



(11) **EP 1 795 856 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.06.2007 Patentblatt 2007/24

(51) Int Cl.:
F28F 21/08^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06077091.4**

(22) Anmeldetag: **15.11.2006**

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

(30) Priorität: **07.12.2005 DE 102005058658**

(71) Anmelder: **KERMI GmbH
94447 Plattling (DE)**

(72) Erfinder:
• **Blab, Reinhard
94481 Grafenau (DE)**
• **Loesdau, Gerd
84036 Landshut (DE)**
• **Hofinger, Roland
94469 Deggendorf (DE)**

(74) Vertreter: **Effert, Udo
Patentanwälte
Radickestrasse 48
12489 Berlin (DE)**

(54) **Verfahren zur Wanddickenreduzierung von Stahlheizkörpern**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wanddickenreduzierung von Stahlheizkörpern, insbesondere des wasserführenden Hauptbauteils des Heizkörpers, sowie einen Stahlheizkörper mit reduzierter Wandstärke des wasserführenden Hauptbauteils, wobei die wasser-

führenden Hauptbauteile aus mikrolegiertem Bake-Hardenig Stahl mit einer Wandstärke < 1,11 mm hergestellt werden bzw. bestehen.

EP 1 795 856 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wanddickenreduzierung von Stahlheizkörpern, insbesondere des wasserführenden Hauptbauteils des Heizkörpers, sowie einen Stahlheizkörper mit reduzierter Wandstärke des wasserführenden Hauptbauteils.

[0002] Als Werkstoff für nasse bzw. wasserführende Heizflächen von Stahlheizkörpern wird bislang niedrig legiertes Stahlblech verarbeitet, welches frei von Walzhaut oder Rost ist und der Sorte FePO1 nach EN 10130 sowie EN 10131 entspricht. Derartige Werkstoffe haben eine nach Norm und Güterichtlinien festgelegte Blechdicke von $1,25 \pm 0,11$ mm um die an die Heizkörper gestellten Anforderungen an Druckstabilität und Korrosionsfestigkeit zu erfüllen.

[0003] Derartige Werkstoffe weisen die Nachteile eines relativ hohen Gewichtes der damit gefertigten Heizkörper auch nachteilig hohe Pressenkräfte und damit verbunden einen relativ hohen Werkzeugverschleiß auf.

[0004] Wegen der o.g. Anforderungen, insbesondere in Bezug auf die erforderliche Druckstabilität und Korrosionsbeständigkeit, war ein Einsatz von Stahl mit geringeren Wandstärken bislang außer Diskussion.

[0005] Als Werkstoffe mit geringerer Wandstärke sind die in der Automobilindustrie verwendeten sogenannten "Bake-Hardening" Stähle bekannt geworden. Damit sind vor allem höherfeste schweißgeeignete Feinkornbaustähle gemeint, deren Entwicklung vor einigen Jahrzehnten mit der Sorte St 52-3 begann, bei der es gelang, einen Stahl mit nur max. 0,22 % C zu schaffen, der gut schweißbar war und trotzdem eine Zugfestigkeit von 520 bis 620 N/mm² sowie eine Streckgrenze von 350 N/mm² aufwies. Diese Werte wurden durch leicht erhöhte Mn- und Si-Gehalte und Desoxidation mit mind. 0,22 % Al erreicht. Das bedeutete feinkörnige Erstarrung und damit hohe Zähigkeit. Gleichwertige Zusätze von Ti, Nb oder V führen zu gleichen Ergebnissen. Konsequente Weiterentwicklung sind die schweißgeeigneten Feinkornbaustähle, die in warmgewalzter Version in DIN EN 10113 genormt sind und deren Streckgrenze bis mind. 460 N/mm² reicht. Sie werden in normal geglühtem oder gleichwertigem Zustand (normalisierend gewalzt, kontrolliert abgekühlt) geliefert. Bei beschleunigter Abkühlung aus der Verformungswärme wirken auch so genannte Carbonitride aushärtend.

[0006] Kaltgewalzte Erzeugnisse sind bisher noch nicht genormt. Es liegt hierzu das Stahl-Eisen-Werkstoffblatt SEW 093 - Kaltgewalztes Band und Blech mit höherer Streckgrenze zum Kaltumformen aus mikrolegierten Stählen - mit den Sorten ZStE260 bis 420 vor, ferner SEW 094 -Kaltgewalztes Band und Blech mit höherer Streckgrenze zum Kaltumformen aus phosphorlegierten Stählen sowie aus Stählen mit zusätzlicher Verfestigung nach Wärmeeinwirkung (Bakehardening) - mit den Sorten ZStE220P bis 300P sowie ZSU80BH bis 300BH.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zu entwickeln, welches die o.g.

Nachteile überwindet und zwar wenigstens unter Beibehaltung der an die Heizkörper aus herkömmlichen Werkstoffen gestellten Qualitätsanforderungen bezüglich Druckstabilität und Korrosionsbeständigkeit.

[0008] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 8. Vorteilhaft Ausführungen der Erfindung sind in den jeweils zugehörigen Ansprüchen enthalten.

[0009] Neben der durch die Erfindung erreichten Gewichtsreduzierung, wird damit weiter eine Materialeinsparung und Kostenreduzierung erreicht. Der verfahrensgemäße Einsatz von Bake-Hardening Stählen mit einer Wandstärke < 1,11 mm ist für alle Stahlheizkörper (Flachheizkörper, Konvektoren, Heizwände, Stahlrohr-Gliederradiatoren, Bad- und Designheizkörper, Stahl-Gliederradiatoren, Faltenradiatoren, Rohrregisterheizkörpern und Rippenrohrkonvektoren) möglich und wirtschaftlich sinnvoll. Ein Heizkörper aus einem derartigen Material ist gemäß Anspruch 8 ebenfalls Bestandteil der Erfindung. Trotz der verringerten Wandstärke werden aufgrund der höheren Festigkeit des eingesetzten Materials die an die Heizkörper gestellten Anforderungen bezüglich Druckstabilität und Korrosionsbeständigkeit erfüllt. Da die Festigkeitserhöhung des Materials die Verringerung der Druckstabilität durch der Reduzierung der Wandstärke überwiegt, wirkt sich auch diese Maßnahme positiv hinsichtlich der Drucksteifigkeit der wasserführenden Bauteile der Heizkörper aus. Die geometrische Form der Heizkörper wurde dabei unter dem Aspekt der Innendrucksteifigkeit bezogen auf die geringere Wandstärke optimiert, wobei hauptsächlich "schärfere" Konturen im Prägebild vermieden werden. Dadurch wird die Konstruktion gegen Innendruckbelastung stabiler. Das gilt auch für den Bereich der Kopfstücke bei Rundrohrheizkörpern. Im Bereich der Rohre stellt die Innendruckfestigkeit kein Problem dar.

[0010] Bei Flachrohrheizkörpern ist eine Verbesserung der Drucksteifigkeit bei Verringerung der Wandstärke durch die Streckgrenzenerhöhung durch den Bake-Hardening-Effekt erreichbar.

[0011] Bei Bake-Hardening Stählen sind Kohlenstoffatome nicht fest abgebunden und rufen beim Lackeinbrennen (etwa 20 min bei 170°C) einen Streckgrenzanstieg um etwa 40 N/mm² durch die Diffusion des Kohlenstoffes an den so genannten Versetzungssenken hervor. Dieser Eignung wird durch entsprechende legierungs- und verfahrenstechnische Maßnahmen bei der Stahlerzeugung gezielt kontrolliert. Um den Aushärtungseffekt beim Lackeinbrennen nutzen zu können, muss der Stahl eine Mindestverformung von 2 % erfahren, was durch das Halbschalenprägen beim Herstellen der wasserführenden Bauteile mehr als gegeben ist. Durch die Verformung werden die notwendigen Versetzungen erzeugt.

Ausführungsbeispiel

[0012] Als Werkstoff für das wasserführende Hauptbauteil von Stahlheizkörpern wurde bisher gemäß EN

442-1 Abschnitt 5.1 niedrig legiertes Stahlblech verwendet, welches frei von Walzhaut oder Rost ist und der Sorte FePO1 nach EN 10130 sowie EN 10131 entspricht.

[0013] Die Blechdicke war mit $1,25 \pm 0,11$ festgelegt und somit nicht kleiner als 1,11 mm.

Als Werkstoff für das wasserführende Hauptbauteil eines Flachheizkörpers (Halbschale) wurde ein Bake-Hardening Stahl mit einer Wandstärke von 1,00 mm eingesetzt.

[0014] Die geometrische Form der Halbschalen wurde unter dem Aspekt der Innendrucksteifigkeit bezogen auf die Wandstärke (1,00 mm) optimiert. Dabei wurde die Form der Halbschalen dahingehend angepasst, dass die ebenen Flächen (insbesondere die waagerechten Längskanäle) verschmälert wurden und damit auch der Abstand der äußeren Schweißpunkte zum Heizkörper und verringert wurde. Weiterhin wurden schärfere Konturen im Prägebild vermieden. Dadurch wird die Konstruktion des wasserführenden Hauptbauteils gegen Innendruckbelastung stabiler. Da die Festigkeitserhöhung des neuen Werkstoffs die Verringerung der Druckstabilität durch Reduzierung der Wandstärke überwiegt, wirkt sich auch diese Maßnahme positiv in Bezug auf die Drucksteifigkeit aus.

[0015] Die Halbschalen werden in einem Presswerkzeug über die gesamte Bauhöhe auf eine Länge von 100 mm gepresst. Die Fläche, welche umgeformt wird, ist nahezu unverändert geblieben, die Tiefe ist sogar absolut konstant geblieben. Die veränderte Größe ist die Blechdicke und die Festigkeit des Werkstoffes. Somit hat sich die Presskraft über den gesamten Heizkörper gleichmäßig verändert.

[0016] Die Presskraft steht in einem direkt proportionalen Zusammenhang zu Blechdicke und Festigkeit. Da die Blechdicke bzw. Wandstärke durch den eingesetzten Bake-Hardening Stahl verringert wurde und die Festigkeit des Stahls höher ist, reduziert sich die notwendige Presskraft um ca. 10 % und damit auch der Verschleiß der Werkzeuge. Dieser Effekt wird natürlich auch noch durch die o.g. Verbesserung der geometrischen Form verstärkt.

[0017] Die hinsichtlich Form und Werkstoff geänderten Halbschalen können ohne Änderung der Schweißparameter auf den üblichen Serienproduktionslinien zu Heizkörpern verarbeitet werden. Die unter Serienbedingungen gefertigten Heizkörper wurden der Druckprüfung mit 13 bar unterzogen, wobei keine höhere Undichtheitsquote festgestellt wurde, als bei bislang üblichen Heizkörpern.

[0018] Da sich die Änderungen nur auf die Formgebung der Heizkörper-Halbschale und die Änderung des metallischen Werkstoffes für dieses Bauteil beziehen, alle übrigen Einzelteile, Produktionsmittel und Produktionsverfahren (insbesondere die Lackierung) unverändert blieben, sind die Produkte bezüglich des Brandverhaltens als gleichwertig zu betrachten.

[0019] Da die betrachteten Werkstoffe jeweils unlegierte Stähle mit ohne das Korrosionsverhalten beeinflussenden Legierungselementen sind, ist auch das Kor-

rosionsverhalten bei gleichen Betriebsbedingungen gleich.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Wanddickenreduzierung von Stahlheizkörpern, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wasserführenden Hauptbauteile aus mikrolegiertem Bake-Hardening Stahl mit einer Wandstärke $< 1,11$ mm hergestellt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bei der Formgebung der wasserführenden Hauptbauteile mit einer Wandstärke $< 1,11$ mm erforderlichen Presskräfte um ca. 10 % reduzierbar sind.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Endfestigkeit des Stahlheizkörpers durch Nachhärten der wasserführenden Hauptbauteile beim Temperieren im Einbrennlackierprozess erreicht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verfahrensschritt des Temperierens über eine Gesamtzeitdauer von ca. 20 min bei mindestens 170°C erfolgt.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Werkstoff mikrolegierter Bake-Hardening Stahl der Sorten ZStE 180 BH, ZStE 220 BH, ZStE 260, BH ZStE 300 BH eingesetzt wird.
6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geometrische Form der wasserführenden Hauptbauteile unter dem Aspekt der Innendrucksteifigkeit bezogen auf die Wandstärke $< 1,11\text{mm}$ optimiert wird.
7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wasserführenden Hauptbauteile aus Rundrohren, Flachrohren, Gliederrohren oder verschweißbaren Halbschalen hergestellt werden.
8. Stahlheizkörper mit reduzierter Wandstärke, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wasserführenden Hauptbauteile aus mikrolegiertem Bake-Hardening Stahl mit einer Wandstärke $< 1,11$ mm bestehen.
9. Stahlheizkörper nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wasserführenden Hauptbauteile aus mikrolegierter Bake-Hardening Stahl der Sorten ZStE 180 BH, ZStE 220 BH, ZStE 260, BH ZStE 300 BH bestehen.

10. Stahlheizkörper nach den Ansprüchen 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wasserführenden Hauptbauteile aus verschweißbaren Halbschalen bestehen und eine plane oder profilierte Frontfläche aufweisen.

5

11. Stahlheizkörper nach den Ansprüchen 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wasserführenden Hauptbauteile aus Flachrohren, Rundrohren oder Gliederrohren bestehen.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55