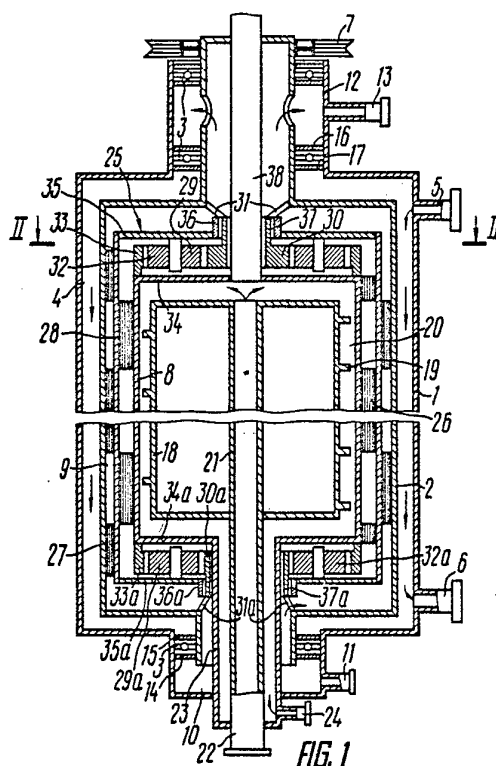


(44) 02.07.86

(72) Mamedov, Ulchar A. O., SU; Korotkevich, Boris S., SU; Staneo, Paolo, IT; Golla, Giuseppe, IT, DD

(57) Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet des chemischen Maschinenbaus, speziell auf einen Rotorwärmeaustauscher. Während das Ziel der Erfindung die Intensivierung des Wärmeaustauschprozesses bei zähen Flüssigkeiten ist, besteht die Aufgabe darin, einen solchen Rotorwärmeaustauscher zu schaffen, in dem dank konstruktiv abgewandeltem Rahmen und Motor die Drehgeschwindigkeit des Rahmens mit den Schabern gesenkt werden kann. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe derart gelöst, daß im Rotorwärmeaustauscher zwei Planetengetriebe vorgesehen sind, die für die Drehung des Rahmens mit Schabern in bezug auf die Längsachse des Stators sorgen, wobei jedes von ihnen ein jeweiliges Sonnenrad besitzt, das am Rotor befestigt ist und - - - zumindest mit drei Planetenrädern kämmt, die mit einem Zahnrad im Eingriff stehen, das an einer Stirnfläche des Stators befestigt ist und deren bewegliche Achsen an einem Steg befestigt sind, der eine Basis für den Rahmen mit den Schabern darstellt. Fig. 1



Erfindungsanspruch:

Rotorwärmeaustauscher, in dessen Gehäuse ein Rotor, der mit der Innenwand des Gehäuses einen Hohlraum zum Hindurchströmen eines Kältemittels bildet, sowie ein Stator coaxial angeordnet sind, der sich entlang der Drehachse des Rotors erstreckt, mit der Rotorinnenwand einen Hohlraum zum Hindurchströmen einer zähen Flüssigkeit bildet, in welchem sich ein Rahmen mit Schabern befindet, von denen die einen mit der Außenwand des Stators, die anderen aber mit der Innenwand des Rotors kontaktieren, sowie einen Schuß mit einer Spiralrippe besitzt, der entlang der Längsachse des Stators liegt und mit der Innenwand desselben einen Hohlraum zum Hindurchströmen des Kältemittels bildet, **gekennzeichnet dadurch**, daß in ihm zwei Planetengetriebe (29; 29 a) vorgesehen sind, die für die Drehung des Rahmens (25) mit Schabern (26; 27) in bezug auf die Längsachse des Stators (8) sorgen, wobei jedes von ihnen ein jeweiliges Sonnenrad (30; 30 a) besitzt, das am Rotor (2) befestigt ist und zumindest mit drei Planetenrädern (32; 32 a) kämmt, die mit einem Zahnrad (33; 33 a) im Eingriff stehen, das an einer Stirnfläche (34; 34 a) des Stators (8) befestigt ist, und deren bewegliche Achsen an einem Steg (35; 35 a) befestigt sind, der eine Basis für den Rahmen mit den Schabern (26; 27) darstellt.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet des chemischen Maschinenbaus, speziell auf einen Rotorwärmeaustauscher.

Am vorteilhaftesten kann diese Erfindung zur Behandlung von zähen Flüssigkeiten, beispielsweise von Lösungen der Polymere, bei der Herstellung von hochmolekularen Stoffen, beispielsweise von Synthesekautschuken, angewendet werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die zum Lösen des erwähnten Problems unternommenen Versuche führten zur Entwicklung von Rotorwärmeaustauschapparaten, die gegenwärtig eine breite Anwendung gefunden haben.

Der in der US-PS 2001 083 beschriebene Wärmeaustauscher enthält ein zylindrisches Gehäuse mit einem für das Kältemittel bestimmten Mantel. Im Inneren des Gehäuses und gleichzeitig mit ihm ist ein rotierendes zylindrisches Element angeordnet, das auch zum Hindurchströmen des Kältemittels bestimmt ist. Ein Ringraum, der zwischen der Innenwand des Gehäuses und der Außenwand des zylindrischen Elementes gebildet ist, ist zum Hindurchströmen der zu behandelnden, genauer der zu kühlenden Flüssigkeit bestimmt. Der Wärmeaustausch erfolgt sowohl durch die Innenwand des Gehäuses wie auch durch die Außenwand des zylindrischen Elementes.

Jedoch gewährleistet der erwähnte Wärmeaustauscher nicht die Erzielung von hohen Wärmeübertragungszahlen, weil bei der Kühlung der zähen Flüssigkeit an den Wärmeaustauschflächen, welche den Ringraum begrenzen, eine laminare Grenzschicht erheblicher Dicke entstehen, die die Wärmeaustauschintensivierung verhindert. Bei der Behandlung von zähen Flüssigkeiten, insbesondere von Lösungen der Polymere, führt dies dazu, daß sich an diesen Oberflächen eine mit der Zeit immer mehr zunehmende Polymerschicht ablagert, was eine arbeitsaufwendige Demontage des Apparates zur regelmäßigen Reinigung der Wärmeaustauschflächen erfordert.

Der Wärmeaustauschprozeß konnte in der Bauart eines im SU-Urheberschein 1064 735 beschriebenen Rotorwärmeaustauschers intensiviert werden.

Der bekannte Rotorwärmeaustauscher enthält ein Gehäuse, in dessen Innerem ein Rotor, der mit der Innenwand des Gehäuses einen Hohlraum zum Hindurchströmen des Kältemittels bildet, sowie ein Stator coaxial angeordnet sind, der sich entlang der Drehachse des Rotors erstreckt und mit der Innenwand des Rotors einen Hohlraum zum Hindurchströmen der zähen Flüssigkeit bildet. Entlang der Längsachse des Stators ist ein zylindrischer Schuß mit einer Spiralrippe angeordnet, die sich an der Außenfläche befindet. Die Innenwand des Stators und die Außenwand des zylindrischen Schusses begrenzen einen zum Hindurchströmen des Kältemittels bestimmten Ringraum. Im Ringraum zum Hindurchströmen der zähen Flüssigkeit ist ein Rahmen mit Schabern angeordnet, der sich an den Statorzapfen frei abstützt. Die Schaber sind am Drehrahmen gelenkig angebracht.

Beim Umlauf des Rotors erfolgt eine freie Drehung des Rahmens mit den Schabern. Dank den wirkenden Trägheitskräften besitzt der Rahmen eine Winkelgeschwindigkeit, die sich von der Winkelgeschwindigkeit des Rotors unterscheidet, und zwar ist die Drehgeschwindigkeit des Rahmens kleiner als die des Rotors. Hierbei ist gleichzeitig Reinigung der beiden Wärmeaustauschflächen sichergestellt.

Der beschriebene Wärmeaustauscher gewährleistet eine hohe Wärmeübertragungszahl zwischen der zu behandelnden zähen Flüssigkeit und dem Kältemittel bei einem ausreichend hohen Verhältnis der Wärmeaustauschfläche zum Wärmeaustauschvolumen. Jedoch gestattet die Konstruktion dieses Rotorwärmeaustauschers es nicht, den Wärmeaustauschprozeß zwischen der zähen Flüssigkeit und dem Kältemittel zu intensivieren, weil der Differenzbetrag zwischen den Winkelgeschwindigkeiten des Rahmens mit den Schabern und des Rotors konstant ist, was keine Bedingungen zur Erhöhung der Umfangsgeschwindigkeit der die Rotorinnenwand bestreichenden Schaber schafft.

Bei der Behandlung von zähen Flüssigkeiten stellt die Intensivierung des Wärmeaustauschers ein ernsthaftes Problem dar. Die Wärmedurchgangszahlen sind dabei recht niedrig infolge der schwierigen Gewährleistung von hohen Strömungsgeschwindigkeiten dieser Flüssigkeiten sowie wegen einer großen Dicke der an den Wärmeaustauschflächen entstehenden Grenzschicht.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der vorliegenden Erfindung ist die Intensivierung des Wärmeaustauschprozesses bei zähen Flüssigkeiten.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen solchen Rotorwärmeaustauscher zu schaffen, in dem dank konstruktiv abgewandeltem Rahmen und Stator die Drehgeschwindigkeit des Rahmens mit den Schabern gesenkt werden kann. Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, daß im Rotorwärmeaustauscher, in dessen Gehäuse ein Rotor, der mit der Innenwand des Gehäuses einen Hohlraum zum Hindurchströmen des Kältemittels bildet, sowie ein Stator koaxial angeordnet sind, der sich entlang der Drehachse des Rotors erstreckt, mit der Innenwand des Rotors einen Hohlraum zum Hindurchströmen der zähen Flüssigkeit bildet, in dem sich ein Rahmen mit Schabern befindet, von denen die einen mit der Außenwand des Stators, die anderen aber mit der Innenwand des Rotors kontaktieren, sowie einen Schuß mit einer Spiralrippe besitzt, der entlang der Längsachse des Stators liegt und mit der Innenwand desselben einen Hohlraum zum Hindurchströmen des Kältemittels bildet, erfindungsgemäß zwei Planetengetriebe vorgesehen sind, die die Drehung des Rahmens mit den Schabern in bezug auf die Längsachse des Stators gewährleisten, wobei jedes von ihnen ein Sonnenrad enthält, das am Rotor befestigt ist und zumindest mit drei Planetenrädern im Eingriff steht, die mit einem am Statorgrundkörper befestigten Zahnrad im Eingriff stehen und deren bewegliche Achsen am Steg befestigt sind, der die Basis für den Rahmen mit den Schabern darstellt. Diese konstruktive Ausführung des Rotorwärmeaustauschers intensiviert den Wärmeaustauschprozeß zwischen der zähen Flüssigkeit und dem Kältemittel dank Steigerung der Umfangsgeschwindigkeit der die Rotorinnenwand bestreichenden Schaber durch Auswahl eines entsprechenden Übersetzungsverhältnisses des Planetengetriebes. Gerade dieser Faktor ruft vor allem Turbulenzen und Makrowirbel hervor, die zur Intensivierung des Wärmeaustausches in dem Ringraum beitragen, der von der Innenwand des Rotors und der Außenwand des Stators begrenzt ist. Eine hohe Turbulenz und relativ geringe Breite des Ringraums erlauben die Erzielung von hohen Werten der Wärmedurchgangszahl nicht nur durch die Rotoroberfläche, sondern auch durch die Statoroberfläche, wiewohl die Geschwindigkeit der Bestreichung der letzteren durch die Schaber abnimmt.

Ausführungsbeispiel

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

- Fig. 1: eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Rotorwärmeaustauschers im Längsschnitt; auf der rechten Seite ist ein Stab mit Schabern in die Schnittebene zum besseren Verständnis eingeführt;
Fig. 2: einen Schnitt nach Linie II–II der Fig. 1.

Der erfindungsgemäße Rotorwärmeaustauscher besitzt ein Gehäuse 1 (Fig. 1) in Gestalt eines zylinderförmigen Schusses, in dem ein Rotor 2 koaxial angeordnet ist, der ebenfalls als Schuß ausgebildet ist und sich an Lagern 3 abstützt. Hierbei ist der Rotor 2 derart angeordnet, daß zwischen seiner Außenwand und der Innenwand des Gehäuses 1 ein Ringraum 4 zum Hindurchströmen eines Kältemittels, beispielsweise eines Wasserstroms, gebildet ist. Ein Stutzen 5 dient zur Zuführung des Wasserstroms in den Ringraum 4, ein Stutzen 6 aber dient zur Ableitung des abgearbeiteten Wasserstroms aus dem Ringraum 4. Die beiden Stutzen 5; 6 sind am Gehäuse 1 befestigt. Der Rotor 2 wird mit Hilfe einer Treibscheibe 7 umlaufend angetrieben. Entlang der Längsdrehachse des Rotors 2 erstreckt sich ein Stator 8, der mit der Innenwand des Rotors 2 einen Ringraum 9 zum Hindurchfließen des Stroms einer zähen Flüssigkeit, beispielsweise des Stroms einer Lösung von Butadienkautschuk in Benzol, bildet. Der Ringraum 9 steht mit einer Kammer 10 zur Zuführung des Stroms der Butadienkautschuklösung in Benzol, die mit einem Stutzen 11 verbunden ist, sowie mit einer Kammer 12 zur Ableitung des Stroms der Butadienkautschuklösung in Benzol in Verbindung, die mit einem Stutzen 13 verbunden ist. Die beiden Stutzen 11; 13 sind am Gehäuse 1 befestigt. Die Kammer 10 ist von einem Lager 3 mit Hilfe einer Zwischenlage 14, der Ringraum 4 aber mit Hilfe einer Zwischenlage 15 isoliert. Die Kammer 12 ist vom anderen Lager 3 mit Hilfe einer Zwischenlage 16, der Ringraum 4 aber mit Hilfe einer Zwischenlage 17 isoliert. Entlang der Längsachse des Stators 8 ist ein Schuß 18 angeordnet, der an seiner Außenfläche eine Spiralrippe 19 zur Erhöhung der Wasserstromgeschwindigkeit besitzt, was zur Erhöhung der Wärmedurchgangszahl führt, und mit der Innenwand des Stators 8 einen Hohlraum 20 zum Hindurchfließen des Wasserstroms bildet. Die Zufuhr des Wasserstroms in den Hohlraum 20 geschieht mittels eines Rohrs 21, das mit einem den Wasserstrom zuleitenden Stutzen 22 verbunden und am Schuß 18 befestigt ist. Die Ableitung des abgearbeiteten Wasserstroms aus dem Hohlraum 20 aber geschieht über ein hohles, am Stator 8 befestigtes Rohrstück 23 und einen am Rohrstück 23 befestigten Stutzen 24. Im Ringraum 9 befindet sich ein Rahmen 25 mit Schabern 26 und 27, die an jedem von Stäben gelenkig befestigt sind. Hierbei stehen die Schaber 26 mit der Außenwand des Stators 8 und Schaber 27 mit der Innenwand des Rotors 2 in Berührung. Die Drehung des Rahmens 25 mit den Schabern 26 und 27 in bezug auf die Längsachse des Stators 8 wird durch zwei Planetengetriebe 29 und 29a sichergestellt. Das erstere Planetengetriebe 29 schließt ein Sonnenrad 30 ein, das am Rotor 2 mittels Verbindungselementen 31 befestigt ist und mit drei Planetenrädern 32 kämmt. Die letzteren stehen mit einem Zahnrad 33 im Eingriff, das an einer Stirnfläche 34 des Stators 8 befestigt ist. Die beweglichen Achsen der Planetenräder 32 sind an einem

Steg 35 befestigt, der eine Basis für den Rahmen 25 darstellt. Der Steg 35 ist an einer Buchse 36 befestigt, welche die Nabe 37 des Sonnenrads 30 umgibt. Die Nabe 37 des Sonnenrads 30 umgibt ihrerseits eine Achse 38, die an der Stirnfläche 34 des Stators 8 befestigt ist. Das zweite Planetengetriebe 29a schließt ein Sonnenrad 30a ein, das am Rotor 2 mittels Verbindungselementen 31a befestigt ist und mit drei Planetenrädern 32a kämmt. Die letzteren stehen mit einem Zahnrad 33a im Eingriff, das an einer anderen Stirnfläche 34a des Stators 8 befestigt ist. Die beweglichen Achsen der Planetenräder 32a sind an einem Steg 35a befestigt, der eine zweite Basis für den Rahmen 25 darstellt. Der Steg 35a ist an einer Buchse 36a befestigt, die eine Nabe 37a des Sonnenrads 30a umgibt. Die Nabe 37a umgibt ihrerseits das am Stator 8 vorhandene Rohrstück 23.

Der Rotorwärmeaustauscher arbeitet folgendermaßen:

Der eine Wasserstrom wird über den Stutzen 5 (Fig. 1) dem Ringraum 4 zugeführt, der von der Innenwand des Gehäuses 1 und der Außenwand des Rotors 2 begrenzt ist. Der abgearbeitete Wasserstrom wird aus dem Ringraum 4 über den Stutzen 6 abgeleitet. Der zweite Wasserstrom wird über den Stutzen 22 und das Rohr 21 dem Hohlraum 20 zugeführt, und der abgearbeitete Wasserstrom wird aus dem Hohlraum 20 über das Rohrstück 23 und den Stutzen 24 abgeleitet. Hierbei bekommt der Wasserstrom, indem er über die Oberfläche der Spiralrippe 19 fließt, eine erhöhte Geschwindigkeit, was zur Erhöhung der Wärmedurchgangszahl führt. Der Strom der Lösung von Butadienkauschuk im Benzol wird dem Ringraum 9, d. h. dem Zwischenraum zwischen zwei Wärmeaustauschern, als Gegenstrom zu den Wasserströmen zugeführt. Die Zufuhr der Butadienkauschklösung im Benzol erfolgt über den Stutzen 11, dann gelangt die Lösung in die Kammer 10, die mit einer stirnseitigen Dichtung in Form einer Zwischenlage 14 versehen ist, und tritt danach in den Ringraum 9, wo der Wärmeaustausch zwischen dem erwähnten Lösungsstrom und den Wasserströmen stattfindet, die im Ringraum 4 und Hohlraum 20 fließen. Die Ableitung des Zielproduktes erfolgt über die Kammer 12 und den Stutzen 13.

Beim Umlauf des Rotors 2 werden, insbesondere mit Hilfe der Treibachse 7, auch die Sonnenräder 30 und 30a mit derselben Winkelgeschwindigkeit in Drehung versetzt. Sie setzen die jeweiligen Planetenräder 32 und 32a in Umdrehung, die mit den jeweiligen festen Zahnradern 33 und 33a im Eingriff stehen. Von den Planetenrädern wird die Drehbewegung auf die Stege 35 und 35a übertragen, die eine Drehbewegung mit einer Winkelgeschwindigkeit erhalten, die erheblich geringer als die Winkelgeschwindigkeit der Sonnenräder 30 und 30a ist. Dadurch dreht sich der Rahmen 25 mit den Schabern 26 und 27 ebenfalls mit einer geringeren Geschwindigkeit als die Umlaufgeschwindigkeit des Rotors 2. Hierbei kann die Geschwindigkeit der Bestreichung der Innenwand des Rotors 2 durch die Schaber 27 erheblich höher als die Bestreichungsgeschwindigkeit der Außenwand des Stators 8 durch die Schaber 26 sein. In diesem Fall sind wegen des verhältnismäßig engen Ringraums 9 die Turbulenzen und die Makrowirbel, die durch die Zusammenwirkung der Schaber 27 mit der Innenwand des Rotors 2 entstehen, so intensiv, daß hohe Wärmeübergangszahlen nicht nur zur Oberfläche des Rotors 2, sondern auch zur Oberfläche des Stators 8 gewährleistet werden. Für die Erzielung von hohen Wärmeübergangszahlen an diesen Oberflächen müssen begreiflicherweise auch hohe Wärmeübergangszahlen zwischen diesen Oberflächen und dem Wasserstrom vorhanden sein. Im erfindungsgemäßen Rotorwärmeaustauscher sind hydrodynamische Verhältnisse geschaffen, die diese Voraussetzung einwandfrei zu erfüllen erlauben. So werden infolge der Ausbildung von Taylorwirbeln im Ringraum zwischen dem Gehäuse 1 und dem Rotor 2 außerordentlich hohe Werte der Wärmeübergangszahl zwischen Rotoroberfläche und Wasserstrom erzielt. Hohe Werte derselben Wärmeübergangszahl in bezug auf die Oberfläche des Stators 8 werden insbesondere durch erzwungene Bewegung des Wasserstroms im Innenraum des Stators 8 längs einer Spirale mit einer hohen Geschwindigkeit dank der dazu eigens vorgesehenen spiralförmigen Rippe 19 gewährleistet. Eine weitere Maßnahme zur Erzielung von hohen Werten der erwähnten Wärmeübergangszahl besteht im Einsatz eines verdampfbaren Kältemittels bzw. eines kondensierbaren Wärmeträgers. In diesem Fall braucht keine spiralförmige Spiralrippe 19 in der Einrichtung eingebaut werden.

