



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112170996 A

(43) 申请公布日 2021.01.05

(21) 申请号 202010904828.5

B23K 1/20 (2006.01)

(22) 申请日 2020.09.01

B23K 3/08 (2006.01)

(71) 申请人 合肥通用机械研究院有限公司

地址 230031 安徽省合肥市蜀山区长江西路888号

申请人 合肥通用特种材料设备有限公司

(72) 发明人 徐鹏程 叶醒龙 杜珊珊 李在鹏

马晓光 王勇 王晓峰 汪越

李志岭 骆念东

(74) 专利代理机构 合肥和瑞知识产权代理事务

所(普通合伙) 34118

代理人 王挺 柯凯敏

(51) Int. Cl.

B23K 1/00 (2006.01)

B23K 1/19 (2006.01)

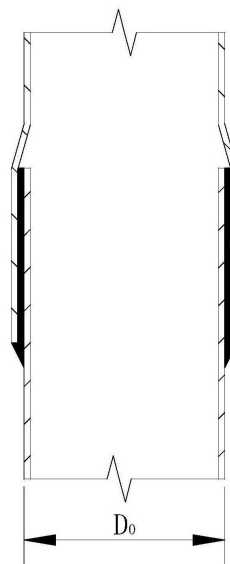
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种T2紫铜与S32168不锈钢管对接的焊接方法

(57) 摘要

本发明涉及异种材料熔化焊接技术领域,具体涉及一种T2紫铜与S32168不锈钢管对接的焊接方法。本包括以下步骤:1)、预处理;2)、扩口并对接,以形成焊接接头;3)、对焊接接头进行预加热;4)、对焊接接头均匀加热至钎焊温度,添加含Ag、Cu、Ni、Li的钎料,直至将钎缝填满,形成焊缝。本发明具备操作可靠性高及焊接成品率高的优点,可简便而快捷的实现T2紫铜管与S32168不锈钢管之间的优质、高效连接目的。



1. 一种T2紫铜与S32168不锈钢管管对接的焊接方法,其特征在于包括以下步骤:

1)、对待焊接的T2紫铜管端口及S32168不锈钢管端口进行预处理;

2)、根据待焊接的T2紫铜管及S32168不锈钢管的管径选择指定的扩口深度及直径,以便对待焊接的T2紫铜管端口进行扩口处理;之后将不锈钢插入扩口后的T2紫铜管端口内,形成焊接接头;

3)、向管内充入氮气,防止T2紫铜管及S32168不锈钢管内部氧化;之后对焊接接头进行预加热,预加热温度 $400^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$;

4)、对焊接接头均匀加热至钎焊温度,送入钎剂;随后,当焊接接头温度至 $750^{\circ}\text{C}\sim 850^{\circ}\text{C}$ 时,保持当前温度并添加含Ag、Cu、Ni和Li的钎料,直至将钎缝填满,形成焊缝;

5)、焊接后,清除焊口残留的焊剂、熔渣;焊口表面确保整齐、圆润、美观,无凹凸不平和气泡夹渣;待焊接接头完全冷却后,检查焊接表面质量,并对焊接接头进行泄漏性试验,无泄漏即合格。

2. 根据权利要求1所述的一种T2紫铜与S32168不锈钢管管对接的焊接方法,其特征在于:所述步骤2)中,所述的根据待焊接的T2紫铜管及S32168不锈钢管的管径选择指定的扩口深度及直径具体包括:T2紫铜管端口与S32168不锈钢管端口初始为等径管,且T2紫铜管端口的扩口直径及深度遵循如下条件:

a、T2紫铜管端口扩口后的半径与S32168不锈钢管半径差 ΔR 的确定:

当T2紫铜管初始直径 D_0 在 $6\sim 20\text{mm}$ 时,单边间隙 ΔR 为 $0.05\sim 0.10\text{mm}$;

当T2紫铜管初始直径 D_0 在 $20\sim 30\text{mm}$ 时,单边间隙 ΔR 为 $0.05\sim 0.20\text{mm}$;

当T2紫铜管初始直径 $D_0 > 30\text{mm}$ 时,单边间隙 ΔR 为 $0.05\sim 0.30\text{mm}$;

b、T2紫铜管端口相对S32168不锈钢管的承插深度H的确定:

当T2紫铜管初始直径 D_0 在 $6\sim 8\text{mm}$ 时,承插深度H为 $10\sim 15\text{mm}$;

当T2紫铜管初始直径 D_0 大于 8mm 时,承插深度H应不小于8倍T2紫铜管厚度 δ ,且不小于 8mm 。

3. 根据权利要求1所述的一种T2紫铜与S32168不锈钢管管对接的焊接方法,其特征在于:所述步骤4)中,所述含Ag、Cu、Ni、Li的钎料的成份要求为:Ag含量 $\geq 50\%$ 、Cu含量 $\geq 20\%$ 、Ni+Li含量 $\geq 3\%$,剩余量采用钎料金属丝进行添加,保证添加的钎料成份满足焊接要求。

4. 根据权利要求1或2或3所述的一种T2紫铜与S32168不锈钢管管对接的焊接方法,其特征在于:所述步骤4)中,当焊接接头温度至 $750^{\circ}\text{C}\sim 850^{\circ}\text{C}$ 时,钎料的加料时间小于或等于 5min 。

5. 根据权利要求1或2或3所述的一种T2紫铜与S32168不锈钢管管对接的焊接方法,其特征在于:所述步骤3)中,预热时间不少于 10min 。

6. 根据权利要求1或2或3所述的一种T2紫铜与S32168不锈钢管管对接的焊接方法,其特征在于:所述步骤3)中,所述氮气纯度为 99.9% ,气体流量 $0.5\sim 0.7\text{L}/\text{min}$ 。

7. 根据权利要求1或2或3所述的一种T2紫铜与S32168不锈钢管管对接的焊接方法,其特征在于:预热时焊炬火焰焰心的尖端距工件为 $2\sim 4\text{mm}$,并垂直于T2紫铜管及S32168不锈钢管轴线;当T2紫铜管的颜色呈暗红色时,送入钎剂,此时温度为 700°C 。

8. 根据权利要求1或2或3所述的一种T2紫铜与S32168不锈钢管管对接的焊接方法,其

特征在于:所述T2紫铜管母材化学成份为:99.9%的Cu+Ag,Fe、S、Pb均不大于0.005%;T2紫铜管熔点为1065~1082.5℃,热导率为 $380\lambda/w \cdot (m \cdot k)^{-1}$,线膨胀系数为 $16.92\alpha/10^{-6} \cdot k^{-1}$;所述S32168不锈钢管母材化学成份为:C含量为0.08%,Cr含量为17~19%,Ni含量为9~12%,Ti含量 $\geq 5C \sim 0.70\%$;S32168不锈钢管熔点为1398~1427℃,热导率为 $16.1\lambda/w \cdot (m \cdot k)^{-1}$,线膨胀系数为 $16.0\alpha/10^{-6} \cdot k^{-1}$ 。

9.根据权利要求1或2或3所述的一种T2紫铜与S32168不锈钢管管对接的焊接方法,其特征在于:所述步骤2)中,根据待焊接的T2紫铜管及S32168不锈钢管的管径选选择指定的扩口深度是指:当采用水平漫流形式时,钎料流入间隙的深度根据以下公式确定:

$$H = \sqrt{\frac{\sigma_{LG} \Delta R}{3\eta} t}$$

其中:H为钎料流入间隙的深度;

η 为钎料粘度;

t为流入时间;

ΔR 为管壁间隙;

σ_{LG} 为界面张力。

一种T2紫铜与S32168不锈钢管管对接的焊接方法

技术领域

[0001] 本发明涉及异种材料熔化焊接技术领域,具体涉及一种T2紫铜与S32168不锈钢管管对接的焊接方法。

背景技术

[0002] 铜及铜合金由于其具有的一系列优异性能,被广泛用于电气、化工、机械制造等行业,同时对其优质、高效焊接技术的需求也愈加强烈;铜与钢异种金属间的焊接就是最常见的焊接需求之一。由于铜的导热性极好,且与钢在物理化学性能上有巨大的差异,常规的焊接方法很难达到好的焊接效果。举例而言,T2紫铜是一种导热系数高、耐海水腐蚀性能优良的金属材料,广泛应用于海水冷却、淡化和军工领域;S32168不锈钢相较于S30408等奥氏体不锈钢,加入了抗晶间腐蚀的Ti元素,因而具有更好的耐腐蚀性能。T2紫铜价格高、强度低,而S32168奥氏体不锈钢具有更高的强度和经济性;两者物理性能差别大,焊接难度高,容易产生众多焊接缺陷,如焊接热裂纹、渗透裂纹,以及焊接接头力学性能降低等,往往使得两者的焊接接头成为焊接结构中的薄弱环节。是否能寻求一种新型焊接方式,能解决传统的铜钢焊接容易产生金属间化合物、热裂纹及接头强度低等问题,从而获得性能满足要求的焊接接头,为本领域近年来所亟待解决的技术难题。

发明内容

[0003] 本发明的目的是克服上述现有技术的不足,提供一种T2紫铜与S32168不锈钢管管对接的焊接方法,本方法具备操作可靠性高及焊接成品率高的优点,可简便而快捷的实现T2紫铜管与S32168不锈钢管之间的优质、高效连接目的。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用了以下技术方案:

[0005] 一种T2紫铜与S32168不锈钢管管对接的焊接方法,其特征在于包括以下步骤:

[0006] 1)、对待焊接的T2紫铜管端口及S32168不锈钢管端口进行预处理;

[0007] 2)、根据待焊接的T2紫铜管及S32168不锈钢管的管径选选择指定的扩口深度及直径,以便对待焊接的T2紫铜管端口进行扩口处理;之后将不锈钢插入扩口后的T2紫铜管端口内,形成焊接接头;

[0008] 3)、向管内充入氮气,防止T2紫铜管及S32168不锈钢管内部氧化;之后对焊接接头进行预加热,预加热温度400℃~500℃;

[0009] 4)、对焊接接头均匀加热至钎焊温度,送入钎剂;随后,当焊接接头温度至750℃~850℃时,保持当前温度并添加含Ag、Cu、Ni和Li的钎料,直至将钎缝填满,形成焊缝;

[0010] 5)、焊接后,清除焊口残留的焊剂、熔渣;焊口表面确保整齐、圆润、美观,无凹凸不平和气泡夹渣;待焊接接头完全冷却后,检查焊接表面质量,并对焊接接头进行泄漏性试验,无泄漏即合格。

[0011] 优选的,所述步骤2)中,所述的根据待焊接的T2紫铜管及S32168不锈钢管的管径选选择指定的扩口深度及直径具体包括:T2紫铜管端口与S32168不锈钢管端口初始为等径

管,且T2紫铜管端口的扩口直径及深度遵循如下条件:

[0012] a、T2紫铜管端口扩口后的半径与S32168不锈钢管半径差 ΔR 的确定:

[0013] 当T2紫铜管初始直径D0在6~20mm时,单边间隙 ΔR 为0.05~0.10mm;

[0014] 当T2紫铜管初始直径D0在20~30mm时,单边间隙 ΔR 为0.05~0.20mm;

[0015] 当T2紫铜管初始直径D0>30mm时,单边间隙 ΔR 为0.05~0.30mm;

[0016] b、T2紫铜管端口相对S32168不锈钢管的承插深度H的确定:

[0017] 当T2紫铜管初始直径D0在6~8mm时,承插深度H为10~15mm;

[0018] 当T2紫铜管初始直径D0大于8mm时,承插深度H应不小于8倍T2紫铜管厚度 δ ,且不小于8mm。

[0019] 优选的,所述步骤4)中,所述含Ag、Cu、Ni、Li的钎料的成份要求为:Ag含量 $\geq 50\%$ 、Cu含量 $\geq 20\%$ 、Ni+Li含量 $\geq 3\%$,剩余量采用钎料金属丝进行添加,保证添加的钎料成份满足焊接要求。

[0020] 优选的,所述步骤4)中,当焊接接头温度至750℃~850℃时,钎料的加料时间小于或等于5min。

[0021] 优选的,所述步骤3)中,预热时间不少于10min。

[0022] 优选的,所述步骤3)中,所述氮气纯度为99.9%,气体流量0.5~0.7L/min。

[0023] 优选的,预热时焊炬火焰焰心的尖端距工件为2~4mm,并垂直于T2紫铜管及S32168不锈钢管轴线;当T2紫铜管的颜色呈暗红色时,送入钎剂,此时温度为700℃。

[0024] 优选的,所述T2紫铜管母材化学成份为:99.9%的Cu+Ag,Fe、S、Pb均不大于0.005%;T2紫铜管熔点为1065~1082.5℃,热导率为 $380\lambda/w \cdot (m \cdot k)^{-1}$,线膨胀系数为 $16.92\alpha/10^{-6} \cdot k^{-1}$;所述S32168不锈钢管母材化学成份为:C含量为0.08%,Cr含量为17~19%,Ni含量为9~12%,Ti含量 $\geq 5C \sim 0.70\%$;S32168不锈钢管熔点为1398~1427℃,热导率为 $16.1\lambda/w \cdot (m \cdot k)^{-1}$,线膨胀系数为 $16.0\alpha/10^{-6} \cdot k^{-1}$ 。

[0025] 优选的,所述步骤2)中,根据待焊接的T2紫铜管及S32168不锈钢管的管径选择指定的扩口深度是指:当采用水平漫流形式时,钎料流入间隙的深度根据以下公式确定:

$$[0026] \quad H = \sqrt{\frac{\sigma_{LG} \Delta R}{3\eta} t}$$

[0027] 其中:H为钎料流入间隙的深度;

[0028] η 为钎料粘度;

[0029] t为流入时间;

[0030] ΔR 为管壁间隙;

[0031] σ_{LG} 为界面张力。

[0032] 本发明的有益效果在于:

[0033] 1)、通过上述方案,本发明先对T2紫铜管进行扩口后,再与不锈钢进行组装并获得理想的装配深度和间隙,随后再对焊接接头部位预处理,并采用熔焊-钎焊的方式进行焊接操作;通过上述流程,T2紫铜管与S32168不锈钢管处焊接接头可以获得较好的微观组织和机械性能。实践证明,通过本发明的焊接方式,可得到焊接强度更高的焊接接头,母材和焊材熔融冶金结合,结合性好;同时,本发明能使S32168不锈钢管和T2紫铜管的焊接一次成型,效率更高,可简便而快捷的实现T2紫铜管与S32168不锈钢管之间的优质、高效连接目

的。

[0034] 2)、钎焊过程是固、液、气三相物质的还原和分解,钎料的润湿和毛细流动、固化和强化的物理化学过程的综合。实际使用时,首先钎剂熔化并与母材表面氧化物进行物理化学作业,以去除并清洁母材表面;钎料的熔化并润湿、铺展,并与母材相互作用形成金属原子间结合的物理化学过程。因此,钎料熔化后在焊件母材表面的润湿和铺展,以及与母材原子间结合后的性能是影响焊接质量的关键。

[0035] 钎料的性能由其化学成份决定。钎料金属元素液态下的表面自由能决定了熔化后界面张力值并直接影响钎料对母材的润湿和铺展;其次,钎料与母材形成的钎焊焊缝金属及金属间化合物决定了钎缝的强度和耐腐蚀性能。

[0036] 本发明所选用的银铜基钎料,其熔点适中,工艺性好,并具有良好的强度和韧性,主要优点在于:

[0037] 1) 钎料的主要成份与母材相同,钎焊必定具有良好的润湿性;

[0038] 2) 冷凝时与母材同成分的初晶最易在母材晶粒为晶核的外延生长,形成交错的连接;

[0039] 3) 钎料中主要成份与母材形成的共晶合金易于形成一定程度的晶间渗透,有利于钎焊焊缝的牢固;

[0040] 4) 与母材形同的组成,保证了钎焊焊缝的耐腐蚀性能。

[0041] 本发明针对T2紫铜和不锈钢异种材料钎接接头,还同时在钎料中添加了镍和锂元素;其中,镍有良好的抗腐蚀性,提高钎接接头的强度,主要用于不锈钢的钎焊;添加锂能保证钎料对不锈钢的润湿和铺展,增加钎料熔融后漫流进入间隙,提高致密度,成效显著。

附图说明

[0042] 图1为焊接接头的剖视示意图。

具体实施方式

[0043] 为便于理解,此处对本发明的具体工作方式作以下进一步描述:

[0044] 本发明所述的焊接方法,具体实施焊接时可选用T2紫铜管与S32168不锈钢管。其中:

[0045] T2紫铜管母材化学成份为:99.9%的Cu+Ag,Fe、S、Pb均不大于0.005%;T2紫铜管熔点为1065~1082.5℃,热导率为 $380\lambda/w \cdot (m \cdot k)^{-1}$,线膨胀系数为 $16.92\alpha/10^{-6} \cdot k^{-1}$ 。

[0046] S32168不锈钢管的母材化学成份为:C含量为0.08%,Cr含量为17~19%,Ni含量为9~12%,Ti含量 $\geq 5C \sim 0.70\%$;熔点为1398~1427℃,热导率为 $16.1\lambda/w \cdot (m \cdot k)^{-1}$,线膨胀系数为 $16.0\alpha/10^{-6} \cdot k^{-1}$ 。

[0047] 焊接方法是先对T2紫铜管进行扩口后,再与S32168不锈钢管进行组装并获得理想的装配深度和间隙,随后对焊接接头部位预处理,然后采用熔焊-钎焊的方式进行,以期焊接接头可获得较好的微观组织和机械性能。

[0048] 实际操作时,根据待焊接的T2紫铜管及S32168不锈钢管的管径选选择指定的扩口深度及直径,其遵循的原则及效果在于:

[0049] 1、钎料的润湿和铺展,是保证钎接接头性能的关键因素之一;熔融钎料的流动速

度和搭接的尺寸、作用于间隙入口和出口的压力差值以及钎料的粘度,形成了钎接头内影响钎料润湿和铺展的动力学理论。

[0050] 2、钎料流入深度与间隙的关系,当采用水平漫流形式时,钎料流入间隙的深度根据以下公式确定:

$$[0051] \quad H = \sqrt{\frac{\sigma_{LG} \Delta R}{3\eta}} t$$

[0052] 其中:H为钎料流入间隙的深度;

[0053] η 为钎料粘度;

[0054] t为流入时间;

[0055] ΔR 为管壁间隙;

[0056] σ_{LG} 为界面张力。

[0057] 根据以上公式可看出,钎料流入深度与间隙有直接相关;但在工程实际中,钎焊缝熔融钎料的流动与待焊件在钎焊前的加工性质、表面状态、缝隙间隙及其均匀性、钎焊过程中氧化膜的形成和去除等因素相关,此处就不再赘述。

[0058] 具体实施时,T2紫铜管外径为 $\phi 6.0 \sim 54\text{mm}$,壁厚为 $0.5 \sim 2.5\text{mm}$,S32168不锈钢管与T2紫铜管同规格,焊接过程包括:

[0059] 1)、对待焊接T2紫铜管端口及S32168不锈钢管端口进行预处理,消除可能存在的毛刺;将T2紫铜管端口采用机械加工方式齐平;将S32168不锈钢管端口采用机械加工方式倒 45°C 圆角。

[0060] 2)、将待焊接T2紫铜管接头处外表面的氧化膜、油污等清理干净;将待焊接S32168奥氏体不锈钢管也即S32168不锈钢管外表面油污等清理干净。

[0061] 3)、用固定夹具将待焊接T2紫铜管固定,采用气焊火焰对T2紫铜管端口进行加热,达到一定膨胀量后,将S32168奥氏体不锈钢插入已扩口的T2紫铜管端口内一定深度,并确保配合牢固精密。

[0062] 4)、气压调节:首先打开氧气钢瓶的瓶阀,然后顺时针调整氧气减压器上的减压手柄,调整低压工作压力至 $0.1 \sim 0.3\text{MPa}$ 。乙炔气或液化石油气的工作压力为 $0.03 \sim 0.05\text{MPa}$ 。

[0063] 5)、点火方法:先微开焊炬的氧气阀,再稍微打开可燃气体阀,点燃火焰后再去调整两个调节阀的开启比例。之后,略增加氧气含量,再加大可燃气体含量使之先调整为碳化焰,然后增大氧气供应量,逐渐调整成中性焰。

[0064] 首先对工件预热,预热时焊炬火焰焰心的尖端距工件为 $2 \sim 4\text{mm}$,并垂直于T2紫铜管轴线。当T2紫铜管的颜色呈暗红色时,涂焊料,此时温度为 700°C 。涂焊料时,不要与焊炬的火焰距离太近。预热时,需向管内充入氮气纯度为99.9%的气体流量为 $0.5 \sim 0.7\text{L/min}$ 的干燥氮气,防止T2紫铜管及S32168不锈钢管内部氧化。

[0065] 6)、用气焊火焰对焊接接头均匀加热,直到加热到钎焊温度,此时的温度应约为 $750^\circ\text{C} \sim 850^\circ\text{C}$,被加热件的颜色为樱红色。达到钎焊加热温度时送入钎料。用钎料来接触被加热到高温的接头处,当焊接接头处的温度能使钎料迅速熔化时,表示焊接接头处测试已达到钎焊温度,即可边加热,边添加钎料直至将钎缝填满,形成焊缝。

[0066] 7)、移去火焰,使焊接接头在静止状态下冷却结晶。焊料没有完全凝固时,绝对不可使T2紫铜管动摇或振动,以免焊接部位产生裂纹,使管路泄露。焊接后必须将焊口残留的

焊剂、熔渣清除干净。焊口表面应整齐、圆润、美观,无凹凸不平和气泡夹渣。

[0067] 8)、待焊接接头自然冷却后,检查焊接表面质量;用压缩空气对焊接接头进行泄漏性试验,无泄漏为合格。

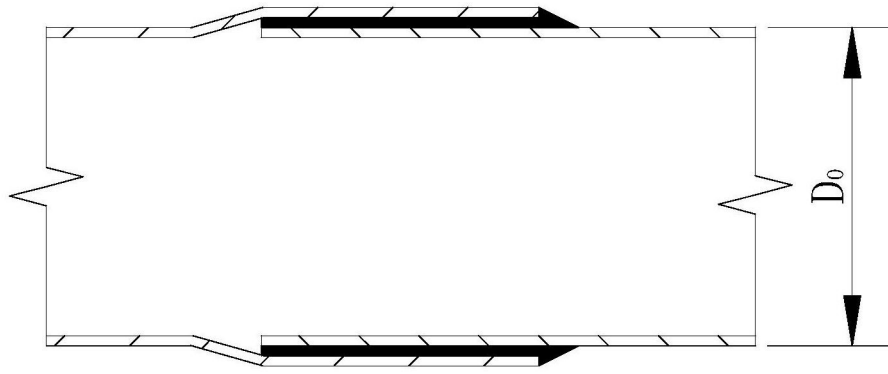


图1