



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 28 D / 270 766 1
(31) 3669697

(22) 13.12.84
(32) 15.12.83

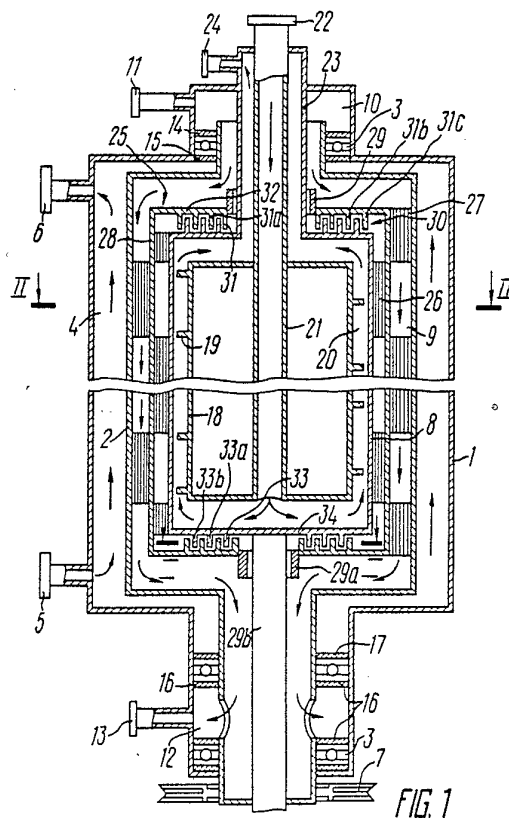
(44) 10.12.86
(33) SU

(71) Gosudarstvenny Proektny i Nauchno-Issledovatel'sky institut promyshlennosti Sinteticheskogo Kauchuka, Moskau, SU; Pressindustria S. p. A., 20046 Milano, IT

(72) Mamedov, Ulchar A. O., SU; Basiev, Izmail M., SU; Straneo, Paolo, IT; Golla, Giuseppe, IT

(54) Rotationswärmeaustauscher

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft Apparate zur Verarbeitung viskoser Flüssigkeiten. Während es Ziel der Erfindung ist, eine Intensivierung des Wärmeaustausches viskoser Flüssigkeiten zu erreichen, besteht die Aufgabe der Erfindung darin, einen Rotationswärmeaustauscher zu schaffen, in dem durch eine konstruktive Veränderung des Rahmens und des Motors eine Verringerung der Drehgeschwindigkeit des Rahmens mit den Kratzern ermöglicht wird. Die erfindungsgemäße Aufgabe wird derart gelöst, daß im Rotationswärmeaustauscher eine Vorrichtung zum Bremsen des Rahmens vorgesehen ist, die eine Reihe relativ zur Längsachse des Stators konzentrisch angeordneter zylindrischer Zargen, die auf jeder der Stirnseiten des Stators aufgestellt sind, und eine Reihe relativ zur Längsachse des Stators konzentrisch angeordneter zylindrischer Zargen, die auf jedem der Füße des Rahmens aufgestellt und in den Zwischenräumen der auf den Stirnseiten des Stators aufgestellten Zargen angeordnet sind, wobei sie mit diesen ein Labyrinth bilden, darstellt. Fig. 1



Erfindungsanspruch:

1. Rotationswärmeaustauscher, in dessen Gehäuse koaxial ein mit der Innenwand des Gehäuses einen Raum für den Durchfluß eines Kühlmittels bildender Rotor und ein entlang der Drehachse des Rotors angebrachter Stator, der mit der Innenwand des Rotors einen Raum für den Durchfluß einer viskosen Flüssigkeit bildet, in dem relativ zur Längsachse des Stators ein Rahmen mit Kratzern frei drehbar angebracht ist, von denen die einen Kratzer mit der Außenwand des Stators in Berührung stehen und die anderen die Innenwand des Rotors berühren, und der eine entlang der Längsachse des Stators angebrachte und mit der Innenwand des Stators einen Raum für den Durchfluß eines Kühlmittels bildende Zarge mit einer spiralförmigen Kante hat, installiert ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß in ihm eine Vorrichtung (30) zum Bremsen des Rahmens (25) vorgesehen ist, die eine Reihe relativ zur Längsachse des Stators (8) konzentrisch angeordneter zylindrischer Zargen (33; 33 a und 33 b), die auf jeder der Stirnseiten (34) des Stators (8) aufgestellt sind, und eine Reihe relativ zur Längsachse des Stators (8) konzentrisch angeordneter zylindrischer Zargen (31; 31 a; 31 b; 31 c), die auf jedem der Füße (32) des Rahmens (25) aufgestellt und in den Zwischenräumen der auf den Stirnseiten (34) des Stators (8) aufgestellten Zargen (33; 33 a und 33 b) angeordnet sind, wobei sie mit diesen ein Labyrinth bilden, darstellt.
2. Rotationswärmeaustauscher nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die zylindrischen Zargen (31; 31 a; 31 b; und 31 c; 33; 33 a und 33 b) gelocht sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft den chemischen Maschinenbau, und zwar Rotationswärmeaustauscher dafür. Am zweckmäßigsten ist die Verwendung der vorliegenden Erfindung bei der Verarbeitung viskoser Flüssigkeiten, wie z. B. von Polymerlösungen bei der Herstellung hochmolekularer Stoffe wie synthetischer Kautschuk.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei der Verarbeitung viskoser Flüssigkeiten stellt die Intensivierung des Wärmeaustausches ein ernsthaftes Problem dar. Die Wärmedurchgangszahlen sind niedrig infolge der Schwierigkeiten bei der Schaffung hoher Geschwindigkeiten solcher Flüssigkeiten und auch auf Grund der großen Dicke der auf den Wärmeaustauschflächen entstehenden Wandschicht. Die Versuche, das aufgezeigte Problem zu lösen, führten zur Schaffung von Rotationswärmeaustauschapparaten, die gegenwärtig Verbreitung gefunden haben.

Der in der US-PS 2001083 beschriebene Wärmeaustauscher enthält ein zylindrisches Gehäuse mit einem Mantel für ein Kühlmittel. Im Inneren des Gehäuses und koaxial zu ihm ist ein rotierendes zylindrisches Element installiert, das ebenfalls dem Durchfluß des Kühlmittels dient. Der ringförmige Raum zwischen der Innenwand des Gehäuses und der Außenwand des zylindrischen Elements dient dem Durchfluß der zu verarbeitenden, im gegebenen Fall der zu kühlenden Flüssigkeit. Auf diese Weise vollzieht sich der Wärmeaustausch sowohl durch die Innenwand des Gehäuses als auch durch die Außenwand des zylindrischen Elements.

Der erwähnte Wärmeaustauscher gewährleistet jedoch nicht die Erreichung hoher Wärmedurchgangszahlen auf Grund dessen, daß beim Abkühlen viskoser Flüssigkeiten auf den den ringförmigen Raum begrenzenden Wärmeaustauschflächen eine laminare Grenzschicht von erheblicher Dicke entsteht, die eine Intensivierung des Wärmeaustausches verhindert. Das führt zum Beispiel bei der Verarbeitung von Polymerlösungen dazu, daß sich auf diesen Flächen eine mit der Zeit immer stärker werdende Polymerschicht absetzt, weshalb eine arbeitsaufwendige Demontage des Apparates zum Zwecke einer periodischen Reinigung der Wärmeaustauschflächen notwendig ist.

Eine Intensivierung des Wärmeaustauschprozesses ist in der Konstruktion eines Rotationswärmeaustauschers gelungen, die im SU-US Nr. 1064735 beschrieben ist.

Der bekannte Rotationswärmeaustauscher enthält ein Gehäuse, in dessen Innern ein Rotor koaxial installiert ist, der mit der Innenwand des Gehäuses einen Raum für den Durchfluß eines Kühlmittels bildet, und einen längs der Drehachse des Rotors angebrachten Stator, der mit der Innenwand des Rotors einen Raum für den Durchfluß der viskosen Flüssigkeit eines Wärmeträgers bildet. Entlang der Längsachse des Stators liegt eine zylindrische Zarge mit einer an der Außenfläche verlaufenden spiralförmigen Kante. Die Innenwand des Stators und die Außenwand der zylindrischen Zarge begrenzen den ringförmigen Raum für den Durchfluß eines Kühlmittels. In dem ringförmigen Raum für den Durchfluß einer viskosen Flüssigkeit ist ein Rahmen mit Kratzern aufgestellt, der frei auf Zapfen des Stators aufliegt. Die Kratzer sind gelenkig am Schwenkrahmen befestigt.

Sobald der Rotor rotiert, kommt es zu einer freien Drehung des Rahmens mit den Kratzern. Auf Grund der Trägheit hat der Rahmen eine geringere Winkelgeschwindigkeit als der Rotor. Dadurch werden gleichzeitig beide Wärmeaustauschflächen gereinigt.

Der beschriebene Wärmeaustauscher gewährleistet einen hohen Koeffizienten des Wärmeaustausches zwischen der zu verarbeitenden viskosen Flüssigkeit und dem Kühlmittel bei ausreichend großem Verhältnis der Wärmeaustauschfläche zum Volumen des Apparats. Solch eine Konstruktion eines Rotationswärmeaustauschers gestattet es jedoch nicht, den Wärmeaustausch zwischen der viskosen Flüssigkeit und dem Kühlmittel zu intensivieren, da die Differenz der Winkelgeschwindigkeit des Rahmens mit den Kratzern und des Rotors konstant ist, weshalb keine ausreichende Umfangsgeschwindigkeit beim Abstreifen der Innenwand des Rotors durch die Kratzer erzielt wird.

Ziel der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezweckt eine Intensivierung des Wärmeaustausches viskoser Flüssigkeit.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, solch einen Rotationswärmeaustauscher zu schaffen, in dem durch eine konstruktive Veränderung des Rahmens und des Stators eine Verringerung der Drehgeschwindigkeit des Rahmens mit den Kratzern ermöglicht wird.

Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, daß in einem Rotationswärmeaustauscher, in dessen Gehäuse koaxial ein mit der Innenwand des Gehäuses einen Raum für den Durchfluß eines Kühlmittels bildender Rotor und ein entlang der Drehachse des Rotors angebrachter Stator, der mit der Innenwand des Rotors einen Raum für den Durchfluß einer viskosen Flüssigkeit bildet, in dem relativ zur Längsachse des Stators ein Rahmen mit Kratzern frei drehbar angebracht ist, von denen die einen Kratzer mit der Außenwand des Stators in Berührung stehen und die anderen die Innenwand des Rotors berühren, und der eine entlang der Längsachse des Stators angebrachte und mit der Innenwand des Stators einen Raum für den Durchfluß eines Kühlmittels bildende Zarge mit einer spiralförmigen Kante hat, installiert ist, entsprechend der Erfindung eine Vorrichtung zum Bremsen des Rahmens vorgesehen ist, die eine Reihe relativ zur Längsachse des Stators konzentrisch angeordneter zylindrischer Zargen, die auf jeder der Stirnseiten des Stators aufgestellt sind, und eine Reihe relativ zur Längsachse des Stators konzentrisch angeordneter zylindrischer Zargen, die auf jedem der Füße des Rahmens aufgestellt und in den Zwischenräumen der auf den Stirnseiten des Stators aufgestellten Zargen angeordnet sind, wobei sie mit diesen ein Labyrinth bilden, darstellt.

Solch eine konstruktive Ausführung eines Rotationswärmeaustauschers intensiviert den Wärmeaustausch zwischen einer viskosen Flüssigkeit und einem Kühlmittel durch Verringerung der Drehgeschwindigkeit des Rahmens mit den Kratzern infolge dessen Bremsung, hervorgerufen durch die Schaffung hoher Schubgeschwindigkeiten der viskosen Flüssigkeit in den engen Zwischenräumen zwischen den auf jeder der Stirnflächen des Stators aufgestellten zylindrischen Zargen und den auf jedem der Füße des Rahmens aufgestellten zylindrischen Zargen, die miteinander ein Labyrinth bilden. In diesem Fall erhöht sich die Umfangsgeschwindigkeit beim Abstreifen der Innenwand des Rotors durch die Kratzer. Dieser Faktor ist der Haupterreger der Turbulenz und der Makrowirbel, die eine Intensivierung des Wärmeaustausches in dem von der Innenwand des Rotors und der Außenwand des Stators begrenzten ringförmigen Raum bewirken.

Die hohe Turbulenz und die relativ geringe Breite des ringförmigen Raums ermöglicht die Erreichung hoher Werte des Koeffizienten der Wärmeübertragung nicht nur durch die Oberfläche des Rotors, sondern auch durch die Oberfläche des Stators, ungeachtet der Verringerung der Geschwindigkeit des Abstreifens der Oberfläche des Stators durch die Kratzer. Es ist zweckmäßig, daß die auf jeder der Stirnseiten des Stators und auf jedem der Füße des Rahmens aufgestellten zylindrischen Zargen gelocht ausgeführt werden.

Die Lochung der zylindrischen Zargen bewirkt eine noch stärkere Intensivierung des Wärmeaustausches durch Erhöhung der Differenz der Drehgeschwindigkeiten des Rahmens mit den Kratzern und des Rotors infolge der Bremsung des Rahmens, hervorgerufen durch die Schaffung einer hydrodynamischen Pulsation in der Lochung der zylindrischen Zargen, die eine erhebliche Energiemenge verschluckt.

Ausführungsbeispiel

Die erfindungsgemäße Lösung soll nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1: schematisch einen Rotationswärmeaustauscher im Längsschnitt; auf der rechten Hälfte ist bedingt ein Stab mit Kratzern in die Schnittebene eingeführt;

Fig. 2: einen Schnitt nach der Linie II—II in Fig. 1 und

Fig. 3: einen Schnitt nach der Linie III—III in Fig. 1.

Der erfindungsgemäße Rotationswärmeaustauscher hat ein Gehäuse 1 (Fig. 1) in Form einer Zarge von zylindrischer Form, in dem ein Rotor 2 koaxial installiert ist, der ebenfalls in Form einer Zarge ausgeführt ist und auf Lagern 3 ruht. Dabei ist der Rotor 2 so installiert, daß zwischen seiner Außenwand und der Innenwand des Gehäuses 1 ein ringförmiger Raum 4 für den Durchfluß eines Kühlmittels, z. B. von Wasser, entsteht. Ein Stutzen 5 dient der Zuleitung von Wasser in den Raum 4 und ein Stutzen 6 der Ableitung des verbrauchten Wassers aus dem Raum 4. Die beiden Stutzen 5 und 6 sind am Gehäuse 1 befestigt. Der Rotor 2 wird mit Hilfe einer Riemenscheibe 7 in Drehung versetzt. Entlang der Drehachse des Rotors 2 ist ein Stator 8 montiert, der mit der Innenwand des Rotors 2 einen ringförmigen Raum 9 für den Durchfluß einer viskosen Flüssigkeit, z. B. einer Lösung von Butadienkautschuk in Benzol, bildet. Der ringförmige Raum 9 steht mit einer Kammer 10 für die Zuleitung der Lösung von Butadienkautschuk in Benzol in Verbindung, die mit einem Stutzen 11 verbunden ist und mit einer Kammer 12 für die Ableitung der Lösung des Butadienkautschuks in Benzol, die mit einem Stutzen 13 verbunden ist. Die beiden Stutzen 11 und 13 sind am Gehäuse 1 befestigt. Die Kammer 10 ist vom Lager 3 durch eine Dichtung 17 isoliert, der ringförmige Raum 4 mit Hilfe einer Dichtung 18 vom Lager 3 durch eine Dichtung 17 isoliert. Entlang der Längsachse des Stators 8 ist

eine Zarge 18 installiert, die an der Außenfläche eine spiralförmige Kante 19 zur Vergrößerung der Geschwindigkeit des Wasserstroms hat, was zur Erhöhung der Wärmedurchgangszahl führt, und die mit der Innenwand des Stators 8 einen Raum 20 für den Durchfluß des Wassers bildet. Die Zuleitung von Wasser in den Raum 20 geschieht mit Hilfe eines Rohrs 21, das mit einem den Wasserstrom zuführenden Stutzen 22 verbunden und an der Zarge 18 befestigt ist. Die Ableitung des verbrauchten Wasserstroms aus dem Raum 20 geschieht durch einen hohlen, am Stator 8 befestigten Stutzen 23 und einen am Stutzen 23 befestigten Stutzen 24. Im ringförmigen Raum 9 befindet sich ein relativ zur Längsachse des Stators 8 frei drehbarer Rahmen 25. Kratzer 26 und 27 (Fig. 2) sind an jedem der Stäbe 28 des Rahmens 25 gelenkig befestigt, wobei die Kratzer 26 mit der Außenwand des Stators 8 in Berührung stehen und die Kratzer 27 die Innenwand des Rotors 2 berühren.

Die freie Drehung des Rahmens 25 wird durch Naben 29 und 29a gewährleistet. Die Letzteren sind frei auf den Stutzen 23 und eine Achse 29b aufgesetzt. Der Rahmen 25 ist an den Naben 29 und 29a befestigt.

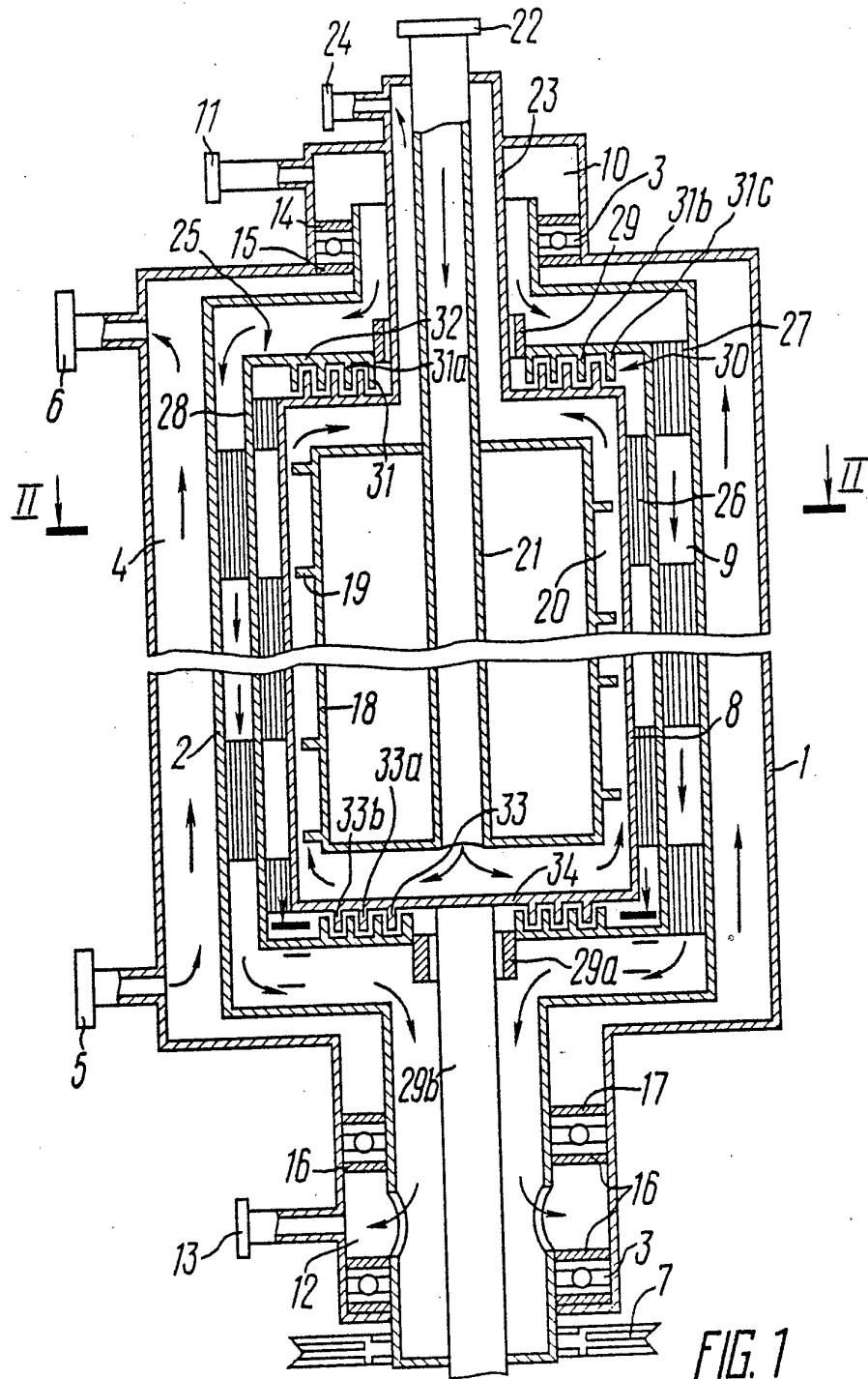
In dem Rotationswärmeaustauscher ist eine Vorrichtung 30 (Fig. 1) zum Bremsen des Rahmens 25 vorgesehen, die eine Reihe relativ zur Längsachse des Stators 8 konzentrisch angeordneter zylindrischer Zargen 31; 31a; 31b und 31c, die auf jedem der Füße 32 des Rahmens 25 aufgestellt sind, und eine Reihe relativ zur gleichen Achse des Stators 8 konzentrisch angeordneter zylindrischer Zargen 33; 33a und 33b, die auf jeder der Stirnseiten 34 des Stators 8 aufgestellt und in den Zwischenräumen der Zargen 31; 31a; 31b und 31c angeordnet sind, wobei sie mit diesen ein Labyrinth für den Durchfluß der Lösung des Butadienkautschuks in Benzol bilden, darstellt. Die zylindrischen Zargen 31; 31a; 31b und 31c und die Zargen 33; 33a und 33b sind gelocht, und zwar haben sie durchgehende Schlitze 35 (Fig. 3) bzw. 36.

Der Rotationswärmeaustauscher funktioniert folgendermaßen:

Der Wasserstrom gelangt durch den Stutzen 5 (Fig. 1) in den ringförmigen Raum 4, der von der Innenwand des Gehäuses 1 und der Außenwand des Rotors 2 begrenzt ist. Den verbrauchten Wasserstrom leitet man aus dem Raum 4 durch den Stutzen 6 ab. Der zweite Wasserstrom gelangt durch den Stutzen 22 und das Rohr 21 in den Raum 20; den verbrauchten Wasserstrom leitet man aus dem Raum 20 durch die Stutzen 23 und 24 ab. Dabei erreicht der Wasserstrom beim Durchgang über die Oberfläche der spiralförmigen Kante 19 eine erhöhte Geschwindigkeit, wodurch die Wärmedurchgangszahl ansteigt. Der Strom der Lösung des Butadienkautschuks in Benzol gelangt in den Raum 9, d. h. in den Raum zwischen zwei Wärmeaustauschflächen, und zwar im Gegenstrom zu den Wasserströmen. Die Zuleitung der Lösung des Butadienkautschuks in Benzol geschieht durch den Stutzen 11, danach kommt die Lösung in die Kammer 10, die an der Stirnseite mit einer Dichtung 14 versehen ist, und gelangt von dort in den ringförmigen Raum 9, wo es zum Wärmeaustausch zwischen dem erwähnten Strom der Lösung und den Wasserströmen kommt, die in den Räumen 4 und 20 fließen. Die Ableitung des Endprodukts geschieht durch die Kammer 12 und den Stutzen 13.

Bei Drehung des Rotors 2, der z. B. mit Hilfe der Riemenscheibe 7 angetrieben wird, kommt der Rahmen 25 ebenfalls in Bewegung auf Grund des Drehmoments, das bei Einwirkung der Kratzer 27 auf die Innenwand des Rotors 2 entsteht. Diesem Moment setzt das Bremsmoment des Rahmens 25 einen Widerstand entgegen infolge der Einwirkung der Kratzer 26 auf die Außenwand des Stators 8. Zu dem soeben erwähnten, relativ kleinen Bremsmoment kommt ein wesentlich größeres Moment hinzu, das durch die Schaffung hoher Schubgeschwindigkeiten im Strom der Lösung des Butadienkautschuks in Benzol in den zwischen den zylindrischen Zargen 31; 31a; 31b; 31c; 33; 33a und 33b entstandenen engen Zwischenräumen entsteht, was bei hoher Viskosität der Lösung zur Entstehung sehr erheblicher Bremsmomente führt. Eine weitere Verstärkung dieses Moments bewirken die durchgehenden Schlitze 35; 36 in den zylindrischen Zargen, die im Strom der Lösung des Butadienkautschuks in Benzol hydrodynamische Pulsationen hervorrufen, die erhebliche Energiemengen verschlingen.

Auf diese Weise ist die Winkelgeschwindigkeit des Rahmens 25 mit den Kratzern 26 und 27 wesentlich kleiner als die Winkelgeschwindigkeit des Rotors 2. Dabei wird eine hohe Geschwindigkeit des Absteifens der Innenwand des Rotors 2 durch die Kratzer 27 erreicht. Infolge der relativen Enge des ringförmigen Raums 9 sind in diesem Fall die durch das Zusammenwirken der Kratzer 27 mit der Innenwand des Rotors 2 entstehende Turbulenz und die Makrowirbel derart intensiv, daß hohe Wärmeabgabebezahlen nicht nur zur Oberfläche des Rotors 2, sondern auch zur Oberfläche des Stators 8 erzielt werden. Zur Erreichung hoher Wärmedurchgangszahlen durch diese Oberflächen müssen natürlich auch hohe Wärmeabgabebezahlen dieser Oberflächen an den Wasserstrom vorliegen. Im erfindungsgemäßen Rotationswärmeaustauscher wird solch eine hydrodynamische Situation geschaffen, die diese Bedingung einwandfrei erfüllt. Infolge der Entstehung von Taylorwirbeln im Ringraum zwischen dem Gehäuse 1 und dem Rotor 2 werden außerordentlich hohe Wärmeabgabebezahlen der Oberfläche des Rotors 2 an den Wasserstrom erreicht. Hohe Wärmeabgabebezahlen an die Oberfläche des Stators 8 werden u. a. durch die Zwangsbewegung des Wasserstroms im Raum des Stators 8 auf einer Spirale mit hoher Geschwindigkeit, erzeugt durch die spiralförmige Kante 19, gewährleistet. Ein anderer Weg der Erzielung hoher Wärmeabgabebezahlen ist die Verwendung eines verdunstenden Kühlmittels oder eines kondensierenden Wärmeträgers. In diesem Fall entfällt die Notwendigkeit der Anbringung der spiralförmigen Kante 19.



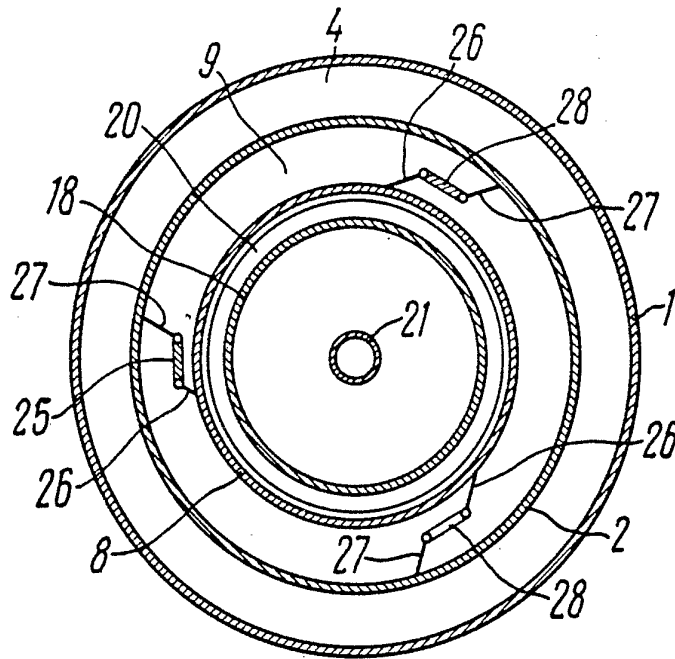


FIG. 2

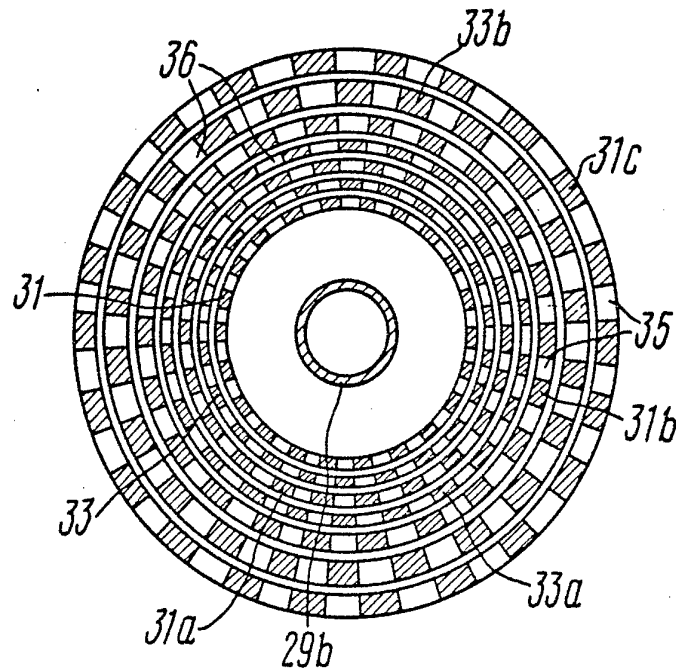


FIG. 3