(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 299 226 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.11.2019 Patentblatt 2019/46

(51) Int Cl.:
F28D 7/10 *(2006.01)* ***F28D 7/16*** *(2006.01)*
F28F 1/08 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **10171887.2**

(22) Anmeldetag: **04.08.2010**

(54) **Röhrenwärmetauscher mit Faltenbalg-Kompensator**

Tubular heat exchanger with bellows compensator

Echangeur thermique tubulaire avec compensateur de soufflet

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **08.09.2009 DE 102009040560**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.03.2011 Patentblatt 2011/12

(73) Patentinhaber: **Krones AG**
93073 Neutraubling (DE)

(72) Erfinder: **Zacharias, Jörg**
93096 Köfering (DE)

(74) Vertreter: **Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB**
Leopoldstraße 4
80802 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2004/092638
DE-A1- 3 602 608
US-A- 3 817 319
US-A- 4 186 779

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 299 226 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Röhrenwärmetauscher der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art.

[0002] Bei einem aus DE3602608 A1 bekannten, gattungsgemäßen Röhrenwärmetauscher weisen das Innen- und Außenrohr kongruente Faltenbälge auf, die im Wesentlichen zick-zack-förmige, an den Wendepunkten gerundete Faltungen enthalten, die im Querschnitt gleichartig ausgebildet sind. In den Faltungen beträgt das Verhältnis zwischen der axialen Breite und der radialen Tiefe deutlich mehr als 2. Durch die geraden Flanken und die relativ scharfen Rundungen der Wendepunkte der Faltungen entstehen Toträume, in denen sich Verunreinigungen absetzen können und die sehr schwierig zu reinigen sind, um eine hygienische Kondition in den Faltenbälgen herzustellen. Außerdem tritt die Kompensationswirkung vorwiegend in den Wendepunkten auf, die dadurch hohen lokalen Spannungen unterworfen werden.

[0003] Bei einem aus WO 204092638 A1 bekannten Kompensations-Faltenbalg für Pipelines ist das die Faltungen aufweisende Innenrohr durch ein glatt durchgehendes Außenrohr geschützt. Zwischen den Innen- und Außenrohren findet keine Produktströmung statt. In der Ausführungsform der Fig. 3, oben, sind in Zwischenräumen zwischen im Wesentlichen trapezförmigen, relativ weiten Faltungen engere, V-förmige Faltungen vorgesehen. In den relativ weiteren Faltungen ist das Verhältnis B:T deutlich größer als 2, während das Verhältnis B:T in den relativ engeren Faltungen 1 beträgt. Die relativ kleinen Krümmungsradien der trapezförmigen, relativ weiteren Faltungen erzeugen Toträume, in denen sich Verunreinigungen abzusetzen drohen und die schwierig zu reinigen sind. Die Kompensationswirkung findet vorwiegend in den Krümmungsradien zwischen den geraden Kämmen der trapezförmigen Faltungen und den geraden Flanken der relativ engen Faltungen statt, sodass dort lokal hohe Spannungen auftreten. Die geraden Flanken der relativ engeren Faltungen und die geraden Kämme und Böden der Trapezförmigen, relativ weiteren Faltungen nehmen an der Kompensation kaum teil.

[0004] Bei einem aus US3817319 A bekannten Wärmetauscherrohr sind in der Ausführungsform der Fig. 2 a, 2 b schraubengangförmige gleichartige Faltungen mit V-förmigem Querschnitt und relativ engen Krümmungen in den Wendepunkten vorgesehen. Das Verhältnis zwischen B:T liegt bei etwa 1,5.

[0005] Bei einem aus US 4186779 A bekannten Wärmetauscherrohr, das durch Walzverformen mit einem Faltenbalg ausgebildet wird, liegt das Verhältnis von B:T ziemlich genau bei 1, wobei die Kontur der Faltungen durch harmonisch ineinander übergeführte Kreisbogenabschnitte definiert ist.

[0006] Röhrenwärmetauscher z.B. zur Produkt gegen Produkt-Strömungsführung sind aus DE 600 19 635 T2 und DE 102 56 232 B4 bekannt. Die Wärmeausdehnungs-Kompensationseinrichtung ist hierbei eine Schiebeverbindung mit Dichtungen oder eine schwimmende oder Loslagerung, die thermisch bedingte Relativbewegungen zulässt, jedoch Toträume bedingt, in welchen sich das Produkt so absetzen kann, dass es trotz intensiver Reinigung nicht mehr entfernbar ist, oder die zur hygienisch einwandfreien Reinigung ein Zerlegen erfordert. Aus hygienischen Gesichtspunkten sind solche Kompensationseinrichtungen von den zuständigen Behörden nicht empfohlen, jedoch bisher als Kompromisslösung für die Produkt gegen Produkt-Strömungsführung üblich.

[0007] In Röhrenwärmetauschern in der Lebensmittelindustrie, in denen eine Strömungsführung Produkt gegen Wärmeträgermedium wie Wasser stattfindet, ist es hingegen bekannt, als Wärmeausdehnungs-Kompensationseinrichtungen wenigstens einen Faltenbalg so zu verbauen, dass ausschließlich vom Wärmeträgermedium kontaktiert wird, hingegen keinesfalls vom Produkt. Der Faltenbalg wird nach bestimmten Einsatzperioden des Röhrenwärmetauschers oder bei einem Produktwechsel nicht gereinigt, da er ohnedies nur mit dem Wärmeträgermedium in Kontakt ist. Der Faltenbalg ist bewusst mit einem Verhältnis von B : T von sehr viel kleiner als 1, gegebenenfalls mit geraden Flanken und sehr kleinen Krümmungsradien zwischen den Flanken, ausgebildet, weil dadurch die Kompensationswirkung pro Faltung stark ist und deshalb möglichst wenige Faltungen gebraucht werden. Dieser Faltenbalg ließe sich wegen des für die Kompensation günstigen Verhältnisses von B : T sehr viel kleiner als 1 nicht mehr zu einem hygienisch einwandfreien Zustand reinigen, da beim Kontakt mit einem Produkt z.B. wegen Wirbelbildungen und Totzonen unvermeidlich fest haftende Produktablagerungen auftreten würden.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Röhrenwärmetauscher der eingangs genannten Art mit guter Kompensationswirkung des Faltenbalgs für eine Produkt- gegen Produkt-Strömungsführung hygienisch einwandfrei reinigbar zu gestalten.

[0009] Die gestellte Aufgabe wird mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0010] Mit der bewusst vorgenommenen Abkehr vom üblicherweise für eine optimale Wärmeausdehnungs-Kompensation üblichen Verhältnis von B : T der Faltung zu einem für die Kompensation ungünstigeren Verhältnis von B : T von etwa 1 oder größer zumindest an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche der Faltung ergibt sich die Möglichkeit, die vom Produkt kontaktierbare Oberfläche zu einem hygienisch einwandfreien Zustand vom Produkt zu reinigen, weil relativ moderate Richtungswechsel in den gerundeten Faltungen, relativ schwach gekrümmte Oberflächen und keine kritischen Toträume vorliegen. Das Produkt neigt somit weniger zum Anhaften, sondern wird stets zügig aus der Faltung gespült. Reinigungsmedien können Produktrückstände effizient beseitigen und werden selbst leicht ausgespült und/oder rückstandsfrei entfernt. Um die insgesamt ge-

forderte Kompensationswirkung zu leisten, braucht nur eine entsprechende Mehranzahl an Faltungen vorgesehen zu werden, was jedoch im Hinblick auf die erzielbaren, hygienisch einwandfreien Verhältnisse für die Produkt gegen Produkt-Strömungsführung und die hermetische Dichtheit im Röhrenwärmetauscher durchaus akzeptabel ist. Durch die in Kauf genommene Verschlechterung der Kompensationswirkung jeder z.B. mit ihrer Innenseite mit dem Produkt in Kontakt tretenden, an sich zum technischen Zweck der Kompensation von Wärmeausdehnungen vorgesehenen relativ weiten Faltungen, erhält der Faltenbalg jedoch erst die hygienische Eignung zur Produkt gegen Produkt-Strömungsführung im Röhrenwärmetauscher, auch weil durch einen harmonischen Oberflächenverlauf sehr günstige Strömungsverhältnisse erzielt werden, die vor allem die Reinigungseffizienz drastisch verbessern. Es wird somit ein Röhrenwärmetauscher mit hygienischem Faltenbalg erzielt. Dabei sind mehrere axial mit Zwischenabständen aufeinanderfolgende, im Wesentlichen gleichartige Faltungen nach innen oder nach außen vorgesehen, die an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche mit dem Verhältnis von B : T von etwa 1 oder größer ausgebildet sind, und sind in den Zwischenabständen Faltungen vorgesehen, die mit einem Verhältnis von B1 : T < 1 ausgebildet sind. Es können die konvex gekrümmten Oberflächen der Faltungen mit dem Verhältnis B1 : T < 1 an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche des Faltenbalgs angeordnet sein, weil auch diese konvexen Oberflächenabschnitte gut zu reinigen sind. Dies ist eine hybride Ausbildung des Faltenbalgs, einerseits um die konkaven Oberflächenabschnitte der relativ weiten Faltungen mit dem Verhältnis B : T von etwa 1 oder größer gut reinigen zu können, aber eine geringere Kompensationswirkung pro Längeneinheit zu erzielen, und andererseits auch an den konvexen Oberflächenbereichen der Faltungen mit dem Verhältnis von B1 : T < 1 ausreichend gut reinigen zu können, aber dort eine stärkere Kompensationswirkung pro Längeneinheit zu erhalten. Diese Hybridform des Faltenbalgs empfiehlt sich für das Mantelrohr, wenn dieses an der Innenoberfläche vom Produkt kontaktiert wird. Hierbei ist jede Faltung in einem Achsschnitt des mit dem Faltenbalg ausgestatteten Innen- und/oder Mantelrohrs aus stufenlos ineinander übergeführten Kreisbogenabschnitten mit einem etwa der halben Tiefe und/oder Breite der jeweiligen Faltung entsprechenden Krümmungsradius gebildet.

[0011] Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform kann in den relativ weiten Faltungen das Verhältnis von B : T zwischen etwa 1 und bis zu 2 betragen. Je größer das Verhältnis ist, desto günstiger verhält sich die Faltung bei der Reinigung nach vorgeschriebenen Betriebsperioden oder zu einem Produktwechsel.

[0012] Bei einer anderen Ausführungsform hat der Innendurchmesser des Faltenbalgs eine Größe, die zwischen annähernd dem Innendurchmesser des den Faltenbalg aufweisenden Innen- oder Mantelrohres und diesem Innendurchmesser abzüglich der Tiefe der Faltungen liegt. Abhängig vom Einsatzfall des Faltenbalgs im Mantelrohr oder in einem Innenrohr lassen sich innerhalb dieses Faltenbalg-Innendurchmesserbereiches unerwünschte Engstellen in den jeweiligen Strömungskanälen vermeiden oder minimieren.

[0013] Bei einer Ausführungsform weist der Faltenbalg mit dem Innen- oder Mantelrohr verschweißte, im Wesentlichen kreiszylindrische Rohrendstutzen auf, die in oder über Innen- oder Mantelrohr-Abschnittsenden gesteckt sind. Die Integration des Faltenbalgs in das jeweilige Rohr ist herstellungstechnisch einfach zu beherrschen. Die Schweißstellen sind dicht und vertragen problemlos hohe Druckdifferenzen. Der Faltenbalg kann an der jeweils optimalen Position des Rohres angeordnet werden.

[0014] Bei einer alternativen Ausführungsform ist der Faltenbalg integral in der kreiszylindrischen Wand des jeweiligen Rohres geformt, beispielsweise durch eine Walzbehandlung oder Rollbehandlung oder durch hydraulisches Umformen. Dadurch entfällt die Notwendigkeit von Schweißverbindungen.

[0015] Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform bildet ein Mantelrohr mit mehreren Innenrohren ein Röhrenwärmetauscher-Modul. Der Faltenbalg, zumindest ein Faltenbalg, kann in etwa in der Längsmitte des Wärmetauschermoduls angeordnet sein, um seine Kompensationswirkung optimal zu entwickeln. Vorzugsweise befindet sich der Faltenbalg im Mantelrohr, derart, dass die vom Produkt kontaktierbare Oberfläche des Faltenbalgs zu den im Mantelrohr untergebrachten Innenrohren weist, die glatt sein können.

[0016] Im Hinblick auf eine effiziente Reinigung ist es wichtig, wenn die Faltung zumindest an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche einen derart harmonischen Oberflächenverlauf aufweist, dass dort weitgehend turbulente Strömungsverhältnisse begünstigt werden, die alle Vertiefungen des Faltenbalges vollständig erfassen. Weitgehend turbulente Strömungsverhältnisse bieten den Vorteil, keine Zonen entstehen zu lassen, in denen sich nicht nur das Produkt abzusetzen droht, sondern in denen ein Reinigungsmedium keine effiziente Reinigungswirkung entwickeln könnte.

[0017] Ausführungsformen des Erfindungsgegenstandes werden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt eines Moduls eines beispielhaften Röhrenwärmetauschers,

Fig. 2 in vergrößertem Maßstab ein Detail aus Fig. 1 mit einem Faltenbalg in einem Mantelrohr des Röhrenwärmetauscher-Moduls,

Fig. 3 einen Achsschnitt einer anderen nicht unter die Erfindung fallenden Ausführungsform, beispielsweise eines Mantelrohres oder einen Innenrohres eines Moduls,

Fig. 4 einen Achsschnitt einer weiteren nicht unter die Erfindung Fallenden Ausführungsform eines Mantel- oder Innenrohres eines Moduls, und

Fig. 5 einen Teilschnitt einer konkreteren Ausführungsform eines Moduls.

[0018] Die Fig. 1 und 5 verdeutlichen jeweils ein einzelnes Modul M eines gestrichelt angedeuteten Röhrenwärmetauschers W, wie er beispielsweise in der Abfüllindustrie für flüssige Lebensmittelprodukte (z.B. Wasser, Säfte, Milch) zu einer Produkt gegen Produkt-Strömungsführung bei der Wärmebehandlung (Erwärmen oder Abkühlen) eines Lebensmittelproduktes verwendet wird. In dem Röhrenwärmetauscher W können mehrere Module eingebaut sein, um möglichst lange Strömungswege für das Produkt zu erzielen. Das Modul M kann z. B. 3,0 m, 6,0 m lang, oder sogar länger sein.

[0019] Das Modul M weist in Fig. 1 ein Mantelrohr 1, z.B. aus rostfreiem Stahl, auf, das endseitige Befestigungsflansche 2 zur Montage im Röhrenwärmetauscher W besitzt. Im Mantelrohr 1 ist mindestens ein Innenrohr 3 vorgesehen, das sich im Wesentlichen achsparallel zum Mantelrohr 1 zwischen Befestigungsflanschen 4 erstreckt. In der Ausführungsform in Fig. 1 sind mehrere Innenrohre 3 vorgesehen, die zu einem Rohrbündel zusammengefasst sind, so dass zwischen dem Mantelrohr 1 und den Innenrohren 3 und auch in den Innenrohren 3 mindestens die Strömungskanäle 5, 6, 7 und 8 definiert werden, wobei die Kanäle 6, 7 und 8 zu einem primären Strom und der Kanal 5 zu einem sekundären Strömungskanal gehören. In diesen Strömungskanälen zirkuliert das Lebensmittelprodukt, wobei gegebenenfalls zumindest ein Strömungsweg auch für ein Wärmeträgermedium benutzt wird (in Fig. 1 z.B. der Strömungsweg 5). Um aufgrund unterschiedlicher Temperaturen in den Strömungswegen unvermeidliche Wärmeausdehnungen zwischen den Rohren 1, 3 kompensieren zu können, ist bei der Ausführungsform in Fig. 1 im Mantelrohr 1 eine Kompensationseinrichtung K integriert, die als Faltenbalg C mit mehreren Faltungen F ausgebildet ist. Es wäre durchaus möglich, über die Länge des Moduls M (z.B. 6,0 m oder mehr) mehrere Faltenbälge C vorzusehen. Der in Fig. 1 gezeigte Faltenbalg C weist innenseitig eine vom Produkt im Strömungsweg 5 kontaktierbare Oberfläche 12 auf und kompensiert durch vorwiegend axiales Arbeiten die unterschiedliche axiale Wärmeausdehnung des Mantelrohres 1 in Relation zu den axialen Wärmeausdehnungen der Innenrohre 3. In Fig. 5 sind am Mantelrohr 1 für den Anschluss z.B. der Innenrohre 3 offene Endflansche 2 und im Mantelrohr 1 seitliche Anschlüsse 2' vorgesehen.

[0020] Zusätzlich könnten auch die Innenrohre 3 mit Faltenbälgen C ausgestattet sein, oder nur die Innenrohre 3, wobei dann ein Faltenbalg C in einem Innenrohr 3 gegebenenfalls innen- und/oder außenseitig eine vom Produkt kontaktierbare Oberfläche 12 darbietet.

[0021] Fig. 2 zeigt den Faltenbalg C von Fig. 1 in größerem Maßstab. Der Faltenbalg C ist mit endseitigen, z. B. kreiszylindrischen Rohrendstutzen 10 mit dem Mantelrohr 1 verschweißt, und zwar hier in Mantelrohrabschnittsenden 1a, 1b innen eingesteckt und bei 11 verschweißt. Alternativ könnten die Rohrendstutzen 10 auch außen auf die Mantelrohr-Abschnittsenden 1a, 1b aufgesteckt und verschweißt sein. Der Faltenbalg C wird vorfabriziert und nachträglich im Mantelrohr 1 installiert.

[0022] Der Faltenbalg C in Fig. 2 zeichnet sich dadurch aus, dass er mehrere axial mit Zwischenabständen hintereinander angeordnete, um die Rohrachse X umlaufenden, relativ weite Faltungen F aufweist, die eine radiale Tiefe T und eine axiale Breite B haben und einander gleichartig sind. Das Verhältnis von B : T liegt bei etwa 1 oder ist sogar größer, bis vorzugsweise maximal etwa 2. Die vom Produkt kontaktierbare Oberfläche 12 ist hauptsächlich konkav gerundet und verläuft relativ harmonisch mit beispielsweise einem Krümmungsradius R1, der etwa die Hälfte der Tiefe T oder der Breite B betragen kann.

[0023] In den Zwischenräumen zwischen den axial beabstandeten Faltungen F sind entgegengesetzte Faltungen F1' vorgesehen, die an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche 12 je einen konvexen Oberflächenabschnitt mit einem Krümmungsradius R2' haben, der kleiner ist als die Hälfte der Tiefe T oder Bereite B, und etwa der Hälfte der Breite B1 der Faltung F1' betragen kann.

[0024] Der Innendurchmesser des Faltenbalgs C ist mit d angegeben und entspricht annähernd dem Innendurchmesser D des Mantelrohres 1. Der Außendurchmesser D1 des Faltenbalgs C entspricht etwa dem Innendurchmesser d zuzüglich der zweifachen Tiefe T und zuzüglich der Materialstärke des Faltenbalgs C. Der Faltenbalg C besteht, vorzugsweise, wie auch das Mantelrohr 1, aus rostfreiem Stahl. Die Innenrohre 3 sind in Fig. 2 nicht gezeigt. Die außenliegende Oberfläche 9 des Faltenbalgs C kommt mit dem Produkt im Modul M nicht in Kontakt.

[0025] In der Ausführungsform in Fig. 3 ist der Faltenbalg C entweder in das Mantelrohr 1 oder in das jeweilige Innenrohr 3 integriert. Befindet sich der Faltenbalg C im Innenrohr 3, dann können hier die inneren und äußeren Oberflächen 12 vom Produkt kontaktiert werden. Im Faltenbalg C sind mehrere axial direkt aufeinanderfolgende, abwechselnd nach innen und außen geformte Faltungen F, F1 geformt, die gleichartig sein können, und aufeinanderfolgend konvexe und konkave Krümmungen haben, zweckmäßig mit Krümmungsradien R1, R2 entsprechend etwa der halben Tiefe T. Zweckmäßig handelt es sich um stufenlos ineinander geführte Kreisabschnitte, vorzugsweise Halbkreise. Der Innendurchmesser d1 des Faltenbalgs C entspricht etwa dem Innendurchmesser d des Mantel- oder Innenrohres 1, 3, oder dessen Außendurchmesser d, während der Außendurchmesser D1 des Faltenbalgs etwa dem Außendurchmesser D zuzüglich der zweifachen Tiefe T und der Materialstärke entspricht. Im gezeigten Ausführungsbeispiel für ein Innen- oder Mantelrohr 1, 3 mit einem Außendurchmesser D von et-

wa 70,0 mm beträgt die Breite B jeder Faltung knapp 10,0 mm, beträgt die Tiefe T jeder Faltung ebenfalls etwa 10,0 mm, und sind über die Länge des Faltenbalgs C sechs Faltungen F und fünf Faltungen F1 vorgesehen.

[0026] Bei der Ausführungsform in Fig. 4 ist der Innendurchmesser d1 des Faltenbalgs C kleiner als der Innendurchmesser d des Mantel- oder Innenrohres 1, 3, vorzugsweise bis maximal etwa die Tiefe T kleiner, und ist der Außendurchmesser D1 des Faltenbalgs C geringfügig größer als der Außendurchmesser D bzw. fast gleich groß wie der Außendurchmesser D. Auch im Faltenbalg C in Fig. 4 sind axial direkt aufeinanderfolgend mehrere Faltungen F, F1 abwechselnd nach innen und nach außen vorgesehen, die gleichartig sein können.

[0027] Im Ausführungsbeispiel von Fig. 4 beträgt der Außendurchmesser D etwa 114,0 mm, beträgt die Länge des Faltenbalgs C etwa 146,0 mm, beträgt die Tiefe T etwa 12,0 mm und beträgt die Breite B etwa 11,0 mm.

[0028] In jeder Ausführungsform ist das Verhältnis B : T der Faltung F, F1 bei etwa 1,0 oder größer gewählt, vorzugsweise bis maximal etwa 2,0.

[0029] Dabei kann das Verhältnis geringfügig kleiner sein als 1, jedoch vorzugsweise stets mehr als 0,9.

[0030] Bevorzugte Ausführungsformen weisen Manteldurchmesser von bis zu 250 mm auf. Es können jedoch auch Formen mit größeren Durchmessern auftreten.

Patentansprüche

1. Röhrenwärmetauscher (W) mit einem Mantelrohr (1) und wenigstens einem Innenrohr (3) zur Behandlung von flüssigen Lebensmittelprodukten, insbesondere von niedrig viskosen Produkten wie Säften oder Milch, auch mit einer Produkt gegen Produkt-Strömungsführung, mit wenigstens einer Wärmeausdehnungs-Kompensationseinrichtung (K) für das Mantel- und/oder Innenrohr (1, 3), wobei in der Kompensationseinrichtung (K) wenigstens eine vom zu behandelnden Produkt kontaktierbare Oberfläche (12) vorgesehen ist, **wobei** die vom Produkt kontaktierbare Oberfläche (12) an zumindest einem in das Mantel- und/oder Innenrohr (1, 3) integrierten Faltenbalg (C) mit mehreren um die Rohrachse (X) umlaufenden, im Querschnitt gerundeten Faltungen (F1, F) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere axial mit Zwischenabständen aufeinanderfolgende, im Wesentlichen gleichartige, relativ weite Faltungen (F) nach innen oder nach außen vorgesehen sind, die an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche (12) mit dem Verhältnis B : T zwischen einer axialen Breite (B) und einer radialen Tiefe (T) von etwa 1 oder größer ausgebildet sind, dass in den Zwischenabständen engere Faltungen (F1') vorgesehen sind, die mit einem Verhältnis von B1 : T kleiner 1 ausgebildet sind, und dass jede Faltung (F, F1) in einem Achsschnitt des Innen- oder Mantelrohrs (3, 1) aus stufenlos ineinander übergeführten Kreisbogenabschnitten mit einem etwa der halben Tiefe (T) und/oder Breite (B, B1) entsprechenden Krümmungsradius (R1, R2, R2') gebildet ist.

2. Röhrenwärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis von B : T der relativ weiten Faltungen (F) zumindest an der vom Produkt kontaktierbaren Oberfläche (12) zwischen etwa 1 bis etwa 2 beträgt.

3. Röhrenwärmetauscher nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innendurchmesser (d1) des Faltenbalgs (C) eine Größe besitzt, die zwischen annähernd dem Innendurchmesser (d) des den Faltenbalg aufweisenden Innen- oder Mantelrohrs (1, 3) und dem Innendurchmesser (d) abzüglich der Tiefe (T) liegt.

4. Röhrenwärmetauscher nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faltenbalg (C) mit dem Innen- oder Mantelrohr (3, 1) verschweißte, im Wesentlichen kreiszylindrische Rohrendstutzen (10) aufweist, die in oder über Innen- oder Mantelrohr-Abschnittsenden (1a, 1b) gesteckt sind.

5. Röhrenwärmetauscher nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faltenbalg (C) durch eine Walz- oder Rollbehandlung oder durch hydraulisches Umformen integral in der an sich kreiszylindrischen Wand des Innen- und/oder Mantelrohrs (3, 1) gebildet ist.

6. Röhrenwärmetauscher nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mantelrohr (1) mit mehreren Innenrohren (3) einen Wärmetauscher-Modul (M) bildet, und dass der Faltenbalg in etwa in der Längsmitte des Wärmetauscher-Moduls (M) angeordnet ist, vorzugsweise im Mantelrohr (1) und mit zu den Innenrohren (3) weisender, vom Produkt kontaktierbarer Oberfläche (12) an relativ weiten Faltungen (F, F1) mit dem Verhältnis von B : T von etwa 1 oder größer.

Claims

1. Tubular heat exchanger (W) comprising a casing tube (1) and at least one inner tube (3) for treating liquid food products, particularly low-viscosity products, such as juices or milk, also with a product counter to product flow guidance, comprising at least one thermal-expansion compensating device (K) for the casing and/or the inner tube (1, 3), with the compensating device (K) having disposed therein at least one surface (12) which can be contacted by the prod-

uct to be treated wherein the surface (12) which is contacted by the product is provided on at least one bellows (C) integrated into the casing and/or inner tube (1, 3), the surface (12) which can be contacted by the product being provided with a plurality of wide foldings (F1, F) which extend around the tube axis (X) and are of rounded cross-section, **characterized in that** a plurality of relatively wide foldings (F) which are axially successive with interspaces and substantially equal are provided inwards or outwards and are formed on the surface (12) which can be contacted by the product with the ratio B : T between an axial width (B) and a radial depth (T) of about 1 or more, that narrower foldings (F1') are provided in the interspaces, the narrower foldings (F1') being configured with a ratio of B1 : T of less than 1, and that each folding (F, F1) is formed in an axial section of the inner tube or casing tube (3, 1) of circle arc sections continuously passed into one another, the circular-arc sections having a radius of curvature (R1, R2, R2') corresponding to about half the depth (T) and/or the width (B).

2. Tubular heat exchanger according to claim 1, **characterized in that** the ratio of B : T of the relatively wide foldings (T), at least on the surface (12) which can be contacted by the product, ranges from about 1 to about 2.

3. Tubular heat exchanger according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the inner diameter (d1) of the bellows (C) has a size that is between approximately the inner diameter (d) of the inner tube or casing tube (1, 3) including the bellows and the inner diameter (d) minus the depth (T).

4. Tubular heat exchanger according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the bellows (C) comprises substantially circular cylindrical tube end sockets (10) which are welded to the inner tube or casing tube (3, 1) and which are inserted in or over inner-tube or casing-tube section ends (1a, 1b).

5. Tubular heat exchanger according to at least one of claims 1 to 3, **characterized in that** the bellows (C) is formed by a roller treatment or by hydraulic formation integrally in the per se circular cylindrical wall of the inner tube and/or casing tube (3, 1).

6. Tubular heat exchanger according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the casing tube (1) and a plurality of inner tubes (3) in the casing tube (1) form a heat-exchanger module (M), and that the bellows (C) is arranged approximately in the longitudinal mid of the heat-exchanger module (M), preferably in the casing tube (1) and with the surface (12) contacted by the product on relatively wide foldings (F, F1) with the ratio of B : T of about 1 or more facing the inner tubes (3).

Revendications

1. Echangeur de chaleur tubulaire (W) comprenant au moins un tube d'enveloppe (1) et au moins un tube intérieur (3) pour le traitement de produits alimentaires liquides, notamment de produits à basse viscosité comme des jus ou du lait, également selon un mode d'écoulement de produit contre produit à contre-courant, et comprenant également un dispositif de compensation de dilatation thermique (K) pour le tube d'enveloppe et/ou le tube intérieur (1, 3), échangeur de chaleur
dans lequel il est prévu dans le dispositif de compensation (K), au moins une surface (12) pouvant entrer en contact avec le produit à traiter, et
dans lequel la surface (12) pouvant entrer en contact avec le produit est prévue sur au moins un soufflet (C), qui est intégré au tube d'enveloppe et/ou au tube intérieur (1, 3), et comporte plusieurs plis (F1, F) arrondis en section transversale et s'étendant de manière périphérique autour de l'axe de tube (X), **caractérisé en ce que** sont prévus plusieurs plis (F) vers l'intérieur ou vers l'extérieur, sensiblement identiques, relativement larges et se succédant axialement avec des espaces intermédiaires, et qui, au niveau de la surface (12) pouvant entrer en contact avec le produit, sont réalisés avec un rapport B : T entre une largeur axiale (B) et une profondeur radiale (T), d'une valeur environ égale à 1 ou supérieure, **en ce que** dans les espaces intermédiaires sont prévus des plis (F1') plus étroits, qui sont réalisés avec un rapport B1 : T d'une valeur inférieure à 1, et **en ce que** chaque pli (F, F1) est formé, dans une coupe axiale du tube intérieur ou tube d'enveloppe (3, 1), de tronçons d'arc de cercle se raccordant de manière continue avec un rayon de courbure (R1, R2, R2') correspondant sensiblement à la moitié de la profondeur (T) et/ou de la largeur (B, B1).

2. Echangeur de chaleur tubulaire selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le rapport B : T des plis (F) relativement larges présente une valeur d'environ 1 à environ 2, au moins au niveau de la surface (12) pouvant entrer en contact avec le produit.

3. Echangeur de chaleur tubulaire selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le diamètre intérieur (d1) du soufflet (C) possède une grandeur qui se situe entre approximativement le diamètre intérieur (d) du tube intérieur ou tube d'enveloppe (1, 3) et le diamètre intérieur (d) diminué de la profondeur (T).

4. Echangeur de chaleur tubulaire selon l'une au moins

des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le soufflet (C) présente des embouts d'extrémité de tube (10) sensiblement cylindriques circulaires, soudés au tube intérieur ou tube d'enveloppe (3, 1), et qui sont emmanchés dans ou par-dessus des tronçons d'extrémité (1a, 1b) du tube intérieur ou tube d'enveloppe.

5. Echangeur de chaleur tubulaire selon l'une au moins des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le soufflet (C) est réalisé de manière intégrale sur la paroi cylindrique circulaire en soi du tube intérieur ou tube d'enveloppe (3, 1), par une opération de laminage ou de roulage, ou bien par un formage hydraulique.

6. Echangeur de chaleur tubulaire selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le tube d'enveloppe (1) forme, avec plusieurs tubes intérieurs (3), un module d'échangeur de chaleur (M), et **en ce que** le soufflet est agencé sensiblement au centre longitudinal du module de d'échangeur de chaleur (M), de préférence dans le tube d'enveloppe (1), et présente une surface (12) pouvant entrer en contact avec le produit, qui est dirigée vers les tubes intérieurs (3) et située sur des plis relativement larges (F, F1) avec un rapport de B : T d'une valeur environ égale à 1 ou supérieure.

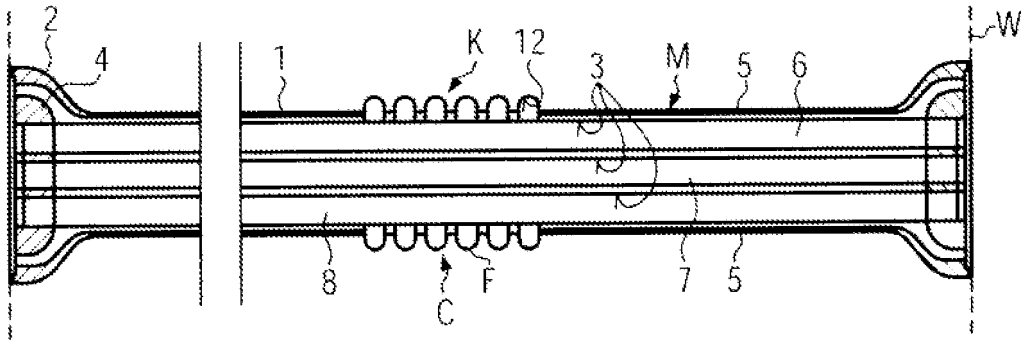


FIG. 1

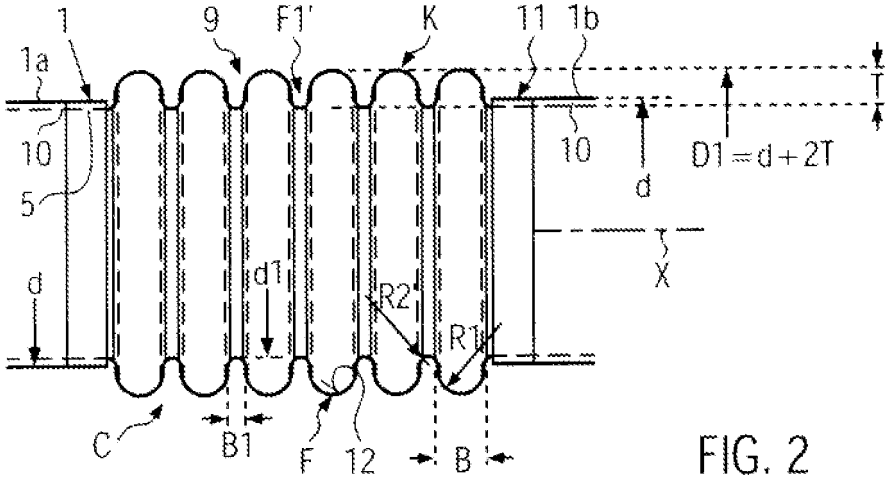


FIG. 2

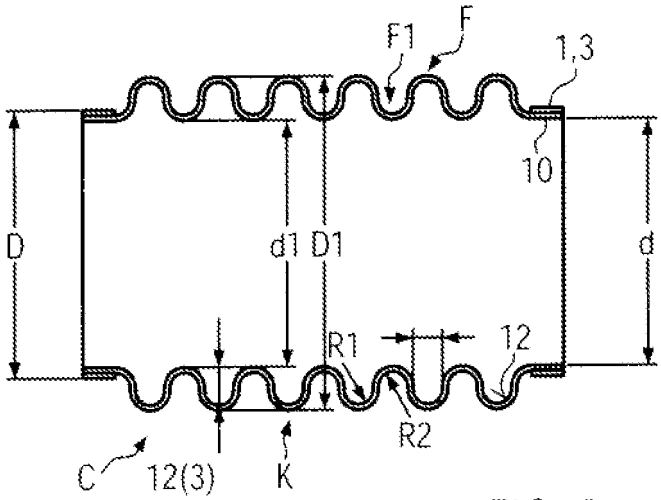


FIG. 3

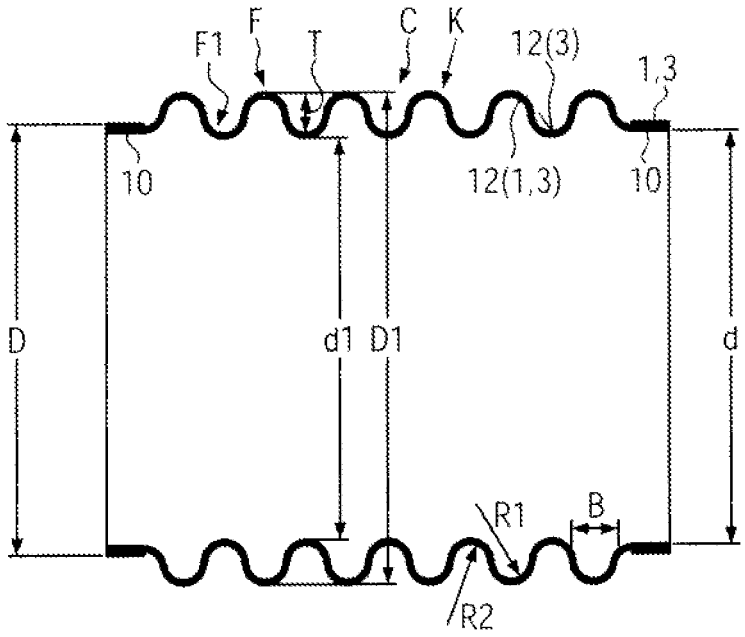


FIG. 4

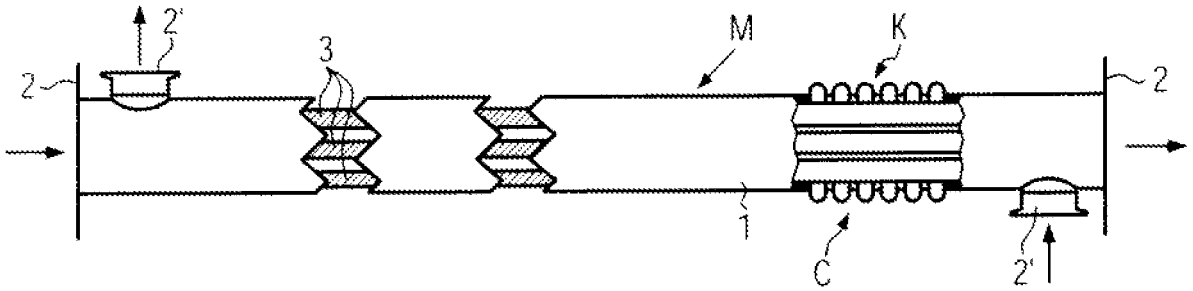


FIG. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3602608 A1 **[0002]**
- WO 204092638 A1 **[0003]**
- US 3817319 A **[0004]**
- US 4186779 A **[0005]**
- DE 60019635 T2 **[0006]**
- DE 10256232 B4 **[0006]**