



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101695807 A

(43) 申请公布日 2010.04.21

(21) 申请号 200910211175.6

(22) 申请日 2009.11.06

(71) 申请人 倪加明

地址 214536 江苏省靖江市新桥镇礼士南街  
152 号江苏民生特种设备制造有限  
公司

(72) 发明人 倪加明

(74) 专利代理机构 北京科龙寰宇知识产权代理  
有限责任公司 11139

代理人 孙皓晨 贺华廉

(51) Int. Cl.

B23P 15/26 (2006.01)

C21D 1/00 (2006.01)

C21D 11/00 (2006.01)

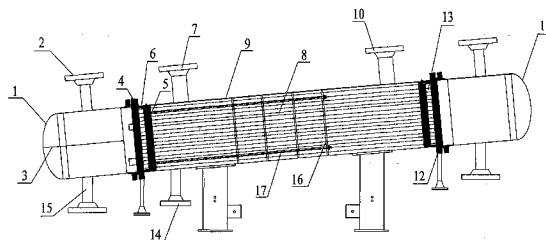
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 2 页

## (54) 发明名称

双管板式换热器的制造方法

## (57) 摘要

一种双管板换热器的制造方法,包括:(1) 将焊接成的管箱进行热处理;(2) 在内侧管板、外侧管板和折流板上加工管孔;(3) 将换热管穿过折流板和内侧管板管孔,换热管与内侧管板之间保持垂直;(4) 将筒体套装在换热管的外侧,和内侧管板进行点固焊,将另一块内侧管板套装在换热管上,点固焊在筒体的另一端,然后对内侧管板和筒体进行焊接;(5) 用胀管器对换热管和内侧管板进行胀接;(6) 将一对外侧管板套装在换热管上,点固焊在筒体的两端的内侧管板上;(7) 对外侧管板和换热管进行焊接,用胀管器对换热管 and 外侧管板进行贴胀,然后进行内侧管板和外侧管板之间积液腔的连接组焊;(8) 将管箱通过管箱法兰分别安装在筒体的两侧上。



1. 一种双管板换热器的制造方法,其特征在于,包括如下步骤:
  - (1) 将焊接成的左侧管箱和右侧管箱进行热处理;
  - (2) 在内侧管板、外侧管板和折流板上加工供换热管穿过的管孔;
  - (3) 将加工并检验合格的换热管逐根穿过折流板和内侧管板管孔,换热管与内侧管板之间保持垂直;
  - (4) 将筒体套装在换热管的外侧,和内侧管板进行点固焊,再将另一块内侧管板套装在所述换热管上,点固焊在所述筒体的另一端,然后对内侧管板和筒体之间进行焊接;
  - (5) 选用相应规格型号的胀管器对换热管和内侧管板进行胀接;
  - (6) 将一对外侧管板套装在所述换热管上,点固焊在所述筒体的两端的内侧管板上;
  - (7) 对外侧管板和换热管进行焊接,然后选用相应规格型号的胀管器对换热管和外侧管板进行贴胀,然后进行内侧管板和外侧管板之间积液腔的连接组焊;
  - (8) 将左侧管箱和右侧管箱通过管箱法兰分别安装在筒体的两侧上。
2. 如权利要求 1 所述的双管板换热器的制造方法,其特征在于,步骤 (1) 中对左侧管箱和右侧管箱进行热处理时,入炉温度 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ ,加热速度 $50\text{--}160^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,加热至 $620^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ ,保温后随炉冷却至 $400^{\circ}\text{C}$ 以下。
3. 如权利要求 2 所述的双管板换热器的制造方法,其特征在于,所述保温的时间最短为:当壁厚 $L \leq 50\text{mm}$ 时,最短的保温时间为 $L/25\text{h}$ 且不小于 $0.25\text{h}$ ;当壁厚 $L > 50\text{mm}$ 时,最短的保温时间为 $[2+0.01(L-50)]\text{h}$ 。
4. 如权利要求 2 所述的双管板换热器的制造方法,其特征在于,所述随炉冷却的冷却速度 $\leq 180^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。
5. 如权利要求 1 所述的双管板换热器的制造方法,其特征在于,步骤 (4) 中,该筒体由不锈钢板和低合金钢板进行爆炸复合,然后卷圆焊接制成。
6. 如权利要求 1 所述的双管板换热器的制造方法,其特征在于,步骤 (4) 中该内侧管板和筒体之间焊接完成后,对焊接接头进行 $100\%$ 超声检测。
7. 如权利要求 1 所述的双管板换热器的制造方法,其特征在于,步骤 (5) 中所述换热管和内侧管板胀接完成后,将筒体的管口封紧,壳程内以 $3.6\text{MPa}$ 的水压进行水压试验。
8. 如权利要求 7 所述的双管板换热器的制造方法,其特征在于,该水压试验合格后再进行气密性试验,壳程以 $3.2\text{Mpa}$ 表压进行,保压不少于 $30$ 分钟。
9. 如权利要求 1 所述的双管板换热器的制造方法,其特征在于,步骤 (7) 中该外侧管板和换热管的焊接完成后对焊接接头进行 $100\%$ 超声检测。
10. 如权利要求 1 所述的双管板换热器的制造方法,其特征在于,步骤 (7) 中该积液腔的连接组焊完成后对焊接接头进行 $100\%$ 超声检测。

## 双管板式换热器的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及到一种应用在新能源、节能环保、石油、化工、制药和电力等行业进行热量交换的双管板式换热器的制造方法。

### 背景技术

[0002] 随着科学技术的不断进步,新能源、节能环保、石油、化工、制药和电力等行业对进行热量交换的管板式换热器要求越来越高,换热器的工作压力达到 3.2MPa,工作温度达到 350-400℃,换热器的筒体直径要达到 2.6m 以上,其长度要达到 6m 以上,筒体的厚度需达到 50mm 以上。

[0003] 同时在进行换热过程中所采用的换热介质常常具有腐蚀性,例如在多晶硅的生产过程中,筒体中的介质常常为氯硅烷气体,换热管中的介质为冷冻盐水。因此一般碳钢结构的筒体虽然能满足压力和工作温度的要求,但是其耐腐蚀性能不能满足生产的需求;如果筒体全部采用不锈钢制造,虽然能满足耐腐蚀性能和工作温度的要求,但是不满足强度要求,筒体的厚度就必须达到 50mm 以上。由于不锈钢的价格比较昂贵,这样其成本就会大幅度提高,为采用普通碳钢生产时的 2-3 倍,一般的生产厂家接受不了,所以采用不锈钢复合碳钢的复合板材料可同时解决以上难题。

[0004] 另外一般单管板式换热器的管板和换热管之间先采用胀接后再进行焊接,在使用中除经常出现垫片螺栓法兰接头密封泄漏外,还会出现管板上的换热管管口泄漏,以及焊接裂纹等。单管板换热器管板上的管口泄漏大部分出现在焊接收弧处。焊接收弧时留有气体,有砂眼存在。

[0005] 单管板式换热器长时间工作后,由于换热介质氯硅烷气体的压力较高,腐蚀性的换热介质氯硅烷气体会从胀接部位慢慢渗透到焊接部位,对焊接部位进行腐蚀,导致腐蚀性换热介质进入换热管内,一方面会影响介质的纯度,另一方面一旦两种介质发生化学反应,例如上述多晶硅的生产过程中氯硅烷气体渗漏到盐水中,会生产盐酸,这样会加快管板和换热管的腐蚀,大大降低了换热器的使用寿命,如果两种介质化学反应生成大量的气体,就会发生爆炸现象,存在严重的安全隐患。

[0006] 为了解决换热器由于换热管泄漏,使管程和壳程的介质相互混合的技术问题,现有技术提供了一些解决方案。如中国专利 CN200720143337.3 双壁套管换热器,包括外管,在外管内设有换热管,换热管的管壁由外层壁和内层壁构成,外层壁和内层壁固定连接在一起,外层壁和内层壁之间的连接方式为过盈配合,外层壁和内层壁的内外表面都设有螺纹。

[0007] 这种双壁套管换热器,虽然可以解决换热管破裂时管程和壳程介质泄漏的问题,但是在换热管和管板接头处可能发生的腐蚀和泄漏问题仍然没有得到解决。虽然泄漏后的介质不会混合,但是并没有减小泄漏的可能性。且泄漏到外层壁和内层壁之间的介质无法导出,而两层壁的设计必然会导致换热管的换热效率降低。因此现有技术仍然没能很好的解决换热管连接接头泄漏的技术问题,仍有改良的必要。

## 发明内容

[0008] 本发明提供一种双管板换热器的制造方法,以解决上述背景技术中存在的焊接部分容易腐蚀泄漏的技术问题,并进一步解决提高换热器换热效率,满足筒体耐腐蚀和控制成本的技术问题。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明的一种双管板换热器的制造方法,包括如下步骤:

[0010] 一种双管板换热器的制造方法,包括如下步骤:

[0011] (1) 将焊接成的左侧管箱和右侧管箱进行热处理;

[0012] (2) 在内侧管板、外侧管板和折流板上加工供换热管穿过的管孔;

[0013] (3) 将加工并检验合格的换热管逐根穿过折流板和内侧管板管孔,换热管与内侧管板之间保持垂直;

[0014] (4) 将筒体套装在换热管的外侧,和内侧管板进行点固焊,再将另一块内侧管板套装在所述换热管上,点固焊在所述筒体的另一端,然后对内侧管板和筒体之间进行焊接;

[0015] (5) 选用相应规格型号的胀管器对换热管和内侧管板进行胀接;

[0016] (6) 将一对外侧管板套装在所述换热管上,点固焊在所述筒体的两端的内侧管板上;

[0017] (7) 对外侧管板和换热管进行焊接,然后选用相应规格型号的胀管器对换热管和外侧管板进行贴胀,然后进行内侧管板和外侧管板之间积液腔的连接组焊;

[0018] (8) 将左侧管箱和右侧管箱通过管箱法兰分别安装在筒体的两侧上。

[0019] 其中,步骤(1)中对左侧管箱和右侧管箱进行热处理时,入炉温度 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ ,加热速度 $50\text{--}160^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,加热至 $620^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ ,保温后随炉冷却至 $400^{\circ}\text{C}$ 以下。

[0020] 其中,所述保温的时间最短为:当壁厚 $L \leq 50\text{mm}$ 时,最短的保温时间为 $L/25\text{h}$ 且不小于 $0.25\text{h}$ ;当壁厚 $L > 50\text{mm}$ 时,最短的保温时间为 $[2+0.01(L-50)]\text{h}$ 。

[0021] 其中,所述随炉冷却的冷却速度 $\leq 180^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

[0022] 其中,步骤(4)中,该筒体由不锈钢板和低合金钢板进行爆炸复合,然后卷圆焊接制成。

[0023] 其中,步骤(4)中该内侧管板和筒体之间焊接完成后,对焊接接头进行100%超声检测。

[0024] 其中,步骤(5)中所述换热管和内侧管板胀接完成后,将筒体的管口封紧,壳程内以 $3.6\text{MPa}$ 的水压进行水压试验。

[0025] 其中,该水压试验合格后再进行气密性试验,壳程以 $3.2\text{Mpa}$ 表压进行,保压不少于30分钟。

[0026] 其中,步骤(7)中该外侧管板和换热管的焊接完成后对焊接接头进行100%超声检测。

[0027] 其中,步骤(7)中该积液腔的连接组焊完成后对焊接接头进行100%超声检测。

[0028] 本发明的一种双管板式换热器,通过以上技术方案,达到的有益技术效果在于:

[0029] 1. 通过热处理能将管箱焊接时产生的焊接应力消除掉,并在热处理后对法兰密封面进行二次精加工,减少设备使用时因法兰变形而造成介质泄漏。

[0030] 2. 在冷却过程中先进行随炉冷却,防止冷却的速度过快,影响到管箱的热处理效

果。

[0031] 3. 在管板和筒体、管板和管板焊接后进行壳程和积液程的水压试验和气密性试验,保证换热器的焊接质量,进一步提高换热器的使用寿命;积液腔按HG20584-1998附录A的B法进行氦渗漏试验,进一步提高检验的可靠性。

[0032] 4. 在外侧管板和换热管之间也进行胀接,进一步保证介质无法进入到换热管和外侧管板的焊接部位。

[0033] 5. 水压试验中,水中氯离子含量 $\leq 25\text{mg/L}$ ,防止水中氯离子破坏不锈钢的晶间组织。

[0034] 6. 在原来单管板式的基础上,两端各再增加一个管板,在两个管板之间的空隙形成积液腔,在其中一块管板的底部设置有排净管道,一旦腐蚀性的介质从胀接部位慢慢渗透出来后,流入积液腔,及时从排净管道中流出,不会进入到另一管板中腐蚀管板和换热管之间的焊接部位,消除了安全隐患,提高了换热器的使用寿命。

### 附图说明

[0035] 图1为本发明双管板换热器的筒体的结构示意图;

[0036] 图2为本发明的双管板换热器的结构示意图。

[0037] 附图标记说明

[0038] 左侧管箱-1;管程介质出口-2;分程隔板-3;外侧管板-4;内侧管板-5;排气管道-6;壳程介质出口-7;换热管-8;筒体-9;低合金钢板-91;不锈钢板-92;壳程介质进口-10;右侧管箱-11;排净管道-12;积液腔-13;排净口-14;管程介质进口-15;折流板-16;拉杆-17。

### 具体实施方式

[0039] 为了使本发明的形状、构造以及特点能够更好地被理解,以下列举实施例并结合附图进行详细说明。

[0040] 本发明的双管板式换热器,包括筒体9,筒体9两侧通过管箱法兰分别与左侧管箱1和右侧管箱11组装在一起。筒体9的材料采用由不锈钢板92和低合金钢板91采用爆炸复合的方法结合在一起形成的复合材料,然后该复合材料经卷板机卷成圆筒形并焊接而形成筒体9。具体结构,如图1所示,筒体9外层为低合金钢板91,其厚度较厚,为40mm~60mm,以满足筒体9足够的强度要求。筒体9内层为不锈钢板92,其厚度很薄,为3mm~6mm,能够防止筒体9被腐蚀性介质腐蚀。这样的设计在保证筒体9强度的条件下,能大大降低筒体9的制造成本。

[0041] 至少一个管箱上设置有管程介质出口2和管程介质进口15。在图2中于左侧管箱1的上下侧分别设置有管程介质出口2和管程介质进口15,管程介质可通过该管程介质进口15进入管箱,管箱内的介质通过该管程介质出口2排出。同时右侧管箱11上下也可以分别设置有管程介质出口和管程介质进口。

[0042] 在所述筒体9的两端上部设置有壳程介质进口10和壳程介质出口7,壳程介质优选的采用气体。介质从该壳程介质进口10进入壳程空间内,从壳程介质出口7处从壳程内排出。筒体9底部还设置有排净口14,通过该排净口14可将该壳程内的杂质排净,以方便

的清理内部杂质。

[0043] 筒体 9 两端各设有一块管板,称为外侧管板 4,外侧管板 4 与该管箱法兰之间采用螺栓紧固件相连接。该外侧管板上设有管孔。多根换热管 8 均匀分布在该筒体 9 内,换热管 8 的两端分别穿过两侧外侧管板 4 上的管孔并分别固定于两侧外侧管板 4 上,使换热管 8 与管箱相通。由此管程介质可从管程介质进口 15 进入管箱,进而进入换热管 8 内;换热管 8 内的管程介质也可排出到管箱,进而从管程介质出口 2 排出。换热管 8 可采用槽纹管,因为有凹凸槽,比一般光管多出 3 倍的传热面积,以增加换热面积和换热效果。

[0044] 该外侧管板 4 与换热管 8 之间的连接处采用胀接和焊接并用的方式,以减少壳程中的介质对换热管与管板之间的焊接接头的间隙腐蚀,延长设备的使用寿命。换热管 8 采用槽纹管,以增加换热面积和换热效果。

[0045] 在外侧管板 4 的内侧平行设有另一对管板,称为内侧管板 5,内侧管板 5 焊接在筒体 9 上。内侧管板 5 上也开设有管孔,使换热管 8 能够通过该管孔穿过内侧管板 5。所述换热管 8 与该内侧管板 5 之间采用胀管器胀接。

[0046] 由上述的外侧管板 4 和内侧管板 5 的设置方式,即在外侧管板 4 和内侧管板 5 之间形成积液腔 13。在外侧管板 4 的底部有排净管道 12 和所述积液腔 13 相连,在所述内侧管板 5 的顶部设置有排气管道 6,该排气管道 6 和所述积液腔 13 相连。当积液腔 13 内积有渗透出的液体时,液体可以从该排净管道 12 排出,积液腔 13 内产生的气体则可以从该排气管道 6 排出。双管板间的积液腔 13 不与管程和壳程相通,积液腔 13 的承载能力主要取决于双管板间距。

[0047] 如果在换热管 8 的接头处发生了渗漏,腐蚀性的介质会从胀接部位慢慢渗透出来,流入积液腔 13,并从排净管道 12 中流出,气体从内侧管板 5 顶部的排气管道 6 排出,均不会进入到另一管板中腐蚀管板和换热管之间的焊接部位,故可以消除由于换热管 8 接头处渗漏产生的安全隐患,提高了换热器的使用寿命。

[0048] 在本发明的双管板换热器的另一实施例中,双管板式换热器,包括筒体 9,筒体 9 两端通过管箱法兰分别与左侧管箱 1 和右侧管箱 11 组装在一起。筒体 9 的材料采用由不锈钢板 92 和低合金钢板 91 采用爆炸复合的方法结合在一起形成的复合材料,然后该复合材料经卷板机卷成圆筒形并焊接而形成筒体 9。筒体 9 外层为低合金钢板 91,其厚度较厚,为 40mm ~ 60mm,以满足筒体 9 足够的强度要求。筒体 9 内层为不锈钢板 92,其厚度很薄,为 3mm ~ 6mm,能够防止筒体 9 被腐蚀性介质腐蚀。

[0049] 至少一个管箱上设置有管程介质出口 2 和管程介质进口 15。在图 2 中于左侧管箱 1 的上下侧分别设置有管程介质出口 2 和管程介质进口 15,管程介质可通过该管程介质进口 15 进入管箱,管箱内的介质通过该管程介质出口 2 排出。同时右侧管箱 11 上下也可以分别设置有管程介质出口和管程介质进口。

[0050] 在所述筒体 9 的两端上部设置有壳程介质进口 10 和壳程介质出口 7,壳程介质优选的采用气体。介质从该壳程介质进口 10 进入壳程空间内,从壳程介质出口 7 处从壳程内排出。筒体 9 底部还设置有排净口 14。

[0051] 筒体 9 两端各设有一块管板,称为外侧管板 4,外侧管板 4 与该管箱法兰之间采用螺栓紧固件相连接。该外侧管板上设有管孔。多根换热管 8 均匀分布在该筒体 9 内,换热管 8 的两端分别穿过两侧外侧管板 4 上的管孔并分别固定于两侧外侧管板 4 上,使换热管 8

与管箱相通。换热管 8 可采用槽纹管,以增加换热面积和换热效果。该外侧管板 4 与换热管 8 之间的连接处采用胀接和焊接并用的方式。

[0052] 在外侧管板 4 的内侧平行设有另一对管板,称为内侧管板 5,内侧管板 5 焊接在筒体 9 上。内侧管板 5 上也开设有管孔,使换热管 8 能够通过该管孔穿过内侧管板 5。所述换热管 8 与该内侧管板 5 之间采用胀管器胀接。

[0053] 由上述的外侧管板 4 和内侧管板 5 的设置方式,即在外侧管板 4 和内侧管板 5 之间形成积液腔 13。在外侧管板 4 的底部有排净管道 12 和所述积液腔 13 相连,在所述内侧管板 5 的顶部设置有排气管道 6,该排气管道 6 和所述积液腔 13 相连。双管板间的积液腔 13 不与管程和壳程相连通,不承受介质压力,但承受设备的机械载荷与热载荷。积液腔 13 的承载能力主要取决于双管板间距。

[0054] 在左侧管箱 1 与右侧管箱 11 内设置多个分程隔板 3,通过分程隔板 3 把换热器分割为多个流程结构,从而增大介质的流道长度,增大换热器的换热效率。

[0055] 例如图 2 中所示,在左侧管箱 1 中设置一个分程隔板 3 时,换热器被分割为两个流程。管程内的介质从分程隔板 3 下方的管程介质进口 15 进入左侧管箱 1,进而进入分程隔板 3 下方的换热管 8 内。管程介质通过下方的换热管 8 流入另一端的右侧管箱 11,再从右侧管箱 11 经过分程隔板 3 上方的换热管 8 流回左侧管箱 1 的分程隔板上方,然后通过分程隔板上方的管程介质出口 2 流出,完成换热过程。该分程隔板 3 还可以于右侧管箱 11 内。

[0056] 当需要将换热器分割为多个流程时,可在左侧管箱 1 或右侧管箱 11 内设置多个分程隔板 3,或分别在左侧管箱 1 和右侧管箱 11 内设置一定数量的分程隔板 3。换热器被多个分程隔板 3 分割为多个流程时的工作原理与上述两个流程时类似,在此不再赘述。

[0057] 在本发明的双管板换热器的再一实施例中,双管板换热器包括圆筒形的筒体 9,该筒体上设有壳程介质进口 10 和壳程介质出口 7;左侧管箱 1 和右侧管箱 11,通过管箱法兰分别安装于筒体 9 的两端,至少一管箱上设置有管程介质出口 2 和管程介质进口 15;外侧管板 4,设于该筒体 9 两端,与该管箱法兰相连接;内侧管板 5,设于该外侧管板 4 的内侧,与该筒体 9 相连接,该外侧管板 4 与内侧管板 5 之间形成积液腔 13;多个换热管 8,穿过该外侧管板 4 与内侧管板 5,所述换热管 8 与内侧管板 5 之间采用胀接,而与外侧管板 4 之间采用胀焊并用。

[0058] 筒体 9 内垂直于其轴线还布置有多个折流板 16,折流板 16 上开设有供换热管 8 穿过的管孔。折流板 16 上具有缺口,使介质可以从该折流板 16 的缺口流通。折流板 16 的缺口流通面积应根据介质进口管径及流速而确定,使得壳程内的介质从折流板 16 的缺口流过的速度合适,介质为气体时流速一般为 15m/s-20m/s,而为液体时一般为 2m/s-3m/s。多个折流板 16 交错设置,在壳程内形成曲折的流道,从而改变壳程介质流向,增强换热效果。

[0059] 筒体 9 内均匀分布有多个拉杆 17,拉杆一端固定于内侧管板上,并依次套设多个折流板,在两折流板之间的所述拉杆上套设有定距管,以将多个折流板 16 定位。拉杆 17 末端用两只螺母紧固于一块折流板上。通过拉杆穿过多个折流板 16 而将折流板 16 连为一体。

[0060] 本实施例中的技术方案还可以结合上一实施例中增加分程隔板的技术方案,形成有折流板的具多个流程的双管板换热器。

[0061] 用于制造上述的双管板式换热器的方法,包括如下步骤:

[0062] 首先将管箱零部件焊接制成左侧管箱 1 和右侧管箱 11,如需设置分程隔板时,也

将分程隔板焊接于管箱内。焊接时必须保证焊透,不能有气孔、夹渣等缺陷,焊接时也不能有过烧或焊通,且管头不能有咬边,保持管端完整无缺,以下步骤中对焊接的要求相同。

[0063] 将左侧管箱 1 和右侧管箱 11 进行热处理,该热处理为低于下转变温度的热处理,即热处理的温度低于材料的下转变温度,相当于去应力退火,又称为焊后消除应力热处理,目的是去除或降低冷成形和焊接等产生的残余应力、稳定尺寸。热处理的入炉温度 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ ,加热速度 $50\text{--}160^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,加热至 $620^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ 后保温。

[0064] 保温时间的选择主要考虑到节能等因素,最短的保温时间与管箱的壁厚有关:当壁厚 $L \leq 50\text{mm}$ 时,最短的保温时间为 $L/25\text{h}$ 且不小于 $0.25\text{h}$ ;当壁厚 $L > 50\text{mm}$ 时,最短的保温时间为 $[2+0.01(L-50)]\text{h}$ 。然后在冷却速度 $\leq 180^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的条件下随炉冷却至 $400^{\circ}\text{C}$ 以下,出炉后在静止的空气中冷却备用。

[0065] 这种焊后消除应力热处理的机理是:随着温度的升高,材料的屈服强度将降低,经过一定时间的保温,可使焊接接头中较高的残余应力通过塑性变形降低至保温温度下材料或焊缝金属屈服强度的水平,如果在高温下保留时间较长,还会因蠕变变形所产生的应力松弛使残余应力进一步降低。

[0066] 选用上述热处理工艺参数主要是在加热、保温及缓慢冷却的过程中通过塑性变形所产生的应力松弛来降低残余应力,以上参数的选择是通过焊接工艺评定和热处理后表面硬度的测量确定热处理的质量。

[0067] 加热温度过高或过低会改变材料内部的晶格,使材质发生变化,材料使用性能下降,因此选择加热温度为 $620 \pm 20^{\circ}\text{C}$ 。

[0068] 加热速度的选择一般不受限制,但是升温过快会由于导热性差引起很大的热应力,使工件产生变形甚至开裂,加热速度过低会导致加热的功效下降,同时考虑管箱的厚度、装炉量、装炉方式和加热方法,因此选择加热速度为 $50\text{--}160^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

[0069] 管箱冷却速度的选择考虑到管箱内外冷却速度差别不宜过大,冷却速度过快,由于心部冷却慢,转变温度高,导致组织偏粗,硬度偏低,内外组织不均匀,为此要保证管箱内外在同一温度下进行转变,这样其组织均匀,并可大大缩短工艺周期,因此选择随炉的冷却速度为 $\leq 180^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

[0070] 通过热处理能将管箱在焊接中产生的焊接应力消除掉,并在热处理后对法兰密封面进行二次精加工,减少设备使用时因法兰变形而造成介质泄漏。本发明中管箱采用低合金钢材质,当管箱材质采用碳钢或低合金钢,并在管箱内设置有分程隔板时,必须对管箱进行热处理。以免焊接时产生应力,而使法兰密封面因变形而使介质泄漏。

[0071] 不锈钢板 92 和低合金钢板 91 进行爆炸复合,然后根据尺寸要求进行卷圆焊接成所需要的筒体 9,并将筒体 9 所需要的连接接口焊接好。爆炸复合即利用炸药爆炸产生的冲击力,造成工件迅速碰撞而实现焊接,利用爆炸复合能高质量的把不同的金属焊接在一起。

[0072] 在内侧管板 5、外侧管板 4 上加工供换热管 8 穿过的管孔,每块管板正、反面的管孔均要仔细倒角,清除毛刺,防止穿管时损伤管子的外表面。把双管板按所钻管孔的方向顺序叠置,用换热管逐孔预穿。并清除管孔内和管板面的毛刺、铁屑、锈斑及油污等影响胀接质量的异物。

[0073] 将加工并检验合格的换热管 8 逐根穿过一块内侧管板 5 的管孔,换热管 8 与内侧管板 5 之间保持垂直。



[0074] 然后将筒体 9 套装在换热管 8 的外侧,和内侧管板 5 进行点固焊,再将另一块内侧管板 5 套装在所述换热管 8 上,点固焊在所述筒体 9 的另一端,然后对内侧管板 5 和筒体 9 之间进行焊接,焊接完成后对焊接接头进行 100% 超声检测。检测按 JB/T4730.3-2005《承压设备无损检测》标准中规定, I 级为合格。

[0075] 选用相应规格型号的胀管器对换热管 8 和内侧管板 5 进行胀接;胀接完成后,筒体 9 的管口封紧,壳程内以 3.6MPa 的水压进行水压试验。试验按《压力容器安全技术监察规程》中要求执行。试验合格后再进行气密性试验,壳程以 3.2MPa 表压进行,保压不少于 30 分钟。

[0076] 气密性检验合格后,将一对外侧管板 4 套装在所述换热管 8 上,点固焊在所述筒体 9 的两端的内侧管板 5 上。对外侧管板 4 和换热管 8 进行焊接,焊接接头进行 100% 超声检测。检测合格后,选用相应规格型号的胀管对换热管 8 和外侧管板 4 进行贴胀,然后进行内侧管板 4 和外侧管板 5 之间积液腔 13 的连接组焊,焊接接头进行 100% 超声检测。在内外侧管板和换热管之间采用胀焊并用,可以减少壳程中的介质对换热管与管板之间的焊接接头的间隙腐蚀,延长设备的使用寿命。

[0077] 积液腔 13 进行 1.25MPa 的水压试验,试验合格后,积液腔 13 进行 1.0MPa 气密性试验。合格后,积液腔 13 按 HG20584-1998 附录 A 的 B 法进行氨渗漏试验。合格后将左侧管箱 1 和右侧管箱 11 通过管箱法兰分别安装在筒体 9 两侧上,对管程以 2.0MPa 的水压进行水压试验,合格后,表面去除油脂污垢,进行油漆、检验入库,完成本发明的双管板式换热器的制造。

[0078] 对于设置折流板的双管板换热器,其制造方法如下:

[0079] 首先将管箱零部件焊接制成左侧管箱 1 和右侧管箱 11,需要在管箱内焊接分程隔板。焊接时必须保证焊透,不能有气孔、夹渣等缺陷,焊接时也不能有过烧或焊通,且管头不能有咬边,保持管端完整无缺,以下步骤中对焊接的要求相同。

[0080] 将左侧管箱 1 和右侧管箱 11 进行热处理,入炉温度  $\leq 400^{\circ}\text{C}$ ,加热速度  $50\text{--}160^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,加热至  $620^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$  后保温,最短的保温时间与管箱的壁厚有关:当壁厚  $L \leq 50\text{mm}$  时,最短的保温时间为  $L/25\text{h}$  且不小于  $0.25\text{h}$ ;当壁厚  $L > 50\text{mm}$  时,最短的保温时间为  $[2+0.01(L-50)]\text{h}$ 。然后在冷却速度  $\leq 180^{\circ}\text{C}/\text{h}$  的条件下随炉冷却至  $400^{\circ}\text{C}$  以下,出炉后在静止的空气中冷却备用。

[0081] 在热处理后对法兰密封面进行二次精加工,减少设备使用时因法兰变形而造成介质泄漏。

[0082] 不锈钢板 92 和低合金钢板 91 进行爆炸复合,然后根据尺寸要求进行卷圆焊接成所需要的筒体 9,并将筒体 9 所需要的连接接口焊接好。

[0083] 在内侧管板 5、外侧管板 4 和折流板 16 上加工供换热管 8 穿过的管孔,折流板 16 上还需要加工供拉杆 17 和定距管穿过的通孔。每块折流板 16 和管板正、反面的孔均要仔细倒角,清除毛刺,防止穿管时损伤管子的外表面。把双管板和折流板 16 按所钻管孔的方向顺序叠置,用换热管逐孔预穿。并清除管孔内和管板面的毛刺、铁屑、锈斑及油污等影响胀接质量的异物。

[0084] 拉杆 17 一端先固定于内侧管板 5 上,然后逐一穿过多块折流板 16,并在各折流板 16 之间套设用以限定距离的定距管。拉杆 17 的装套方法为依次套设定距管、折流板 16、定

距管 . . . . . 拉杆 17 末端再用两只螺母紧固于一块折流板上。再将加工并检验合格的换热管 8 逐根穿过折流板 16 和一块内侧管板 5 的管孔, 换热管 8 与内侧管板 5 之间保持垂直。

[0085] 然后将筒体 9 套装在换热管 8 的外侧, 和内侧管板 5 进行点固焊, 再将另一块内侧管板 5 套装在所述换热管 8 上, 点固焊在所述筒体 9 的另一端, 然后对内侧管板 5 和筒体 9 之间进行焊接, 焊接完成后对焊接接头进行 100% 超声检测。检测按 JB/T4730.3-2005《承压设备无损检测》标准中规定, I 级为合格。

[0086] 选用相应规格型号的胀管器对换热管 8 和内侧管板 5 进行胀接; 胀接完成后, 筒体 9 的管口封紧, 壳程内以 3.6MPa 的水压进行水压试验。试验按《压力容器安全技术监察规程》中要求执行。试验合格后再进行气密性试验, 壳程以 3.2MPa 表压进行, 保压不少于 30 分钟。

[0087] 气密性检验合格后, 将一对外侧管板 4 套装在所述换热管 8 上, 点固焊在所述筒体 9 的两端的内侧管板 5 上。对外侧管板 4 和换热管 8 进行焊接, 焊接接头进行 100% 超声检测。检测合格后, 选用相应规格型号的胀管对换热管 8 和外侧管板 4 进行贴胀, 然后进行内侧管板 4 和外侧管板 5 之间积液腔 13 的连接组焊, 焊接接头进行 100% 超声检测。在内外侧管板和换热管之间采用胀焊并用, 可以减少壳程中的介质对换热管与管板之间的焊接接头的间隙腐蚀, 延长设备的使用寿命。

[0088] 积液腔 13 进行 1.25MPa 的水压试验, 试验合格后, 积液腔 13 进行 1.0MPa 气密性试验。合格后, 积液腔 13 按 HG20584-1998 附录 A 的 B 法进行氨渗漏试验。合格后将左侧管箱 1 和右侧管箱 11 通过管箱法兰安装在筒体 9 上, 对管程以 2.0MPa 的水压进行水压试验, 合格后, 表面去除油脂污垢, 进行油漆、检验入库, 完成本发明的双管板式换热器的制造。

[0089] 该双管板式换热器的制造方法与现有技术相比具有如下优点:

[0090] 1. 通过热处理能将管箱在焊接中产生的焊接应力消除掉, 并在热处理后对法兰密封面进行二次精加工, 减少设备使用时因法兰变形而造成介质泄漏。

[0091] 2. 在冷却过程中先进行随炉冷却, 防止冷却的速度过快, 影响到管箱的热处理效果。

[0092] 3. 在管板和筒体、管板和管板焊接后进行壳程和积液程的水压试验和气密性试验, 保证换热器的焊接质量, 进一步提高换热器的使用寿命; 积液腔按 HG20584-1998 附录 A 的 B 法进行氨渗漏试验, 进一步提高检验的可靠性。

[0093] 4. 在外侧管板和换热管之间也进行胀接, 进一步保证介质无法进入到换热管和外侧管板的焊接部位。

[0094] 5. 水压试验中, 水中氯离子含量  $\leq 25\text{mg/L}$ , 防止水中氯离子破坏不锈钢的晶间组织, 进一步提高检验的可靠性。

[0095] 6. 由于该双管板式换热器, 在原来单管板式的基础上, 两端各再增加一个管板, 在两个管板之间的空隙形成积液腔, 在其中一块管板的底部设置有排净管道, 一旦腐蚀性的介质会从胀接部位慢慢渗透出来后, 流入积液腔, 及时从排净管道中流出, 不会进入到另一管板中腐蚀管板和换热管之间的焊接部位, 消除了安全隐患, 提高了换热器的使用寿命。

[0096] 以上对本发明的描述是说明性的, 而非限制性的, 本专业技术人员理解, 在权利要求限定的精神与范围之内可对其进行许多修改、变化或等效, 但是它们都将落入本发明的保护范围内。

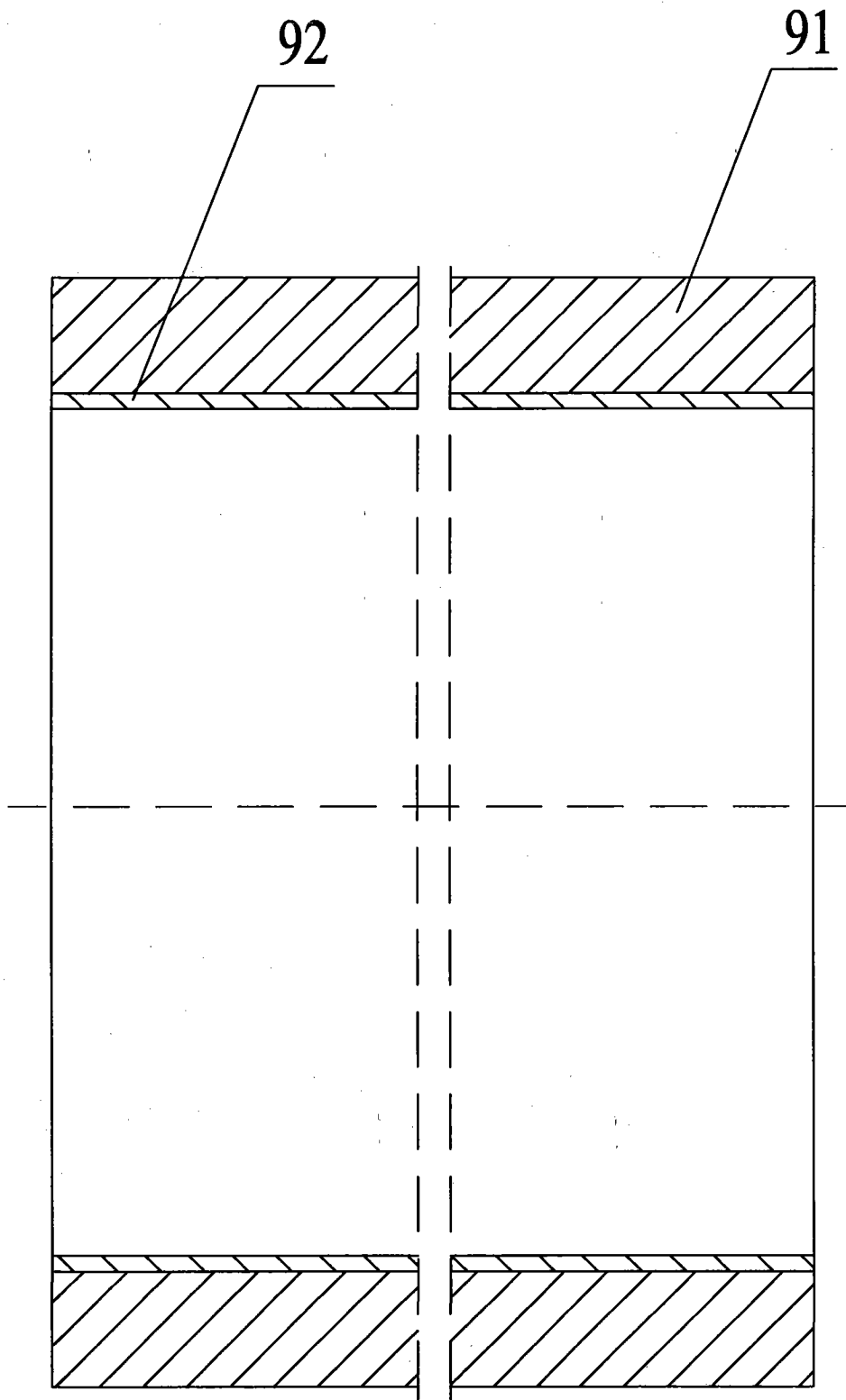


图 1

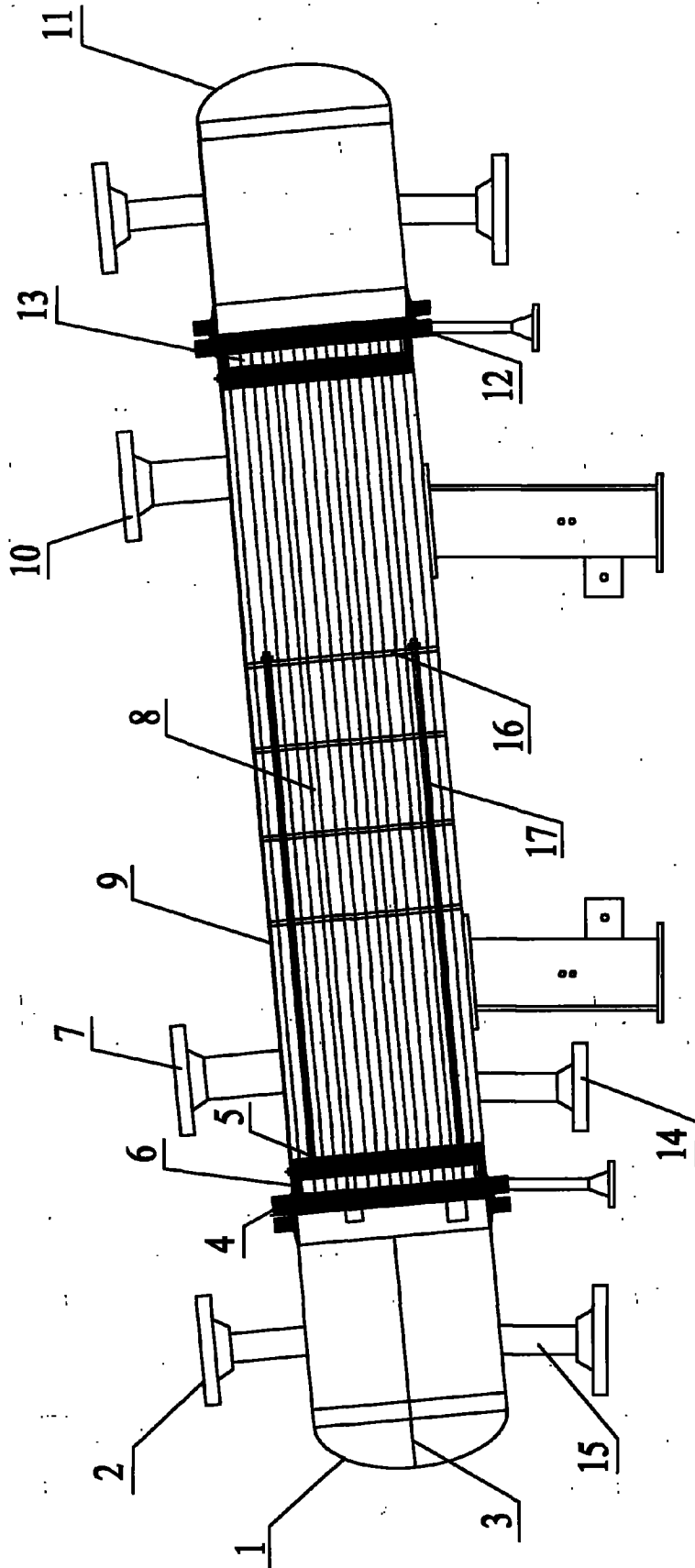


图 2