

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 544 566 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.06.2005 Patentblatt 2005/25

(51) Int Cl.7: **F28F 21/06**

(21) Anmeldenummer: **04105171.5**

(22) Anmeldetag: **20.10.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(72) Erfinder:
• **Kriener, Kilian**
70372 Stuttgart (DE)
• **Volz, Wolfgang**
70197 Stuttgart (DE)
• **Clement, Uwe**
73114 Schlat (DE)

(30) Priorität: **18.12.2003 DE 10359573**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(54) **Wärmeübertragungseinheit für einen Wärmetauscher**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Wärmeübertragungseinheit für einen Wärmetauscher, die ein Bündel von Wärmetauscherrohren (15) umfasst, in denen ein zu erwärmendes Heizwasser für eine Heizungsanlage strömt. Die Wärmetauscherrohre (15) sind aus

Kunststoff ausgeführt, der mindestens einen Füllstoff (5) mit hoher Wärmeleitfähigkeit enthält, wobei die Wärmeleitfähigkeit des Füllstoffs über der des Kunststoffes liegt, so dass die Rohrwandung der Wärmetauscherrohre (15) einen großen Wärmedurchgangskoeffizienten aufweist.

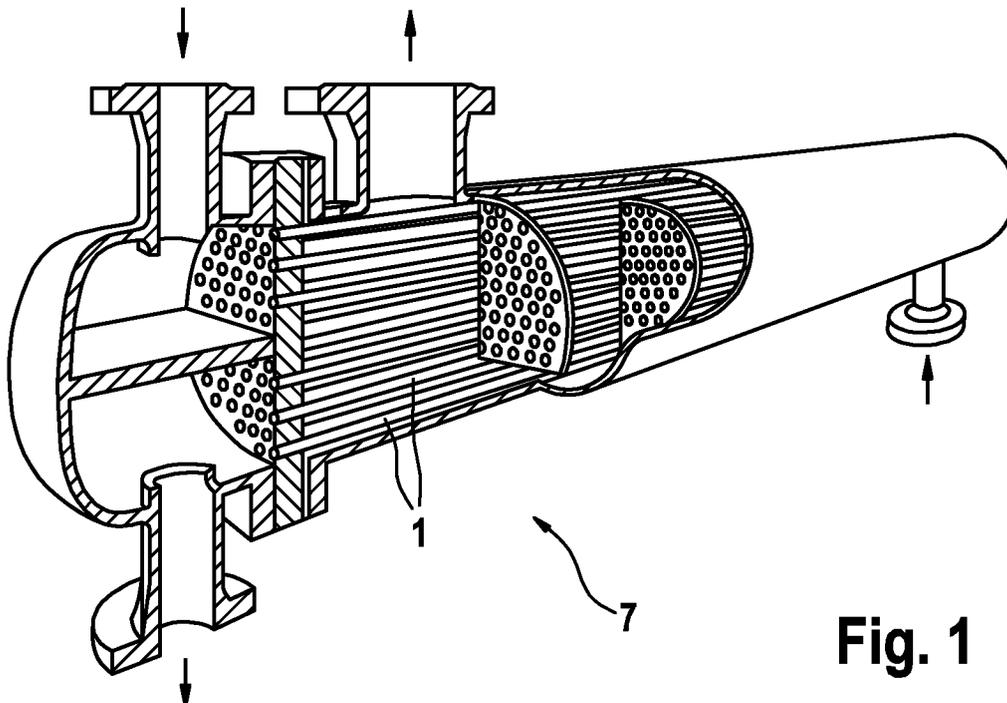


Fig. 1

EP 1 544 566 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Wärmeübertragungseinheit für einen Wärmetauscher nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Wärmetauschern spielt insbesondere eine hohe Wärmeleitfähigkeit der Wärmeübertragungseinheit, die beispielsweise die Form eines Rohres oder einer Platte aufweisen kann, eine große Rolle. Damit der Wärmetauscher mit einem guten Wirkungsgrad arbeitet, ist es notwendig, dass ein möglichst hoher Wärmestrom übertragen wird. Hierbei ist die Verwendung von metallischen Wärmeübertragungseinheiten, beispielsweise aus Edelstahl oder aus Aluminium-Sand-Guss, die eine hohe Wärmeleitfähigkeit besitzen, bekannt.

[0003] Aus EP 0 994 321 A2 ist beispielsweise ein Wärmetauscher mit metallischen Rohren bekannt, welche von einem aufzuheizenden Wasser durchströmt werden. Auf der Außenseite der Rohre strömt ein heißes Abgas, welches in Wechselwirkung mit dem Wasser tritt. Während das Abgas, das im Wesentlichen aus CO₂ und N₂, Wasserdampf und geringen Säurebestandteilen (Schwefelsäure und Salpetersäure) besteht, durch den Wärmetauscher strömt, kühlt sich das Abgas ab, wodurch der Wasserdampf und die Säurebestandteile auskondensieren. Von besonderem Nachteil ist, dass dieses entstehende Kondensat zum Teil stark konzentriert an Schwefelsäure ist und auf metallische Oberflächen korrosiv wirkt.

[0004] Um einer Korrosion entgegenzuwirken ist es ferner bekannt, Wärmetauscher mit aus Kunststoff bestehenden Wärmeübertragungseinheiten auszugestalten. In der DE 195 36 300 C1 ist ein Wärmetauscher beschrieben, der mit aus Kunststoff bestehenden Rohren ausgebildet ist. Die Kunststoffrohre verhindern hierbei eine Korrosion des Wärmetauschers, sind kostengünstig herzustellen und weisen ein geringes Gewicht auf. Nachteilig ist jedoch, dass die aus Kunststoff bestehenden Wärmeübertragungseinheiten eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen, wodurch sich der Wirkungsgrad eines Wärmetauschers wesentlich verschlechtert.

[0005] In DE 39 00 551 A1 ist ein Rohr mit einem Überzug für einen Wärmetauscher beschrieben. Das Rohr, das von einem Fluid durchströmt wird, umfasst hierbei ein Innenrohr und ein als Überzug ausgebildetes Außenrohr, wobei das Innenrohr aus einem Material mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit besteht, vorzugsweise Kupfer. Das Außenrohr besteht aus Kunststoff, wodurch einer Korrosion entgegengewirkt wird. Aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit von Kunststoff ist das Außenrohr in Form eines Wellenrohres ausgebildet, das eine vergrößerte Oberfläche für den Wärmeaustausch zur Verfügung stellt, welches begünstigend sich für den zu

übertragenden Wärmestrom auswirkt. Eine der Nachteile dieses Rohres ist, dass trotz der Form des Wellenrohres eine nicht zufriedenstellende Wärmeübertragungsleistung, insbesondere aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit des Kunststoffes, erzielt wird.

[0006] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Wärmeübertragungseinheit für einen Wärmetauscher bereitzustellen, mit der die oben genannten Nachteile vermieden werden, insbesondere eine Wärmeübertragungseinheit geschaffen wird, die korrosionsbeständig ist sowie gute Wärmeleiteigenschaften aufweist.

Vorteile der Erfindung

[0007] Die Aufgabe wird durch eine Wärmeübertragungseinheit mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. In den abhängigen Ansprüchen sind bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Wärmeübertragungseinheit angegeben.

[0008] Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Wärmeübertragungseinheit im Wesentlichen aus einem Kunststoff und aus mindestens einem ersten Füllstoff mit hoher Wärmeleitfähigkeit besteht, die über der des Kunststoffes liegt, so dass die Wandung einen großen Wärmedurchgangskoeffizienten aufweist. Durch den Zusatz von Füllstoffen wird das Eigenschaftsprofil des Kunststoffes beziehungsweise der Übertragungseinheit in Hinblick auf die Wärmeleitfähigkeit positiv verändert. Es handelt sich vorzugsweise um körnige, pulvrige, sphärische, splittrige und/oder faserige Füllstoffteilchen mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit, die während des Herstellungsprozesses mit dem Kunststoff, insbesondere Kunststoffgranulaten, vermischt werden. Die erste und die zweite Seite der Wandung weisen einen Abstand (Wandstärke der Wärmeübertragungseinheit) zueinander auf, der entsprechend dem gewünschten Wert des Wärmedurchgangskoeffizienten der Rohrwandung verändert werden kann. Da sich die Wandstärke indirekt proportional zu dem Wärmedurchgangskoeffizienten der Rohrwandung verhält, kann durch die ideale Wahl der Parameter Wandstärke, Füllstoffart und Füllstoffgehalt der Anteil an Kunststoff in der gesamten Wärmeübertragungseinheit maximiert werden. Gegenüber dem rein metallischen Wärmetauscher können mit der vorliegenden Erfindung die Kosten und das Gewicht der Wärmeübertragungseinheit erheblich reduziert werden, wobei gleichzeitig die Korrosionsbeständigkeit verbessert wird. Ferner kann die erfindungsgemäße Wärmeübertragungseinheit als Spritzgussteil ausgebildet werden, so dass verschiedenste Geometrien für eine Wärmeübertragungseinheit realisierbar sind, die mit einer metallischen oder einer Aluminium-Sandguss-Wärmeübertragungseinheit nicht erzielbar sind. Somit kann die Kompaktheit des Wärmetauschers wesentlich erhöht werden.

[0009] Zweckmäßigerweise umfasst der erste Füllstoff Graphit, Koks, Ruß oder Naturgraphit. Der Einsatz

von Quarz, Aluminiumoxid oder Magnesiumoxid oder von keramischen Materialien, wie Siliziumcarbid oder Bornitrid, ist ebenfalls denkbar. Diese Füllstoffe tragen dazu bei, dass der Wärmedurchgangskoeffizient der Rohrwandung erhöht wird. Hierbei ist hinzuzufügen, dass selbstverständlich der Kunststoff aus einer Mischung mehrerer oben genannter Füllstoffe bestehen kann, soweit sich die Füllstoffe mit dem zu verwendenden Kunststoff chemisch verträglich verhalten.

[0010] Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Wärmeübertragungseinheit mindestens einen zweiten Füllstoff, der im Wesentlichen die Materialeigenschaft aufweist, die Festigkeit der Wärmeübertragungseinheit zu erhöhen. Vorzugweise kann Karbonfaser und/oder Glasfasern als Füllstoff eingesetzt werden, wobei ebenfalls andere werkstoffverstärkende Materialien denkbar sind. Der Einsatz dieses zweiten Füllstoffes ist insbesondere dann notwendig, wenn ein Abstand zwischen der erste und der zweiten Seite der Wandung (Wandstärke) derart gering gewählt wird, dass die Festigkeit der Wärmeübertragungseinheit nicht mehr gewährleistet ist. Handelt es sich beispielsweise bei der Wärmeübertragungseinheit um ein mit Wasser durchströmtes Rohr, ist aufgrund des im Innern des Rohres vorhandenen Druckes eine entsprechende Rohrfestigkeit einzuhalten. Das Rohr muss derart ausgebildet werden, dass es dem Druck standhält, welches beispielsweise durch eine Zugabe von Karbonfasern und/oder Glasfasern erzielt werden kann.

[0011] Vorzugsweise ist der Wärmedurchgangskoeffizient der Wandung größer als ca. $200 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung liegt der Wärmedurchgangskoeffizient der Rohrwandung über $2000 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Weist die Wandung beispielsweise eine Wärmeleitfähigkeit von $1 \text{ W}/(\text{m K})$ auf mit einer Wanddicke von $0,5 \text{ mm}$, so wird ein Wärmedurchgangskoeffizient von $2000 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ erreicht.

[0012] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist der Füllstoff einen Gehalt bis zu ca. $50 \text{ Vol}\%$ auf, bezogen auf die Kunststoff-Füllstoff-Mischung = $100 \text{ Vol}\%$. Hierbei bezieht sich der Füllstoff auf alle eingesetzten Füllstoffe, die sowohl den Wärmedurchgangskoeffizienten (erster Füllstoff) als auch die Festigkeit (zweiter Füllstoff) der Rohrwandung erhöhen.

[0013] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung im Einzelnen beschrieben ist. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

Zeichnung

[0014]

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines

Wärmetauschers für ein Heizgerät.

Ausführungsbeispiel

[0015] Der dargestellte Wärmetauscher weist eine erste Wärmeübertragungseinheit 10 und eine zweite Wärmeübertragungseinheit 11 auf, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel jeweils als Rohrbündelwärmetauscher ausgeführt sind. In der ersten Wärmeübertragungseinheit 10 befindet sich eine Brennkammer 12, an die ein nicht dargestellter Brenner eines Brennwertheizgerätes angeflanscht ist. Das vom Brenner erzeugt Heizgas, das den Brenner mit ca. 1500°C verlässt, durchströmt die beiden Wärmeübertragungseinheiten 10, 11 und verlässt die Wärmeübertragungseinheit 11 an einer Auslassseite 14 als Abgas. Aufgrund der in der ersten Wärmeübertragungseinheit 10 vorliegenden hohen Heizgastemperatur ist diese aus Metall, beispielsweise aus Edelstahl-Lamellen-Rohren hergestellt, wobei Wärmetauscherrohre 13 zur Brennkammerkühlung vorgesehen sind, durch die das zu erwärmende Heizwasser einer nicht dargestellten Heizungsanlage strömt.

[0016] Die zweite Wärmeübertragungseinheit 11 ist als separates Bauteil an die erste Wärmeübertragungseinheit 10 angeflanscht. Beim durchströmen des Wärmetauschers wird das Heizgas gemäß einem Brennwertheizgerät unter den Taupunkt abgekühlt, so dass die im Heizgas enthaltene Kondensationswärme ausgenutzt wird. Dadurch ist es möglich, dass ab einem bestimmten Temperaturbereich des Heizgases der Wärmetauscher eine Schnittstelle für die beiden Wärmeübertragungseinheiten 10, 11 aufweist, so dass für die Wärmeübertragungseinheit 11, an der eine niedrigere Heizgastemperatur vorliegt, ein diese Heizgastemperatur standhaltender Kunststoff eingesetzt werden kann.

[0017] Die als Rohrbündelwärmetauscher ausgeführte Wärmeübertragungseinheit 11 weist ein Bündel weiterer Wärmetauscherrohre 15 auf, die ebenfalls von dem aufzuheizenden Heizwasser durchströmt werden, wobei der Druck innerhalb der Wärmetauscherrohre 15 bis zu 3 bar betragen kann. Die Wärmetauscherrohre 15 der Wärmeübertragungseinheit 11 bestehen dabei im Wesentlichen aus einem Kunststoff, in den Füllstoffe eingebunden sind. Dabei werden mindestens zwei Füllstoffe eingesetzt, wobei mittels des einen Füllstoffs die Wärmeleitfähigkeit und mittels des anderen Füllstoffs die mechanische Festigkeit des verwendeten Kunststoffes erhöht werden.

[0018] Bei dem Kunststoff handelt es sich um Polyphenylensulfid (PPS), welches sehr kostengünstig, leicht und korrosionsbeständig ist. Darüber hinaus weist PPS eine hohe Wärmeformbeständigkeit mit einer Dauergebrauchstemperatur von ca. 240°C auf. Es sind selbstverständlich auch andere Kunststoffe, wie Polyetheretherketon (PEEK) und/oder Polytetrafluorethylen (PTFE) möglich. Der Einsatz von PEEK ist jedoch kostenintensiver, wobei die Dauergebrauchstemperatur ungefähr bei 280°C liegt. Die Dauergebrauchstempera-

tur ist die Temperatur bis zu der der Kunststoff stabil bleibt. Oberhalb der Dauergebrauchstemperatur können thermische Beschädigungen auftreten. Die Wärmetauscherrohre 15, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel durch Extrusion hergestellt sind, besitzen eine Rohrwandung mit einer Wandstärke von beispielsweise 1 mm.

[0019] Der erste Füllstoff besteht beispielsweise aus Graphit, der eine Wärmeleitfähigkeit von ungefähr 200 W/(m K) aufweist. Als zweiter Füllstoff werden Kohlenstoff- und/oder Glasfasern eingesetzt, deren Wärmeleitfähigkeit ungefähr im Bereich von 0,7 (Glasfasern) bis 115 W/(m K) (Kohlenstofffasern) liegen kann. Die Kohlenstoff- und/oder Glasfasern dienen hauptsächlich dazu, eine bestimmte Festigkeit des Wärmetauscherrohres 15 zu gewährleisten. Die beiden Füllstoffarten weisen im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine mittlere Partikelgröße auf, die wesentlich kleiner ist als die Wandstärke der Rohrwandung. Hierbei ist zu beachten, dass es bei sehr großen Partikelgrößen sowie bei einem zu hohen Anteil an Füllstoffen dazu führen kann, dass ein Teil der Füllstoffe nicht komplett mit Kunststoff bedeckt wird, wodurch die Materialeigenschaften der Wärmeübertragungseinheit 11 negativ beeinflusst werden können.

[0020] Aufgrund der Füllstoffarten und der Füllstoffanteile weist das Wärmetauscherrohr 15 beziehungsweise die Rohrwandung im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Wärmeleitfähigkeit von ca. 2 W/(m K) auf. Verglichen dazu beträgt die Wärmeleitfähigkeit von reinen beziehungsweise ungefüllten Kunststoffen in der Regel ca. 0,2-0,4 W/(m K). Der Wärmedurchgangskoeffizient des Wärmetauscherrohres 15, der sich aus dem Quotienten aus der Wärmeleitfähigkeit der Rohrwandung und der Wandstärke des Wärmetauscherrohres 15 berechnet, beträgt 2000 W/(m² K). Mit einem derartig hohen Wärmedurchgangskoeffizienten der Rohrwandung ist ein guter Wärmeübergang von Abgas zu Heizwasser realisierbar, so dass die Dauergebrauchstemperatur des verwendeten Kunststoffes nicht überschritten wird. Reicht eine Wandstärke von lediglich 0,5 mm für eine ausreichende Druckbeständigkeit des Wärmetauscherrohres 16 aus, ist eine Wärmeleitfähigkeit der Rohrwandung von lediglich 1 W/(m K) notwendig, um einen Wärmedurchgangskoeffizienten von 2000 W/(m² K) zu erzielen. Das bedeutet, dass der Füllstoffanteil an Graphit gesenkt werden kann. Ebenfalls bietet sich die Möglichkeit an, einen anderen Füllstoff zu wählen, der eine geringere Wärmeleitfähigkeit aufweist.

[0021] Der gewünschte Wärmedurchgangskoeffizient kann durch den Anteil und die Art der Füllstoffe sowie durch die Wandstärke der Rohrwandung variiert werden. Es ist hierbei zu beachten, dass in Abhängigkeit zur Wandstärke der Gehalt an Füllstoffen die eine ausreichende Festigkeit des Wärmetauscherrohres 15 gewährleisten, entsprechend zu wählen ist. In diesem Zusammenhang muss bei der Auslegung der Festigkeit die Alterung des Wärmetauscherrohres 15 unter dem Einfluss des Heizwassers auf der Rohrrinnenseite bei ei-

ner mittleren Temperatur von ca. 60°C und der verdünnten Salpeter- und Schwefelsäure auf der Rohraußenseite, die sich insbesondere bei der Kondensation bilden, bei einer mittleren Temperatur von ungefähr 120°C berücksichtigt werden.

[0022] Die Wärmeübertragungseinheit kann selbstverständlich auch in anderen Wärmetauschern, wie beispielsweise in einem Plattenwärmetauscher zum Einsatz kommen, wobei die Wärmeübertragungseinheit anstelle eines Rohres als Platte ausgebildet ist. Ferner ist die vorliegende Erfindung auf Wärmetauscher zu beziehen, die beispielsweise im Gleichstrom, Kreuzstrom oder Gegenstrom arbeiten.

Patentansprüche

1. Wärmeübertragungseinheit für einen Wärmetauscher mit einer Wandung, die wenigstens teilweise Kunststoff aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Kunststoff mindestens ein erster Füllstoff mit einer Wärmeleitfähigkeit enthalten ist, die über der Wärmeleitfähigkeit des Kunststoffes liegt.
2. Wärmeübertragungseinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Füllstoff Graphit und/oder Quarz und/oder Aluminiumoxid und/oder Magnesiumoxid und/oder Siliziumcarbid und/oder Bornitrid umfasst.
3. Wärmeübertragungseinheit nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Kunststoff mindestens ein zweiter Füllstoff enthalten ist, der die Festigkeit der Wandung erhöht.
4. Wärmeübertragungseinheit nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Füllstoff Kohlenstofffasern und/oder Glasfasern umfasst.
5. Wärmeübertragungseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmedurchgangskoeffizient der Wandung größer als ca. 200 W/(m² K), vorzugsweise größer als ca. 2000 W/(m² K) ist.
6. Wärmeübertragungseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Füllstoff bis zu ca. 50 Vol% der Wandung darstellt.
7. Wärmeübertragungseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Füllstoff eine mittlere Partikelgröße aufweist, die kleiner als die Wandstärke der Wandung ist.
8. Wärmeübertragungseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Kunststoff Polyetheretherketon (PEEK) und/oder Polyphenylsulfid (PPS) und/oder Polytetrafluorethylen (PTFE) umfasst.

9. Wärmeübertragungseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeübertragungseinheit als Spritzgussteil ausgebildet ist. 5
10. Wärmeübertragungseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeübertragungseinheit (11) an eine zweite Wärmetauschereinheit (10) gekoppelt ist, die stromauf im heißeren Bereich des Heizgases angeordnet und aus Metall ausgeführt ist. 10
15

20

25

30

35

40

45

50

55

