



PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 01 D / 325 603 1

(22) 08.02.89

(44) 20.06.90

(71) VEB Germania Karl-Marx-Stadt, Postfach 162, Karl-Marx-Stadt, 9010, DD

(72) Weiß, Siegfried, Prof. Dr. sc. techn.; Herfurth, Herbert, Dr.-Ing.; Ahr, Norbert, Dipl.-Ing.; Hoppe, Klaus, Dr.-Ing.; Müller, Jürgen, Dipl.-Ing.; Barthel, Peter, Dipl.-Ing.; Weiner, Leopold; Graupner, Gerald; Büniger, Helmut, Dipl.-Ing., DD

(54) Kolonnenboden

(55) Querstromboden; Wärmeübertragung; Stoffübertragung; Förderwirkung; Hauptströmungsrichtung; Ablaufschacht; Segment; Ventilelement; Formperforation; Gasdurchtrittsöffnung; Flächenverhältnis; Arbeitsbereich; Druckverlust; Wirkungsgrad

(57) Die Erfindung beinhaltet einen Kolonnenboden. Die Erfindung betrifft einen Querstromboden für Wärme- und Stoffübertragungsprozesse zwischen Gas und Flüssigkeit. Anwendungsgebiete sind Destillation, Rektifikation, Absorption, Desorption u. a. Es ist Aufgabe, einen Querstromboden derart zu gestalten, daß vom Gasstrom auf die Flüssigphase eine im Winkel vom Gasdurchsatz unabhängige, aber abgestufte Förderwirkung in Hauptströmungsrichtung ausgeübt wird. Dies wird dadurch erreicht, daß zwischen den mit Ventilelementen bestückten Segmenten im ersten Viertel des Strömungsweges der Flüssigkeit und nach zwei Vierteln mindestens je ein mit Formperforation versehenes Segment in einer solchen Folge angeordnet ist, daß sich vor dem Ablaufschacht stets ein mit Ventilelementen bestücktes Segment befindet. Dabei sind die Gasdurchtrittsöffnungen schräg auf den Ablaufschacht orientiert. Die Fläche des ersten Segments mit Formperforation beträgt 10–25 % der aktiven Fläche. Das Flächenverhältnis nimmt in Hauptströmungsrichtung zu. Das Verhältnis der formperforierten Fläche zu der Ventilelementenfläche ist kleiner als 0,9. Mit der Erfindung wird der Arbeitsbereich vergrößert, der Druckverlust verringert bei besserem Wirkungsgrad. Fig. 2

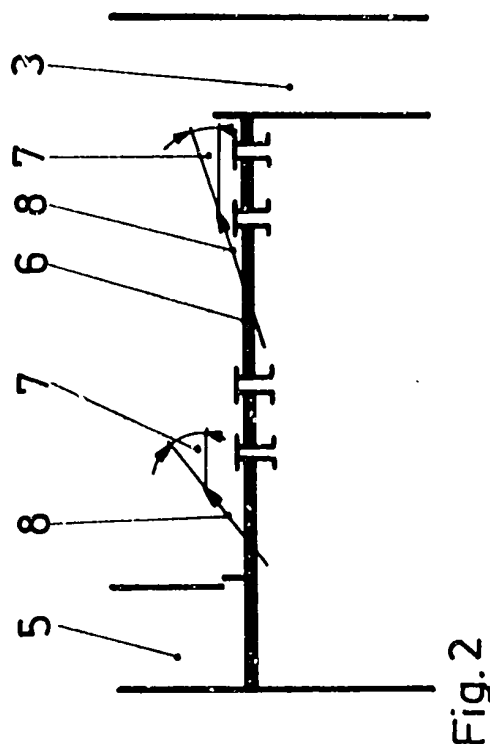


Fig. 2

Patentanspruch:

1. Kolonnenboden aus wenigstens vier unterschiedlich gestalteten, parallel zum Ablaufschacht angeordneten Segmenten bestehend, wobei Segmente mit senkrecht zur Bodenebene beweglichen Ventilelementen bestückt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen den mit Ventilelementen (4) bestückten Segmenten (1) im ersten Viertel des Strömungsweges der Flüssigkeit und nach zwei Vierteln mindestens je ein mit Formperforation (2) versehenes Segment (1) in einer solchen Folge angeordnet ist, daß sich vor dem Ablaufschacht (3) stets ein mit Ventilelementen (4) bestücktes Segment (1) befindet, wobei die Gasdurchtrittsöffnungen (6) in den Segmenten (1) mit Formperforation (2) so in das Blech eingebracht sind, daß deren Mittelachsen in einem Winkel (7) von 10–30° zur Horizontalen in Richtung auf den Ablaufschacht (3) orientiert sind und die Breite der Segmente (1) mit Formperforation (2) so ausgeführt ist, daß die Fläche des ersten in Hauptströmungsrichtung der Flüssigkeit angeordneten mit Formperforation (2) versehenen Segments (1) 10 bis 25% der gesamten aktiven Fläche des Kolonnenbodens beträgt und dieses Flächenverhältnis für die in Hauptströmungsrichtung der Flüssigkeit nachfolgenden formperforierten Segmente (1) um den Faktor 1,0 bis 1,2 zunimmt mit einem Verhältnis der Gesamtfläche der mit Formperforation (2) versehenen Segmente (1) zu der mit Ventilelementen (4) bestückten Fläche stets kleiner als 0,9.
2. Kolonnenboden nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Winkel (7), den die Mittelachsen (8) der Gasdurchtrittsöffnungen (6) in den mit Formperforation (2) versehenen Segmenten (1) zur Horizontalen einschließen, von Segment (1) zu Segment (1) in Hauptströmungsrichtung der Flüssigkeit um 3 bis 6° abnimmt.
3. Kolonnenboden nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mittelachsen (8) der Gasdurchtrittsöffnungen (6) in den Randteilen (9) der formperforierten Segmente (1) parallel zur Tangente an den Kolonnenmantel orientiert sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Querstromboden für Kolonnen zur Realisierung von Wärme- und Stoffübertragungsprozessen zwischen einer Gas- und einer Flüssigphase, z. B. bei der Destillation, Rektifikation, Absorption, Desorption u. a.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Nach DD-PS 216633 ist zur Durchführung von Stoff- und Wärmeübertragungsprozessen ein Querstromsiebboden mit richtungsorientierter Flüssigkeitsführung durch Ventilelemente bekannt. Dabei sind die Ventilelemente so angeordnet, daß sie innerhalb eines Siebbodensegmentes bei Erreichen ihres Maximalhubes einen spitzen Winkel in Hauptströmungsrichtung der Flüssigkeit zur Siebbodenplatte bilden.

Der Nachteil dieser Querstromböden besteht darin, daß bei geringen Gasbelastungen, bei denen es nicht zum Abheben der Ventilelemente kommt, eine Transportwirkung der Gasphase auf die Flüssigkeit ausbleibt. Weiterhin ist nachteilig, daß bei vollem Öffnungswinkel der Ventilelemente bei höherer Gasbelastung der Winkel zwischen der horizontal verlaufenden Flüssigkeitshauptströmungsrichtung und der Blasrichtung der Gasphase zu groß wird und damit die Transportwirkung des Gases auf die Flüssigkeit in Richtung des Ablaufschachtes abnimmt.

Nach DE-AS 2442530 und US-PS 4118446 wird ein Ventilboden für Stoffaustauschkolonnen vorgeschlagen, dessen Ventilelemente bei niedrigen Gasbelastungen in Richtung des Flüssigkeitshauptströmungsweges und bei hohen Gasbelastungen vollständig geöffnet sind.

Nachteilig bei dieser Lösung ist, daß der Gasstrom nur bei mittleren Belastungen eine Transportwirkung auf die Flüssigphase in Richtung Ablaufschacht ausübt.

Das Ausbleiben der Förderwirkung bei höheren Gasbelastungen wirkt sich negativ auf die flüssigkeitsseitige Belastbarkeit dieses Bodens aus.

Nach SU-PS 1018663 ist ein Boden bekannt, der aus perforierten Segmenten und aus mit Ventilelementen bestückten Segmenten besteht. Dabei sind die Ventilelemente einseitig mit perforierten Scheiben derart starr verbunden, daß diese Scheiben bei vollständig in Richtung des Hauptströmungsweges der Flüssigkeit geöffneten Ventilelementen die perforierten Segmente abdecken. Bei großen Gasbelastungen kommt es zum besagten Schließen der Gasdurchtrittsöffnungen der perforierten Segmente, wodurch der gesamte Gasstrom durch die Ventile gezwungen wird. Dabei ist nachteilig, daß der Teil der aktiven Bodenfläche, der mit Perforation versehen ist, für die erforderliche intensive Gas-/Flüssigkeitskontaktierung nicht mehr in Betracht kommt. Dadurch werden der Bodenwirkungsgrad ungünstig beeinflusst und der Druckverlust erhöht.

In der DE-PS 2807882 wird ein kreisförmiger Siebboden beschrieben, der mit Schlitzten zur Orientierung des Gasstromes derart versehen ist, daß das durch die Schlitzte strömende Gas auf Grund seiner Transportwirkung auf die Flüssigkeit diese gleichmäßig über den Boden verteilt.

Nachteilig wirkt sich bei diesem Bodentyp aus, daß die Gasdurchtrittsöffnungen starr sind und sich damit nicht mit steigendem Gasdurchsatz erweitern, um einem steigenden Druckverlust vorzubeugen und ein günstiges Dispersionsregime zu erzeugen. Nach SU-PS 980743 wird ein Querstromboden benutzt, der mit Ventilelementen bestückt ist, welche den durchtretenden Gasstrom derart von der Vertikalen ablenken, daß dieser beim Kontakt mit der Flüssigkeit auf diese eine Transportwirkung in Richtung des Ablaufschachtes ausübt.

Ein Nachteil dieser Anordnung ist, d.ß der Winkel zwischen dem Gasstrom und der Flüssigkeitshauptströmungsrichtung mit zunehmendem Gasdurchsatz und damit größer werdendem Öffnungswinkel der Ventilelemente größer wird und damit die beste Transportwirkung abnimmt.

Genäß US-PS 4225451 ist ein Ventilboden bekannt, bei dem der Gasstrom nur in Richtung des Hauptströmungsweges der Flüssigkeitsphase durch die Ventilelemente geführt wird. Da sich der Öffnungswinkel der Ventilelemente mit steigender Gasbelastung erhöht, vergrößert sich auch der Winkel zwischen Gas- und Flüssigkeitsstrom mit zunehmendem Gasdurchsatz. Nachteilig ist, daß dadurch die Transportwirkung des Gasstromes abnimmt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, einen Kolonnenboden zu schaffen, der einen zu höheren Gas- und Flüssigkeitsdurchsätzen vergrößerten Arbeitsbereich bei verringertem Druckverlust sowie verbessertem Wirkungsgrad aufweist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die zu lösende technische Aufgabe besteht darin, einen Querstromboden derart zu gestalten, daß vom Gasstrom auf die Flüssigkeitsphase eine im Winkel vom Gasdurchsatz unabhängige, aber abgestufte Förderwirkung in Hauptströmungsrichtung der Flüssigkeit vom Zu- zum Ablauf ausgeübt wird.

Dies wird im wesentlichen dadurch erreicht, daß zwischen den mit Ventilelementen bestückten Segmenten im ersten Viertel des Strömungsweges der Flüssigkeit und nach zwei Vierteln mindestens je ein mit Formperforation versehenes Segment in einer solchen Folge angeordnet ist, daß sich vor dem Ablaufschacht stets ein mit Ventilelementen bestücktes Segment befindet. Dabei sind die Gasdurchtrittsöffnungen in den Segmenten mit Formperforation so in das Blech eingebracht, daß deren Mittelachse in einem Winkel von 10 bis 30° zur Horizontalen in Richtung auf den Ablaufschacht orientiert sind.

Die Breite der Segmente mit Formperforation ist so ausgeführt, daß die Fläche des ersten in Hauptströmungsrichtung der Flüssigkeit angeordneten mit Formperforation versehenen Segments 10 bis 25% der gesamten aktiven Fläche des Kolonnenbodens beträgt.

Dieses Flächenverhältnis nimmt für die in Hauptströmungsrichtung der Flüssigkeit nachfolgenden formperforierten Segmente um den Faktor 1,0 bis 1,2 zu. Das Verhältnis der Gesamtfläche der mit Formperforation versehenen Segmente zu der mit Ventilelementen bestückten Fläche ist dabei stets kleiner als 0,9.

Eine besondere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß der Winkel, den die Mittelachsen der Gasdurchtrittsöffnungen in den mit Formperforation versehenen Segmenten zur Horizontalen einschließen, von Segment zu Segment in Hauptströmungsrichtung der Flüssigkeit um 3 bis 6° abnimmt. Die Mittelachsen der Gasdurchtrittsöffnungen in den Randteilen der formperforierten Segmente sind parallel zur Tangente an den Kolonnenmantel orientiert.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen in

Fig. 1: Draufsicht auf den Kolonnenboden

Fig. 2: Schnitt AA aus Fig. 1

Der Kolonnenboden ist als Querstromboden mit Flüssigkeitszulauf 5 und Ablaufschacht 3 ausgeführt. Die aktive Bodenfläche besteht aus zwei Segmenten 1 aus Streckmetall und aus zwei mit Ventilelementen 4 bestückten Segmenten 1. Alle Segmente 1 sind parallel zum Ablaufschacht 3 angeordnet.

Die Ventilelemente 4 sind senkrecht zur aktiven Bodenfläche beweglich und weisen über ihren Umfang die gleiche Hubhöhe auf. Die Gasdurchtrittsöffnungen 6 in den Segmenten 1 aus Streckmetall sind so in das Blech eingebracht, daß deren Mittelachsen 8 bei dem in Hauptströmungsrichtung der Flüssigkeit ersten Segment 1 in einem Winkel 7 von 24° zur Horizontalen in Richtung auf den Ablaufschacht 3 orientiert sind. Bei dem folgenden zweiten Segment 1 aus Streckmetall beträgt dieser Winkel 7 nur noch 19°. In den Randteilen 9 der Segmente 1 aus Streckmetall sind die Mittelachsen 8 dieser Gasdurchtrittsöffnungen 6 parallel zur Tangente an den Kolonnenmantel orientiert. Die Orientierung der Gasdurchtrittsöffnungen 6 ist in den Fig. 1 und 2 durch Pfeile dargestellt.

Die Breite des in Hauptströmungsrichtung der Flüssigkeit ersten Segments 1 aus Streckmetall ist so festgelegt, daß der Flächenanteil dieses Segments 1 an der gesamten aktiven Bodenfläche 18% beträgt. Beim folgenden zweiten Segment 1 aus Streckmetall ist dieser Flächenanteil auf 21% erhöht.

Die Anordnungsfolge der Segmente aus Streckmetall ist so, daß ein derartiges Segment 1 am Flüssigkeitszulauf 5 und nach der Bodenmitte vorgesehen ist. Vor dem Ablaufschacht 3 befindet sich ein mit Ventilelementen 4 bestücktes Segment 1. Die Wirkungsweise der Erfindung ist wie folgt:

Die dem Kolonnenboden zulaufende Flüssigkeit wird durch ein Ablaufwehr aufgestaut. In diese Flüssigkeitsschicht wird der

größte Teil des Gasstromes über Ventilelemente eingeleitet, die sich belastungsabhängig senkrecht zur Bodenebene mit über ihren Umfang gleicher Hubhöhe öffnen. Dadurch werden für den Gasstrom im Vergleich zu Jetventilelementen gleichmäßige Kontaktierungsbedingungen als Voraussetzung für die Erreichung eines hohen Bodenwirkungsgrades geschaffen.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung eines Segmentes aus Streckmetall am Flüssigkeitszulauf und die zielgerichtete Orientierung der Mittelachsen der Gasdurchtrittsöffnungen wird der Flüssigphase durch die Gasströmung ein Impuls in Richtung auf den Ablaufschacht verliehen. Als Folge dessen wird die Flüssigkeit rasch von der Zulaufstelle weg gefördert, und so werden die Bedingungen für die Erzielung einer höheren Durchsatzleistung des erfindungsgemäßen Bodens gegenüber konventionellen Ventilböden realisiert. Weiterhin wird durch die Förderwirkung des Gasstromes der sich zwischen Zulauf- und Ablaufschacht einstellende Flüssigkeitsgradient abgebaut, und es werden Durchregenerscheinungen sowie ein erhöhter Druckverlust vermieden.

Durch die besondere Ausgestaltung des Segments aus Streckmetall hinsichtlich Breite beziehungsweise Anteil an der Gesamtfläche der Segmente des Kolonnenbodens wird gesichert, daß der auf die Flüssigkeitsströmung übertragene Impuls weder eine bestimmte Größe überschreitet noch zu klein bemessen ist.

Bei einem zu großen Impuls ergeben sich Nachteile für den Stoffübergang, weil die Kontaktzeiten zwischen Gas- und Flüssigphase und das Flüssigkeits-hold-up des Kolonnenbodens stark reduziert werden.

Die flache Neigung der Mittelachse der Gasdurchtrittsöffnung zur Horizontalen im Segment aus Streckmetall beeinflußt die Richtung des der Flüssigkeit durch den Gasstrom verliehenen Impulses derart, daß das Entrainment gering bleibt und daß das dem Segment aus Streckmetall nachfolgende Ventilbodensegment seine volle Stoffübertragungsleistung entfalten kann.

Der der Flüssigphase aufgeprägte Impuls wird über deren Strömungsweg durch den hydraulischen Widerstand allmählich abgebaut. Deswegen ist nach Bodenmitte ein weiteres Segment aus Streckmetall in die aktive Bodenfläche eingeordnet, um der Flüssigphase erneut einen Impuls in Richtung Ablaufschacht zu verleihen. Bei diesem Segment aus Streckmetall weisen die Mittelachsen der Gasdurchtrittsöffnungen eine noch geringere Neigung zur Horizontalen auf als dies beim ersten Segment der Fall war. Dadurch und infolge der Anordnung eines Ventilbodensegments vor dem Ablaufschacht wird erreicht, daß die Flüssigkeit den Ablaufschacht nicht überspritzt und gegen die Kolonnenwand prallt. Auf diese Weise wird die Hauptursache für das Entrainment bei konventionellen Jet- oder Streckmetallböden eliminiert. Dadurch ist auch das Gas-hold-up der vom Boden in den Ablaufschacht strömenden Flüssigkeit relativ gering, und es wird eine gegenüber konventionellen Böden höhere Flüssigkeitsbelastbarkeit des erfindungsgemäßen Bodens erzielt.

Durch die besondere Anordnung der Gasdurchtrittsöffnungen in den Randteilen der Segmente aus Streckmetall wird eine Korrektur des Strömungsverlaufes in den Randbereichen des Kolonnenbodens bewirkt.

Diese Maßnahme gewährleistet beim ersten Segment aus Streckmetall eine bessere Gleichverteilung der Flüssigkeit über die gesamte Breite des Kolonnenbodens, und beim zweiten Segment wird dem Abregnen von Flüssigkeit entgegengewirkt.

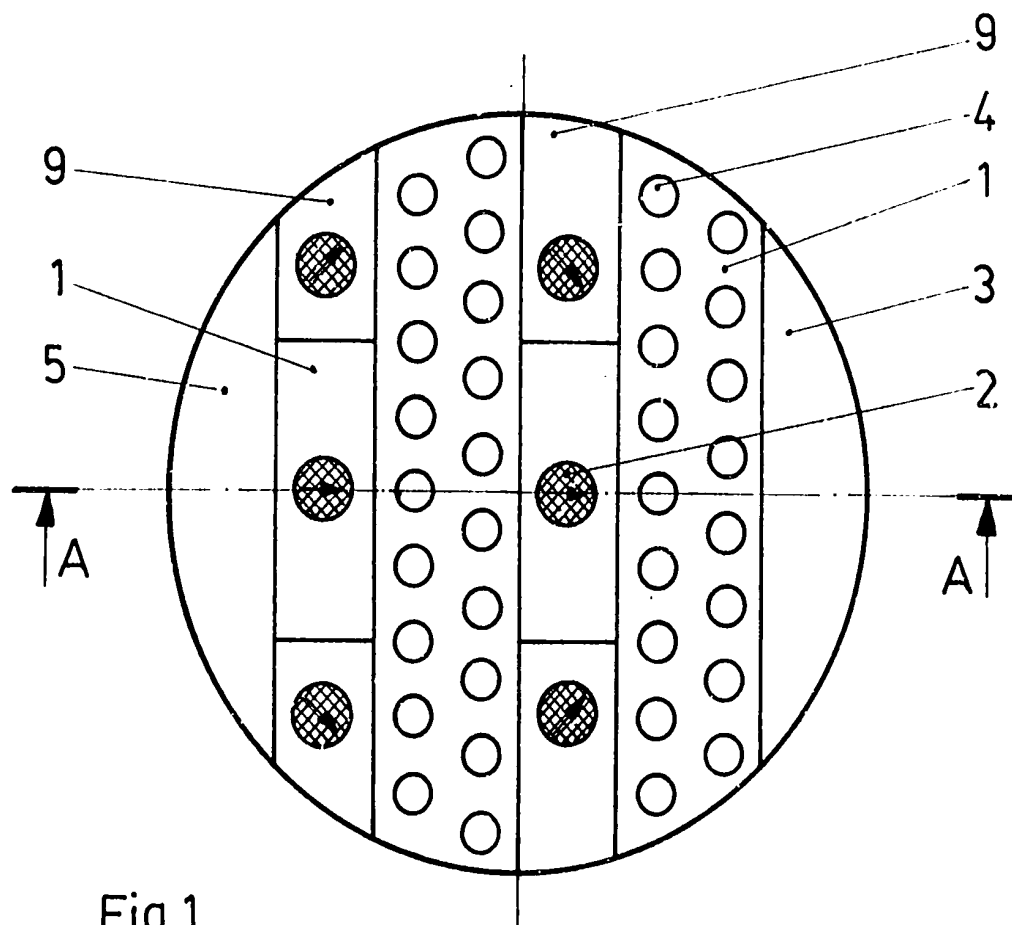


Fig.1

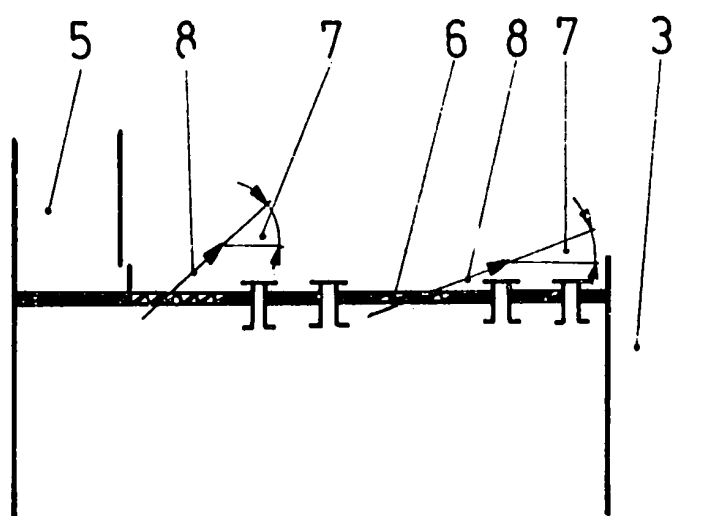


Fig. 2