



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103878203 B

(45) 授权公告日 2016.06.08

(21) 申请号 201410106166.1

CN 1748890 A, 2006.03.22,

(22) 申请日 2014.03.20

GB 728131 A, 1955.04.13,

(73) 专利权人 北京科技大学

JP 特开昭 51-94458 A, 1976.08.19,

地址 100083 北京市海淀区学院路 30 号

审查员 刘娇姣

(72) 发明人 谢建新 刘新华 刘雪峰 邹文江

(74) 专利代理机构 北京金智普华知识产权代理有限公司 11401

代理人 皋吉甫

(51) Int. Cl.

B21C 37/06(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1843646 A, 2006.10.11,

CN 102284549 A, 2011.12.21,

CN 103170516 A, 2013.06.26,

CN 101725770 A, 2010.06.09,

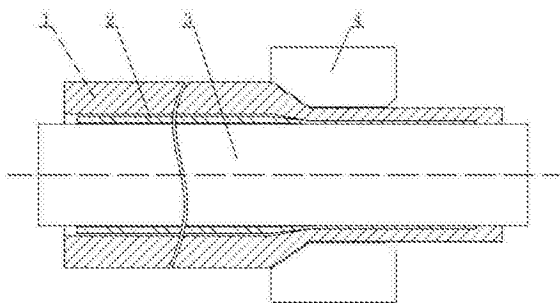
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种双金属复合管的制备方法

(57) 摘要

一种双金属复合管的制备方法,属于双金属复合管材制备技术领域。其特征是先除油、酸洗和钢丝刷打磨后的两种金属管套在一起,然后在内管中插入芯棒,采用旋锻对双金属管进行一次或多次的旋锻加工,再经精整拉拔处理,最后经内、外表面清洗,切头切尾,得到复合管成品。旋锻时总壁厚减薄率在20%~80%之间,最后一道次的壁厚减薄率在10%,旋锻锤头进料角为90°,出料速度在1~5m/min之间。本发明所述铜/钛、铜/铝双金属复合管包括以铜作为复合管的内层和外层的情况,铜包括纯铜和变形铜合金,钛包括纯钛和变形钛合金,铝包括纯铝和变形铝合金。该方法不仅能获得结合强度高的双金属复合管,而且设备简单、生产灵活性大、成本低。



1. 一种双金属复合管的制备方法,其特征在于先将表面处理后的两种金属管套在一起,然后在内管中插入芯棒,采用旋锻对双金属管进行一次或多次的旋锻加工,具体步骤如下:

步骤1:前处理,对外管(1)的内表面、内管(2)的外表面进行表面处理,包括除油、酸洗和钢丝刷打磨;在除油后若表面较洁净且氧化物较少情况下,则省略酸洗去除氧化膜的步骤,直接进行钢丝刷打磨,打磨以暴露出新鲜的金属基体为标准;

步骤2:套管组合,将内管(2)装入外管(1)中,二者间隙在0.1mm~1.0mm之间,在能够顺利装配的前提下要尽量减小两管的间隙;在芯棒(3)外均匀涂上润滑油后插入内管(2)中,芯棒(3)与内管(2)的间隙在0.1mm~1.0mm之间;芯棒的夹持端(5)的直径大于其工作区(6)的直径,也大于外层管坯的内径;

步骤3:旋锻复合,在打磨后要尽快进行室温旋锻加工,旋锻时总壁厚减薄率在20%~80%之间,变形道次根据需要为1~6道次,最后一道次的壁厚减薄率在10%,旋锻锤头进料角为 90° ,出料速度在1~5m/min之间;

步骤4:精整处理,旋锻后的管材表面会产生许多凹凸不平的锤印,因此要施加1道次壁厚减薄率在5%~25%之间的拉拔,提高管材的尺寸精度和表面质量;最后经内、外表面清洗,切头切尾,得到复合管成品。

2. 根据权利要求1所述一种双金属复合管的制备方法,其特征在于,所述双金属复合管包括铜/钛双金属复合管和铜/铝双金属复合管,所述铜/钛、铜/铝双金属复合管包括以铜作为复合管的内层和外层的情况,而所述铜包括纯铜和变形铜合金,钛包括纯钛和变形钛合金,铝包括纯铝和变形铝合金。

一种双金属复合管的制备方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及双金属复合管材制备技术领域，特别是提供了一种可用于钛/铜、铝/铜双金属复合管生产的方法。

背景技术：

[0002] 随着航空航天、海洋工程、能源电力、石油化工等产业不断发展，单一材料在性能上越来越难以满足实际的使用要求，将具有不同性能的两种或多种材料复合在一起，显著提高综合使用性能的复合材料日益受到重视。双金属复合管是典型的层状复合材料，内外层管材之间通过机械压合、原子间扩散结合或发生冶金反应而形成紧密结合。由于具有单一金属管所不具备的综合性能，复合管广泛应用于石油、化工、核工业、医疗器械、食品加工、制冷工业等领域的输送用管、加热炉用管及器械用管。其中，典型一类双金属管材是一种金属满足强度要求或具备优良导热性能，另一种金属具有良好的抗腐蚀或耐磨损性能，这样使双金属管材不仅具有所要求的高强度、高热导率，而且还具有良好的防腐蚀、耐磨损等性能。

[0003] 双金属复合管的制备工艺主要有拉拔、滚压、旋压、液压胀形、抽真空法等冷加工复合法和热挤压、热扩散焊接、离心铸造等热加工复合法。拉拔复合法是先将两根金属管套在一起，然后通过模具对内管进行扩径拉拔，利用两种金属的弹性变形差异而实现二者的紧密配合[见：俞家正，金属复合管及制作方法和管接结构，中国发明专利，CN1186921A，1998-07-08]，其特点是工艺简单，但存在的问题是：由于拉拔时单道次变形量较小，复合管界面为完全的机械结合，结合强度低。滚压复合法是将两种金属管套装组合在一起后，先以液压胀形等加工方法，使内外两种金属管之间的间隙缩小达到小间隙松配合，然后对内壁施加滚压变形，使内管贴合在外管内表面上，获得紧密配合[见：张新生，一种可用于双金属管和内壁耐磨金属管生产的方法，中国发明专利，CN1174767A，1998-03-04]，其特点是滚压力稳定、驱动力低，存在的问题是：需要预先的胀管复合且内管易加工硬化而产生开裂；界面结合状态与拉拔复合法基本相同。旋压复合法是先将内管旋压到芯棒上，然后再将外管套在内管上旋压，使其二者紧密贴合[见：毛柏平，王振生，一种碳钢内衬不锈钢复合管旋压加工方法，中国发明专利，CN101745577A，2010-06-23]，其特点是设备简单、成本低，存在的问题是：旋压力和变形量均较小，结合强度低。液压胀形法是对管内加压，使两管均产生塑性变形而紧密贴合在一起，当卸除压力后，由于内外管的弹性回复不同而实现机械结合[见：王学生，李培宁，液压胀合有缝不锈钢管衬里复合管的制造技术，压力容器，2001，18(4)：50-52]。抽真空法是在复合管坯壁上打孔至与两管夹层空间相连，通过加热使夹层内气体排出或者对夹层抽真空后，焊封钻孔，使得内外管壁在大气压力作用下紧密结合[见：黄勇霖，易思竞，双金属复合管及其制作方法，中国发明专利，CN1358946A，2012-07-17]。液压胀形或抽真空法存在的主要问题均为：对设备的密封性要求高，适用范围有限，复合管的界面结合强度很低。热挤压、热扩散焊接[见：刘世程，刘德义，陈汝淑等，复合双金属管的生产方法，中国发明专利，CN1367050A，2002-09-04]、离心铸造[见：武宏，许云华，彭建洪，超薄超长离

心冶金复合双金属管的制造方法,中国发明专利,CN101073822A,2007-11-21]等热加工复合法一般都在较高的温度下成形,两种金属越过结合界面进行了原子扩散,因此界面具有很高的结合强度,但热加工复合法均存在工艺复杂、设备投资大、能耗高等问题,且在高温下保持时间较长,界面处容易产生脆性金属间化合物,影响双金属管的使用性能。

发明内容:

[0004] 为了解决上述工艺存在的问题,本发明的目的是提供一种采用冷旋转锻造(简称“旋锻”)工艺对双金属管,特别是钛/铜、铜/铝复合管进行复合成形的办法,该方法不仅能获得结合强度高的双金属复合管,而且设备简单、生产灵活性大、成本低。本发明所述铜/钛、铜/铝双金属复合管包括以铜作为复合管的内层和外层的情况,而所述铜包括纯铜和变形铜合金,钛包括纯钛和变形钛合金,铝包括纯铝和变形铝合金。

[0005] 为了达到上述目的,本发明的技术方案是:先将表面处理后的两种金属管套在一起,然后在内管中插入芯棒,采用旋锻对双金属管进行一次或多次的旋锻加工。旋锻加工具有工艺简单、节省材料、成本低廉等优点,适合多种材料加工,是一种经济、快速成形轴类及管类零件的方法。旋锻变形过程中小面积(小变形区)多次锻打产生的三向压应力变形,有利于实现大道次变形量(远大于拉拔和液压胀形的道次变形量),有利于生产出结合强度高的复合管。

[0006] 本发明的具体步骤如下:

[0007] 步骤1:前处理。对图1中的外管1的内表面、内管2的外表面进行表面处理,包括除油、酸洗和钢丝刷打磨。除油后若表面较洁净且氧化物较少,则可以省掉酸洗去除氧化膜的步骤,直接进行钢丝刷打磨,打磨以暴露出新鲜的金属基体为标准;

[0008] 步骤2:套管组合。将内管2装入外管1中,二者间隙(称为套管间隙,是指外管内径和内管外径差值的二分之一)在0.1mm~1.0mm之间(在能够顺利装配的前提下尽量减小两管的间隙);在芯棒3外均匀涂上润滑油后插入内管2中,芯棒3与内管2的间隙在0.1mm~1.0mm之间。外管和内管的壁厚比可根据实际使用需求而定。本发明中使用的芯棒如图2所示,芯棒的夹持端5的直径大于其工作区6的直径,也大于外层管坯的内径,从而有利于旋锻时的送料,且管材不会因变形延伸而压入芯棒的夹持端,从而避免了芯棒无法脱出情况的发生;

[0009] 步骤3:旋锻复合。为防止步骤1打磨出的新鲜金属被氧化,应在打磨后尽快进行室温旋锻加工,旋锻时总壁厚减薄率在20%~80%之间,变形道次根据需要可为1~6道次,最后一道次的壁厚减薄率在10%左右,有利于提高表面质量,旋锻锤头进料角为90°,出料速度可在1~5m/min之间;

[0010] 步骤4:精整处理。旋锻后的管材表面会产生许多凹凸不平的锤印,可施加1道次壁厚减薄率在5%~25%之间的拉拔,提高管材的尺寸精度和表面质量。最后经内、外表面清洗,切头切尾,得到复合管成品。

[0011] 本发明的优点在于:

[0012] 1、本发明的成形方法利用旋锻小变形区多次锻打、在三向压应力状态下变形的特点,可实现大道次变形量,能加工多种难变形的金属,且周向均匀压缩,不会因变形不均匀导致材料形成裂口和裂纹,所制备出的复合管结合强度高于拉拔和胀管等其他方法。

[0013] 2、本发明的成形所需变形力小,工具、模具寿命高,设备所需的驱动力小,采用小功率的电机就可实现成形,运转成本低。

[0014] 3、本发明生产灵活、工艺简单,不需要预先的胀管复合,只需套管就可直接进行旋锻成形,且根据实际需求更改芯棒、锻锤的尺寸就能生产出不同规格、不同组合的双金属复合管。

[0015] 4、本发明所采用的芯棒夹持端的直径大于其工作区的直径,也大于外层管坯的内径,从而可以用夹持端来完成送料,且管材不会因变形延伸而压入芯棒的夹持端,避免了芯棒无法脱出情况的发生。

附图说明:

[0016] 下面结合附图对本发明的工艺作进一步的说明。

[0017] 图1:旋锻工艺示意图;

[0018] 图中标号:1-外管;2-内管;3-芯棒;4-锻模。

[0019] 图2:芯棒示意图;

[0020] 图中标号:5-夹持端;6-工作区。

[0021] 图3:一种双金属复合管制备方法的工艺流程图。

具体实施方式:

[0022] 下面结合实施例对本发明的技术方案作进一步说明。

[0023] 实施例1:

[0024] 制备纯铜/钛双金属复合管。

[0025] (1)前处理:铜管规格为 $\Phi 12.2 \times 2\text{mm}$,钛管规格为 $\Phi 8 \times 0.6\text{mm}$,套管间隙为 0.1mm ,芯棒直径为 $\Phi 6.6\text{mm}$ (材质为模具钢),用质量百分比5%NaOH溶液对铜管和钛管进行除油,铜管用质量百分比10%HCl溶液进行酸洗,钛管用质量百分比25% HNO_3 +质量百分比5%HF溶液进行酸洗,然后用钢丝刷将铜管的内表面和钛管的外表面打磨出新鲜的金属基体。

[0026] (2)套管组合:将打磨好的钛管套入铜管中,芯棒外均匀涂上润滑油后插入钛管内。

[0027] (3)旋锻复合:组装好的两管经过室温旋锻1道次,得到尺寸为 $\Phi 10.3 \times 1.8\text{mm}$ 的复合管,总壁厚减薄率为30.8%,总断面减缩率(按变形前内外层金属管断面面积之和与变形后复合管断面面积的差值除以变形前内外层金属管断面面积之和计算)为38.4%。

[0028] (4)精整和后处理:经一道次拉拔,切去头部和尾部,获得尺寸为 $\Phi 9.8 \times 1.7\text{mm}$ 的双金属复合管。复合管界面平整且紧密贴合,剪切强度为5.9MPa,经20%扩口后双层仍紧密贴合且外圆无破裂现象,扩口试验后完好。

[0029] 实施例2:

[0030] 制备黄铜/钛双金属复合管。

[0031] (1)前处理:黄铜管规格为 $\Phi 18.5 \times 2.6\text{mm}$,钛管规格为 $\Phi 12.7 \times 0.55\text{mm}$,套管间隙为 0.3mm ,芯棒直径为 $\Phi 11.4\text{mm}$ (材质为模具钢),用质量百分比5%NaOH溶液对黄铜管和钛管进行除油,省略酸洗步骤,直接用钢丝刷将黄铜管的内表面和钛管的外表面打磨出新鲜的金属基体。

[0032] (2)套管组合:将打磨好的钛管套入黄铜管中,芯棒外均匀涂上润滑油后插入钛管内。

[0033] (3)旋锻复合:组装好的两管经过室温旋锻6道次,外径变化情况为:18.5→18→17.3→16.6→16→15.3→14.6mm,道次壁厚减薄率分别为1.6%、8.1%、10.5%、11.8%、15.6%、18.4%,总壁厚减薄率为50.8%,总断面减缩率为57.9%,得到尺寸为 $\Phi 14.6 \times 1.55$ mm的复合管。

[0034] (4)精整和后处理:从复合管中脱去芯棒,切去头部和尾部,获得尺寸为 $\Phi 14 \times 1.4$ mm的双金属复合管。该管界面平整且紧密贴合,经20%扩口后双层仍紧密贴合且外圆无破裂现象,扩口试验后完好。

[0035] 实施例3:

[0036] 制备纯铜/纯铝(外铜内铝)双金属复合管。

[0037] (1)前处理:铜管规格为 $\Phi 17 \times 0.5$ mm,纯铝管规格为 $\Phi 15.8 \times 2.1$ mm,套管间隙为0.1mm,芯棒直径为 $\Phi 11.4$ mm(材质为模具钢),用质量百分比5%NaOH溶液对铜管和铝管进行除油,然后铜管和铝管用质量百分比10%HCl溶液进行酸洗,之后用钢丝刷将铜管的内表面和铝管的外表面打磨出新鲜的金属基体。

[0038] (2)套管组合:将打磨好的铝管套入铜管中,芯棒外均匀涂上润滑油后插入铝管内。

[0039] (3)旋锻复合:组装好的两管经过室温旋锻3道次,外径变化情况为:17→16→15→14.3mm,道次壁厚减薄率分别为11.8%、22.2%、20%,总壁厚减薄率为46.2%,总断面减缩率为51.2%,得到尺寸为 $\Phi 14.3 \times 1.4$ mm的复合管。

[0040] (4)精整和后处理:经一道次拉拔,切去头部和尾部,获得尺寸为 $\Phi 13.8 \times 1.3$ mm的双金属复合管。该管界面平整且紧密贴合。

[0041] 实施例4:

[0042] 制备铝合金/铜(外铝内铜)双金属复合管。

[0043] (1)前处理:3003铝合金管规格为 $\Phi 17 \times 2$ mm,铜管规格为 $\Phi 12.7 \times 0.55$ mm,套管间隙为0.15mm,芯棒直径为 $\Phi 11.4$ mm(材质为模具钢),用质量百分比5%NaOH溶液对铜管和铝管进行除油,然后铜管和铝管用质量百分比10%HCl溶液进行酸洗,之后用钢丝刷将铜管的外表面和铝合金管的内表面打磨出新鲜的金属基体。

[0044] (2)套管组合:将打磨好的铜管套入铝合金管中,芯棒外均匀涂上润滑油后插入铜管内。

[0045] (3)旋锻复合:组装好的两管经过室温旋锻3道次,外径变化情况为:17→16→15→14.3mm,道次壁厚减薄率分别为11.8%、22.2%、20%,总壁厚减薄率为45.1%,总断面减缩率为50.7%,得到尺寸为 $\Phi 14.3 \times 1.4$ mm的复合管。

[0046] (4)精整和后处理:经一道次拉拔,切去头部和尾部,获得尺寸为 $\Phi 13.8 \times 1.3$ mm的双金属复合管。该管界面平整且紧密贴合。

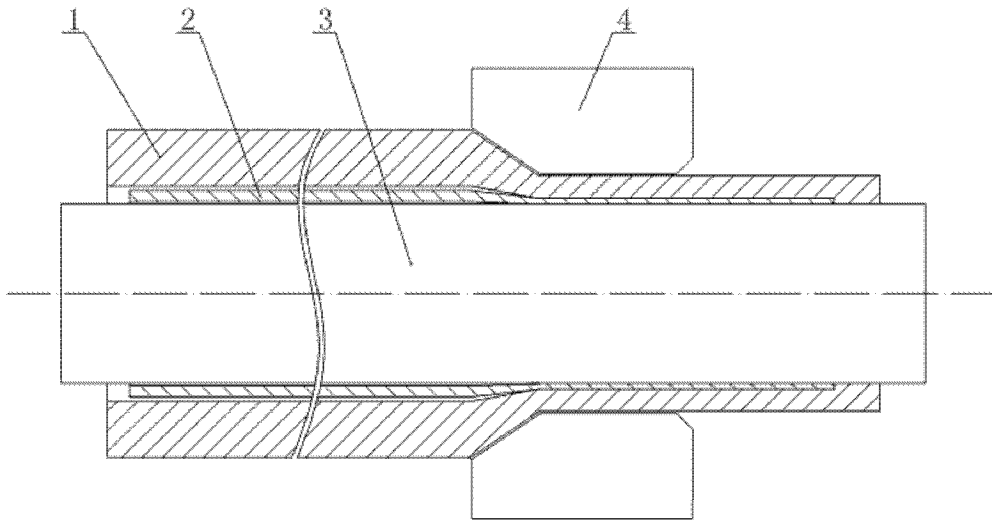


图1

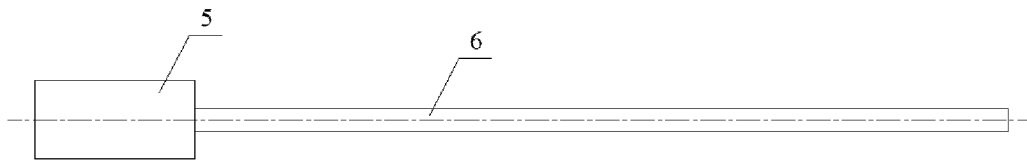


图2

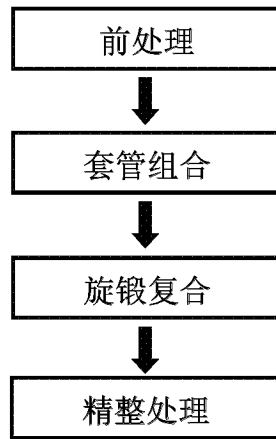


图3