

⑫

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑰ Anmeldenummer: **80107846.0**

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>: **F 28 F 1/42, B 21 C 37/08,**  
**F 28 F 13/18**

⑱ Anmeldetag: **12.12.80**

⑳ Priorität: **19.03.80 DE 3010450**

⑥ Anmelder: **Kabel- und Metallwerke Gutehoffnungshütte**  
**Aktiengesellschaft, Kabelkamp 20 Postfach 260,**  
**D-3000 Hannover 1 (DE)**

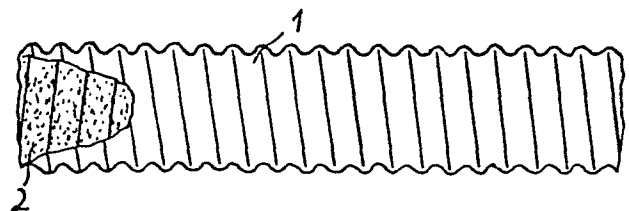
④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: **21.10.81**  
**Patentblatt 81/42**

⑦② Erfinder: **Schimmelpfennig, Klaus, Dipl.-Ing., Am Hohen**  
**Holze 20, D-3008 Garbsen 1 (DE)**  
Erfinder: **Staschewski, Harry, Ing.-grad.,**  
**Werlhofstrasse 25, D-3012 Langenhagen (DE)**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH FR GB IT LI NL SE**

⑤④ **Rohr für Wärmetauscherzwecke, insbesondere für Verdampfer, und Verfahren zu dessen Herstellung.**

⑤⑦ Bei einem Metallrohr für Wärmetauscherzwecke, insbesondere für Verdampfer mit ring- oder schraubenlinienförmiger Wellung ist die innere und/oder äußere Oberfläche des Wellrohres derart plastisch verformt, daß eine gleichmäßige Mikrorauigkeit mit einer Tiefe von 10–250 µm entsteht.



**EP 0 037 854 A1**

BEZEICHNUNG GEÄNDERT  
siehe Titelseite

K a b e l - u n d M e t a l l w e r k e  
Gutehoffnungshütte Aktiengesellschaft

1-1742

17.03.80

Rohr für Wärmetauscherzwecke, insbesondere für Verdampfer

Die Erfindung betrifft ein Rohr für Wärmetauscherzwecke insbesondere für Verdampfer, bestehend aus einem Metallrohr mit ring- oder schraubenförmiger Wellung.

5 Es ist bekannt, Wellrohre für Wärmetauscher einzusetzen und sich hierbei die durch die Wellung erzeugte Oberflächenvergrößerung zunutze zu machen. Derartige Rohre treten in Wettbewerb mit den sogenannten Rippenrohren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, insbesondere für  
10 den Einsatz als Verdampfer, die bekannten Wellrohrwärmetauscherrohre dahingehend zu verbessern, daß eine Verdampfung an der Oberfläche der Wellrohre wesentlich intensiviert wird. Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß die innere und/oder die äußere Oberfläche  
15 fläche des Wellrohres derart plastisch verformt ist, daß eine gleichmäßige Mikrorauigkeit mit einer Tiefe von 10 bis 250  $\mu\text{m}$  entsteht. Durch die Mikrorauigkeit wird die Dampfblasenbildung beschleunigt, die Dampfblasenfrequenz erhöht, und die Anzahl der Dampfblasenbildungszentren  
20 pro Flächeneinheit wesentlich vergrößert, so daß Wärme-

0037854

tauscher, in denen Rohre gemäß der Lehre der Erfindung eingesetzt sind, einen höheren Wirkungsgrad als die bekannten Wärmetauscher aufweisen. Mit besonderem Vorteil entsteht die Mikrorauhigkeit durch eine Vielzahl von gleich-  
5 mäßig verteilten Kegeln. Eine solche Mikrorauhigkeit läßt sich in besonders wirtschaftlicher Weise herstellen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Oberfläche des Wellrohres sandzustrahlen. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauscherrohres.  
10 Bei diesem Verfahren wird ein von einer Vorratsspule kontinuierlich abgezogenes Metallband, vorzugsweise aus Kupfer, zwischen zwei Walzen hindurchgeführt, von denen mindestens eine eine Rändelung auf ihrer Arbeitsfläche aufweist, das Metallband wird zum Schlitzrohr verformt und  
15 seine Bandkanten werden mittels Lichtbogenschweißung unter Schutzgas verbunden. Abschließend wird das Rohr gewellt. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es gelungen, Wellrohre mit einer gleichmäßigen Mikrorauhigkeit wirtschaftlich herzustellen. Insbesondere ist das Verfahren  
20 geeignet, die innere Oberfläche eines relativ dünnwandigen Rohres mit einer Wanddicke von weniger als 0,5 mm und einem Durchmesser von weniger als 30 mm in wirtschaftlicher Weise mit der erwünschten Mikrorauhigkeit zu versehen.

Die Erfindung ist anhand der in den Figuren 1 bis 3 schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.  
25

Ein Kupferrohr 1 mit schraubenlinienförmiger Wellung, welches eine Wanddicke von 0,3 mm und einen Außendurchmesser von 15 mm aufweist, weist an seiner inneren Oberfläche eine durch eine Vielzahl von gleichmäßig verteilten  
30 Einprägungen erzeugte Mikrorauhigkeit 2 auf. Ein derartig ausgebildetes Wärmetauscherrohr findet bevorzugt dort Anwendung, wo eine im Innern eines Rohres strömende Flüssigkeit durch von außen durch die Rohrwandung hindurchgeführte Wärme verdampft werden soll.

0037854

Die Figur 2 zeigt einen Schnitt durch einen Teil der Rohrwandung, die innen mit künstlichen Siedekeimstellen (Einprägungen 3) versehen ist. Die Keimstellengeometrie ist in Form und Anordnung vorzugsweise regelmäßig. Besonders  
5 günstig erweist sich eine Keimstellenanordnung, bei der die Abstände der Keimstellen untereinander gleich sind (gleichseitige Dreiecke).

Die geometrische Form der Keimstellen ist abhängig von den Zustandsgrößen des Fluids sowie von der Wandüberhitzung. Je  
10 kleiner der Öffnungsdurchmesser der Keimstellen ist, desto größer muß die Wandtemperatur gegenüber der Sattedampf-temperatur sein, um die Keimstellen aktiv zu machen. Diese Überhitzungstemperatur der Heizwand kann nach Lord Kelvin und Helmholtz berechnet werden, wenn für den Blasendurchmesser  
15 derjenige der Keimstellenöffnung eingesetzt wird:

$$d_K = \frac{4\sigma v'' \bar{T}_s}{r \Delta T}$$

Es gilt:

- $d_K$  = Öffnungsdurchmesser der Keimstelle
- $\sigma$  = Oberflächenspannung an der Grenzfläche  
Flüssigkeit - Dampf
- 20  $v''$  = spezifisches Volumen des Dampfes
- $\bar{T}_s$  = Sattedampf-temperatur
- $r$  = Verdampfungswärme
- $\Delta T$  = Temperaturdifferenz zwischen Heizwand-  
temperatur und Sattedampf-temperatur

25 Um die Exergieverluste so klein wie möglich zu halten, ist ein kleiner Wert von  $\Delta T$  anzustreben. Dieses aber bedeutet, relativ große Keimstellen herzustellen. Für zu verdampfende Flüssigkeiten, deren temperaturabhängige Dichten im Bereich von  $500 \text{ kg/m}^3$  bis  $1.600 \text{ kg/m}^3$  liegen, sollten die Keim-  
30 stellentieffen zwischen 50 bis  $150 \mu\text{m}$  und die Öffnungsdurchmesser der Keimstellen zwischen 10 bis  $200 \mu\text{m}$  liegen. Eine günstige Keimstellengeometrie stellt die Kreiskegelform dar. Besonders einfach ist eine Kegelform mit quadratischer Grundfläche herzustellen.

CC37854

Der Abstand von Keimstelle zu Keimstelle sollte so bemessen sein, daß sich die Blasen beim Abreißen von der Heizwand gegenseitig nicht berühren.

Das Verfahren zur Herstellung des in den Figuren 1 und 2  
5 dargestellten Wärmetauscherrohres soll anhand der Figur 3 näher erläutert werden.

Von einer Vorratsspule 5 wird kontinuierlich ein weichgeglühtes Kupferband 6 abgezogen und zwischen zwei Walzen 7 und 8, die entweder angetrieben oder als Schleppwalzen  
10 ausgebildet sein können, hindurchgeführt. Die Oberwalze 8 weist an ihrer Arbeitsfläche eine Rändelung auf, welche in das Kupferband 6 die Einprägungen 3 in gleichmäßiger Verteilung einbringt. Hinter den Walzen 7 und 8 gelangt das Kupferband 6 in eine nicht näher dargestellte Formvorrichtung, in welcher das Kupferband 6 zum Schlitzrohr 9 ge-  
15 formt wird, und deren letzte Formstufe ein Ziehring 10 ist, welcher die Bandkanten eng zusammenhält. Hinter dem Zieh- ring 10 ist eine Schweißvorrichtung 11 angeordnet, welche das Schlitzrohr 9 unter Schutzgas mittels einer nicht ab-  
20 schmelzenden Elektrode zum Rohr verschweißt. Mit 12 ist ein Spannbackenabzug bezeichnet, welcher das Kupferband 6 sowie das verschweißte Rohr durch die Anlage hindurchzieht und das Rohr einer Wellvorrichtung 13 zuführt, in welcher das Rohr zu einem Wellrohr 14 verformt wird. Das Wellrohr  
25 14 wird anschließend auf eine übliche Spule 15 aufgetrommelt.

Sollte die durch die Walzen 7 und 8 hervorgerufene plastische Verformung des Kupferbandes 6 zu einer Aufhärtung des Materials führen, die ein Formen des Bandes 6 zum Rohr erschwert bzw. die Flexibilität des Wellrohres 14 einschränkt,  
30 kann hinter den Walzen 7 und 8 eine Durchlaufglüheinrichtung vorgesehen werden, die die Aushärtung des Materials wieder rückgängig macht.

0037854

Für manche Anwendungsfälle kann es vorteilhaft sein, das Kupferband 6 nach dem Rändeln durch die Walzen 7 und 8 durch ein nicht dargestelltes Glättwalzenpaar hindurchzuführen, um die beim Rändeln entstandenen Wülste im Randbereich der Einprägungen einzuebenen bzw. "hinterschnittene" Einprägungen zu erzeugen, die die Dampfblasenablösung noch beschleunigen.

Die Wärmetauscherrohre gemäß der Lehre der Erfindung finden bevorzugt Anwendung als Verdampferrohre in Wärmetauschern für Wärmepumpenanlagen, wobei das Kältemittel im Innern des Rohres strömt und dort durch Zuführung von Wärme von außen verdampft wird. Ein anderes bevorzugtes Anwendungsgebiet ist das sogenannte Wärmerohr. Hierunter versteht man ein an beiden Enden vakuumdicht verschlossenes Rohr, welches in genau bemessener Weise mit einem Arbeitsmedium gefüllt ist. Wird diesem Wärmerohr an einem Ende Wärme zugeführt, so verdampft die dort befindliche Flüssigkeit und strömt zum kühleren Ende des Wärmerohres, wo der Dampf kondensiert und das Kondensat aufgrund von Schwerkraft oder Kapillarkräften zum warmen Ende des Rohres zurücktransportiert wird. Durch die Mikrorauhigkeit wird ein Siedeverzug mit Sicherheit vermieden und der Wärmeübergang verbessert.

K a b e l - u n d M e t a l l w e r k e  
Gutehoffnungshütte Aktiengesellschaft

1-1742  
17.03.80

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Rohr für Wärmetauscherzwecke, insbesondere für Verdampfer,  
bestehend aus einem Metallrohr mit ring- oder schrauben-  
förmiger Wellung, dadurch gekennzeichnet, daß die innere  
5 und/oder die äußere Oberfläche des Wellrohres derart  
plastisch verformt ist, daß eine gleichmäßige Mikrorauhig-  
keit mit einer Tiefe von 10 bis 250  $\mu\text{m}$  entsteht.
2. Rohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Mikrorauhigkeit aus einer Vielzahl von gleichmäßig ver-  
10 teilten Kegeln besteht.
3. Rohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Oberfläche sandgestrahlt ist.
4. Verfahren zur Herstellung eines Rohres nach Anspruch 1  
oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein von einer  
15 Vorratsspule kontinuierlich abgezogenes Metallband, vor-  
zugsweise aus Kupfer, zwischen zwei Walzen hindurchge-  
führt wird, von denen mindestens eine eine Rändelung  
auf ihrer Arbeitsfläche aufweist, daß das Metallband  
zum Schlitzrohr verformt und seine Bandkanten mittels  
20 Lichtbogenschweißung unter Schutzgas verbunden werden  
und daß das Rohr abschließend gewellt wird.

0037854

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallband nach dem Rändeln durch ein Glättwalzenpaar hindurchgeführt wird.

1/1

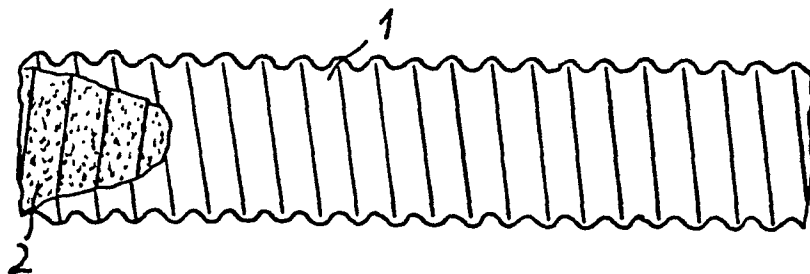


Fig 1



Fig 2

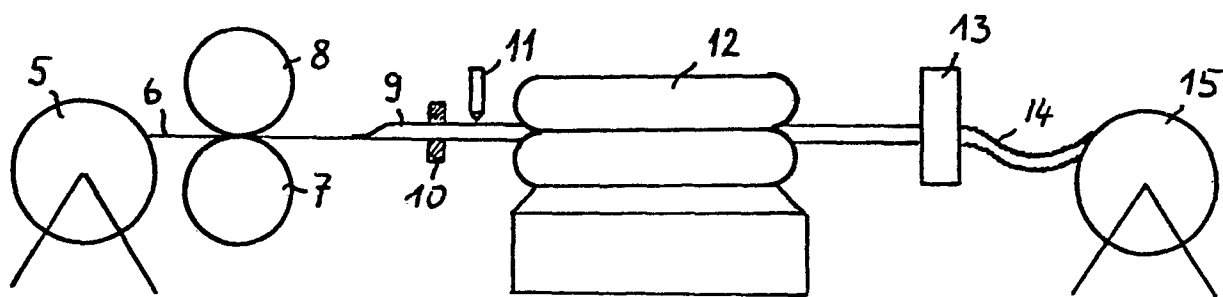


Fig 3



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0037854

Nummer der Anmeldung

EP 80 10 7846

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	<u>DE - A - 2 420 002 (FRIEDRICH)</u> * Seite 2, Absatz 2 - Seite 3, Absatz 2; Ansprüche 1,2; Figuren 1,3 *	1	F 28 F 1/42 B 21 E 37/08 F 28 F 13/18
--			
A	<u>GB - A - 1 427 513 (YORKSHIRE IMPERIAL)</u> * Seite 1 - Seite 2, Zeile 48; Figuren 1-4 *	1,2,4	
--			
A	<u>FR - A - 2 407 448 (BORG-WARNER)</u> * Ansprüche 1,2 *	3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.) B 21 C B 21 D B 21 H F 25 B F 28 D F 28 F
--			
A	<u>FR - A - 2 076 034 (UNIVERSAL OIL)</u> * Figuren 1-4 *	3	
--			
A	<u>DE - A - 2 049 420 (GUTEHOFFNUNGS-HUETTE)</u> * Gesamtes Dokument *	4,5	
--			
A	<u>DE - A - 2 740 582 (PLANNJA AB)</u> * Anspruch 1; Figuren 1-4 *	4	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
--			
A	<u>GB - A - 1 267 149 (UNIVERSAL OIL)</u> * Anspruch 1 *	4	
----			
Der vorliegende Recherchebericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	25-06-1981	SCHOUFOUR	