Patentbibliothek des AfEP

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 140 426

Wirtschaftspatent
Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

				Int.Cl.[3]
(11)	140 426	(44)	05.03.80	3(51) B 01 J 19/00
(21)	WP B 01 J / 208 255	(22)	03.10.78	

(71) siehe (72)

(72) Shafranovsky, Alexandr V.; Olevsky, Viktor M., SU

(73) siehe (72)

(74) Internationales Patentbüro Berlin, 102 Berlin, Wallstraße 23/24

(54) Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen unter Beteiligung einer Flüssigkeit

(57) Die Erfindung betrifft einen Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen mit Beteiligung einer Flüssigkeit, der mindestens eine Sprüheinrichtung enthält, die im Gehäuse drehbar um die eigene Achse angeordnet ist und aus Rinnen besteht, welche in Form einer von der Achse der Sprüheinrichtung aus divergierenden mehrgängigen Spirale gekrümmt sind. Gemäß der Erfindung sind zumindest die peripherischen Abschnitte von mindestens zwei Rinnen 9 je nach der Entfernung der Abschnitte von der Achse der Sprüheinrichtung 7 in der zur Achse der Sprüheinrichtung 7 parallelen Richtung verschoben, derart, daß die peripherischen Enden 13 der Rinnen 9 in verschiedenen, zur Achse der Sprüheinrichtung 7 senkrechten Ebenen liegen. Der Apparat gewährleistet die Erhöhung der Effektivität des Stoffaustausches und die Vergrößerung der Wärmeübertragungszahl zwischen dem Flüssigkeitsfilm und der zu benetzenden Oberfläche. - Fig.1 -

29 Seiten

(688) Ag 141/79-79 5

AfEP 2686

Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen unter Beteiligung einer Flüssigkeit

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Ausrüstung zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen, die unter Beteiligung einer Flüssigkeit verlaufen, beispielsweise zur Dünnschichtverdampfung einer Flüssigkeit, Destillation, Rektifikation, chemischen Reaktionen, die von der Wärmeentwicklung begleitet werden, zur Kühlung und Vorwärmung von Gasen und Flüssigkeiten, zur Absorption und zur Befeuchtung von Gasen. Das besonders bevorzugte Anwendungsgebiet der Erfindung ist die Verdampfung und Destillation von Stoffen, die gegenüber erhöhten Temperaturen empfindlich sind, z. B. von Laktamen, Fettsäuren, mehrwertigen Alkoholen, Äthanolaminen, schwersiedenden Estern, verschiedenen Ölen, Nahrungsmitteln und pharmazeutischen Produkten.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekannt ist ein Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen unter Beteiligung einer Flüssigkeit (s. den UdSSR-Urheberschein Nr. 203621), der ein Gehäuse mit Mitteln zur Zuführung von am Prozeß beteiligten Produkten in und zur Abführung von Endprodukten aus dem Gehäuse enthält. Das Gehäuse weist ferner mehre-

re Sprüheinrichtungen, die um die eigene Achse drehbar angeordnet sind, sowie mit dem Gehäuse verbundene Mittel für die Flüssigkeitszuführung zu den zentralen Teilen der Sprüheinrichtungen auf. Jede der Sprüheinrichtungen besteht aus untereinander verbundenen Rinnen, die in Form einer von der Achse der Einrichtung divergierenden mehrgängigen Spirale gekrümmt ausgeführt sind. Die Rinnen jeder Sprüheinrichtung sind zwischen horizontal angeordneten Radialstangen eingespannt, die mit einer zentralen Sitzbuchse starr verbunden sind. Die peripheren Rinnenenden der Sprüheinrichtung sind verengt ausgebildet und in ein und derselben Ebene angeordnet, die senkrecht zur Achse der Sprüheinrichtung orientiert ist. Der bekannte Apparat besitzt eine Vertikalwelle, an der die genannten Sprüheinrichtungen übereinander befestigt sind. Außerdem ist der bekannte Apparat mit Mitteln zum Überströmen der Flüssigkeit von einer Einrichtung zur anderen versehen. Diese Mittel sind als an der inneren Seitenwand des Gehäuses befestigte Ringtaschen ausgeführt, die zur Aufnahme der von der Sprüheinrichtung versprühten Flüssigkeit dienen, sowie Überlaufmulden, die sich im Raum zwischen den Sprüheinrichtungen befinden. Die Aufnahmeenden der Mulden stehen mit den Ringtaschen zur Aufnahme der von den darüberliegenden Sprüheinrichtungen ablaufenden Flüssigkeit in Verbindung. Die Abflußenden der Mulden befinden sich über den darunterliegenden Sprüheinrichtungen. Somit erfüllen diese Mulden die Funktion von Mitteln zur Flüssigkeitszuführung zu den zentralen Teilen der Sprüheinrichtungen.

Das Gehäuse des Apparates kann von außen mit einem Mantel für ein Heiz- oder Kühlmittel versehen sein.

Bei Betrieb des bekannten Apparates strömt die Flüssigkeit dem zentralen Teil jeder Sprüheinrichtung zu, die sich um die eigene Achse dreht. Unter der Wirkung von Zentrifugalkräften gelangt die Flüssigkeit in die Vertiefungen der spiralförmig gekrümmten Rinnen. Desweiteren strömt die Flüssigkeit in der Vertiefung längs der Rinne entlang einer Spiralbahn vom Zentrum zum Umfang der Sprüheinrichtung. Vom Umfang der rotierenden Sprüheinrichtung wird die Flüssigkeit auf die Innenfläche des Apparatgehäuses in Form von Tropfen und Strahlen verteilt. Bei der vertikalen Anordnung des Apparatgehäuses und der Achse der Sprüheinrichtung läuft die Flüssigkeit unter der Schwerkraft als Film an der Innenfläche des Gehäuses ab. Hierbei wird der Film intensiv am engen ringförmigen Streifen der Innenwand des Gehäuses verwirbelt, der den Umfang der Sprüheinrichtung unmittelbar umfaßt.

Der Apparat kann zum Kontaktieren zwischen Gas und Flüssigkeit verwendet werden, was bei der Durchführung solcher Prozesse wie Rektifikation, Absorption, Befeuchtung und Abkühlung von Gasen, Abkühlung von Flüssigkeiten durch teilweise Verdampfung in den Gasstrom notwendig ist. In diesem Fall gelangt das Gas durch einen Stutzen im unteren Teil seines Gehäuses in den Apparat, überquert alle Sprüheinrichtungen, indem es durch die Spalten zwischen den Rinnen strömt, und wird durch einen Stutzen im oberen Teil seines Gehäuses aus dem Apparat abgeführt. Die Flüssigkeit wird durch einen Stutzen im oberen Gehäuseteil der obersten Sprüheinrichtung zugeführt. Die von der untersten Sprüheinrichtung verteilte Flüssigkeit wird durch einen Stutzen im unteren Teil des Gehäuses aus dem Apparat abgeführt. Der Wärme- und Stoffaustausch zwischen Gas und

Flüssigkeit in der Säule findet in den Spalten zwischen den Rinnen, in der den Raum zwischen den Sprüheinrichtungen und den Gehäusewänden füllenden Spritzerwolke sowie an der Oberfläche des die Innenfläche des Gehäuses benetzenden Filmes statt.

Falls das Gehäuse von außen mit einem Mantel versehen ist, in dem ein Heiz- oder Kühlmittel zirkuliert, können an der Gehäuseinnenfläche die Prozesse der Abkühlung, Erwärmung oder Verdampfung des Flüssigkeitsfilmes durchgeführt werden. Hierbei können Mittel zur Zu- und Abführung der Gasphase aus dem Apparat fehlen, wenn der Apparat nur zur Anwärmung der Flüssigkeit eingesetzt wird. Wird der Apparat zur Verdampfung der Flüssigkeit verwendet, muß er mit einem Stutzen zur Abführung der Gasphase (Dampfphase) versehen sein, wobei ein Stutzen zur Einführung der Gasphase in den Apparat nicht notwendig ist.

Ein Nachteil des bekannten Apparates zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen unter Beteiligung einer Flüssigkeit ist ein eng lokalisierter Zerstäubungsstrahl der von der Sprüheinrichtung verteilten Flüssigkeit. Bei der Verwendung des Apparates während des Kontaktierens von Gas und Flüssigkeit zeigt sich das in einer unzureichend entwickelten dispersen Kontaktfläche, die von der Sprüheinrichtung formiert wird.

Beim Einsatz des Apparates als Verdampfer führt der eng lokalisierte Zerstäubungsstrahl der Flüssigkeit zu einem ungenügend hohen Verwirbelungsgrad des Films der an der beheizten Innenfläche des Gehäuses ablaufenden Flüssigkeit. Der Flüssigkeitsfilm wird nur an dem engen ring-

förmigen Streifen der Innenfläche des Gehäuses intensiv verwirbelt, der den Umfang der Sprüheinrichtung unmittelbar umfaßt. Der beträchtliche Teil der Gehäusewände des Apparates ist von einem ruhig ablaufenden unverwirbelten Flüssigkeitsfilm bedeckt. Dies hat eine Verminderung der lokalen Intensität des Wärmeaustausches zwischen der heißen Gehäusewand und dem Flüssigkeitsfilm zur Folge.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist die Erhöhung der Effektivität des Wärme- und Stoffaustauschprozesses.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen solchen Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen unter Beteiligung einer Flüssigkeit zu schaffen, in dem die Sprüheinrichtung einen breiteren Zerstäubungsstrahl gewährleistet.

Dies wird dadurch erreicht, daß im Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen unter Beteiligung einer Flüssigkeit, der ein Gehäuse mit Mitteln zur Zuführung von am Prozeß beteiligten Ausgangsprodukten in und Abführung von Endprodukten aus dem Gehäuse enthält und in dem mindestens eine Sprüheinrichtung vorgesehen ist, die um die [illegible] drehbar [illegible] Rinnen besteht, die in Form einer von der Achse der Sprüheinrichtung aus divergierenden mehrgängigen Spirale mit Zwischenräumen zwischen ihren Windungen gekrümmt ausgeführt

sind, sowie ein Mittel für die Flüssigkeitszuführung zum zentralen Teil der Sprüheinrichtung vorgesehen ist. Erfindungsgemäß sind mindestens die peripheren Abschnitte von mindestens zwei Rinnen je nach Entfernung der Abschnitte von der Achse der Sprüheinrichtung in der zur Achse der Sprüheinrichtung parallelen Richtung derart verschoben, daß die peripheren Rinnenenden in verschiedenen, zur Achse der Sprüheinrichtung senkrechten Ebenen liegen.

Die Verwendung einer solchen Sprüheinrichtung im Stoffaustauschapparat gewährleistet durch die Bildung einer Spritzerwolke im gesamten Arbeitsvolumen des Apparates eine entwickelte Kontaktfläche zwischen Flüssigkeit und Gas. In Ergebnis dieser Lösung erhöht sich die Effektivität des Stoffaustausches.

Die Verwendung einer derartigen Sprüheinrichtung in einem Apparat, der mit einem Mantel mit darin zirkulierenden Heiz- oder Kühlmittel versehen ist, verbessert die Verteilung und Vermischung der Flüssigkeit an der benetzten Manteloberfläche. Dies führt zur Vergrößerung der Wärmeübertragungszahl zwischen dem Flüssigkeitsfilm und der benetzten Oberfläche.

Zweckmäßigerweise werden die Abflußabschnitte der peripheren Rinnenenden der Sprüheinrichtung verengt ausgeführt und unter verschiedenen Winkeln zu der zur Achse der Sprüheinrichtung senkrechten Ebene angeordnet. Dadurch wird ein besser gerichtetes und kontrollierbares Abschleudern der Flüssigkeit von der Sprüheinrichtung gewährleistet. Die Verwendung einer solchen Konstruktion der Sprüheinrichtung in einem Stoffaustauschapparat ermöglicht die Formierung

des Zerstäubungsstrahls in der gewünschten Richtung. Im Wärmeaustauschapparat trägt das zu einer gleichmäßigeren Flüssigkeitsverteilung an der beheizten Oberfläche bei.

Es ist vorteilhaft, daß die Sprüheinrichtung Rinnen enthält, die sich durch den Grad der Entfernung ihrer peripheren Enden von der Achse der Sprüheinrichtung unterscheiden und um die Achse in einer sich periodisch wiederholenden Reihenfolge angeordnet sind. Da sind die peripheren Rinnenenden, die näher zur Achse der Sprüheinrichtung liegen, ungefähr an die mittleren Abschnitte der benachbarten Rinnen herangeführt, die von der Achse der Sprüheinrichtung weiter entfernte periphere Enden aufweisen.

In diesem Fall kann man die Anzahl von Rinnen vergrößern, die im zentralen Teil der Sprüheinrichtung beginnen, im Vergleich mit der Rinnenanzahl vergrößern, die am Umfang der Sprüheinrichtung enden. Dadurch wird es möglich, die Flüssigkeit unmittelbar den zentralen Rinnenenden ohne Verwendung spezieller Verteilungshülsen zuzuführen, weil das Retentionsvermögen der Rinnen mit der Vergrößerung ihrer Zahl zunimmt. Auf diese Weise wird die Flüssigkeitszufuhr zum zentralen Teil der Sprüheinrichtung erleichtert und die vorzeitige Verteilung der Flüssigkeit von der Sprüheinrichtung ausgeschlossen.

Es ist auch möglich, daß die Zwischenräume zwischen den benachbarten Rinnen in der Ebene, die zur Achse der Sprüheinrichtung senkrecht steht, im zentralen Teil derselben kleiner sind als am Umfang. Dadurch wird ebenfalls die Zufuhr der Flüssigkeit zur Sprüheinrichtung erleichtert und der Verbrauch an Konstruktionswerkstoff durch Vergröße-

rung der Zwischenräume an derjenigen Stelle (am Umfang) der Sprüheinrichtung verringert, wo die Größe der Zwischenräume auf die Arbeitsqualität des Apparates keinen Einfluß hat.

Erfindungsgemäß kann das Mittel für die Flüssigkeitszufuhr zum zentralen Teil der Sprüheinrichtung in Form eines Stutzens ausgeführt sein, der unter einem solchen Winkel zur Innenfläche der Rinnen angeordnet ist, der die Drehung der Sprüheinrichtung unter der Wirkung des aus dem Stutzen ausströmenden Flüssigkeitsstrahls gewährleistet.

Dadurch kann auf einen Spezialantrieb zur Drehung der Sprüheinrichtung um ihre Achse verzichtet werden. Die kinetische Energie des Flüssigkeitsstrahls gewährleistet bei dessen ausreichend hoher Geschwindigkeit im genannten Stutzen von sich aus die Drehung der Sprüheinrichtung während des Zusammenstoßes des Strahls mit den Rinnen.

Vorteilhaft ist es auch, wenn die Achse der Sprüheinrichtung vertikal angeordnet ist und die peripheren Rinnenabschnitte der Sprüheinrichtung je nach ihrer Entfernung von der Achse der Sprüheinrichtung nach unten verschoben sind.
Auf diese Weise wird nicht nur die Fliehkraft zur Beschleunigung der Flüssigkeit auf den Rinnen ausgenutzt, die bei der Drehung der Sprüheinrichtung entsteht, sondern auch die Schwerkraft. Hierbei ist der relative Beitrag der Schwerkraft zur Flüssigkeitsbeschleunigung auf den Rinnen der rotierenden Sprüheinrichtung um so größer, je kleiner die Winkelgeschwindigkeit dieser Einrichtung

ist und je niedriger die peripheren Rinnenenden abgesenkt sind. Die Fallgeschwindigkeit der Flüssigkeitstropfen und -strahlen auf die zu benetzende Oberfläche ist gleich der geometrischen Summe der linearen Geschwindigkeit des peripheren Rinnenendes und der Bewegungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit bezüglich der Rinne selbst. Die letztere Geschwindigkeitskomponente ist ausschlaggebend bei geringen Drehgeschwindigkeiten der Sprüheinrichtung. Somit gewährleistet der erfindungsgemäße Apparat gegenüber den bekannten Apparaten bei geringen Winkelgeschwindigkeit der Sprüheinrichtung eine höhere Bewegungsgeschwindigkeit der Flüssigkeitstropfen und -strahlen im Augenblick ihres Fallens auf die rotierende Oberfläche und folglich einen größeren Verwirbelungsgrad des Flüssigkeitsfilms durch Ausnutzung von Schwerkräften zur zusätzlichen Beschleunigung der Flüssigkeit auf den Rinnen der Sprüheinrichtung. Im Endergebnis erhöht sich damit die Effektivität des Wärme- und Stoffaustauschprozesses an der zu benetzenden Oberfläche des Apparates.

Die Erfindung zeichnet sich weiter dadurch aus, daß die Rinnen der Sprüheinrichtung Unterbrechungen aufweisen, die die Rinnen in eine Reihe von aufeinanderfolgend angeordneten Abschnitten aufteilen, wobei die näher zur Achse der Sprüheinrichtung angeordneten Rinnenabschnitte sich in einer gemeinsamen, zur Achse der Sprüheinrichtung senkrechten Ebene befinden, indem sie eine ebene Spirale bilden, und Abläufe auf die von der Achse der Sprüheinrichtung weiter entfernten benachbarten Rinnenabschnitte aufweisen. Dadurch wird die Herstellung der Sprüheinrichtung erleichtert.

Vorzugsweise enthält die Sprüheinrichtung gesonderte Gruppen von Rinnen, die sich durch den Grad der Entfernung ihrer zentralen Enden von der Achse der Sprüheinrichtung unterscheiden. Ferner ist das Mittel für die Flüssigkeitszuführung zum zentralen Teil der Sprüheinrichtung in Form von Verteilungsvorrichtungen ausgeführt, die den Flüssigkeitsablauf auf die gesonderten Rinnengruppen gewährleisten.

Hierbei können die Verteilungsvorrichtungen für die Zuführung von Flüssigkeiten unterschiedlicher chemischer Art zu den verschiedenen Gruppen ein und derselben Sprüheinrichtung ausgenutzt werden. Dadurch ermöglicht es die Konstruktion des Apparates, die Vermischung verschiedener chemischer Reagenzien unmittelbar an der zu kühlenden Gehäuseoberfläche im Augenblick der Entwicklung der Reaktionswärme sicherzustellen. Der erfindungsgemäße Apparat ist bei der Durchführung von exothermen chemischen Reaktionen sehr effektiv, wobei durch seinen Einsatz die übermäßige Temperaturerhöhung des Reaktionsgemisches ausgeschlossen wird.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an den konkreten Ausführungsbeispielen eines Apparates zur Verdampfung der Flüssigkeit, eines Apparates zur Rektivikation und Destillation und eines Apparates, der zur Durchführung von exothermen Reaktionen geeignet ist, näher erläutert werden. In der dazugehörigen Zeichnung zeigt:

Fig. 1: einen erfindungsgemäßen Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen unter Beteiligung einer Flüssigkeit, im Längsschnitt;

Fig. 2: einen Schnitt II-II nach Fig. 1;

Fig. 3: einen erfindungsgemäßen Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen, der mehrere Sprüheinrichtungen und Mittel zum Überströmen der Flüssigkeit zwischen den Sprüheinrichtungen, im Längsschnitt;

Fig. 4: einen Schnitt IV-IV nach Fig. 3;

Fig. 5: einen erfindungsgemäßen Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen unter Beteiligung einer Flüssigkeit in einer Modifikation, der zur Durchführung von exothermen chemischen Reaktionen eingerichtet ist, im Längsschnitt;

Fig. 6: einen Schnitt VI-VI nach Fig. 5.

Der Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen unter Beteiligung einer Flüssigkeit in einer speziell zur Verdampfung der Flüssigkeit eingerichteten Modifikation besitzt ein waagerechtes zylindrisches Gehäuse 1 (Fig. 1) mit Mitteln zur Zuführung von am Prozeß beteiligten Ausgangsprodukten in und zur Abführung von Endprodukten aus dem Gehäuse. Diese Mittel schließen einen Stutzen 2 für die Zuführung der zu verdampfenden Flüssig-

keit in den Apparat, einen Stutzen 3 zur Abführung des nicht verdampften Flüssigkeitsrestes und einen Stutzen 4 für die Ableitung von sich bildenden Dämpfen ein. Im Gehäuse 1 ist koaxial eine Horizontalwelle 6 mit Hilfe von Lagern 5 drehbar angeordnet. Auf der Welle 6 ist eine Sprüheinrichtung 7 befestigt. Sie besteht aus Rinnen 8 und 9 (Fig. 1, 2) unterschiedlicher Länge, die mit einer zentralen Sitzbuchse 10 (Fig. 1) verbunden und die in Form einer von ihr aus divergierenden mehrgängigen Spirale gekrümmt ausgeführt sind. Alle kurzen Rinnen 8 auf ihrer gesamten Länge, darunter auch ihre zentralen Enden 11 (Fig. 2) und die peripheren Enden 12, sind in ein und demselben Querschnitt des Gehäuses angeordnet, d. h. sie bilden eine ebene archimedische Spirale. Die peripheren Abschnitte der Rinnen 9 sind je nach der Entfernung der peripheren Abschnitte von der Achse der Sprüheinrichtung 7 in der zur Achse der Sprüheinrichtung, d. h. zur Welle 6, parallelen Richtung derart verschoben, daß sich die peripheren Enden 13 der Rinnen 9 in verschiedenen Ebenen befinden, die zur Achse der Sprüheinrichtung 7 senkrecht stehen. Dadurch wird bei Drehung der Sprüheinrichtung 7 ein breiter Zerstäubungsstrahl der Flüssigkeit gewährleistet.

Die peripheren Enden 13 der langen Rinnen 9 sind mittels Bügel 14 an einer schraubenförmigen Rippe 15 befestigt. Diese Rippe 15 ist über Speichen 16 mit einer unter den Rinnen 8; 9 befindlichen Scheibe 17 verbunden. Die Scheibe 17 steht mit der zentralen Sitzbuchse 10 der Sprüheinrichtung 7 in Verbindung. Über die Scheibe 17 sind auch die Rinnen 8; 9 mit der zentralen Sitzbuchse 10 verbunden.

Die peripheren Enden 13 der Rinnen 9 sind im Abflußabschnitt verengt ausgeführt und unter verschiedenen Winkeln zu der zur Welle 6 senkrechten Ebene angeordnet. Damit wird eine kontrollierbare Verteilung der Flüssigkeit von den Rinnen 9 der Sprüheinrichtung 7 auf die Wände des Gehäuses 1 gewährleistet, das von außen mit einem beheizten Mantel 18 und mit Stutzen 19 für die Zu- und Abführung eines Wärmeträgers versehen ist. Die peripheren Enden 12 (Fig. 2) der kurzen Rinnen 8 befinden sich in einem kleineren Abstand von der Welle 6 als die peripheren Enden 13 der langen Rinnen 9. Die kurzen Rinnen 8 und die langen Rinnen 9 sind um die Sitzbuchse 10 in einer sich periodisch wiederholenden Reihenfolge angeordnet. Hierbei sind die peripheren Enden 12 der kurzen Rinnen 8 ungefähr an die mittleren Abschnitte der benachbarten langen Rinnen 9 herangeführt. Die Gangzahl der Spirale im Zentrum der Sprüheinrichtung 7, die in Fig. 1 dargestellt ist, ist vierundsechzig, am Umfang derselben aber sechzehn. Hierbei sind die Zwischenräume 20 (Fig. 2) zwischen den benachbarten Rinnen 8; 9 im zentralen Teil der Sprüheinrichtung 7 kleiner als die Zwischenräume 21 am Umfang derselben.

Die Stutzen 2 (Fig. 1) für die Zuführung der Flüssigkeit in den Apparat dient auch als Mittel für die Flüssigkeitszufuhr zum zentralen Teil der Sprüheinrichtung 7. Das Ende 22 des Stutzens 2 ist dicht an das Zentrum der Sprüheinrichtung 7 herangeführt. Dabei ist das Ende 22 des Stutzens 2 unter einem spitzen Winkel zur Querschnittsebene des Gehäuses 1 und unter einem Winkel zur Innenfläche der Rinnen 8; 9 angeordnet. In bezug auf die Achse der Sprüheinrichtung 7 ist das Ende 22 des Stutzens 2 so gerichtet, daß die Bahn des Strahls der unter Druck aus dem

Stutzen 2 ausströmenden Flüssigkeit die genannte Achse nicht schneidet.

Hierdurch wird die kinetische Energie des Strahls der aus dem Stutzen 2 ausströmenden Flüssigkeit in Drehbewegung der Sprüheinrichtung 7 umgewandelt.

Der gemäß der Erfindung ausgeführte Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen unter Beteiligung einer Flüssigkeit, der mehrere Sprüheinrichtungen enthält, die gleichachsig übereinander angeordnet sind, besitzt ein senkrechtes zylindrisches Gehäuse 23 (Fig. 3), in dem koaxial eine Vertikalwelle 24 mit an ihr befestigten Sprüheinrichtungen 25 drehbar angeordnet ist. In der Zeichnung wird nur ein Teil des Apparates gezeigt, weshalb die Mittel zur Zuführung von am Prozeß beteiligten Ausgangsprodukten in und zur Abführung von Endprodukten aus den Apparat in der Zeichnung nicht dargestellt sind. Zur Überströmung der Flüssigkeit von einer Sprüheinrichtung 25 zur anderen werden im Apparat Mittel verwendet, die aus Ringtaschen 26 und Überlaufmulden 27; 28; 29 (Fig. 4) bestehen und die ebenfalls als Mittel für die Flüssigkeitszufuhr zum zentralen Teil der Sprüheinrichtungen 25 dienen.

Die Sprüheinrichtung 25 besteht aus Rinnen 30; 31; 32; 33, die um die Welle 24 in Form einer mehrgängigen Spirale gedreht sind.

Die peripheren Enden 34; 35; 36; 37 der Rinnen 30; 31; 33 sind in verschiedenen Höhen angeordnet. Die zentralen Enden 38; 39; 40; 41 der Rinnen 30; 31; 32; 33 liegen auf

auf ein und demselben Niveau. Ungefähr im mittleren Teil weisen die Rinnen 30; 31; 32; 33 Unterbrechungen auf, die sie in aufeinanderfolgende Abschnitte 42 und 43 aufteilen. Die Abschnitte 42 der Rinnen 30; 31; 32; 33 bilden in ihrer Gesamtheit eine viergängige Spirale, die sich in der Horizontalebene entfaltet, d. h. eine ebene Spirale. Die Abschnitte 43 der Rinnen 30; 31; 32; 33 bilden in ihrer Gesamtheit auch eine viergängige Spirale, aber sie sind derart nach unten geneigt, daß bei der Drehung der Sprüheinrichtung 7 die Flüssigkeit sich nicht nur von der Welle 24 entfernt, sondern auch von der Horizontalebene, in der die Abschnitte 42 der Rinnen 30; 31; 32; 33 angeordnet sind, nach unten sinkt, d. h. die peripheren Abschnitte der Rinnen 30; 31; 32; 33 sind je nach ihrer Entfernung von der Achse der Sprüheinrichtung 25 nach unten verschoben. Eine derartige Form der Sprüheinrichtung 25 trägt dazu bei, daß zur Beschleunigung der Flüssigkeit auf den spiralförmig gekrümmten Rinnen 30; 31; 32; 33 nicht nur die Fliehkraft, sondern auch die Schwerkraft ausgenutzt wird. Hierbei ist der relative Anteil der Schwerkraft zur Flüssigkeitsbeschleunigung auf den Rinnen 30; 31; 32; 33 um so höher, je kleiner die Drehgeschwindigkeit der Welle 24 ist und je niedriger die peripheren Enden 34; 35; 36; 37 der Rinnen 30; 31; 32; 33 abgesenkt sind. Die Fallgeschwindigkeit von Flüssigkeitstropfen und -strahlen auf die zu benetzende Innenfläche des Gehäuses 23 ist gleich der geometrischen Länge der linearen Geschwindigkeit des peripheren Endes 34; 35; 36; 37 der Rinne 30; 31; 32; 33 und der Flüssigkeitsgeschwindigkeit bezüglich der Rinne 30; 31; 32; 33 selbst, wobei die letztere Geschwindigkeitskomponente im Falle der geringen Winkelgeschwindigkeiten der Sprüheinrichtung 25 ausschlaggebend ist. Die ebene

Spirale, die aus den Abschnitten 42 der Rinnen 30; 31; 32; 33 besteht, ist an einer ringförmigen Hülse 44 (Fig. 3) mit äußerer Seitenwand 45 (Fig. 4) und zentraler Sitzbuchse 46 mit Hilfe von radialen Rippen 47; 48 (Fig. 3) befestigt. Eine der Mulden 27 (Fig. 4) ist zur Flüssigkeitszufuhr zum Inneren der ringförmigen Hülse 44 bestimmt. Die Mulden 28; 29 sind für die unmittelbaren Flüssigkeitszufuhr zu den Abschnitten 42 der Rinnen 30; 31; 32; 33 vorgesehen. Somit erfüllen die Überströmmulden 27; 28; 29 die Funktionen eines Mittels für die Flüssigkeitszufuhr zum zentralen Teil der Sprüheinrichtung 25. Zur Befestigung der Abschnitte 43 der Rinnen 30; 31; 32; 33 werden Längsstäbe 49 (Fig. 3) und Radialleisten 50 verwendet, die mit den Stäben 49 verbunden sind. An den Stoßteilen sind die Abschnitte 42 und 43 mit den radialen Rippen 48 verbunden. Die genannten Stoßteile gewährleisten das Überströmen der Flüssigkeit von den Abschnitten 42 auf die Abschnitte 43 der Rinnen 30; 31; 32; 33 (Fig. 4). Die Längsstäbe 49 (Fig. 3) sind über die radialen Rippen 48 mit der ringförmigen Hülse 44 und über die radialen Rippen 51 mit der Sitzbuchse 52 verbunden. Die Sprüheinrichtung 25 wird mit Hilfe der ringförmigen Hülse 44 und der Sitzbuchse 52 an der Welle 24 montiert.

Wenn das Gehäuse 23 des Apparates mit einem Außenmantel 53 versehen ist, in dem ein Wärmeträger zirkuliert, kann im Apparat neben dem Stoffaustausch auch die Verdampfung der Flüssigkeit an der Innenfläche des Gehäuses 23 durchgeführt werden. Falls der Apparat hauptsächlich als Verdampfer eingesetzt wird, besteht keine Notwendigkeit, die Zwischenräume zwischen den Rinnen 30; 31; 32; 33 (Fig. 4) in der zur Welle 24 senkrechten Ebene gleich

beizubehalten. Beispielsweise überschreiten die Zwischenräume 54 zwischen den peripheren Enden 34; 35; 36; 37 der Rinnen 30; 31; 32; 33 größenmäßig die Zwischenräume 55 zwischen den zentralen Enden 38; 39; 40; 41 derselben Rinnen 30; 31; 32; 33 beträchtlich.

Der erfindungsgemäße Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen unter Beteiligung einer Flüssigkeit, besitzt in der speziell zur Durchführung von exothermen Reaktionen eingerichteten Modifikation ein senkrechtes Gehäuse 56 (Fig. 5) mit Stutzen 57; 58 für die Zuführung von verschiedenen flüssigen Reagenzien, mit einem Stutzen 59 für die Abführung des Reaktionsgemisches und einem Stutzen 60 für die Ableitung von im Verlaufe der chemischen Reaktionen sich bildenden Gasen und Dämpfen aus dem Apparat. Im Gehäuse 56 ist mit Hilfe von Lagern 61 koaxial eine Vertikalwelle 62 drehbar angeordnet. An der Welle 62 ist eine Sprüheinrichtung 63 befestigt. Die für die Flüssigkeitszufuhr zum Apparat verwendeten Stutzen 57; 58 gehören zugleich zum Mittel für die Flüssigkeitszufuhr zum zentralen Teil der Sprüheinrichtung 63. Die Sprüheinrichtung 63 besteht aus Rinnen 64 und 65 (Fig. 5, 6), die in einer sich periodisch wiederholenden Reihenfolge um die Welle 62 angeordnet sind.

Die Rinnen 64 und 65 unterscheiden sich vor allem dadurch, daß ihre zentralen Enden 66 bzw. 67 (Fig. 6) sich in verschiedener Entfernung von der Welle 62 befinden. Die Zwischenräume zwischen den Rinnen 64 und 65 sind zumindest von oben her durch Ablenker 68 (Fig. 5, 6) teilweise überdeckt. Im Zentrum der Sprüheinrichtung 63 (Fig. 5) ist eine ringförmige Hülse 69 vorgesehen. Die Ablenker 68

bilden gemeinsam mit der ringförmigen Hülse 69 und den Stutzen 57; 58 Verteilungsvorrichtungen, die den Ablauf der Flüssigkeit auf zwei gesonderte Gruppen der Rinnen 64; 65 gewährleistet (die eine Gruppe vereinigt die Rinnen 64 und die andere die Rinnen 65).

Tatsächlich gewährleistet das Abflußende des Stutzens 57, da es über der ringförmigen Hülse angeordnet ist, nur die Flüssigkeitszufuhr zu den Rinnen 64, die eine gesonderte Rinnengruppe bilden. Der andere Stutzen 58 ist aber von oben an die Ablenker 68 herangeführt, so daß der Ablauf der Flüssigkeit aus ihm nur auf die zentralen Enden 67 (Fig. 6) der Rinnen 65 möglich ist, die ebenfalls eine gesonderte Rinnengruppe bilden.

Die Verteilungsvorrichtungen, die aus den Ablenkern 68, der ringförmigen Hülse 69 (Fig. 5) und den Stutzen 57; 58 bestehen und den Ablauf der Flüssigkeit auf die gesonderten Rinnengruppen gewährleisten, erfüllen die Funktion eines Mittels für die Flüssigkeitszufuhr zum zentralen Teil der Sprüheinrichtung 63. Das Gehäuse 56 ist von außen mit einem Mantel 70 versehen, in dem ein Kühlmittel, z. B. Wasser, zirkuliert, damit die von den peripheren Enden 71 ; 72 der benachbarten Rinnen 64; 65 abgeworfene Flüssigkeit momentan abgekühlt wird. Die peripheren Enden 71; 72 der benachbarten Rinnen 64; 65 sind paarweise so vereinigt, daß die Abflußkanten irgendeines Paares der Rinnen 64; 65 gegen ein und denselben zu benetzenden Abschnitt der Innenfläche des Gehäuses 56 gerichtet sind. Gleichzeitig weisen verschiedene Paare der Rinnen 64; 65 die peripheren Enden 71; 72 auf, die sich in verschiedenen Querschnitten des Gehäuses 56 befinden. Dadurch werden Flüssigkeiten unterschiedlicher

chemischer Art unmittelbar an der zu kühlenden Wand und dabei an der gesamten Oberfläche derselben vermischt. Die zentralen Enden 66 (Fig. 6) der Rinnen 64 stehen mit der ringförmigen Hülse 69 (Fig. 5) in Verbindung. Die Rinnen 64; 65 sind an einem unteren Ring 73 befestigt, der mittels radialen Rippen 74 mit einer Sitzbuchse 75 in Verbindung steht, die in einem Stück mit der ringförmigen Hülse 69 ausgeführt ist. Die peripheren Enden 71; 72 der Rinnen 64; 65 sind mit einer schraubenförmigen Zwischenwand 76 verbunden, die ihrerseits mittels Speichen 77 an der Sitzbuchse 75 befestigt ist.

Zur Realisierung der vorliegenden Erfindung sind weder die Form noch die Anordnung des Apparatgehäuses wesentlich, welches zylindrisch, konisch, hemisphärisch oder von anderer beliebiger Gestalt sein kann.

Die Rinnen können in der Draufsicht eine mehrgängige Spirale beliebiger Art, wie z. B. eine archimedische, logarithmische, hyperbolische Spirale u. ä. bilden. Ebenfalls kann die Drehrichtung der Sprüheinrichtung in Abhängigkeit von der konkreten Ausführung des erfindungsgemäßen Apparates so oder so gewählt werden. Das Verfahren zur Rinnenbefestigung ist für die Realisierung der vorliegenden Erfindung gleichfalls nicht wesentlich, ebenso wie die Form des Rinnenquerschnitts, der trogförmig, halbrund u. ä. sein kann, sowie die Ausrichtung der Seitenränder der Rinnen hinsichtlich der Achse der Sprüheinrichtung.

Der Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen unter Beteiligung einer Flüssigkeit, der in Fig. 1, 2 dargestellt ist, arbeitet folgendermaßen:

Die Flüssigkeit wird unter dem Druck einer in der Zeichnung nicht abgebildeten Pumpe durch den Stutzen 2 (Fig.1) in Form eines dichten Geschwindigkeitsstrahls auf die Innenfläche der Rinnen 8; 9 im zentralen Teil der Sprüheinrichtung 7 geleitet, wodurch diese in Drehbewegung versetzt wird. Die Drehrichtung der Sprüheinrichtung 7 ist so, daß die peripheren Enden 13 der Rinnen 9nach der Seite ausgerichtet sind, die ihrer Bewegungsrichtung entgegengesetzt ist. Unter der Wirkung von Fliehkräften wird die Flüssigkeit längs der Rinnen 8; 9 verschoben und dann auf die Innenfläche des von außen beheizten Gehäuses 1 abgeworfen. Hierbei wird die genannte Innenfläche mit einem ununterbrochenen Flüssigkeitsfilm bedeckt, der durch Tropfen und Strahlen der Flüssigkeit stets verwirbelt wird. Ein Teil der Flüssigkeit verdampft dabei teilweise. Der unverdampfte Flüssigkeitsrest wird aus dem Gehäuse 1 durch den Stutzen 3 abgeführt. Die gebildeten Dämpfe ziehen aus dem Gehäuse 1 durch den Stutzen 4 ab. Der Apparat kann z. B. zur Verdampfung von Kaprolaktam bei einem Restdruck von 1-3 Torr, Spuren von Wasser und leichtsiedenden Gemischen eingesetzt werden, die in einer geringen Menge (2-5 %) im Ausgangsprodukt - in Roh-Kaprolaktam - enthalten sind.

Der Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen unter Beteiligung einer Flüssigkeit, der in Fig. 3, 4 dargestellt ist, arbeitet folgendermaßen:

Mittels eines in der Zeichnung nicht dargestellten Antriebs wird die Welle 24 in Drehung versetzt. Hierbei sind die peripheren Enden 34; 35; 36; 37 (Fig. 4) der Rinnen 30; 31; 32; 33 in Bewegungsrichtung derselben ausgerichtet.

Die Flüssigkeit gelangt über die Überlaufmulden 27; 28; 29 entweder unmittelbar von oben her (Mulden 28; 29) oder durch die ringförmige Hülse 44 (Mulde 27) zum zentralen Teil der Sprüheinrichtung 25. Unter der Wirkung von Fliehkräften strömt danach die Flüssigkeit über die Rinnen 30; 31; 32; 33, wird bezüglich dieser Rinnen beschleunigt und wird darauf auf die Innenwände des Gehäuses 23 mit einer absoluten Geschwindigkeit abgeworfen, die die Umfangsgeschwindigkeit an der Peripherie der Sprüheinrichtung 25 übersteigt. Von den Wänden des Gehäuses 23 läuft die Flüssigkeit in die Ringtasche 26 und gelangt von dort in die darunterliegenden Überlaufmulden 27; 28; 29. Von den Überlaufmulden 27; 28; 29 wird die Flüssigkeit auf der anderen Sprüheinrichtung 25 verteilt. Der Dampf bewegt sich im Gehäuse 23 von unten nach oben, indem er mit der Flüssigkeit kontaktiert. Im Falle der Rektifikation findet der Wärme- und Stoffaustausch auf den Rinnen 30; 31; 32; 33 selbst, in der Spritzerwolke und an der zu benetzenden Wand des Gehäuses 23 statt. Falls dem Mantel 53 (Fig. 3) ein Wärmeträger zugeführt wird, kann der Apparat als Verdampfer verwendet werden. Hierbei verdampft die Flüssigkeit an den beheizten Wänden des Gehäuses 23. Der Apparat kann beispielsweise zur Rektifikationsreinigung von Kaprolaktam unter Vakuum oder zur Destillation von Kaprolaktam verwendet werden.

Die Arbeitsweise des in Fig. 5, 6 dargestellten Apparates zur Durchführung von exothermen Reaktionen kann am Beispiel einer Reaktion der Umlagerung von Zyklohexanonoxim in Kaprolaktam dargestellt werden. Diese Reaktion verläuft unter Wärmeentwicklung, wobei die Reaktion, wenn die Wärme nicht gleich aus dem reagierenden flüssigen Gemisch abge-

leitet wird, zu stürmisch und sogar explosiv ablaufen kann. Folglich ist diese Reaktion zweckmäßigerweise in dem zu verwirbelnden Film an der gekühlten Oberfläche durchzuführen. Das Kühlmittel, z. B. Wasser, zirkuliert im Mantel 70 (Fig. 5). Innerhalb des Gehäuses 56 herrscht dabei atmosphärischer Druck. Konzentrierte Schwefelsäure gelangt durch den Stutzen 58 auf die Rinnen 65. Die konzentrierte Lösung von Zyklohexanonoxim wird durch den Stutzen 57 und die ringförmige Hülse 69 den Rinnen 64 zugeführt.

An den gekühlten Wänden des Gehäuses wird die Oximlösung mit der Schwefelsäure vermischt. Das flüssige Reaktionsgemisch bildet an den Wänden des Gehäuses 56 einen Film. Dieser Film wird durch Spritzer und Strahlen verwirbelt und abgekühlt. Hierbei bildet sich ein Produkt der Umlagerung von Zyklohexanonoxim, dessen Lösung durch den Stutzen 59 aus demApparat abgeführt wird.

Erfindungsanspruch

1. Apparat zur Durchführung von Wärme- und Stoffaustauschprozessen unter Beteiligung einer Flüssigkeit, der ein Gehäuse mit Mitteln zur Zuführung von am Prozeß beteiligten Ausgangsprodukten in und Abführung von Endprodukten aus dem Gehäuse enthält und in dem mindestens eine Sprüheinrichtung vorhanden ist, die drehbar um die eigene Achse angeordnet ist und aus Rinnen besteht, welche in Form einer von der Achse der Sprüheinrichtung aus divergierenden mehrgängigen Spirale mit Zwischenräumen zwischen ihren Windungen gekrümmt ausgeführt sind, sowie ein Mittel für die Zuführung der Flüssigkeit zum zentralen Teil der Sprüheinrichtung vorgesehen ist, gekennzeichnet dadurch, daß zumindest die peripheren Abschnitte von mindestens zwei Rinnen (9) je nach Entfernung der Abschnitte von der Achse der Sprüheinrichtung (7) in der zur Achse der Sprüheinrichtung (7) parallelen Richtung verschoben sind, derart, daß die peripheren Enden (13) der Rinnen (9) in verschiedenen, zur Achse der Sprüheinrichtung (7) senkrechten Ebenen liegen.

2. Apparat nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Abflußabschnitte der peripheren Enden (13) der Rinnen (9) verengt und unter verschiedenen Winkeln zu der zur Achse der Sprüheinrichtung (7) senkrechten Ebene orientiert sind.

3. Apparat nach den Punkten 1-2, gekennzeichnet dadurch, daß seine Sprüheinrichtung (7) Rinnen (8 und 9) enthält, die sich durch den Grad der Entfernung ihrer peripheren

Enden (12 und 13) von der Achse der Sprüheinrichtung (7) unterscheiden und um die Achse in einer sich periodisch wiederholenden Reihenfolge angeordnet sind, wobei die peripheren Enden (12) der Rinnen (8), die näher zur Achse der Sprüheinrichtung (7) liegen, ungefähr an die mittleren Abschnitte der benachbarten Rinnen (9) herangeführt sind, die von der Achse der Sprüheinrichtung (7) weiter entfernte peripheren Enden (13) aufweisen.

4. Apparat nach den Punkten 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß die Zwischenräume (20) zwischen den benachbarten Rinnen (8; 9) in der Ebene, die zur Achse der Sprüheinrichtung (7) senkrecht steht, im zentralen Teil derselben kleiner als die Zwischenräume (21) an ihrem Umfang sind.

5. Apparat nach den Punkten 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß das Mittel für die Zuführung der Flüssigkeit zum zentralen Teil der Sprüheinrichtung (7) in Form eines Stutzens (2) ausgeführt ist, der unter einem Winkel zur Innenfläche der Rinnen (8; 9) angeordnet ist, welcher die Drehung der Sprüheinrichtung (7) unter der Wirkung des Strahls der aus dem Stutzen (2) ausströmenden Flüssigkeit gewährleistet.

6. Apparat nach den Punkten 1 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß die Achse der Sprüheinrichtung (7) vertikal orientiert ist und die peripheren Abschnitte der Rinnen (30; 31; 32; 33) je nach ihrer Entfernung von der Achse der Sprüheinrichtung (7) nach unten verschoben sind.

7. Apparat nach den Punkten 1 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß die Rinnen (30; 31; 32; 33) Unterbrechungen aufweisen, die die Rinnen (30; 31; 32; 33) in eine Reihe von aufeinanderfolgende angeordneten Abschnitten (42 und 43) aufteilen, wobei die Abschnitte (42) der Rinnen (30; 31; 32; 33), die näher zur Achse der Sprüheinrichtung (25) angeordnet sind, sich in einer gemeinsamen, zur Achse der Sprüheinrichtung (25) senkrechten Ebene befinden, indem sie eine ebene Spirale bilden, und Abläufe auf die von der Achse der Sprüheinrichtung (25) weiter entfernten benachbarten Abschnitte (43) der Rinnen (30; 31; 32; 33) aufweisen.

8. Apparat nach den Punkten 1 bis 7, gekennzeichnet dadurch, daß die Sprüheinrichtung (63) gesonderte Gruppen von Rinnen (64 und 65), die sich durch den Grad der Entfernung ihrer zentralen Enden (66 bzw. 67) von der Achse der Sprüheinrichtung (63) unterscheiden, enthält, und das Mittel für die Zuführung der Flüssigkeit zum zentralen Teil der Sprüheinrichtung in Form von Verteilungsvorrichtungen ausgeführt ist, die den Ablauf der Flüssigkeit auf die gesonderten Gruppen der Rinnen (64; 65) gewährleisten.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

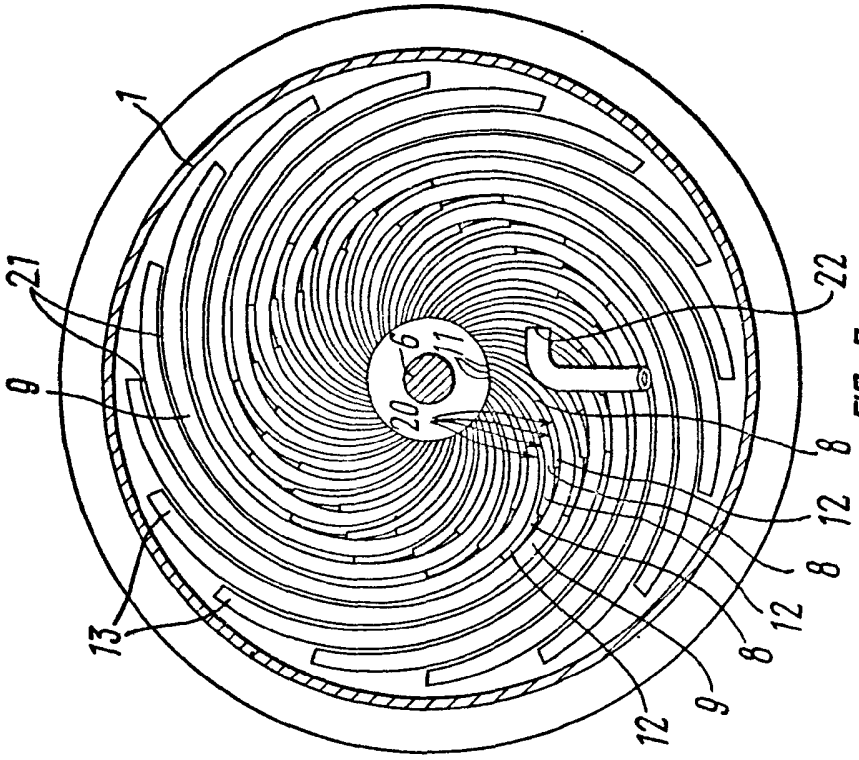

1
21
22
9
6
11
20
8
12
13
12
9
8
12
8
12

FIG. 2

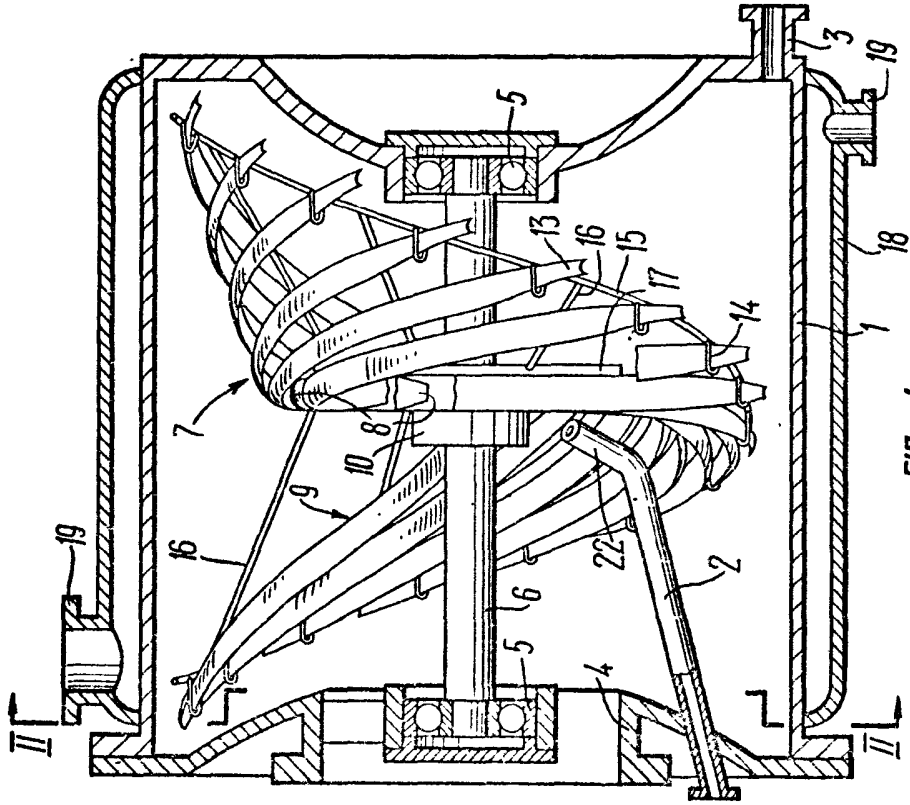

3
19
5
13
16
15
17
18
14
1
7
8
10
9
19
16
22
2
6
5
4
II
II

FIG. 1

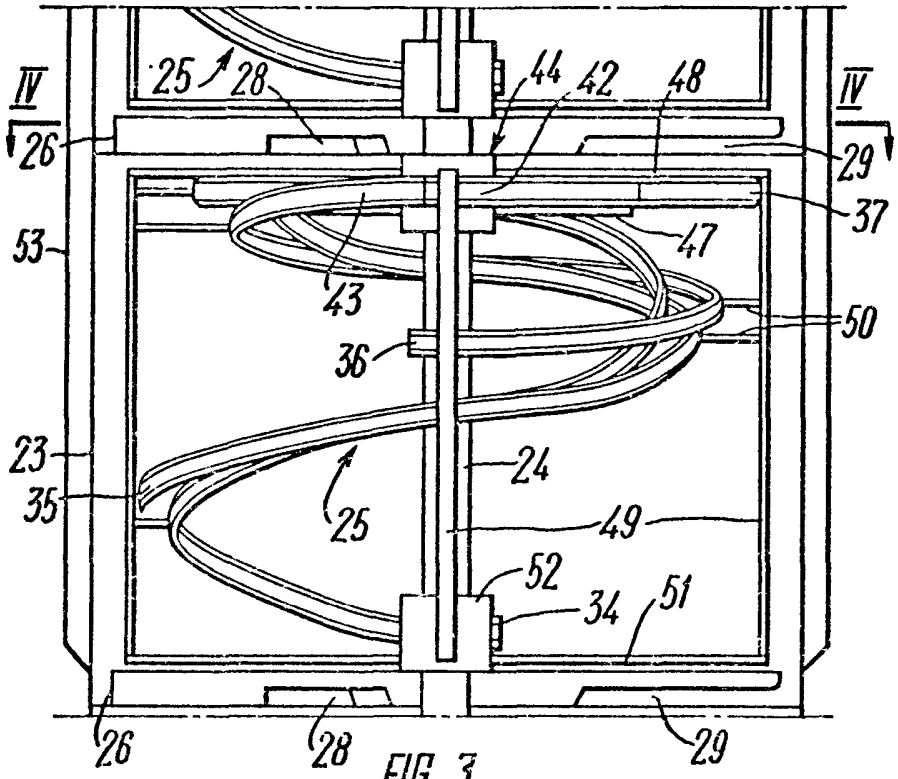

IV
IV
25
28
44
42
48
26
29
37
47
53
43
50
36
23
24
35
25
49
52
34
51
26
28
29

FIG. 3

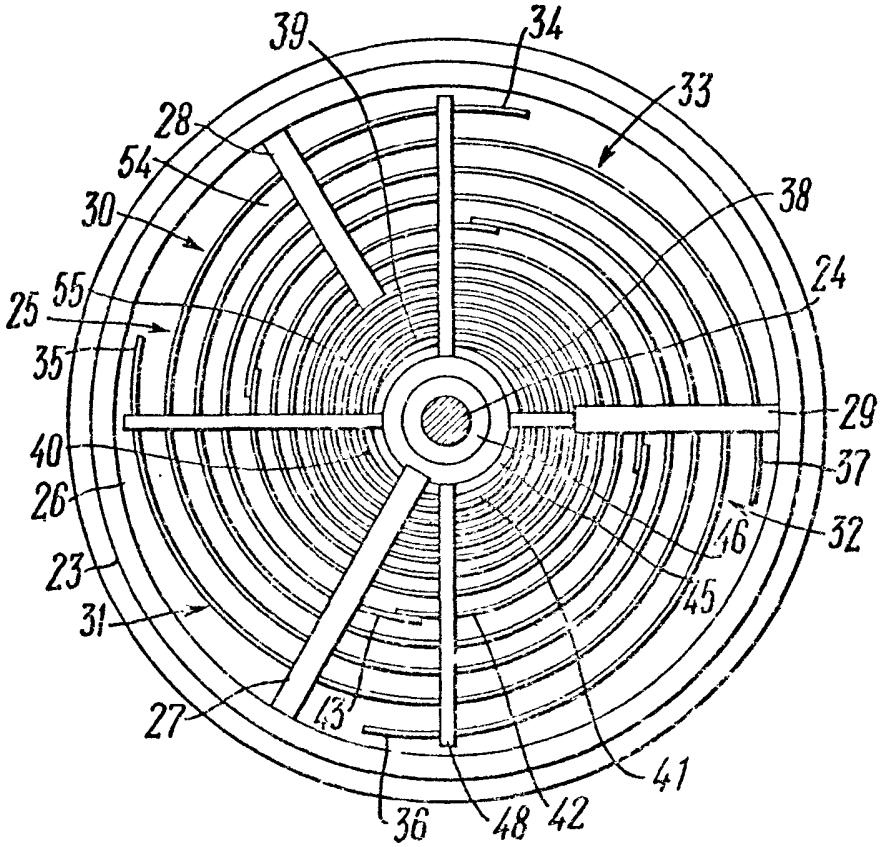

39
34
33
28
54
38
30
24
25
55
35
29
40
37
26
46
32
23
45
31
27
43
41
36
48
42

FIG. 4

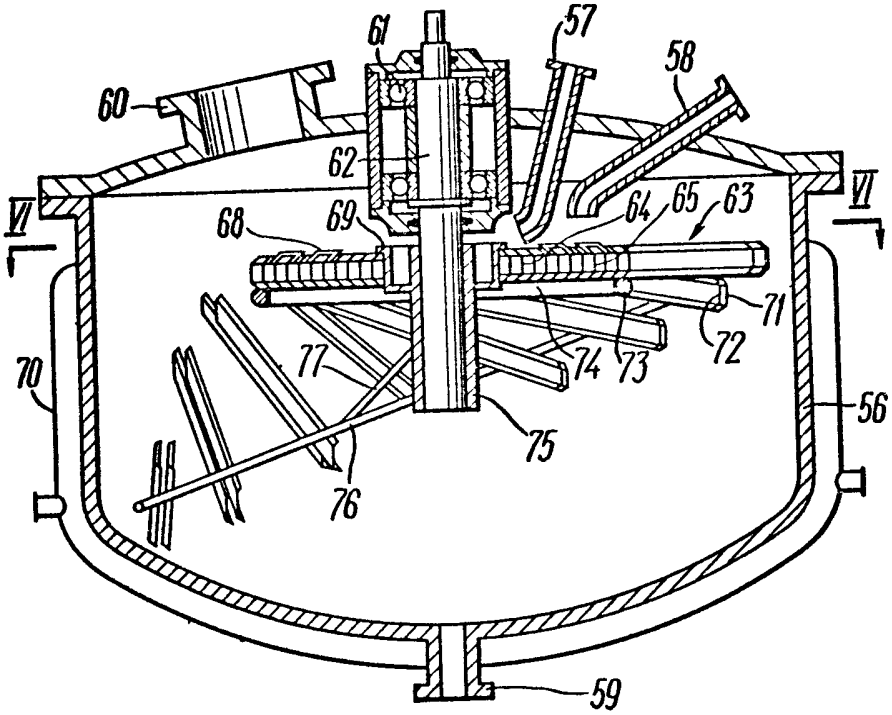

61
57
58
60
62
VI
VI
68
69
64
65
63
71
72
70
77
74
73
56
75
76
59

FIG. 5

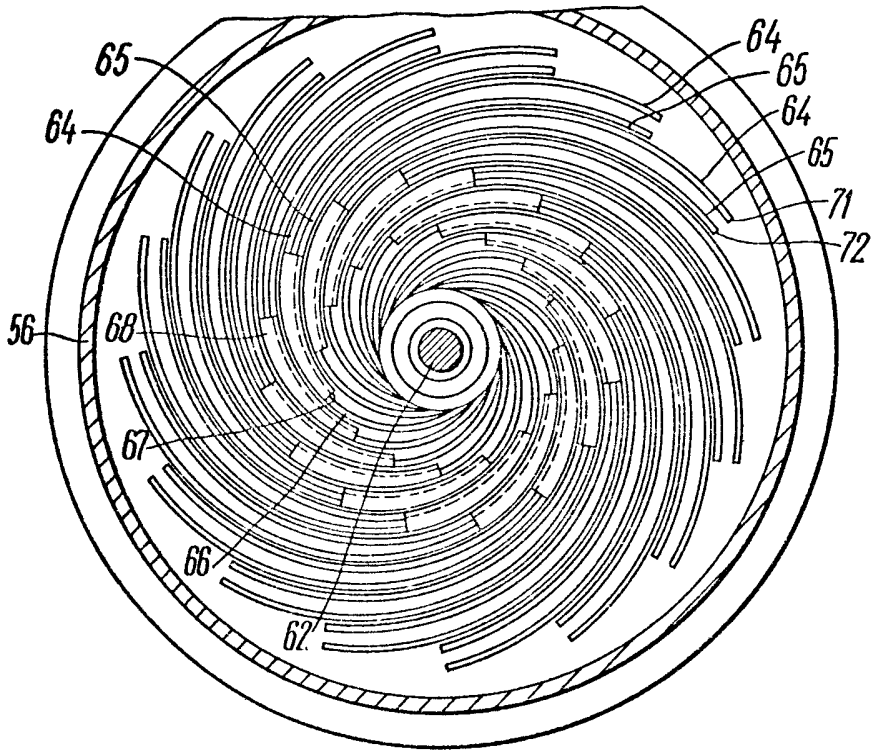

65
64
64
65
64
65
71
72
56
68
67
66
62

FIG. 6