



(11)

**EP 1 445 570 B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**27.04.2016 Patentblatt 2016/17**

(51) Int Cl.:

**F28F 3/02 (2006.01)**

**B21D 13/02 (2006.01)**

**F28D 9/00 (2006.01)**

**B21D 53/04 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **04000378.2**

(22) Anmeldetag: **10.01.2004**

### **(54) Wärmetauscherrohr mit gewelltem Einsatz und sein Herstellungsverfahren**

Heat exchanger tube with corrugated insert and manufacturing method therefore

Tube d'échangeur de chaleur comprenant un insert ondulé et son procédé de fabrication

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE ES FR GB IT**

(30) Priorität: **06.02.2003 DE 10304692**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.08.2004 Patentblatt 2004/33**

(73) Patentinhaber: **Modine Manufacturing Company Racine, Wisconsin 53403-2552 (US)**

(72) Erfinder:

- **Sagasser, Rob J., Dipl.-Ing.**  
**5406 AR Uden (NL)**
- **Blüting, Jens, Dipl.-Ing.**  
**70599 Stuttgart (DE)**
- **Käsinger, Rainer**  
**72221 Haiterbach (DE)**

(74) Vertreter: **Wolter, Klaus-Dietrich**  
**Modine Europe GmbH**  
**Patentabteilung**  
**70790 Filderstadt (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 1 152 204** **EP-A2- 1 243 884**  
**WO-A-2004/045785** **CH-A- 416 698**  
**CH-A5- 655 257** **DE-A1- 2 025 722**  
**DE-A1- 2 109 346** **DE-A1- 3 923 622**  
**JP-A- 7 280 484** **JP-A- 9 273 883**  
**JP-A- 60 238 689** **US-A- 2 344 588**  
**US-A- 3 430 476** **US-A- 4 022 050**  
**US-A- 5 606 341** **US-A- 5 937 519**

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).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Wärmetaucherrohr mit einem gewellten Einsatzt, das die Merkmale des Oberbegriffes der Ansprüche 1 bzw. 3 aufweist. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Herstellungsverfahren für den gewellten Einsatz.

**[0002]** Der Stand der Technik auf dem angesprochenen Gebiet zeichnet sich durch scheinbar grenzenlosen Variantenreichtum aus.

**[0003]** Beschränkt man sich auf einen gewellten Einsatz in ein Wärmetaucherrohr eines Ölkühlers, so kann beispielsweise auf das deutsche Gebrauchsmuster DE 296 22 191 oder auf das europäische Patent EP 742 418 B1 verwiesen werden, aus denen der beschriebene Einsatz hervorgeht. Solche Einsätze haben Durchbrüche in den Wellenflanken. Dort wurde darauf hingewiesen, dass die Einsätze eine für einen geringen Druckverlust des Öles günstige Anströmrichtung haben, die quer zur Wellenlaufrichtung liegt und eine ungünstige, die genau in der Wellenlaufrichtung liegt. Deshalb kann der Einsatz so in das Wärmetaucherrohr eingefügt werden, dass die Wellenlaufrichtung zur Anströmrichtung eine bestimmte Neigung aufweist, wodurch ein optimales Verhältnis der Kühlleistung zum Druckverlust erzielbar ist. Zur Umsetzung dieses Gedankens ist es jedoch notwendig, dass die Einsätze mit dem entsprechenden Neigungswinkel ausgestanzt werden, wodurch möglicherweise ein höherer Materialverschnitt anfällt.

**[0004]** Da so etwas nicht gerne hingenommen wird, behilft man sich bezüglich der Erzielung des optimalen Verhältnisses der Kühlleistung zum Druckverlust oft damit, dass zwischen den Rändern des Wärmetaucherrohrs und den Rändern des Einsatzes mehr oder weniger große Bypässe belassen werden. Diese haben jedoch Einfluss auf die gesamte Durchströmungscharakteristik des Wärmetauschers, und sie sind deshalb oft auch nicht die beste Lösung. In der US 2 344 588 hat man die erwähnten Bypässe dadurch geschaffen, dass zwischen den Wellenbergen bzw. Wellentälern und der Wand des Rohres ein Abstand bleibt, durch den ein Gas strömen kann.

**[0005]** In der CH 416 698 werden jeweils zwei gewellte Einsatzte mit Durchbrüchen in den Wellenflanken in ein Wärmetaucherrohr eingesetzt. Die Wellenlaufrichtung liegt quer zur Anströmrichtung. Letzteres trifft auch auf die Wärmetauscher zu, die mit den Publikationsnummern JP 07-280 084 bzw. JP 09-273 883 veröffentlicht wurden.

**[0006]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen gewellten Einsatz zur Verfügung zu stellen, der mit geringstem Aufwand herstellbar ist und mit dem ein optimiertes Verhältnis der Kühlleistung zum Druckverlust in einem Wärmetauscher möglich ist.

**[0007]** Es soll ferner ein vorteilhaftes Herstellungsverfahren für den Einsatz angegeben werden.

**[0008]** Die erfindungsgemäße Lösung wird bezüglich der Ausbildung des gewellten Einsatzes durch das Kenn-

zeichen des Anspruchs 1 oder auch durch das Kennzeichen des Anspruchs 3 erreicht. Zwei erfindungsgemäße Herstellungsverfahren für den gewellten Einsatz sind Gegenstand der Ansprüche 6 und 7.

**[0009]** Es wird bevorzugt eine solche Teilung des wellenförmigen Einsatzes gewählt, dass die Wellentäler etwa die doppelte Länge der Wellenberge aufweisen. Eine größere Wellenlänge des Einsatzes führt zu einem geringeren Druckverlust. Die Begriffe "Wellentäler" und "Wellenberge" sind austauschbar, da sie vom Standpunkt des Betrachters abhängen.

**[0010]** Als weitere unabhängige Aufgabenlösung ist vorgesehen, dass der einstückige Einsatz aus unterschiedlichen Wellenlängen gebildet ist. Beispielsweise kann am Anfang des Einsatzes ein Abschnitt mit geringerer Wellenlänge vorhanden sein, an den sich ein Mittelabschnitt mit größerer Wellenlänge anschließt, der wiederum in einen Endabschnitt geringerer Wellenlänge übergeht. Diese Reihenfolge kann je nach Bedarf auch verändert sein. Jeder Abschnitt besteht vorzugsweise aus mehreren Wellen gleicher Länge.

**[0011]** Insbesondere ist bei einem auf einer Presse gestanzten Einsatz vorgesehen, dass die Vorschubgeschwindigkeit oder der Vorschub des Bandmaterials entsprechend verändert wird, um Abschnitte mit größerer bzw. kleinerer Wellenlänge (Teilung) zu schaffen. Eine kleinere Wellenlänge wird durch eine geringere Vorschubgeschwindigkeit oder einen kleineren Vorschub realisiert und eine größere Wellenlänge demzufolge durch eine höhere Vorschubgeschwindigkeit oder einen größeren Vorschub. Zur Herstellung solcher Einsatzte sind demzufolge keinerlei oder zumindest lediglich geringfügige Änderungen am Stanzwerkzeug oder sonstige Aufwände erforderlich. Lediglich die Geschwindigkeit des Bandvorschubs oder alternativ die Dauerhubgeschwindigkeit der Presse oder die Größe des Vorschubs müssen entsprechend vorprogrammiert werden, um die gewünschte Ausbildung des Einsatzes zu erhalten. Größere oder kleinere Vorschübe lassen sich durch die Veränderung der Winkelstellungen der Exzenterwelle der Presse, zwischen denen der Vorschub erfolgen kann, realisieren.

**[0012]** Der Einsatz wird so ausgebildet, dass das für den jeweiligen Einsatzfall optimale bzw. gewünschte Verhältnis der Kühlleistung zum Druckverlust zustande kommt. Wegen weiterer Merkmale wird auf die Ansprüche hingewiesen.

**[0013]** Die erfindungsgemäßen Verfahren bestehen, mit anderen Worten ausgedrückt, darin, die an sich bekannten technischen Möglichkeiten der Umformmaschine gezielt für die Herstellung von Einsatzten für Wärmetaucherrohre auszunutzen, um diese derart mit kürzeren und/oder längeren Wellenlängen auszubilden, dass sie bestimmte Anforderungen bezüglich des Wärmetauschers erfüllen können.

**[0014]** Als zusätzlicher Vorteil gegenüber dem Stand der Technik muss unbedingt darauf hingewiesen werden, dass eine nicht unerhebliche Materialeinsparung

durch das Vorsehen größerer Wellenlängen im Einsatz auftritt.

**[0015]** Gemäß dem unabhängigen Anspruch 7 ist vorgesehen, dass der Dauerhubbetrieb der Presse vorübergehend unterbrochen wird, wobei der Vorschub weiter in Betrieb bleibt. Dadurch kann ein Einsatz hergestellt werden, der beispielsweise einen Abschnitt beliebiger Länge aufweist, in dem keine Wellen vorhanden sind, bzw. nur eine einzige lang gezogene Welle, der also eben ausgebildet ist. Einem solchen Abschnitt geht mindestens ein Abschnitt mit Wellen voraus, und es schließt sich auch mindestens ein Abschnitt mit Wellen an den nicht gewellten Abschnitt an. Solche Ausbildungen von gewellten Einsätzen sind in manchen Fällen gewünscht, weil sie beispielsweise die Verwendung von mehreren einzelnen Einsätzen vermeiden können.

**[0016]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben, die sich auf den Einsatz in einem Wärmetauscherrohr eines Ölkühlers beziehen.

**[0017]** Die Figuren 1 und 2 zeigen fotografische Abbildungen eines bekannten Einsatzes und eines Einsatzes gemäß der Erfindung. Die Figur 3 ist eine prinzipielle Darstellung eines bekannten Einsatzes und die Figuren 4 und 5 sind Einsatzes, jedoch gemäß vorliegender Erfindung. Die Fig. 6 zeigt eine nicht erfindungsgemäße An-  
sicht auf das Ende eines Flachrohrs und die Fig. 7 zeigt einen Einsatz, der nach einem weiteren erfindungsge-  
mäßen Verfahren hergestellt wurde.

**[0018]** Das Wärmetauscherrohr kann beliebig ausgebildet sein.

**[0019]** Wegen des Wärmetauscherrohrs des Ausführungsbeispiels wird auf das EP 742 418 B1 und dort insbesondere auf die Fig. 7 verwiesen. Das Wärmetauscherrohr besteht beispielsweise aus zwei Rohrschalen, die ineinandergelegt sind, wobei sie an ihrem Rand dicht verlötet sind, aber ihre Wärmetauschflächen sind beabstandet und begrenzen den Raum, in dem sich der Einsatz befindet. Das Wärmetauscherrohr besitzt mindestens eine Eintrittsöffnung 7 und eine Austrittsöffnung 8, die in der Fig. 5 bezeichnet sind. Beispielsweise das Öl durchströmt das Wärmetauscherrohr und befindet sich im Wärmeaustausch mit dem von der Kühlflüssigkeit durchströmten oberen und unteren Wärmetauscherrohr, wie es aus der erwähnten Fig. 7 des EP's deutlich zu sehen ist.

**[0020]** Der Einsatz gemäß dem Stand der Technik, wie er in den Fig. 1, 2 und 3 gezeigt ist, besitzt Wellenberge 1 und Wellentäler 2 und eine über den gesamten Einsatz reichende einheitliche Wellenlänge 4. In den Flanken 6, die die Wellenberge 1 mit den Wellentälern 2 verbinden, sind an sich bekannte Durchbrüche 5 vorgesehen, um das Öl oder die Kühlflüssigkeit den Durchtritt zu gestatten. Die Wellenlaufrichtung 9 des Einsatzes stimmt etwa mit der Anströmrichtung 10 überein, so dass das Öl oder die Kühlflüssigkeit durch die Durchbrüche 5 strömen muss, um von einer Welle zur nächsten Welle, bzw. von der Eintrittsöffnung 7 zur Austrittsöffnung 8 zu gelangen.

Um nun ein gewünschtes Verhältnis der Kühlleistung zum Druckverlust zu erhalten, ist gemäß der Fig. 4 und gemäß der in den Figuren 1 und 2 mit "invention" bezeichneten Abbildungen vorgesehen, dass die Wellentäler 2 eine größere Länge aufweisen als die Wellenberge 2. Mit anderen Worten, die oft als Teilung bezeichnete Wellenlänge 4 wurde im Vergleich zum Stand der Technik vergrößert. Die Länge der Wellentäler 2 ist etwa doppelt so groß wie die Länge der Wellenberge 1. Es kann nachvollzogen werden, dass sich dadurch der Druckverlust reduzieren lässt, weil das Öl und/oder die Kühlflüssigkeit auf dem Weg von der Eintrittsöffnung 7 zur Austrittsöffnung 8 weniger Wellen oder Durchbrüche 5 zu überwinden hat als bei einem Einsatz gemäß dem Stand der Technik.

**[0021]** Es handelt sich bei dem Einsatz um einen auf einer Presse in einem Stanzwerkzeug hergestellten Einsatz. Die Herstellung erfolgt von einem "endlosen" Bandmaterial, vorzugsweise aus Aluminium, was aus dem Stand der Technik sehr gut bekannt ist und deshalb nicht in einer Figur dargestellt wurde. Das Metallband wird mit einer bestimmten niedrigen aber über den gesamten Einsatz konstanten Vorschubgeschwindigkeit vom sogenannten Coil herunter und durch das Stanzwerkzeug transportiert, um einen Einsatz gemäß Fig. 3 bzw. gemäß dem Stand der Technik herzustellen.

**[0022]** Die Vorschubgeschwindigkeit ist bei der Herstellung des in Fig. 4 gezeigten Einsatzes ebenfalls konstant jedoch höher als beim Stand der Technik gemäß Fig. 3.

**[0023]** Dadurch weist dieser Einsatz eine etwa doppelt so große Wellenlänge 4 auf als derjenige nach Fig. 3.

**[0024]** Bei der Herstellung des Einsatzes gemäß Figur 5 wird die Vorschubgeschwindigkeit intervallartig verändert. Zunächst wird mit einer konstanten aber reduzierten Geschwindigkeit der Anfangsabschnitt A1 hergestellt. Dann wird mit einer konstanten aber erhöhten Vorschubgeschwindigkeit oder mit erhöhtem Vorschub der Mittelabschnitt A2 gefertigt, um unmittelbar anschließend die Geschwindigkeit oder den Vorschub wieder auf den Wert des Anfangsabschnittes A1 zu reduzieren, um den Endabschnitt A3 herzustellen. Die Geschwindigkeitsbeträge oder Vorschübe können durch Versuche ermittelt werden. Allgemein gilt, dass eine höhere Geschwindigkeit oder ein größerer Vorschub zu größeren Wellenlängen führt und umgekehrt, reduzierte Geschwindigkeit zu kleineren Wellenlängen.

**[0025]** Das gleiche Ergebnis wird erreicht, wenn anstelle der Vorschubgeschwindigkeit die Dauerhubgeschwindigkeit der Presse variiert wird. Beispielsweise kann gemäß der Fig. 5 der Abschnitt A1 mit einer Dauerhubgeschwindigkeit von 240 Hüben / min. hergestellt werden, der folgende Abschnitt A2, der größere Wellenlängen 4 aufweist, kann mit 200 Hüben / min und der Endabschnitt A3 kann wieder mit 240 Hüben / min realisiert werden. Es ist jedoch klar, dass die Variation der Vorschubgeschwindigkeit oder des Vorschubs des Aluminiumbandes zu bevorzugen ist, weil ein oftmaliger

Wechsel der Dauerhubgeschwindigkeit zu Lasten der Mechanik der Presse geht.

[0026] Ein Pressenhub besteht bekanntlich aus einer 360 ° - Vollkreis - Drehung der Exzenterwelle der Presse, wobei die Umformoperation im Bereich des unteren Totpunktes, also im Bereich von 180°, erfolgt. Der Bandvorschub erfolgt beispielsweise innerhalb einer Winkelstellung der Exzenterwelle zwischen 320° und 40°, also innerhalb eines 80°- Winkelweges, für dessen Durchlauf (über den oberen Totpunkt) je nach eingestellter Dauerhubgeschwindigkeit ein bestimmter Zeitraum zugeordnet ist, innerhalb desselben der Vorschub erfolgen kann. Durch entsprechende Programmierung wird nun erreicht, dass der Bandvorschub beispielsweise innerhalb eines 100°- Winkelweges erfolgt, also beispielsweise zwischen 310 ° und 50°, der bei gleicher Dauerhubgeschwindigkeit einen längeren Zeitraum zulässt, innerhalb desselben selbst bei gleicher Vorschubgeschwindigkeit eine größerer Weg bzw. ein längerer Vorschub absolviert wird, der längere Wellenlängen 4 ergibt. Die Grenzen der Winkelstellungen, innerhalb derer der Vorschub ausführbar ist, können von Fall zu Fall verschieden sein. Diese hängen unter anderem von dem Durchmesser der Exzenterwelle und von der Tiefe des Eingriffs des Oberwerkzeugs in das Unterwerkzeug ab. Ist diese Tiefe klein und der Durchmesser groß, können entsprechend breitere Grenzen ins Auge gefasst werden. Ein größerer Winkelweg (Bogenmaß) als 180°, also zwischen 270 ° und 90°, scheint jedoch selten realisierbar zu sein. Maximierte Vorschübe sind erreichbar, wenn neben der Verlängerung des Winkelweges gleichzeitig die Vorschubgeschwindigkeit erhöht wird.

[0027] Das Wärmetauscherrohr gemäß der Fig. 6 ist ein geschweißtes, gelötetes oder gezogenes Flachrohr 11, wie es beispielsweise in luftgekühlten Ladeluftkühlern vorkommen könnte. Auch in solchen Wärmetauscherrohren 11 befindet sich ein Einsatz. Es ist reiner Zufall, dass dort die Wellenform des Einsatzes aus der Fig. 5 vorgesehen worden ist, denn die Ausbildung des Einsatzes hängt vom konkreten Anwendungsfalls ab. Auch der Einsatz aus der Fig. 6 kann Durchbrüche 5 besitzen, er kann aber auch ohne Durchbrüche 5 ausgebildet sein, denn beispielsweise die Ladeluft strömt senkrecht zur Bildebene durch das Flachrohr 11. Mit anderen Worten, die Anströmrichtung 10 und die in der Bildebene liegende Wellenlaufrichtung 9 stehen senkrecht zueinander, weshalb die Fig. 6 nicht Teil dieser Erfindung ist.

[0028] In der Fig. 7 ist ein Einsatz prinzipiell abgebildet, der einen Mittelabschnitt A2 ohne Wellen aufweist, der jedoch im vorliegenden Zusammenhang als ein Abschnitt A2 mit einer einzigen lang gezogenen Welle angesehen wird. Ein solcher Abschnitt A2 wird dadurch hergestellt, dass der Dauerhubbetrieb der Exzenterpresse bei weiter laufendem Vorschub unterbrochen wird. Solche Einsatzte sind wegen der erwähnten Unterbrechung des Dauerhubbetriebs vorzugsweise nicht für die Großserienfertigung vorgesehen. Der Anfangsabschnitt

A1 und der Endabschnitt A3 kann aus mehreren Wellen gleich großer Wellenlänge 4 bestehen, wobei selbstverständlich auch hier derart variiert werden kann, dass innerhalb des Anfangsabschnitts A1 und/oder des Endabschnitts A3 unterschiedliche Wellenlängen 4 vorhanden sind. Im Endabschnitt A3 wurden deshalb, lediglich exemplarisch, Wellen unterschiedlicher Wellenlänge 4 vorgesehen. Die Länge der Abschnitte A1, A2, A3 kann frei gewählt werden und hängt vom konkreten Anwendungsfall des Einsatzes ab.

## Patentansprüche

15. 1. Wärmetauscherrohr mit einem gewellte Einsatz, wobei der gewellte Einsatz in das Wärmetauscherrohr eingefügt und mit den Wänden des Wärmetauscherrohres vorzugsweise metallisch verbunden ist, wobei der gewellte Einsatz sich abwechselnde Wellenberge (1) und Wellentäler (2), eine bestimmte Wellenhöhe (3), eine Wellenlänge (4) (Teilung) und Durchbrüche (5) in den Wellenflanken (6) aufweist, wobei die Wellenlaufrichtung (9) etwa mit der Anströmrichtung (10) übereinstimmt,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Wellentäler (2) eine größere Länge (7) aufweisen als die Wellenberge (1) - oder umgekehrt.
20. 2. Wärmetauscherrohr nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wellentäler (2) vorzugsweise die doppelte Länge besitzen wie die Wellenberge (2) - oder umgekehrt.
25. 3. Wärmetauscherrohr mit einem gewellte Einsatz, wobei der gewellte Einsatz in das Wärmetauscherrohr eingefügt und mit den Wänden des Wärmetauscherrohres vorzugsweise metallisch verbunden ist, wobei der gewellte Einsatz sich abwechselnde Wellenberge (1) und Wellentäler (2), eine bestimmte Wellenhöhe (3), eine Wellenlänge (4) (Teilung) und Durchbrüche (5) in den Wellenflanken (6) aufweist, wobei die Wellenlaufrichtung (9) etwa mit der Anströmrichtung (10) übereinstimmt,  
**dadurch gekennzeichnet; dass**  
der einstückige Einsatz aus Abschnitten (A1, A3) mit kleineren Wellenlängen (4) und aus Abschnitten (A2) mit größeren Wellenlängen (4) gebildet ist, wobei ein Abschnitt (A1, A2, A3) entweder aus mehreren Wellen gleicher Wellenlänge (4) oder zumindest aus einer Welle besteht, deren Wellenlänge (4) größer ist als die Wellenlänge (4) in einem benachbarten Abschnitt.
30. 4. Wärmetauscherrohr nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einsatz vorzugsweise einen Anfangsabschnitt (A1) mit kleinerer Wellenlänge (4), einen Mittelabschnitt (A2) mit größerer Wellenlänge (4) und einen Endabschnitt (A3) mit kleine-

rer Wellenlänge (4) aufweist.

5. Wärmetauscherrohr nach Anspruch 4 mit einer Eintrittsöffnung und einer Austrittsöffnung für das das Wärmetauscherrohr durchströmende Medium, , **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wellenlänge (4) im Anfangsabschnitt (A1) vorzugsweise die gleiche Größe aufweist wie im Endabschnitt (A3), wobei diese Abschnitte (A1, A3) diejenigen sind, in denen sich die Eintrittsöffnung (7) des Mediums in das Wärmetauscherrohr bzw. die Austrittsöffnung (8) für das Medium aus dem Wärmetauscherrohr befindet.
10. Verfahren zur Herstellung von gewellten Einsätzen für ein Wärmetauscherrohr nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 - 5, die aus einem Blechband hergestellt werden, das mit bestimmter Vorschubgeschwindigkeit und bestimmtem Vorschub durch ein Umformwerkzeug auf einer Exzenterpresse transportiert wird, die im Dauerhubbetrieb arbeitet, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei konstanter Dauerhubgeschwindigkeit die Vorschubgeschwindigkeit erhöht bzw. verringert wird, wobei bei verringerter Vorschubgeschwindigkeit ein Abschnitt (A1, A3) des Einsatzes mit kleinerer Wellenlänge (4) und bei erhöhter Vorschubgeschwindigkeit ein Abschnitt (A2) des Einsatzes mit größerer Wellenlänge (4) entsteht, oder dass bei konstanter Vorschubgeschwindigkeit die Dauerhubgeschwindigkeit erhöht bzw. reduziert wird, wobei bei verringerter Dauerhubgeschwindigkeit ein Abschnitt (A2) mit größerer Wellenlänge (4) und bei erhöhter Dauerhubgeschwindigkeit ein Abschnitt (A1, A3) mit kleinerer Wellenlänge (4) gebildet wird, oder dass die Winkelstellungen der Exzenterwelle der Presse, zwischen denen der Vorschub realisiert wird, innerhalb zulässiger Grenzen, verändert werden, wodurch der Vorschub vergrößert oder verkleinert wird.
15. Verfahren zur Herstellung von gewellten Einsätzen für ein Wärmetauscherrohr nach einem der Ansprüche 1 - 5, die aus einem Blechband hergestellt werden, das mit bestimmter Vorschubgeschwindigkeit und bestimmtem Vorschub durch ein Umformwerkzeug auf einer Exzenterpresse transportiert wird, die im Dauerhubbetrieb arbeitet, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dauerhubbetrieb bei laufendem Vorschub unterbrochen wird, so dass ein gewellter Einsatz mit einem Abschnitt ohne Wellen bzw. mit einem Abschnitt mit einer einzigen lang gezogenen Welle entsteht.
20. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gewünschten Variationen des Dauerhubs, des Vorschubs und / oder der Vorschubgeschwindigkeit an einer der Presse zugeord-

neten Programmiereinheit vorprogrammiert werden.

## Claims

5. 1. Heat exchanger tube having a corrugated insert, the corrugated insert being inserted into the heat exchanger tube and being joined to the walls of the heat exchanger tube, preferably metallically, the corrugated insert having alternating wave peaks (1) and wave valleys (2), a specific wave height (3), a wave length (4) (pitch) and apertures (5) in the wave flanks (6), the wave running direction (9) corresponding approximately to the inward flow direction (10), **characterized in that** the wave valleys (2) have a greater length (7) than the wave peaks (1) - or vice versa.
10. 2. Heat exchanger tube according to Claim 2, **characterized in that** the wave valleys (2) are preferably twice as long as the wave peaks (2) - or vice versa.
15. 3. Heat exchanger tube having a corrugated insert, the corrugated insert being inserted into the heat exchanger tube and being joined to the walls of the heat exchanger tube, preferably metallically, the corrugated insert having alternating wave peaks (1) and wave valleys (2), a specific wave height (3), a wave length (4) (pitch) and apertures (5) in the wave flanks (6), the wave running direction (9) corresponding approximately to the inward flow direction (10), **characterized in that** the one-piece insert is formed from sections (A1, A3) having smaller wave lengths (4) and from sections (A2) having greater wave lengths (4), wherein a section (A1, A2, A3) is composed either of multiple waves of the same wave length (4) or at least of a wave of which the wave length (4) is greater than the wave length (4) in an adjacent section.
20. 4. Heat exchanger tube according to Claim 3, **characterized in that** the insert preferably has an initial section (A1) with a smaller wave length (4), a middle section (A2) with a greater wave length (4) and an end section (A3) with a smaller wave length (4).
25. 5. Heat exchanger tube according to Claim 4, having an inlet opening and an outlet opening for the medium flowing through the heat exchanger tube, **characterized in that** the wave length (4) in the initial section (A1) is preferably of the same size as in the end section (A3), wherein these sections (A1, A3) are those in which the inlet opening (7) of the medium into the heat exchanger tube and, respectively, the outlet opening (8) for the medium from the heat exchanger tube are located.
30. 6. Method for manufacturing corrugated inserts for a

heat exchanger tube according to one of the preceding Claims 1 - 5, which are produced from a sheet metal strip, which are transported at a specific feed rate and with a specific feed length through a shaping tool on an eccentric press which operates in continuous stroke mode,

**characterized in that**, with a constant continuous stroke rate, the feed rate is increased or reduced, wherein a section (A1, A3) of the insert having a smaller wave length (4) is produced with a reduced feed rate, and a section (A2) of the insert having a greater wave length (4) is produced with an increased feed rate,

or **in that**, with a constant feed rate, the continuous stroke rate is increased or reduced, a section (A2) having a greater wave length (4) is formed with a reduced continuous stroke rate and a section (A1, A3) having a shorter wave length (4) is formed with an increased continuous stroke rate,

or **in that** the angular positions of the eccentric shaft of the press between which the feed is implemented are changed within permissible limits, as a result of which the feed length is increased or reduced.

7. Method for manufacturing corrugated inserts for a heat exchanger tube according to one of Claims 1 - 5, which are produced from a sheet metal strip, which is transported at a specific feed rate and with a specific feed length through a shaping tool on an eccentric press which operates in continuous stroke mode, **characterized in that** the continuous stroke mode is interrupted with the feed running, so that a corrugated insert having a section without waves or having a section with a single long drawn-out wave is produced.
8. Method according to Claim 6 or 7, **characterized in that** the desired variations in the continuous stroke, the feed length and/or the feed rate are pre-programmed in a programming unit assigned to the press.

## Revendications

1. Tube d'échangeur de chaleur comprenant un insert ondulé, l'insert ondulé étant inséré dans le tube d'échangeur de chaleur et étant connecté de préférence métalliquement aux parois du tube d'échangeur de chaleur, l'insert ondulé présentant des alternances de sommets d'onde (1) et de creux d'onde (2), une hauteur d'onde déterminée (3), une longueur d'onde (4) (pas) et des orifices (5) dans les flancs d'onde (6), la direction de déplacement des ondes (9) coïncidant approximativement avec la direction d'afflux (10),  
**caractérisé en ce que** les creux d'onde (2) présentent une plus grande longueur (7) que les sommets

d'où (1) - ou inversement.

2. Tube d'échangeur de chaleur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les creux d'onde (2) sont de préférence deux fois plus longs que les sommets d'onde (1) - ou inversement.
3. Tube d'échangeur de chaleur comprenant un insert ondulé, l'insert ondulé étant inséré dans le tube d'échangeur de chaleur et étant connecté de préférence métalliquement aux parois du tube d'échangeur de chaleur, l'insert ondulé présentant des alternances de sommets d'onde (1) et de creux d'onde (2), une hauteur d'onde déterminée (3), une longueur d'onde (4) (pas) et des orifices (5) dans les flancs d'onde (6), la direction de déplacement des ondes (9) coïncidant approximativement avec la direction d'afflux (10),  
**caractérisé en ce que** l'insert d'une seule pièce est formé de portions (A1, A3) de plus petite longueur d'onde (4) et de portions (A2) de plus grande longueur d'onde (4), une portion (A1, A2, A3) se composant soit de plusieurs ondes de même longueur d'onde (4) ou au moins d'une onde dont la longueur d'onde (4) est supérieure à la longueur d'onde (4) d'une portion adjacente.
4. Tube d'échangeur de chaleur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'insert présente de préférence une portion de début (A1) avec une plus petite longueur d'onde (4), une portion centrale (A2) avec une plus grande longueur d'onde (4) et une portion d'extrémité (A3) avec une plus petite longueur d'onde (4).
5. Tube d'échangeur de chaleur selon la revendication 4, comprenant une ouverture d'entrée et une ouverture de sortie pour le fluide traversant le tube d'échangeur de chaleur, **caractérisé en ce que** la longueur d'onde (4) dans la portion de début (A1) présente de préférence la même grandeur que dans la portion d'extrémité (A3), ces portions (A1, A3) étant celles dans lesquelles se trouve l'ouverture d'entrée (7) du fluide dans le tube d'échangeur de chaleur ou l'ouverture de sortie (8) pour le fluide hors du tube d'échangeur de chaleur.
6. Procédé de fabrication d'inserts ondulés pour un tube d'échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, qui sont fabriqués à partir d'une bande de tôle qui est transportée à une vitesse d'avance déterminée et avec une avance déterminée à travers un outil de formage sur une presse à excentrique, qui fonctionne en mode à course continue,  
**caractérisé en ce que** dans le cas d'une vitesse de course continue constante, la vitesse d'avance est augmentée ou réduite, et dans le cas d'une vitesse

d'avance réduite, on obtient une portion (A1, A3) de l'insert ayant une plus petite longueur d'onde (4) et dans le cas d'une vitesse d'avance accrue, on obtient une portion (A2) de l'insert avec une plus grande longueur d'onde (4),  
 ou **en ce que** dans le cas d'une vitesse d'avance constante, la vitesse de course continue est augmentée ou réduite, et dans le cas d'une vitesse de course continue réduite, on obtient une portion (A2) de plus grande longueur d'onde (4) et dans le cas d'une vitesse de course continue accrue, on obtient une portion (A1, A3) de plus petite longueur d'onde (4),  
 ou **en ce que** les positions angulaires de l'arbre excentrique de la presse, entre lesquelles est réalisée l'avance, sont modifiées à l'intérieur de limites admissibles de sorte que l'avance soit augmentée ou réduite.

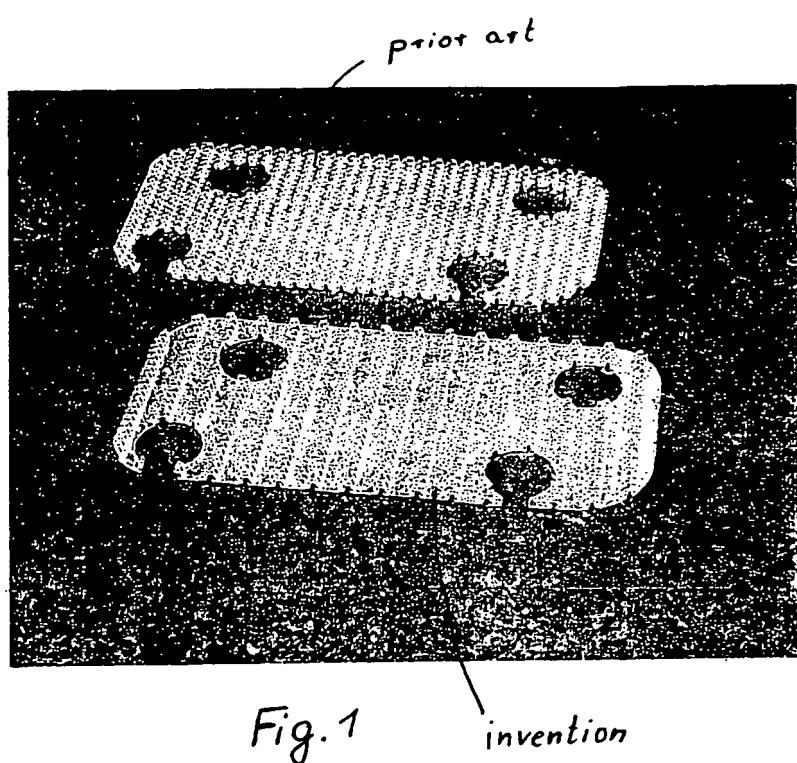
- 7. Procédé de fabrication d'inserts ondulés pour un tube d'échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, qui sont fabriqués à partir d'une bande de tôle qui est transportée avec une vitesse d'avance déterminée et avec une avance déterminée à travers un outil de formage sur une presse à excentrique qui fonctionne en mode à course continue,  
**caractérisé en ce que** le mode à course continue, pour une avance constante, est interrompu de telle sorte que l'on obtienne un insert ondulé avec une portion sans ondes ou avec une portion avec une onde unique étirée en longueur.
- 8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** les variations souhaitées de la course continue, de l'avance et/ou de la vitesse d'avance sont préprogrammées sur une unité de programmation associée à la presse.

40

45

50

55



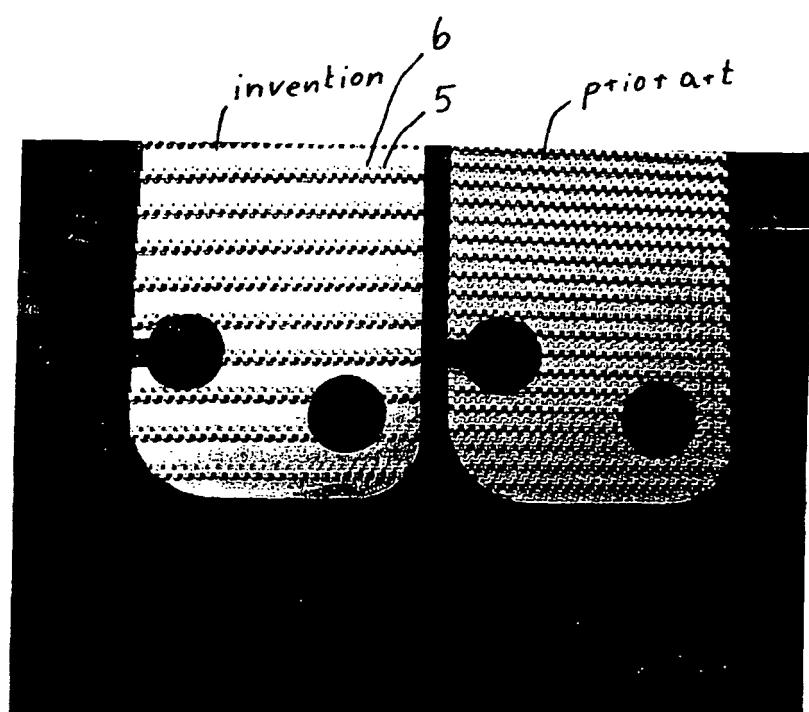
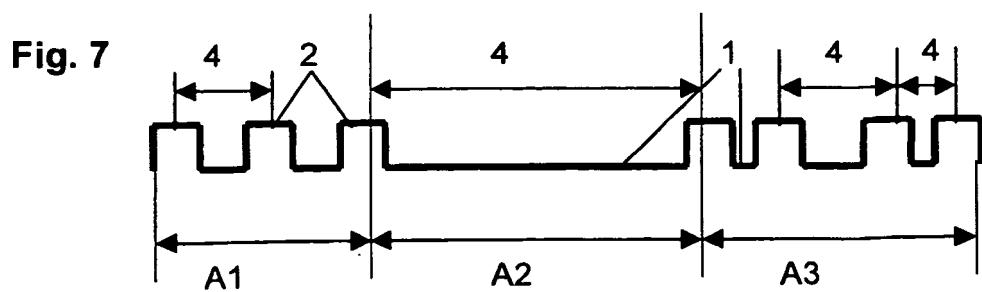
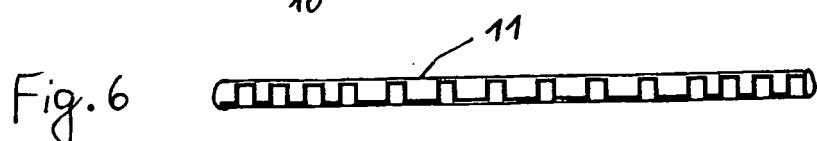
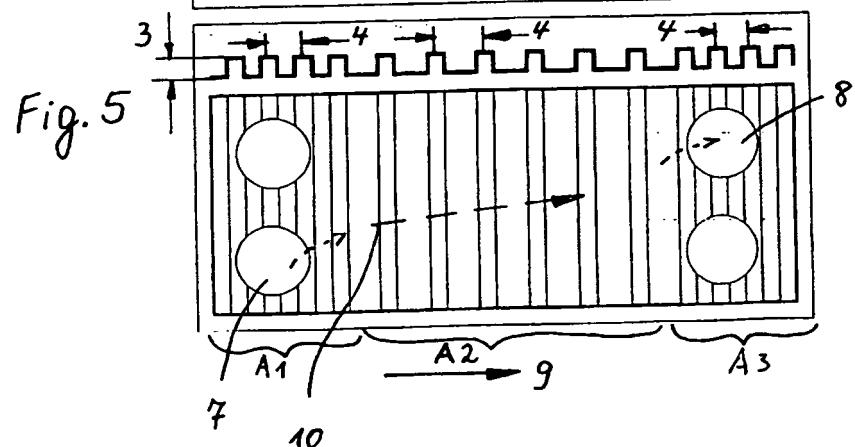
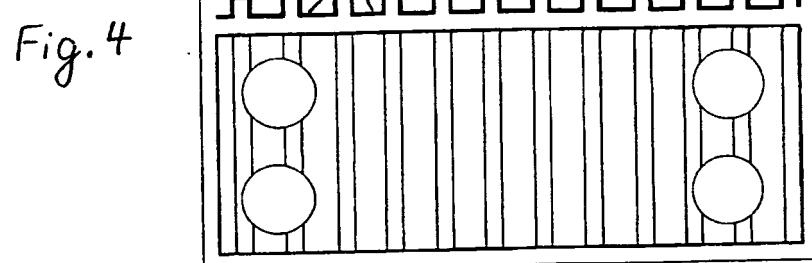
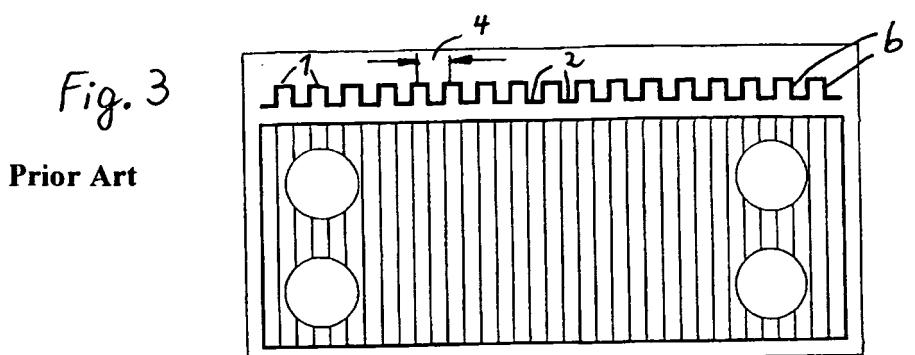


Fig. 2



**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 29622191 [0003]
- EP 742418 B1 [0003] [0019]
- US 2344588 A [0004]
- CH 416698 [0005]
- JP 7280084 A [0005]
- JP 9273883 A [0005]