



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer: **0 085 331 B1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift: **23.03.88**

Int. Cl.<sup>4</sup>: **F 26 B 7/00, F 26 B 17/10, F 26 B 3/10**

Anmeldenummer: **83100333.0**

Anmeldetag: **17.01.83**

**Vorrichtung zum Erwärmen oder Kühlen und insbesondere zum Trocknen feinteiliger Feststoffe.**

Priorität: **29.01.82 DE 3202954**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.08.83 Patentblatt 83/32**

Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
**23.03.88 Patentblatt 88/12**

Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE DE FR GB IT NL SE**

Entgegenhaltungen:  
**US-A-3 254 425**

Patentinhaber: **Ruhrchemie Aktiengesellschaft  
Bruchstrasse 219  
D-4200 Oberhausen 13 (DE)**

Erfinder: **Commer, Hans  
Karl-Albert-Strasse 20  
D-4100 Duisburg-Hamborn (DE)**  
Erfinder: **Neuhaus, Wulf-Dieter  
Im Torfveen 8  
D-4200 Oberhausen 14 (DE)**  
Erfinder: **Schmidt, Volkmar, Dipl.-Ing.  
Lützowstrasse 51  
D-4200 Oberhausen 13 (DE)**

Vertreter: **Reichelt, Karl-Heinz, Dr.  
Ruhrchemie Aktiengesellschaft Abt. PLD  
Postfach 13 01 60  
D-4200 Oberhausen 11 (DE)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Courier Press, Leamington Spa, England.

**EP 0 085 331 B1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erwärmen oder Kühlen und insbesondere zum Trocknen feinteiliger Feststoffe in einem in wendelförmiger Bahn geführten Fördergasstrom. Die Vorrichtung besteht aus einem von außen beheizten bzw. gekühlten Strömungsrohr, das einen Innenkörper umgibt, um den in Strömungsrichtung schraubenlinienartig Leitorgane verlaufen. Diese Leitorgane sind in einer selbsttragenden Konstruktion um das Innenrohr angeordnet und erzeugen eine wendelförmige Bahn des Fördergasstromes und des Stoffes.

Die US—A—3 254 425 beschreibt eine Hebevorrichtung für pulverförmige und granuliert Stoffe. Der zu transportierende Stoff wird unter Anwendung von Zentrifugalkraft gegen die Innenfläche eines rotierenden Zylinders gedrückt. Leitschaukeln schieben den an der Zylinderwand haftenden Stoff voran. Sie sind an Trägern befestigt, die über axiale Halterungen mit einer Innenachse oder einem Innenkörper verbunden sind.

Es sind bereits Apparaturen bekannt, bei denen die Leitorgane an einem Innenkörper befestigt sind. So wird in der DE—B—10 66 955 eine Vorrichtung beschrieben, die aus einem von außen beheizten bzw. gekühlten Strömungsrohr besteht, in dessen Innerem schraubenlinienartig verlaufende, in Strömungsrichtung mit Abständen aufeinanderfolgende Leitorgane vorgesehen sind. Als Leitorgane finden flügelartige, gekrümmte oder ebene Platten Anwendung, die an einer zentral im Strömungsrohr angebrachten Stange oder einem Rohr über die ganze Länge der Stange oder des Rohres verteilt befestigt sind.

Derartige Vorrichtungen haben sich in vielen Fällen sehr gut bewährt. Im Vergleich zu anderen Vorrichtungen, die zum Erwärmen, Kühlen oder Trocknen feinteiliger Feststoffe eingesetzt werden, arbeitet man bei ihnen mit relativ kleinen Trägergasmengen, weil die Wärme- bzw. Kältezufuhr über die beheizte bzw. gekühlte Wand erfolgt. Daher ist z.B. die Trocknung von lösungsmittelfeuchten Produkten unter Schutzgas einfach durchzuführen. Auch die Rückgewinnung des Lösungsmittels wird erleichtert, und die geschlossene Bauweise des Systems stellt sicher, daß Umweltbelastungen vermieden werden.

Schwierigkeiten treten aber dann auf, wenn während des Erwärmungs- bzw. Abkühlungs- oder Trocknungsvorganges aggressive Medien entstehen, die selbst korrosionsbeständige Werkstoffe wie Edelstahl und Hastalloy angreifen. In solchen Fällen können die bekannten Vorrichtungen nicht eingesetzt werden, oder man muß in Kauf nehmen, daß sie nur eine kurze Lebensdauer haben.

Der Bau von Vorrichtungen der genannten Art in emaillierter Ausführung scheitert daran, daß es nicht gelingt, das mit Leitkörpern besetzte Innenrohr einwandfrei zu emaillieren. Es bestand daher die Aufgabe, eine Vorrichtung zum Erwärmen oder Kühlen, insbesondere zum Trocknen, feinteiliger Feststoffe bereitzustellen, die die auf-

gezeigten Nachteile vermeidet und auch in Verbindung mit aggressiven Medien eingesetzt werden kann.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zum Erwärmen oder Kühlen und insbesondere zum Trocknen feinteiliger Feststoffe in einem in wendelförmiger Bahn geförderten Fördergasstrom, bestehend aus einem von außen beheizten bzw. gekühlten Strömungsrohr, das einen ebenfalls beheizten bzw. gekühlten Innenkörper zentrisch umgibt, und zwischen Strömungsrohr und Innenkörper schraubenlinienartig verlaufenden, in Strömungsrichtung mit aufeinanderfolgenden Leitorganen, die als flügelartige, gekrümmte oder ebene Platten ausgebildet und über die ganze Länge des Innenkörpers verteilt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitorgane als selbsttragende, nicht unmittelbar am Innenkörper befestigte Konstruktion ausgeführt sind und aus thermoplastischen oder duroplastischen Kunststoffen bestehen, und der Innenkörper und die Innenseite des Strömungsrohres mit einem gegen aggressive Medien beständigen Emaille-Überzug versehen sind.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Erwärmen oder Kühlen und insbesondere zum Trocknen feinteiliger Feststoffe ermöglicht bei geringstem Bau- und Energieaufwand ausgezeichnete Wärmeaustauschleistungen. Die Vorrichtung enthält eine Vielzahl von Leitorganen, die als flügelartige, gekrümmte oder ebene Platten ausgebildet sind, und erstrecken sich über die ganze Länge des zentrisch angeordneten Innenkörpers. Aufeinanderfolgende Platten sind derartig gegeneinander versetzt und bezüglich ihrer Neigung so auf die Strömungsgeschwindigkeit des Fördergases abgestimmt, daß die Anströmkanten der Platten die in den zwischen zwei vorhergehenden Platten zugeführten Fördergasströmen entstandenen Strähnen der Feststoffteilchen immer wieder zerteilen. Erfindungsgemäß sind die Leitorgane nicht an dem Innenkörper befestigt, sondern als selbsttragende Konstruktion ausgeführt, die den Innenkörper unter Ausbildung eines engen Ringspaltes umgibt.

Die Trennung von Innenkörper und Leitorganen erlaubt es, den Innenkörper ebenso wie die Innenseite des Strömungsrohres mit einem gegen aggressive Medien beständigen Emaille-Überzug zu versehen. Dadurch wird die Verwendbarkeit der Vorrichtung wesentlich erhöht und auf Gebiete ausgedehnt, in denen der Einsatz bisher nicht oder nur bedingt möglich war.

Als Konstruktionsmaterial für die Leitorgane eignen sich je nach dem Einsatzzweck thermoplastische oder duroplastische Kunststoffe. Besonders bewährt haben sich Leitorgane aus duroplastischen Werkstoffen (mit Asbestfaser verstärktes Phenolharz).

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist alle Vorteile auf, die entsprechende Apparate zeigen, bei denen Innenkörper und Leitorgane eine Einheit bilden. Vor allem auf dem Gebiet der pneumatischen Trocknung zeichnet sich die

erfindungsgemäße Vorrichtung durch hohe Wirksamkeit aus. Diese besteht darin, daß die Feststoffteilchen auch bei geringer axialer Strömungsgeschwindigkeit mit relativ großer Geschwindigkeit und großer zentrifugaler Beschleunigung an die Wand getrieben werden und an dieser in Form eines gleichmäßigen Schleiers entlanggleiten. Auf diese Weise erzielt man bei nahezu vollkommener Ausnutzung der Heizfläche einen direkten und intensiven Wärmeaustausch zwischen Wand und Feststoff. Infolge der Wandreibung des Feststoffes stellt sich außerdem eine hohe Relativgasgeschwindigkeit zwischen diesem und dem Fördergas ein. Damit ergeben sich außerordentlich hohe Wärmeübergangsleistungen je Heizflächeneinheit, so daß die Vorrichtung der Erfindung bei einer optimalen Ausnutzung der Heizfläche durch eine schleierartige Verteilung der Feststoffteilchen des Trocknungsgutes auf der Rohrwand und bei hohen Wärmeübergangszahlen eine optimale Trocknungsleistung bezogen auf die Heizfläche ermöglicht.

Ein entscheidender Vorteil der Vorrichtung liegt beim Trocknen auch darin, daß trotz niedriger Heizflächentemperatur, die auch bei temperaturempfindlichen Stoffen eine Schädigung ausschließt, relativ hohe Temperaturen und Sättigungsgrade des Abgases am Austritt aus dem Trockner erreicht werden können. Dies bedeutet, daß mit sehr geringen spezifischen Gasmengen oder mit hoher Gasbeladung gearbeitet werden kann. Dadurch bedingt läßt sich ein niedriger spezifischer Wärmeverbrauch erreichen, während außerdem zum Umwälzen des Fördergases durch die Trocknungsanlage nur geringe Energiemengen aufgewandt werden müssen. Die Größe des Apparates und die Anlagekosten lassen sich dementsprechend niedrig halten.

Die Platten werden zweckmäßig so ausgebildet, daß sie nicht ganz bis an die Innenwand des Strömungsrohres heranreichen. Sie weisen an ihrer Außenkante eine Nut auf, in die eine flexible Lippe eingesetzt wird. Aufgabe dieser Lippe ist es, dem Ringspalt zwischen der inneren Oberfläche des Außenkörpers (Strömungsrohr) und Leitschaufeln einen definierten Abstand zwischen 0,5—2 cm zu geben.

Es ist auch möglich, das Strömungsrohr oder die Stange, bzw. das Rohr oder auch beide drehbar auszubilden und in langsame Drehung zu versetzen. Die Drehung soll jedoch so langsam erfolgen, daß kein Gas oder Gut gefördert wird. Bei einer solchen langsamen Drehbewegung ist der Energieverbrauch im Gegensatz zu einer für mechanische Förderung erforderlichen schnellen Drehbewegung vernachlässigbar gering, ebenso die Wartung und Störanfälligkeit.

In Abhängigkeit vom Durchmesser des Drallrohres werden z.B. 4, 6, 8 oder mehr emaillierte Stangen, die konzentrisch und im gleichen Abstand zueinander um den emaillierten Innenkörper angeordnet sind, angebracht. Diese Haltestangen weisen üblicherweise einen Abstand von

einigen Millimetern bis einigen Zentimetern zu dem Innenkörper auf und sind an ihrem unteren Ende in einem Tragering des Innenkörpers abgestützt. Dieser Tragering wird durch eine wulstförmige Ausbuchtung des Innenkörpers gebildet und ist ebenfalls emailliert. Er besitzt kreisförmige Vertiefungen, die die entsprechenden (endständigen) Zapfen der emaillierten Stangen aufnehmen. Zum Schutz der Emaillierung der Aufnahmeöffnungen im Tragering und der Emaillierung des Zapfens der Stange wird eine Dichtung aus einem beständigen Material z.B. Polytetrafluorethylen untergelegt bzw. eine entsprechend ausgeformte Buchse, die aus dem gleichen Material wie die Dichtung besteht, in die Aufnahmeöffnung eingesetzt. Dadurch wird verhindert, daß infolge von Reibung des Zapfens in der Aufnahmeöffnung die Emaillierung beschädigt und zerstört wird.

Die aus dem duroplastischen Material (z.B. Asbest eingebettet in Phenolharz) geformten Leitschaufeln weisen an beiden Enden je eine Bohrung, deren Öffnung in etwa dem Durchmesser und deren Abstand zueinander in etwa dem Abstand der Haltestangen entspricht, auf.

Sie werden auf die Haltestangen aufgesteckt und durch Distanzstücke, die aus dem gleichen Werkstoff wie die Leitschaufeln bestehen, voneinander entfernt gehalten. Bei den Distanzstücken handelt es sich um Rohrstücke oder Hülisen, deren Innendurchmesser etwa dem Durchmesser der Haltestangen entspricht. Sie werden ebenfalls auf die Haltestangen aufgesteckt und stützen die auf ihnen aufgelegten Leitschaufeln.

Der schraubenlinienförmige Aufbau der Leitschaufeln ergibt sich ausgehend von dem Tragering, der als Fundament dem weiteren Aufbau der Leitschaufelkonstruktion dient, dadurch, daß die Distanzstücke unterschiedliche Längen besitzen. Durch den Längenunterschied der Distanzstücke (Höhe) wird je nach Erfordernis eine entsprechende Steigung der Leitschaufeln und damit zugleich des Stoffstromes festgelegt. An jeder Haltestange überlappen sich zwei durch ein Distanzstück getrennte Leitschaufeln. Dadurch ergibt sich ein wendelförmiger Aufbau der Leitschaufeln um den emaillierten Innenkörper. Die dem Innenkörper zugewandte Kante der Leitschaufel wird gegebenenfalls durch mechanische Überarbeitung (Schleifen oder Fräsen) der emaillierten Oberfläche des Innenkörpers sorgfältig angepaßt, damit die Kante der Leitschaufel möglichst dicht an der Oberfläche des Innenkörpers anliegt.

Die der emaillierten Innenseite des Außenkörpers zugewandte Kante der Leitschaufeln weist eine Nut auf, in die z.B. eine Lippe aus Polytetrafluorethylen eingesetzt und mit der Leitschaufel verklebt wird. Aufgabe der Lippe ist es, den freien Spalt zwischen Leitschaufel und Außenkörper definiert einzustellen. Auf diese Weise wird eine Strahlenbildung verhindert.

Überlicherweise wird der Gasstrom unterhalb der Zugabevorrichtung des zu trocknenden Materials auf die Oberflächen von Innenkörper und

Außenkörper in tangentialer Richtung zugeführt. Der Bahn der Leitschaufeln folgend trifft der Gasstrom auf das zu trocknende Material, das z.B. über eine Schnecke oder über eine Rutschvorrichtung in das Drallrohr eingebracht wird, und führt es entlang der Anordnung der Leitschaufeln mit sich. Die für die Trocknung des Materials erforderliche Wärme wird über die freie Fläche des geheizten Innenkörpers und des beheizten Außenkörpers zugeführt.

Es ist auch möglich, daß zu trocknende Material und Gas im Gegenstrom zu führen.

Die Konstruktion des Drallrohres ist nicht auf eine senkrechte Anordnung beschränkt. Eine schräggestellte oder liegende Bauausführung ist ebenfalls möglich.

Eine entsprechende Bauausführung ist in Figur 1 und Figur 2 dargestellt. Darin bedeuten 1 einen Außenkörper, 2 einen Heizmantel, 3 einen Innenkörper, 4 eine Haltestange, 5 die Beheizung des Innenkörpers, 6 eine Leitschaufel, 7 ein Distanzstück, 8 einen Gaseintritt, 9 einen Produkteintritt, 10 einen Tragering, 11 einen Zapfen der Haltestange, 12 eine Aufnahmeöffnung im Tragering, 13 Dampfaustritt vom Innenkörper, 14 Dampfaustritt vom Heizmantel des Außenkörpers, 15 eine Nut in der Leitschaufel, 16 eine in die Nut 15 eingesetzte Lippe und 17 einen Deckel an dem die Haltestangen 4 befestigt sind.

Eine andere Ausgestaltungsform des erfindungsgemäßen Drallrohres besteht darin, die Leitschaufeln als selbsttragende Konstruktion um den emaillierten Innenkörper herum anzuordnen.

Dies wird dadurch erreicht, daß die Leitschaufeln an jedem ihrer beiden Enden einen Fuß aufweisen, der die Aufgabe der Haltestange und Distanzstücke (wie in der vorangegangenen Konstruktionsbeschreibung aufgeführt) übernimmt. Der Fuß weist an seinem Ende einen Zapfen auf, während in der Oberseite der Leitschaufel eine entsprechende Nut vorhanden ist. Diese Nut dient zur Aufnahme der Zapfen des Fußes der darüber angeordneten Leitschaufel. Da die Füße der Leitschaufel unterschiedliche Längen aufweisen, ergibt sich eine wellenförmige, um den Innenkörper führende Anordnung. Je zwei benachbarte Leitschaufeln werden durch eine oberhalb angeordnete Leitschaufel miteinander verbunden. Dabei nimmt die eine Nut am Ende der einen Leitschaufel den Zapfen des Fußes der oberhalb angeordneten Leitschaufel auf und die Nut der benachbarten Leitschaufel den Zapfen am anderen Ende der oberhalb angeordneten Leitschaufel auf. Die Verbindung zwischen Zapfen und Nut wird durch Verkleben mit dem gleichen Werkstoff, aus dem die Leitschaufeln gefertigt sind, ausgeführt.

Die Leitschaufel-Konstruktion ruht am unteren Ende des Rohres auf einem emaillierten Tragering. Dieser Tragering wird durch eine wulstförmige Ausbuchtung des Innenkörpers gebildet.

Durch den Längenunterschied der Füße dieser Leitschaufel wird je nach Erfordernis eine entsprechende Steigerung der Leitschaufel und

damit zugleich des Stoffstromes festgelegt.

Da der Zapfen des Fußes und die Nut an der Oberkante einer jeden Leitschaufel einander direkt gegenüberliegen, überlappen sich an der Stelle des Zapfens bzw. an der Stelle der Nut jeweils zwei Leitschaufeln. Die dem Innenkörper zugewandte Kante der Leitschaufeln wird gegebenenfalls durch eine mechanische Überarbeitung (Schleifen oder Fräsen) der emaillierten Oberfläche des Innenkörpers sorgfältig angepaßt, damit die Kante der Leitschaufel möglichst dicht an der Oberfläche des Innenkörpers anliegt.

Die der emaillierten Innenseite des Außenkörpers zugewandte Kante der Leitschaufeln weisen, ebenso wie zu Figur 1 und Figur 2 beschrieben, eine Nut auf, in die z.B. eine Lippe aus Polytetrafluorethylen eingesetzt und mit der Leitschaufel verklebt wird. Die Aufgabe dieser Lippe ist die gleiche wie zuvor erläutert.

Die übrige Bauausführung gleicht im wesentlichen der Konstruktion in Figur 1.

Der soeben geschilderte Aufbau der Leitschaufeln um den Innenkörper herum ist in Figur 3 und Figur 4 abgebildet. Hierin bedeuten 1 einen Außenkörper, 2 einen Heizmantel, 3 einen Innenkörper, 4 eine Leitschaufel, 5 einen Gaseintritt, 9 einen Produkteintritt, 10 einen Tragering, 11 Dampfaustritt für Beheizung des Innenkörpers, 12 Dampfaustritt vom Heizmantel des Außenkörpers, 13 eine Nut in der Außenkante der Leitschaufel, 14 eine in die Nut 13 eingesetzte Lippe.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erwärmen oder Kühlen und insbesondere zum Trocknen feinteiliger Feststoffe in einem in wellenförmiger Bahn geförderten Fördergasstrom, bestehend aus einem von außen beheizten bzw. gekühlten Strömungsrohr, das einen ebenfalls beheizten bzw. gekühlten Innenkörper zentrisch umgibt, und zwischen Strömungsrohr und Innenkörper schraubenlinienartig verlaufenden, in Strömungsrichtung mit aufeinanderfolgenden Leitorganen, die als flügelartige, gekrümmte oder ebene Platten ausgebildet und über die ganze Länge des Innenkörpers verteilt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitorgane als selbsttragende, nicht unmittelbar am Innenkörper befestigte Konstruktion ausgeführt sind und aus thermoplastischen oder duroplastischen Kunststoffen bestehen, und der Innenkörper und die Innenseite des Strömungsrohres mit einem gegen aggressive Medien beständigen Emaille-Überzug versehen sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitorgane aus mit Asbestfaser verstärktem Phenolharz bestehen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitorgane eine in eine Nut eingeklebte Lippe aus Polytetrafluorethylen aufweisen.

## Revendications

1. Dispositif pour chauffer ou refroidir, et notamment pour sécher, des matières solides à l'état de fines particules, dans un courant de gaz transporteur acheminé sur une trajectoire hélicoïdale, constitué par un tube d'écoulement chauffé ou refroidi par l'extérieur, entourant de manière centrée un corps intérieur également chauffé ou refroidi, et par des organes directeurs à tracé du genre hélicoïdal entre tube d'écoulement et corps intérieur, ces organes directeurs se succédant dans la direction de l'écoulement et étant réalisés sous forme de plaques du genre aile, cintrées ou planes, et étant répartis sur toute la longueur du corps intérieur, caractérisé par le fait que les organes directeurs sont réalisés en tant que construction autoporteuse non fixée directement sur le corps intérieur, et sont faits en matière synthétique thermoplastique ou thermodurcissable, et le corps intérieur et le côté intérieur du tube d'écoulement sont munis d'un émail de revêtement résistant aux milieux agressifs.

2. Dispositif selon revendication 1, caractérisé par le fait que les organes directeurs sont en résine phénolique renforcée par des fibres d'amiante.

3. Dispositif selon revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que les organes directeurs pré-

sentent une lèvre en polytétrafluoréthylène collée dans une rainure.

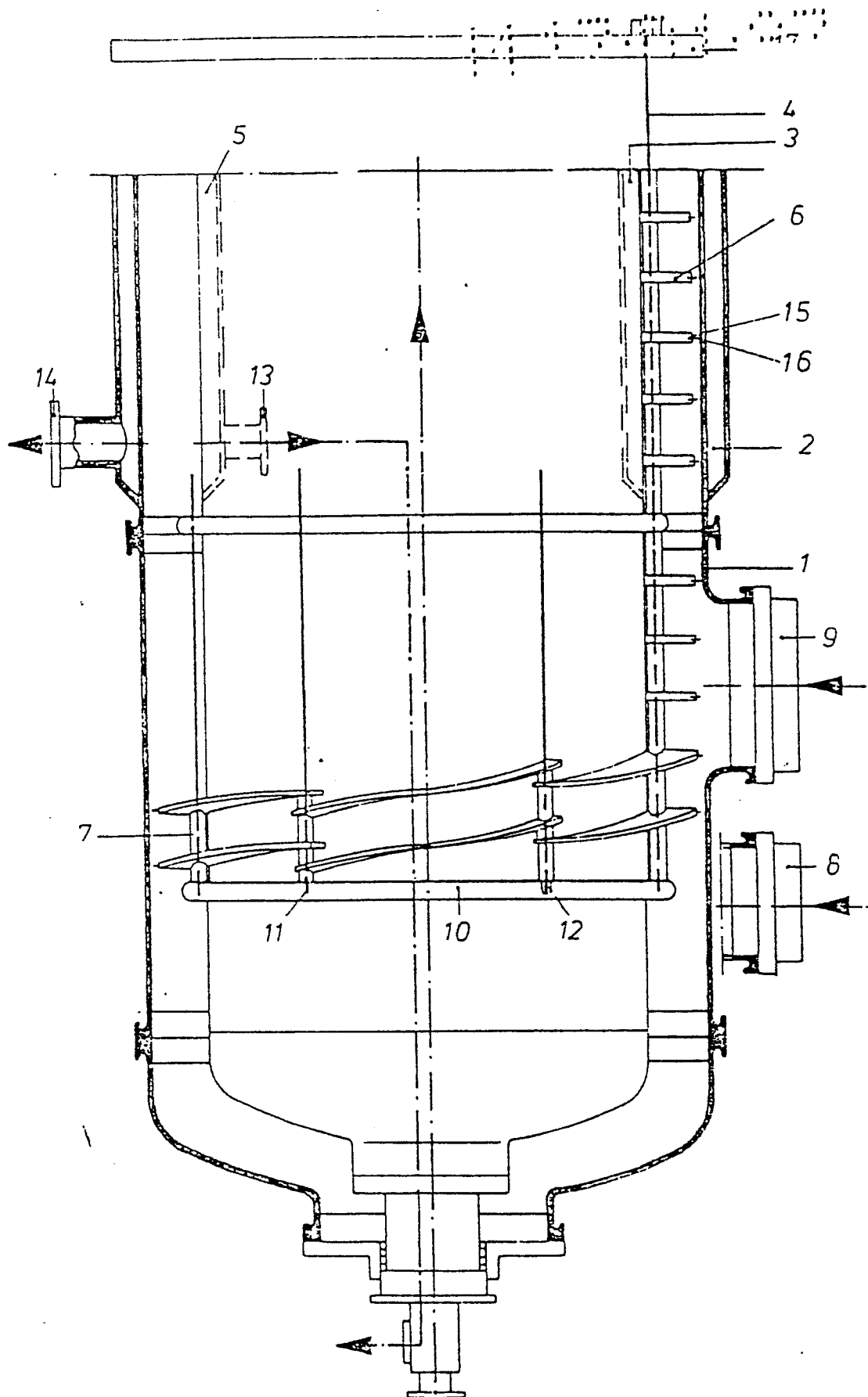
## Claims

1. Apparatus for heating or cooling and in particular for drying finely particulate solids in a carrier gas stream conducted along a helical path, said apparatus consisting of an externally heated and cooled flow tube centrically surrounding a similarly heated and cooled inner body, and guide features which are helically arranged in succession in the flow direction, are situated between the flow tube and the inner body, are designed as aerofoil-like curved or flat plates and are distributed over the whole length of the inner body, characterised in that the guide features are designed as a self-supporting structure not directly secured to the inner body and consist of thermoplastics or thermoset plastics and the inner body and the inside of the flow tube are coated with an enamel coating which is resistant to aggressive media.

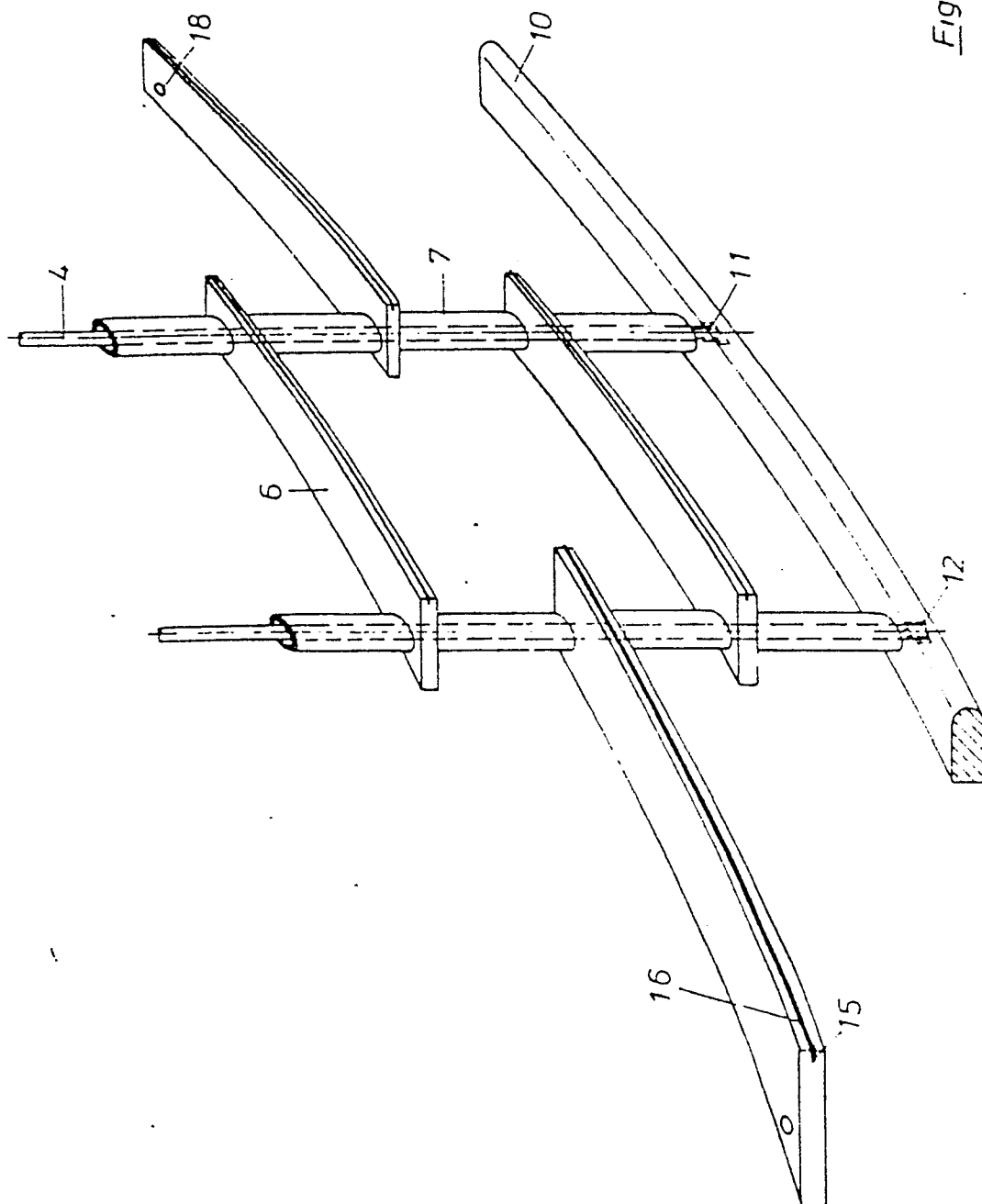
2. Apparatus according to claim 1, characterised in that the guide features consist of asbestos-fibre-reinforced phenol resin.

3. Apparatus according to claim 1 or 2, characterised in that the guide features exhibit a polytetrafluoroethylene lip glued into a groove.

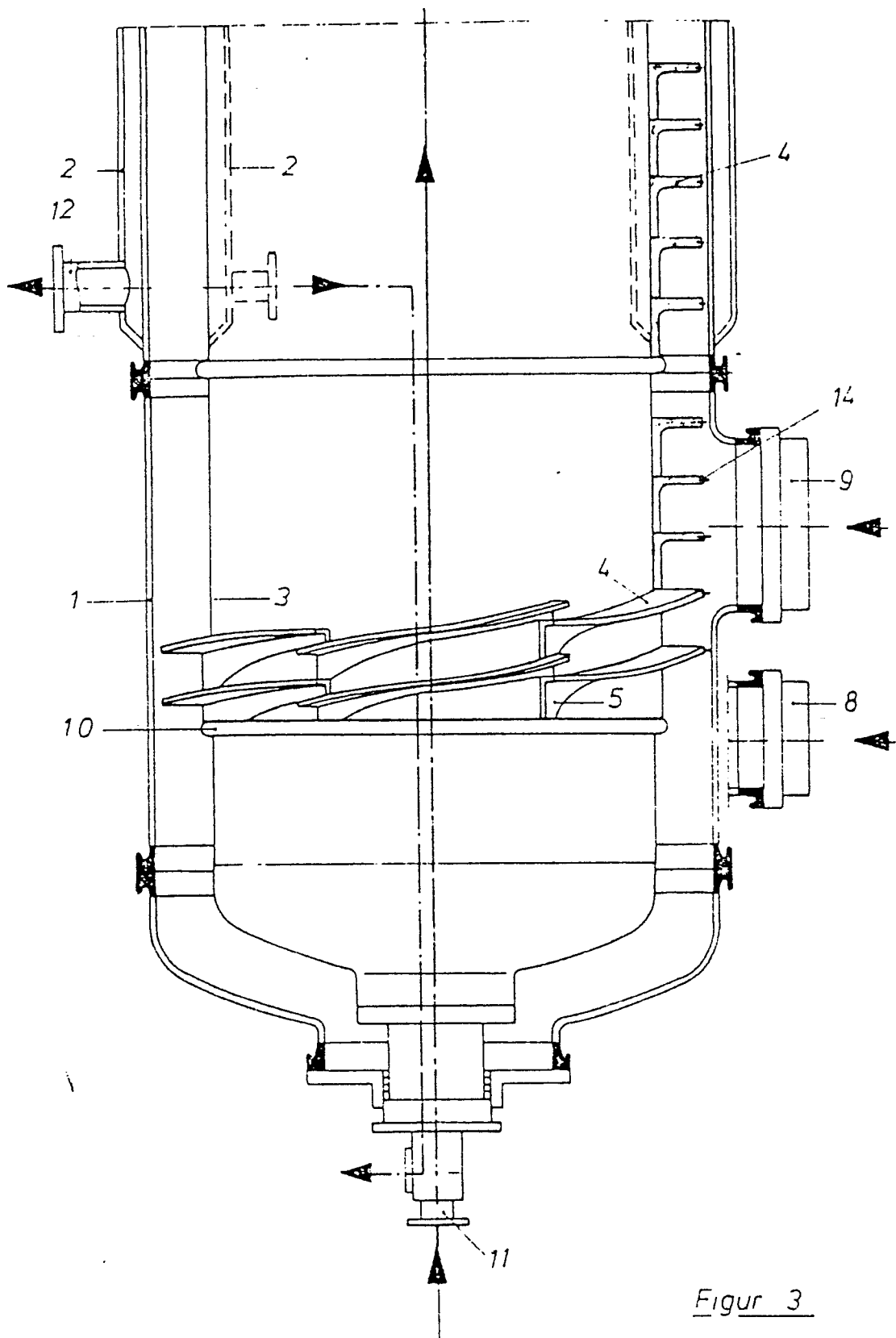
0 085 331



Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4

