtung der Flüssigkeit und mit Distanz parallel zueinander verlaufenden perforierten Lamellen und weist einen Abstand auf zwischen sich und dem Zu- und Ablauf, sowie zur Kolonnenwand. Dabei ist die Perforation der Lamellen nach unten orientiert. Über der Packung ist
- 15 eine direkt angrenzende, die gesamte Bodenfläche überdeckende, horizontale Abscheideeinrichtung angeordnet. Die Abscheideeinrichtung besteht aus formperforiertem senkrecht zur Kolonnenachse richtungsorientierten Material mit flüssigkeitsabführenden Öffnungen.
- 25 Eine besondere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß von den am Zulauf angrenzenden Ventilen bis maximal zur Bodenmitte bis 50% der Anzahl mit Ventiltellern versehen sind, deren Ränder bis zu 2/3 des Umfangs schräg nach unten gebogen sind. Dabei zeigt der nach unten gerichtete Teil
- 30 zum Zulauf.

Entsprechend der Flüssigkeitsbelastung der Stoffaustauscheinheit liegt die Oberkante des Ablaufwehres unterhalb, auf gleicher Höhe oder oberhalb der Unterkante der über dem Kreuzgegenstromboden angeordneten Packung.

Die Perforation in den Lamellen ist beidseitig im Wechsel angeordnet und die Größe der Perforation nimmt in Richtung des aufsteigenden Dampfstromes ab.

Die Distanz der parallel zueinander verlaufenden Lamellen in Richtung zu den beiden Randzonen der Packung an der Kolonnenwand nimmt zu. Der parallele Verlauf der Lamellen ist zickzackförmig oder gerade gestaltet.

Von besonderem Vorteil der Erfindung ist, daß die Richtung der Durchtrittsöffnungen in der Abscheideeinrichtung in Abhängigkeit vom Kolonnendurchmesser gleich oder unterschiedlich verläuft.

Die Erfindung wird an Hand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dieses Beispiel bezieht sich auf die Neuausführung einer Kolonne.

Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen in

Fig. 1: Stoffaustauscheinheit im Schnitt

Fig. 2: Schnitt AA aus Fig. 1

Fig. 3: Schnitt BB aus Fig. 1

Die Stoffaustauscheinheit besteht im wesentlichen aus drei Elementen, dem Kreuzgegenstromboden 1 mit Ablaufwehr 2, der darüberliegenden Packung 3 und der Abscheideeinrichtung. Der Kreuzgegenstromboden 1 ist als Ventilboden ausgebildet. Die Ventile 5 sind gem. Fig. 1 bis Bodenmitte zu 50% mit Ventiltellern 6 versehen, deren Ränder 7 zu $\frac{1}{3}$ des Umfangs schräg nach unten gerichtet sind. Der nach unten gerichtete Teil 8 zeigt zum Zulauf 9 hin. In einem Abstand, der der 3-fachen maximalen Hubhöhe der Ventile 5 entspricht, ist eine Packung 3 angeordnet. Diese besteht aus perforierten Lamellen 10, die mit Distanz parallel zueinander vom Zu- zum Ablauf 9; 11 des Kreuzgegenstrombodens 1 verlaufen.

Gemäß Fig. 2 ist der parallele Verlauf der Lamellen 10 zickzackförmig gestaltet. Die Teilung der Ventile 5 ist diesem Verlauf angepaßt.

Zur Sicherung einer gleichmäßigen Flüssigkeitsverteilung über die gesamte Breite des Kreuzgegenstrombodens 1 und eines ungestörten Flüssigkeitsabflusses sind die Lamellen 10 kürzer als der Abstand zwischen Zu- und Ablauf 9; 11, so
5 daß ein freier Raum am Zulauf 9 und Ablauf 11 besteht.

Zur Vermeidung von Toträumen sind die Lamellen 10 im Bereich der Kolonnenwand 13 mit größerem Abstand zueinander angeordnet. Dabei besteht außerdem wie am Zu- und Ablauf 9; 11 des Kreuzgegenstrombodens 1 ein freier Raum 12
10 zwischen Packung 3 und Kolonnenwand 13.

Aus Fig. 3 ist die wechselseitige Perforation der Lamellen 10 ersichtlich. Von oben gesehen weist diese Perforation keine freien Durchtritte auf.

Unmittelbar über der Packung 3 ist die Abscheideeinrichtung 4 angeordnet, die die gesamte Bodenfläche einschließlich des Ablaufes 11 überdeckt.
15

Diese Abscheideeinrichtung 4 ist gemäß Fig. 1 zweilagig gestaltet und besteht wiederum aus formperforiertem Material, bei dem die Richtung der Durchtrittsöffnungen 14 wechselt
20 innerhalb jeder Lage und ist von Lage zu Lage versetzt. Die Größe der Perforation im Material der Abscheideeinrichtung 4 nimmt von Lage zu Lage nach oben ab.

Bei Verwendung der erfinderischen Lösung für die Rekonstruktion vorhandener Kolonnen mit Kreuzgegenstromböden 1
25 ohne Transporteffekt wird die Packung 3 über dem Kreuzgegenstromboden 1 so hoch angeordnet, daß der durch die Packung 3 entstehende zusätzliche Flüssigkeitsgradient gering bleibt.

30 Die Wirkungsweise der Erfindung ist wie folgt:

Nachdem die Flüssigkeit aus dem Zulauf auf die aktive Bodenfläche geströmt ist, wird sie durch den Gas- bzw. Dampfstrom, der durch die spezielle Gestaltung der Ventile eine Förderwirkung besitzt, teils schräg nach oben in die
35 Packung und teils in Richtung zum Ablauf gefördert.

Durch die Benetzung der Packung steht für den Stoffaus-
tausch gegenüber konventionellen Böden eine wesentlich
größere Fläche zur Kontaktierung der Phasen zur Verfügung.
Durch die erfindungsgemäße Förderwirkung der Ventile auch
5 in Richtung des Ablaufs wird der Flüssigkeitsgradient
zwischen dem Zu- und Ablauf abgebaut, so daß eine gleich-
mäßige Begasung des Bodens erreicht wird.
Die Oberfläche des aufsteigenden Flüssigkeitsfilmes wird
durch die in den Lamellen vorhandene Perforation vergrößert
10 und ständig erneuert.
Die nach unten gerichtete Perforation der Lamellen führt
dabei zu einer teilweisen Rückführung der Flüssigkeit
auf den Boden. Dadurch wird das Entrainment verringert und
ein zusätzlicher Rektifiziereffekt erzielt.
15 Die in der Packung noch nicht abgeschiedene Flüssigkeit
gelangt mit dem Gas- bzw. Dampfstrom in die über der
Packung angeordnete Abscheideeinrichtung. Hier wird sie
durch Prallwirkung abgeschieden und durch die Richtungs-
20 orientierung der Perforation zur Kolonnenwand transpor-
tiert.
Mit der erfindungsgemäßen Stoffaustauscheinheit wird
aufgrund der beschriebenen Vergrößerung der Phasengrenz-
fläche und deren ständiger Erneuerung eine beträchtliche
25 Verbesserung der Trennwirkung erzielt.
Gleichzeitig tritt durch die Wirkungsweise der Abscheide-
einrichtung, d.h. bei erhöhten Gasbelastungen wird die mi-
gerissene Flüssigkeit auf den Kreuzgegenstromboden zurück-
geführt, so daß keine negative Beeinflussung durch Rück-
30 vermischung eintritt, eine Vergrößerung des Arbeitsbe-
reiches ein.
Diese Vorteile bewirken, daß gegenüber bekannten Stoff-
austauscheinrichtungen die Kolonnenhöhe durch Verringerung
der Bodenanzahl reduziert wird bzw. bei Beibehaltung der
35 vorhandenen Bodenzahl das Rücklaufverhältnis abgesenkt
wird, so daß die Kolonne energetisch effektiver arbeitet

und der Kolonnendurchmesser durch die verminderten inneren Volumenströme kleiner dimensioniert werden kann, bzw. die Verarbeitungskapazität der Kolonne ansteigt. Damit wird bei jedem Anwendungsfall die Raum/Zeit-Ausbeute positiv beeinflusst.

E r f i n d u n g s a n s p r u c h

1. Stoffaustauscheinheit, bestehend aus Kreuzgegenstromboden mit Ablaufwehr und darüber angeordneter
5 Packung, dadurch gekennzeichnet, daß der Kreuzgegenstromboden (1) als Ventilboden gestaltet ist, wobei die Ränder (7) der Ventilteller (6) zur Packung (3) hin schräg nach oben gerichtet sind und die Anordnung der Ventile (5) im Kreuzgegenstromboden (1) gleichartig zur
10 Orientierung der Elemente der darüber liegenden Packung (3) verläuft und daß in Abhängigkeit von der Flüssigkeits- und Dampfbelastung des Ventilbodens in mindestens der doppelten Hubhöhe der Ventile (5) oberhalb der Bodenplatte eine Packung (3), bestehend aus senkrechten in
15 Hauptströmungsrichtung der Flüssigkeit und mit Distanz parallel zueinander verlaufenden perforierten Lamellen (10) angeordnet ist, und die einen Abstand zwischen sich und dem Zu- und Ablauf (9; 11), sowie zur Kolonnenwand (13) aufweist, wobei die Perforation der Lamellen (10) nach
20 unten orientiert ist und daß darüber eine direkt angrenzende die gesamte Bodenfläche überdeckende horizontale Abscheideeinrichtung (4) angeordnet ist, die aus formperforiertem senkrecht zur Kolonnenachse richtungsorientiertem Material mit flüssigkeitsabführenden Öffnungen
25 besteht.

2. Stoffaustauscheinheit nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß von den am Zulauf (9) angrenzenden Ventilen bis maximal zur Bodenmitte bis 50 % der Anzahl mit

mit Ventiltellern (6) versehen sind, deren Ränder (7) bis zu $\frac{1}{3}$ des Umfangs schräg nach unten gebogen sind, wobei der nach unten gerichtete Teil (8) zum Zulauf (9) zeigt.

5

3. Stoffaustauscheinheit nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß entsprechend der Flüssigkeitsbelastung der Stoffaustauscheinheit die Oberkante des Ablaufwehres (2) unterhalb, auf gleicher Höhe oder oberhalb der Unterkante der über dem Kreuzgegenstromboden (1) angeordneten Packung (3) liegt.

4. Stoffaustauscheinheit nach Punkt 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Perforation in den Lamellen (10) beidseitig im Wechsel angeordnet ist.

5. Stoffaustauscheinheit nach Punkt 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der Perforation in den Lamellen (10) in Richtung des aufsteigenden Dampfstromes abnimmt.

6. Stoffaustauscheinheit nach Punkt 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanz der parallel zueinander verlaufenden Lamellen (10) in Richtung zu den beiden Randzonen der Packung (3) an der Kolonnenwand (13) zunimmt.

7. Stoffaustauscheinheit nach Punkt 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der parallele Verlauf der Lamellen (10) zickzackförmig oder gerade gestaltet ist.

30

8. Stoffaustauscheinheit nach Punkt 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtung der Durchtrittsöffnungen (14) in der Abscheideeinrichtung (4) in Abhängigkeit vom Kolonnendurchmesser über den gesamten Querschnitt gleich oder unterschiedlich verläuft.

35

9. Stoffaustauscheinheit nach Punkt 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehrlagiger Abscheideeinrichtung (4) die Richtung der Durchtrittsöffnungen (14) über den Querschnitt von Lage zu Lage versetzt verläuft.

5

10. Stoffaustauscheinheit nach Punkt 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der Perforation in der Abscheideeinrichtung (4) in Richtung des aufsteigenden Dampfstromes abnimmt.

10

11. Stoffaustauscheinheit nach Punkt 1 und 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Rekonstruktion existierender Bodenkolonnen anstelle des Ventilbodens für die Stoffaustauscheinheit die Hauptbestandteile des vorhandenen Kreuzgegenstrombodens angeordnet bleiben, wobei der Abstand zwischen der Oberkante der Austauschelemente des vorhandenen Kreuzgegenstrombodens und der Packung gemäß Punkt 7 das Doppelte der Höhe des Ablaufwehres beträgt.

15

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

229439 2

Fig. 1

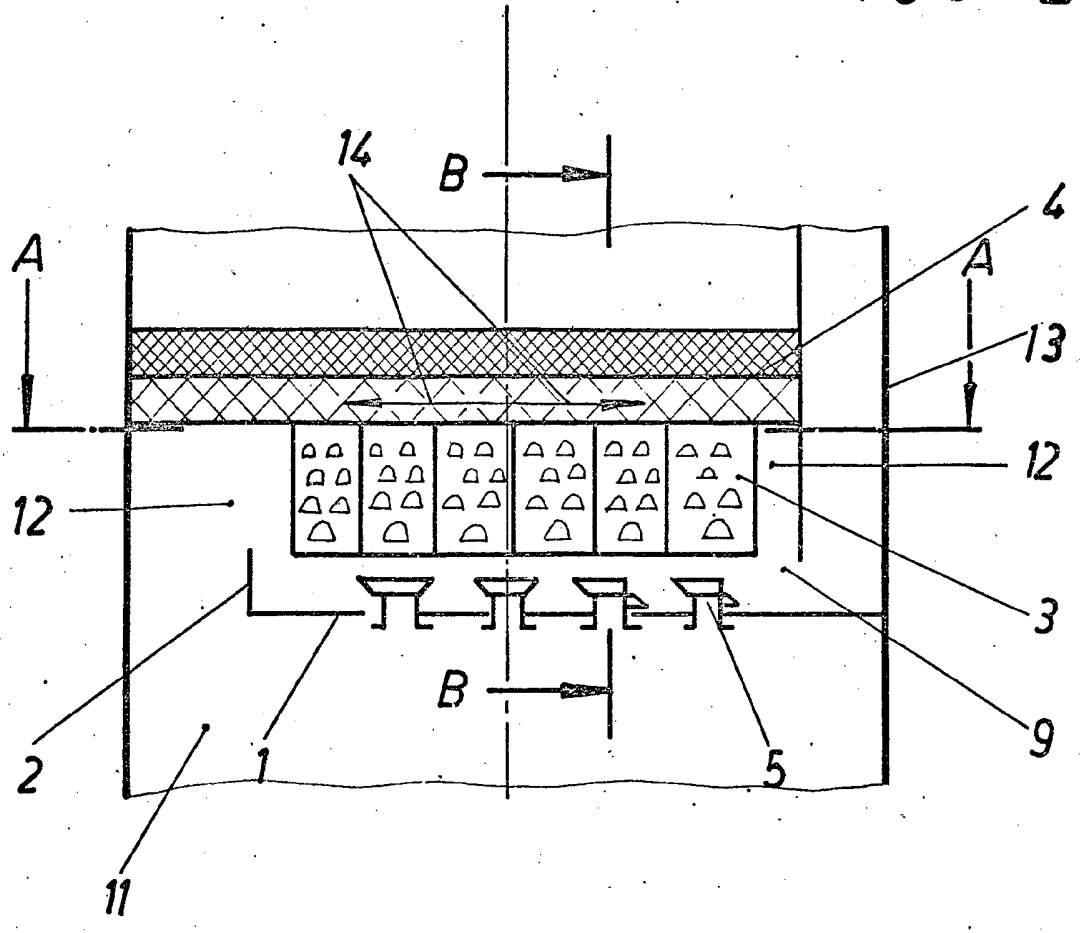
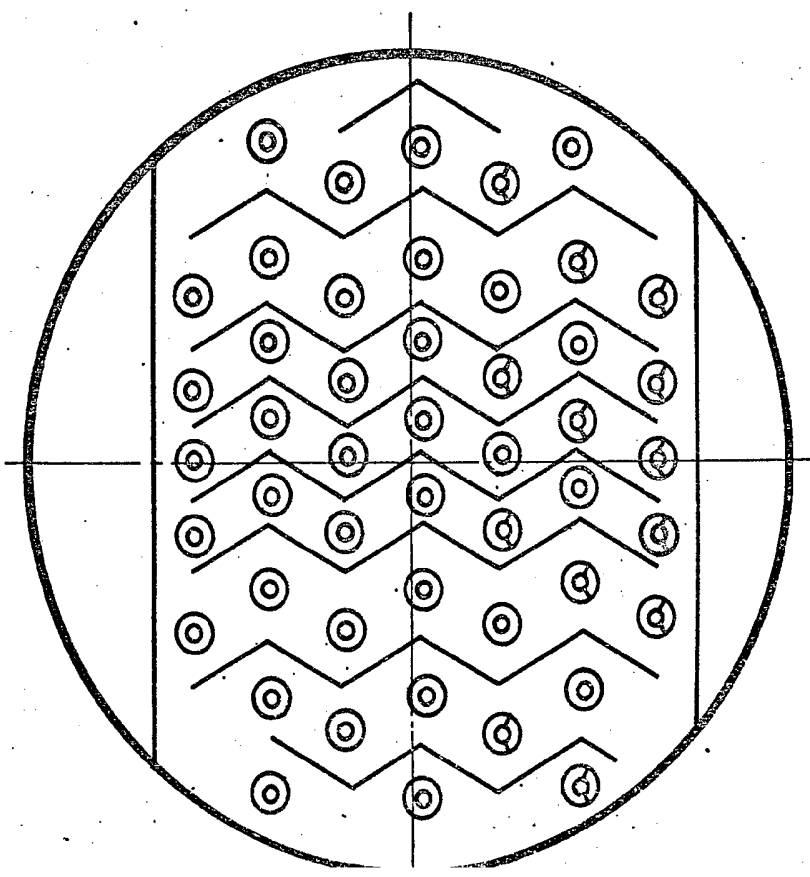


Fig. 2



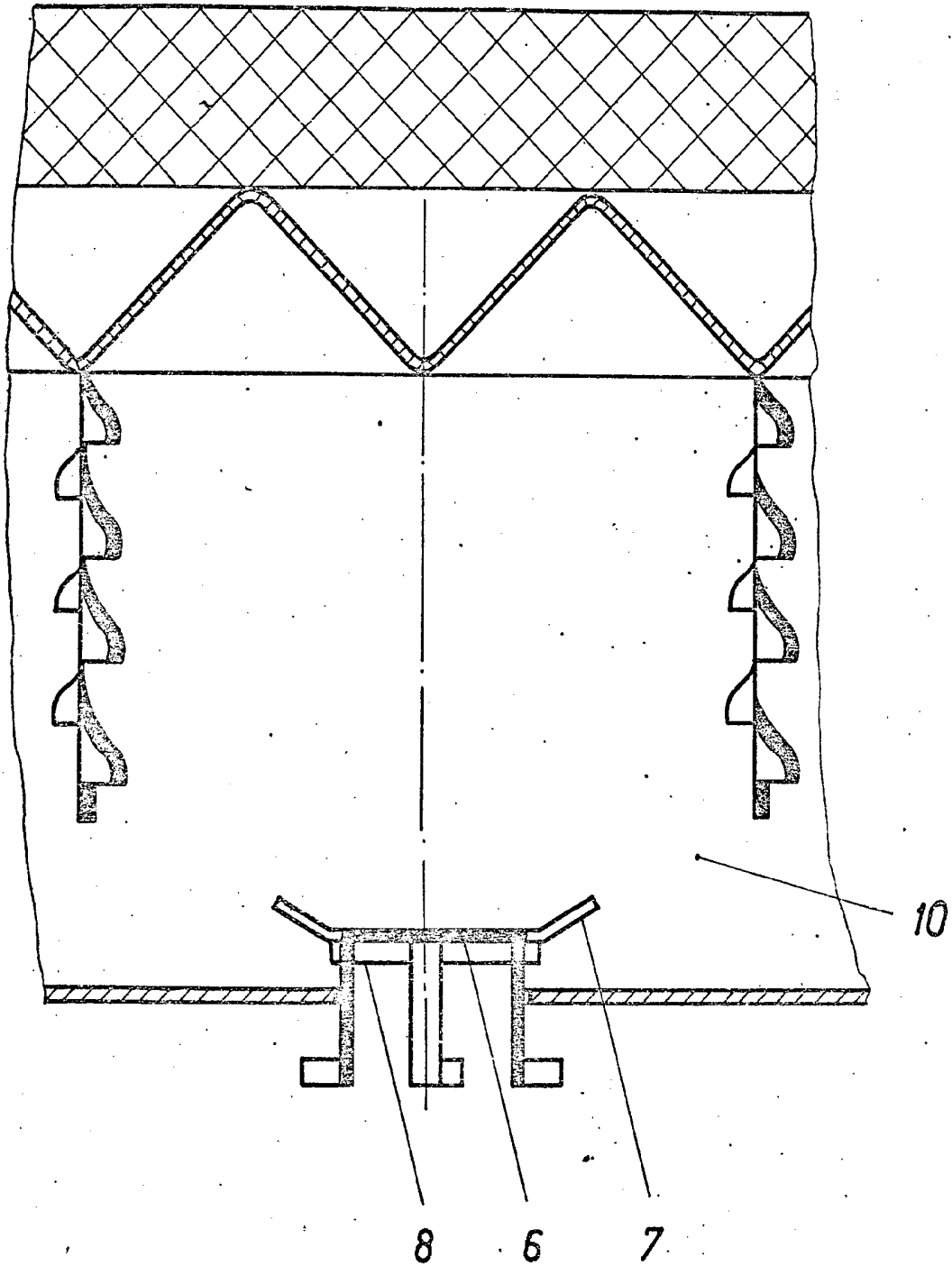


Fig. 3