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

(11) EP 0 533 097 B1

(12) EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.07.1996 Patentblatt 1996/29

(51) Int Cl.[6]: **F28F 19/04**, F28F 1/24

(21) Anmeldenummer: **92115722.8**

(22) Anmeldetag: **14.09.1992**

(54) Verfahren zum Imprägnieren eines Wärmetauschers

Process for impregnating of a heat exchanger

Procédé d'imprégnation d'un échangeur de chaleur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL PT SE

(30) Priorität: **19.09.1991 AT 1881/91**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.03.1993 Patentblatt 1993/12

(73) Patentinhaber:
- **Joh. Vaillant GmbH u. Co.**
  D-42810 Remscheid (DE)
  Benannte Vertragsstaaten:
  DE DK ES GR IT LU PT SE
- **n.v. Vaillant s.a.**
  B-1620 Drogenbos (BE)
  Benannte Vertragsstaaten:
  BE
- **VAILLANT S.A.R.L**
  F-94537 Rungis Cedex (FR)
  Benannte Vertragsstaaten:
  FR
- **VAILLANT Ges.m.b.H**
  A-1233 Wien (AT)
  Benannte Vertragsstaaten:
  AT
- **Vaillant Ltd.**
  Rochester Kent ME2 4EZ (GB)
  Benannte Vertragsstaaten:
  GB
- **Vaillant B.V.**
  NL-1105 BJ Amsterdam (NL)
  Benannte Vertragsstaaten:
  NL
- **Vaillant GmbH**
  CH-8953 Dietikon 1 (CH)
  Benannte Vertragsstaaten:
  CH LI

(72) Erfinder:
- **Schmitz, Rolf**
  W-5632 Wermelskirchen (DE)
- **Schürbrock, Uwe**
  W-5650 Solingen 11 (DE)

(74) Vertreter: **Heim, Johann-Ludwig, Dipl.-Ing.**
c/o Joh. Vaillant GmbH u. Co
Postfach 10 10 61
D-42810 Remscheid (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
FR-A- 2 060 217
GB-A- 1 075 574

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

EP 0 533 097 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches.

Wärmetauscher in Heizgeräten werden infolge bestimmter Betriebsbedingungen gewollt, insbesondere bei Brennwertgeräten, oder ungewollt mit Abgaskondensat mehr oder weniger stark beaufschlagt. Dieses Kondensat wirkt auf Metalle korrosiv. Es kommt je nach konstruktiven Gegebenheiten und verwendeten Materialien zu unterschiedlichen Korrosionserscheinungen, die die Lebensdauer des Wärmetauschers direkt beeinflussen, da sie vorzugsweise im Bereich zwischen den Lamellen und den wasserführenden Rohren auftreten und so zu Undichtigkeiten des Systems führen können.

Bei Brennwertgeräten kommt als weiterer Aspekt die Anreicherung des Abgaskondensates mit Metallen und Metallverbindungen infolge am Wärmetauscher auftretender Materialablösungsprozesse hinzu, die teilweise die zulässigen Grenzwerte überschreiten.

Zur Unterbindung dieser Auswirkungen werden vor allem Beschichtungsverfahren in Form von Tauchen oder Lackieren mit einem kondensatfesten Material angewandt. Diese Verfahren haben den Nachteil, daß immer der gesamte Wärmetauscher lackiert oder getaucht werden muß. Folglich werden Flächen behandelt, die einen Korrosionsschutz nicht benötigen. Das überflüssigerweise aufgebrachte Material verbrennt häufig, belastet die Umwelt und führt zu einer Verschmutzung des Wärmetauschers.

Aus der EP-PS 184 612 ist ein gattungsgemäßer Wärmetauscher bekanntgeworden, bei dem die wasserführenden Rohre im Lamellenbereich mit einer vor dem Aufstecken der Lamellen aufgebrachten Schutzschicht durchgehend spaltfrei überzogen sind. Die Korrosionsgefahr aufgrund immer vorhandener Spalte und Kavernen zwischen den Lamellen beziehungsweise den Lamellen und dem Wärmetauscherrohr besteht jedoch weiterhin. In den Spalten und Kavernen können aggressive Bestandteile des Rauchgases das Wärmetauscherrohr konzentriert angreifen, so daß es auch bei Edelstahlrohren beziehungsweise gemäß der oben genannten EP-PS beschichteten Rohren zu Spaltkorrosion und Lochfraß kommen kann. Darüber hinaus besteht bei derartigen Beschichtungsverfahren die Gefahr, daß Verschmutzungen und/oder eingelagerte Gase unter der Beschichtung während des Betriebes zu einer Zerstörung der Schutzschicht führen.

Bekannt sind prinzipiell auch Imprägnierverfahren, bei denen das zu imprägnierende Teil in einen Autoklaven eingesetzt wird, welcher evakuiert und bei Überdruck mit einem Imprägniermittel geflutet wird. Ein solches Verfahren ist aus der GB-PS 10 75 574 bekanntgeworden, wobei ein Wärmetauscher mit von Rohren durchsetzten scheibenförmigen Lamellen, zwischen denen Abstandsringe eingesetzt sind, imprägniert wird. Größere Hohlräume weist ein solcher Wärmetauscher nicht auf. Trotz Abfließunterstützung überschüssigen Imprägniermittels verbleibt eine dünne Haut auf dem gesamten Wärmetauscher.

Bei einem in der DE-PS 34 23 483 beschriebenen Verfahren zum Imprägnieren hohler Bauteile wird gleichzeitig evakuiert und imprägniert, wodurch eine hohe Eindringtiefe des Imprägniermittels in Hohlräume erreichbar ist. Dazu nutzbar sind auch kapillare Kräfte, die insbesondere in rohrförmigen Hohlräumen wirken, wie in der US-PS 44 53 301 beschrieben. Diese bekannten Verfahren lassen sich aber nicht ohne weiteres auf die besondere Problematik bei Wärmetauschern übertragen. Hier kommt es darauf an, daß nicht zu viel und nicht zu wenig Harz auf die wirklich korrosionsgefährdeten Stellen aufgebracht wird.

Demgemäß besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein Imprägnierverfahren für Wärmetauscher anzugeben, das sich auf die tatsächlich korrosionsgefährdeten Bereiche eingrenzen läßt und eine erhöhte Korrosionssicherheit bietet.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs gelöst.

Durch dieses Vakuumimprägnierverfahren nach der Maldaner-Methode werden nur die Hohlräume und die Spalte des Wärmetauschers mit Kunstharz gefüllt.

Zur Vorbereitung der Verfahrensschritte kann der Wärmetauscher gegebenenfalls zunächst bei ca. 120 °C gereinigt werden oder alternativ alkalisch gewaschen und anschließend im Ofen bei 120 °C getrocknet werden. Damit ist gewährleistet, daß die Spalte und Hohlräume fettfrei und trocken sind.

Beim Verfahren nach Maldaner ist ein Vakuum-Maximaldruck von 5 mbar erforderlich. Bei diesem Druck dringt das Imprägnierharz problemlos in alle Spalten und Hohlräume ein. Nachdem das Vakuum aufgehoben ist, wird das Imprägnierharz durch den atmosphärischen Druck in die Spalte und Hohlräume gepreßt und erreicht so auch die feinsten Verästelungen. Bei der anschließenden Reinigung im Wasserbad wird der komplette Wärmetauscher so abgewaschen, daß keinerlei Oberflächenfilm zurückbleibt. Nur das in den Spalten und Hohlräumen befindliche Imprägnierharz läßt sich aufgrund kapillarer Kräfte nicht mehr auswaschen. Abschließend erfolgt die Aushärtung des Harzes im Polymerisationsbad bei 90 °C.

Von Vorteil ist auch das Ausdehnungsverhalten des Harzes. Dehnt sich der Wärmetauscher infolge Temperaturbelastung aus, bildet das Harz eine flexible Abdichtung zwischen den Lamellen, die die Entstehung von Geräusch - Knacken durch unterschiedliche Wärmeausdehnung - verhindert.

Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung des Vakuumimprägnierverfahrens ist lediglich, daß die Spaltweiten im Bereich zwischen 0,002 mm und 0,2 mm liegen und daß die Temperatur im Bereich des Harzes 250 °C nicht übersteigt. Der sehr breite Toleranzbereich bezüglich der Spaltweiten läßt sich bereits bei der Herstellung des Wärmetauscher-Grundkörpers berücksichtigen.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden nachfolgend zusammen mit der Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 einen Schnitt durch ein Wärmetauscherrohr mit angelöteten Lamellen einer ersten Ausführungsform,

Figur 2 wie Figur 1, jedoch mit Lamellen einer zweiten Ausführungsart,

Figur 3 wie Figur 2, jedoch mit auf das Wärmetauscherrohr aufgeschrumpften oder aufgepreßten Lamellen und

Figur 4 eine weitere Ausführungsform an das Wärmetauscherrohr angelöteter Lamellen.

Bei der Ausführungsform gemäß Figur 1 sind im Fußbereich U-förmig umgebogene Lamellen 1 vorgesehen, welche über eine Lötfolie 2 mit einem Wärmetauscherrohr 3 verbunden sind. Benachbarte Lamellen liegen mit ihren U-Schenkeln aneinander, wobei Spalte 4 entstehen. Durch die Krümmung im Fußbereich entstehen darüber hinaus Hohlräume 5 zwischen den Befestigungsstellen der Lamellen 1 auf dem Wärmetauscherrohr 3.

Die Spalte 4 und Hohlräume 5 (Kavernen) sind grundsätzlich immer vorhanden, so daß es unvermeidlich ist, daß Kondensat in die Spalte 4 und Hohlräume 5 eindringt beziehungsweise sich dort bildet. Es kommt zur Korrosion, und die Korrosionsprodukte finden sich im Kondensat wieder. Um diesen Erscheinungen entgegenzuwirken, werden die Spalte 4 und Hohlräume 5 mit einem thermisch und chemisch beständigen Harz gefüllt. Dazu sind folgende Verfahrensschritte vorgesehen:

- Evakuieren des Wärmetauschers,
- Beaufschlagung mit Imprägnierharz,
- Wärmetauscher dem Luftdruck aussetzen,
- Auswaschen des Wärmetauschers,
- Polymerisation des Harzes im Wasserbad bei ca. 90 °C.

Durch diese Methode, die an die an sich bekannte Imprägnierung nach Maldaner angelehnt ist, verbleibt das Imprägnierharz nur in den Spalten 4 und Hohlräumen 5 des Wärmetauschers. Durch den Auswaschvorgang wird das überflüssige Harz restlos entfernt, nicht aber das durch Kapillarkräfte festgehaltene Harz in den Spalten 4 und Hohlräumen 5. Das gleiche Verfahren läßt sich auch bei Wärmetauschern gemäß den Figuren 2 bis 4 anwenden.

Gemäß Figur 2 sind die Lamellen L-förmig ausgebildet und liegen mit den die Lamellenfüße bildenden kurzen Schenkeln 6 jeweils an den langen Schenkeln 7 benachbarter Lamellen 1' an.

Ebenfalls L-förmige Lamellen 1' zeigt Figur 3, wobei diese Lamellen 1' nicht an das Wärmetauscherrohr 3 angelötet, sondern auf ein vorzugsweise aus Edelstahl bestehendes Wärmetauscherrohr 3' aufgepreßt oder aufgeschrumpft sind.

Auch ein gemäß Figur 4 aufgebauter Wärmetauscher ist zur Anwendung des oben geschilderten Vakuumimprägnierverfahrens geeignet. Dieser Wärmetauscher besitzt hockeyschlägerförmig gestaltete Lamellen 1", welche im Fußbereich 8 aufeinandergeschichtet angeordnet sind und nur im Bereich der Spitzen 9 an das Wärmetauscherrohr 3 angelötet sind.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die vorstehend angegebenen Ausführungsbeispiele; vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche auch bei grundsätzlich anders geartetem Aufbau von der Erfindung Gebrauch machen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Imprägnieren korrosionsgefährdeter Hohlräume (5) und Spalte (4) eines lamellenbestückten Wärmetauschers für ein Heizgerät, insbesondere ein Brennwertgerät, mit einem thermisch und chemisch beständigen Harz, wobei die Betriebstemperatur des Wärmetauschers im Bereich des Harzes 250 °C nicht übersteigt und wobei die Lamellen (1) mit U-förmigem Fußteil, L-förmig (1') oder hockeyschlägerförmig (1") ausgebildet und derart an die Wärmetauscherrohre (3) fixiert, insbesondere angelötet, aufgepreßt oder aufgeschrumpft sind, daß die lichten Weiten der Spalte (4) und Hohlräume (5) im Bereich zwischen den Lamellen (1, 1', 1") beziehungsweise den Lamellen (1, 1', 1") und den Wärmetauscherrohren (3, 3') zwischen 0,002 mm und 0,2 mm betragen, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlräume (5) und Spalte (4) mit dem Harz gefüllt werden, wobei folgende Verfahrensschritte vorgesehen sind:

   - Evakuieren des Wärmetauschers in einem Autoklaven,
   - Beaufschlagen des Wärmetauschers mit dem Harz,
   - Einpressen des Harzes in die Hohlräume (5) und Spalte (4) mittels atmosphärischem oder Überdruck,
   - Ausspülen beziehungsweise -waschen des nicht eingepreßten Harzes,
   - Polymerisieren des Harzes in einem ca. 90 °C aufweisenden Wasserbad.

Claims

1. A process of impregnating cavities (5) and gaps (4) of a finned heat exchanger tube, which cavities (5) and gaps (4) are liable to be subjected to corrosion, for a heating appliance, particularly a condensing appliance, with a resin which is resistant to thermal and chemical action, wherein the operating temperature of the heat exchanger adjacent to the resin is not in excess of 250°C and the fins (1) are formed with a U-shaped foot portion or are L-shaped (1') or shaped like a hockey stick (1") and are fixed, particularly soldered, pressed or shrunk on to the heat exchanger tubes (3) in such a manner that the clear widths of the gaps (4) and cavities (5) in the region between the fins (1, 1', 1") and between the fins (1, 1', 1") and the heat exchanger tubes (3, 3') are between 0.002 mm and 0.2 mm, characterized in that the cavities (5) and the gaps (4) are filled with the resin and the following process steps are carried out:

   - the heat exchanger is evacuated in an autoclave:
   - the heat exchanger is supplied with the resin:
   - the resin is pressed into the cavities (5) and gaps (4) by the atmospheric pressure or by a superatmospheric pressure:
   - the resin which has not been pressed in is rinsed off and/or washed off:
   - the resin is polymerized in a water bath which is at about 90°C.

Revendications

1. Procédé pour l'imprégnation de creux (5) et fentes (4) exposés aux risques de corrosion et faisant partie d'un échangeur de chaleur à lamelles pour un appareil de chauffage, notamment un appareil à condensation, moyennant une résine résistant aux effets thermiques et chimiques, la température de service de l'échangeur de chaleur à proximité de la résine ne dépassant pas 250 °C, et les lamelles (1) étant munies d'un pied en forme de U, de L (1') ou de crosse de hockey (1") et fixées sur les tuyaux d'échangeur de chaleur (3) notamment par brasage, frettage à froid ou à chaud, de sorte que la largeur intérieure des fentes (4) et creux (5) entre les lamelles (1, 1', 1") ou les lamelles (1, 1', 1") et les tuyaux (3, 3") s'élève à 0,002 mm jusqu'à 0,2 mm, procédé caractérisé par le fait que les creux (5) et les fentes (4) sont remplis de la résine et que les opérations suivantes sont prévues à cet effet:

   - Evacuation de l'échangeur de chaleur dans un autoclave
   - Traitement de l'échangeur avec la résine
   - Remplissage des creux (5) et fentes (4) de la résine moyennant la pression atmosphérique ou une surpression
   - Enlèvement par lavage de la résine non utilisée
   - Polymérisation de la résine dans de l'eau d'env. 90 °C.

Fig.1

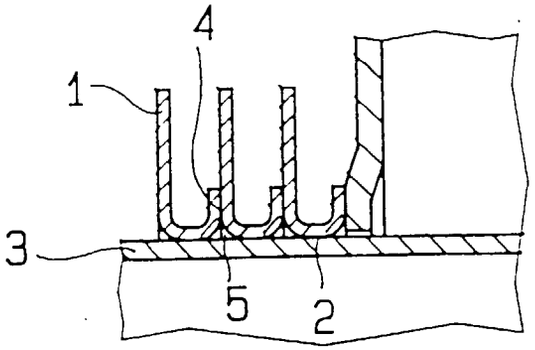

Fig.2

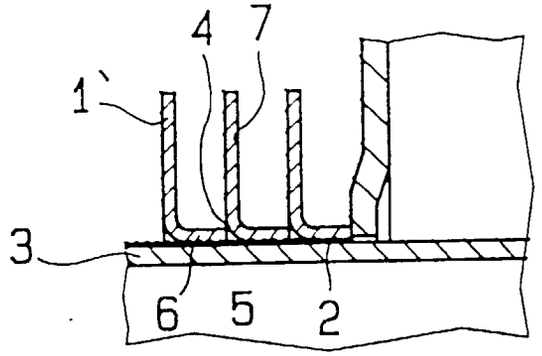

Fig.3

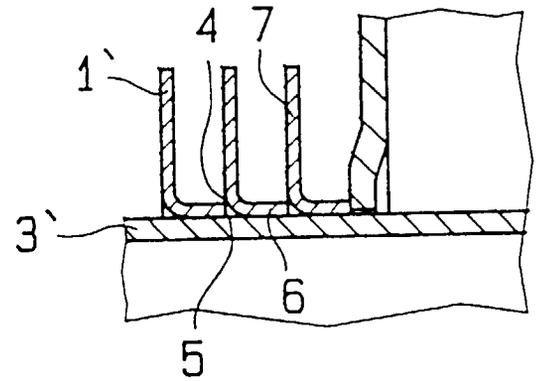
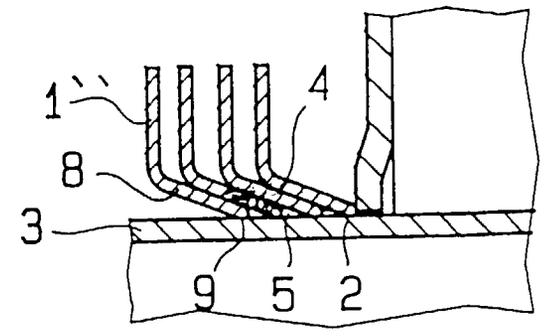
Fig.4