



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103381441 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201310276988. X

(22) 申请日 2013. 07. 03

(73) 专利权人 中国船舶重工集团公司第七二五研究所

地址 471023 河南省洛阳市洛龙区滨河南路169号

(72) 发明人 张志远 马艳霞 徐磊

(74) 专利代理机构 洛阳市凯旋专利事务所 41112

代理人 符继超

(56) 对比文件

CN 101092015 A, 2007. 12. 26,

CN 101157175 A, 2008. 04. 09,

CN 101780624 A, 2010. 07. 21,

CN 101745784 A, 2010. 06. 23,

GB 2019286 A, 1979. 10. 31,

US 3979815 A, 1976. 09. 14,

审查员 刘宝聚

(51) Int. Cl.

B21D 22/02(2006. 01)

B21D 37/10(2006. 01)

B21D 37/20(2006. 01)

B21D 37/16(2006. 01)

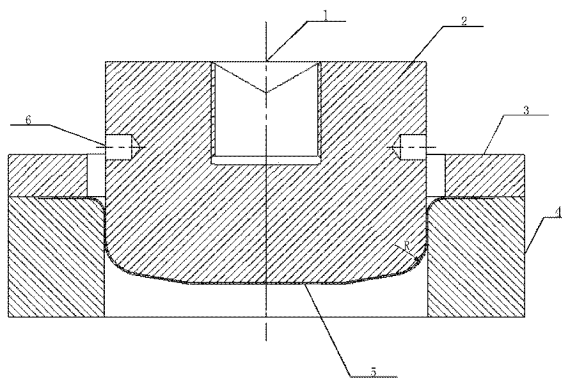
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种薄壁钛合金封头的热冲压成型加工方法

(57) 摘要

一种薄壁钛合金封头的热冲压成型加工方法,包括初模制作→终模制作→下料→坯料加热→预热→初模冲压→再加热→终模校平整形→剪边等相关工序使具有厚度T≤2mm的钛合金板被热冲压为薄壁钛合金封头,初模包括上模(2)、压模(3)和下模(4),上模的下端凸面与薄壁钛合金封头的内轮廓匹配,上模的上端面配置有与315t双动拉伸液压机输出轴相配的内螺纹联接孔(1),在上模的外径端面对称配置两个限位孔(6),限位孔配置有下压量传感器,终模中的成型下模与薄壁钛合金封头的外轮廓匹配,工序设置合理,使用普通加热炉,初模和终模均为45号钢,节省了制作费用和加工时间,使薄壁钛合金封头的生产效率和成品率都得到了不同程度提高。



CN 103381441 B

1. 一种薄壁钛合金封头的热冲压成型加工方法, 钛合金封头的厚度  $=T \leq 2\text{mm}$ , 薄壁钛合金封头成型后的相关尺寸要求是: 外径  $=D$ ; 总高  $=H$ , 过渡曲率半径  $=R$ , 将薄壁钛合金封头的内凹面称其为封头内轮廓, 将薄壁钛合金封头的外凸面称其为封头外轮廓; 该热冲压成型加工方法包括初模制作  $\rightarrow$  终模制作  $\rightarrow$  下料  $\rightarrow$  坯料加热  $\rightarrow$  预热  $\rightarrow$  初模冲压  $\rightarrow$  再加热  $\rightarrow$  终模校平整形  $\rightarrow$  剪边, 该成型加工方法涉及到 315t 双动拉伸液压机和普通电加热炉; 其特征是:

初模制作: 初模包括上模、压模和下模, 上模的下端凸面与所述封头内轮廓匹配, 上模的上端面配置有与 315t 双动拉伸液压机输出轴相配的内螺纹联接孔, 在上模的外径端面对称配置两个限位孔, 压模的通孔内径  $> D+2T$ , 下模的通孔内径  $=D+2T$ , 下模的上端面配置定位凹槽, 所述定位凹槽的深度与  $T$  匹配, 所述定位凹槽的内径  $=$  下述坯料的外径 + 下述坯料的热膨胀余量, 上模、压模以及下模均由 45 号钢制作而成;

终模制作: 终模包括上模、压模和成型下模, 所述成型下模的下端凹面与所述封头外轮廓匹配, 所述下端凹面至所述成型下模的上端面的高度  $=H+T$ , 在所述成型下模的上端面也配置定位凹槽, 该定位凹槽的深度和内径与初模的下模的定位凹槽的深度和内径相匹配, 所述成型下模由 45 号钢制作而成;

下料: 将厚度  $=T$  的钛合金板按  $D+2H+2$  倍压边余量为外径尺寸划圆并用线切割下料成坯料;

坯料加热: 用丙酮去除上述坯料外表面的油污并均匀涂刷防氧化涂料, 待所述防氧化涂料晾干后再放入普通电加热炉中进行加热, 上述坯料的加热温度控制在  $950 \pm 10^\circ\text{C}$  并保温 5 分钟;

预热: 将初模的上模、压模及下模放入普通电加热炉中进行预热, 预热温度与上述坯料的加热温度匹配;

初模冲压: 通过卡具将上述坯料快速放至下模的所述定位凹槽内, 在上述坯料之上加装压模, 将上模通过内螺纹联接孔安装在 315t 双动拉伸液压机的输出轴上, 以下模的上端面为基准将所述输出轴的冲压次数设定为  $N$  次, 每次冲压的深度下压力为  $H/N$ , 每次冲压的定型间隔时间为 15 分钟, 经过  $N$  次冲压后上述坯料被热冲压为初压钛合金封头;

再加热: 在初压钛合金封头的外表面均匀涂刷所述防氧化涂料, 待所述防氧化涂料晾干后再放入普通电加热炉中进行再加热, 再加热的温度根据初模冲压工序中上模所测的即时温度为准并保温 5 分钟, 所述成型下模的加热温度  $=$  再加热的初压钛合金封头温度;

终模校平整形: 将下模更换为所述成型下模, 在所述成型下模内放入再加热的初压钛合金封头, 以所述成型下模的上端面为基准设定所述输出轴的深度下压力为  $H$  对初压钛合金封头进行校平整形冲压, 由于上模的即时温度与再加热的初压钛合金封头以及所述成型下模的温差相差不大, 因此通过所述成型下模能对初压钛合金封头在初模冲压工序中产生的微小褶皱进行校平整形使其成为半成品;

剪边: 按照薄壁钛合金封头的相关尺寸要求对所述半成品的多余部位进行剪边即可成为成品薄壁钛合金封头。

2. 根据权利要求 1 所述一种薄壁钛合金封头的热冲压成型加工方法, 其特征是: 在限位孔内配置有下压力传感器, 所述下压力传感器能控制所述输出轴的深度下压力。

## 一种薄壁钛合金封头的热冲压成型加工方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于金属冲压成型技术领域,尤其是一种薄壁钛合金封头的热冲压成型加工方法。

### 背景技术

[0002] 薄壁钛合金封头的结构简图见图 1,要求成型后的外径为 D、高度为 H、过渡曲率半径为 R、钛合金封头的厚度为 T,  $T \leq 2\text{mm}$ ,属于薄壁范畴。

[0003] 钛合金封头的成型加工多采用等温冲压方法,成型加工时将薄壁钛合金坯料和模具一同置于加热炉中进行加热,需要配置专用的加热炉、耐热钢模具及压力机。由于薄壁钛合金坯料和模具均处于高温状态,成型加工过程中无法对薄壁钛合金封头的相关尺寸进行检测,生产效率和成品率较低。

[0004] 也有采用旋压成型方法来加工钛合金封头,但效果不令人满意,至今得不到推广使用。

### 发明内容

[0005] 为解决上述问题,本发明提供了一种薄壁钛合金封头的热冲压成型加工方法,该热冲压成型加工方法通过初模制作→终模制作→下料→坯料加热→预热→初模冲压→再加热→终模校平整形→剪边等相关工序使具有厚度  $T \leq 2\text{mm}$  的钛合金板被热冲压为薄壁钛合金封头,工序设置合理,不需要配置专用的加热炉,冲压工具由耐热钢变为 45 号钢,节省了冲压工具的制作费用,也节省了加工时间,使薄壁钛合金封头生产效率和成品率都得到了不同程度提高。

[0006] 为实现上述发明目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种薄壁钛合金封头的热冲压成型加工方法,钛合金封头的厚度  $=T \leq 2\text{mm}$ ,薄壁钛合金封头成型后的相关尺寸要求是:外径  $=D$ ;总高  $=H$ ,过渡曲率半径  $=R$ ,将薄壁钛合金封头的内凹面称其为封头内轮廓,将薄壁钛合金封头的外凸面称其为封头外轮廓;该热冲压成型加工方法包括初模制作→终模制作→下料→坯料加热→预热→初模冲压→再加热→终模校平整形→剪边,该成型加工方法涉及到 315t 双动拉伸液压机和普通电加热炉;

[0008] 初模制作:初模包括上模、压模和下模,上模的下端凸面与所述封头内轮廓匹配,上模的上端面配置有与 315t 双动拉伸液压机输出轴相配的内螺纹联接孔,在上模的外径端面对称配置两个限位孔,压模的通孔内径  $> D+2T$ ,下模的通孔内径  $=D+2T$ ,下模的上端面配置定位凹槽,所述定位凹槽的深度与 T 匹配,所述定位凹槽的内径 = 下述坯料的外径 + 下述坯料的热膨胀余量,上模、压模以及下模均由 45 号钢制作而成;

[0009] 终模制作:终模包括上模、压模和成型下模,所述成型下模的下端凹面与所述封头外轮廓匹配,所述下端凹面至所述成型下模的上端面的高度  $=H+T$ ,在所述成型下模的上端面也配置定位凹槽,该定位凹槽的深度和内径与下模所述定位凹槽的深度和内径相匹配,所述成型下模由 45 号钢制作而成;

[0010] 下料 :将厚度  $=T$  的钛合金板按  $D+2H+2$  倍压边余量为外径尺寸划圆并用线切割下料成坯料 ;

[0011] 坯料加热 :用丙酮去除上述坯料外表面的油污并均匀涂刷防氧化涂料,待所述防氧化涂料晾干后再放入普通电加炉中进行加热,上述坯料的加热温度控制在  $950 \pm 10^{\circ}\text{C}$  并保温 5 分钟 ;

[0012] 预热 :将上模、压模及下模放入普通电加炉中进行预热,预热温度与上述坯料的加热温度匹配 ;

[0013] 初模冲压 :通过卡具将上述坯料快速放至下模的所述定位凹槽内,在上述坯料之上加装压模,将上模通过内螺纹联接孔安装在 315t 双动拉伸液压机的输出轴上,以下模的上端面为基准将所述输出轴的冲压次数设定为  $N$  次,每次冲压的深度下压量为  $H/N$ ,每次冲压的定型间隔时间为 15 分钟,经过  $N$  次冲压后上述坯料被热冲压为初压钛合金封头 ;

[0014] 再加热 :在初压钛合金封头的外表面均匀涂刷所述防氧化涂料,待所述防氧化涂料晾干后再放入普通电加炉中进行再加热,再加热的温度根据初模冲压工序中上模所测的即时温度为准并保温 5 分钟,所述成型下模的加热温度 = 再加热的初压钛合金封头温度 ;

[0015] 终模校平整形 :将下模更换为所述成型下模,在所述成型下模内放入再加热的初压钛合金封头,以所述成型下模的上端面为基准设定所述输出轴的深度下压量为  $H$  对初压钛合金封头进行校平整形冲压,由于上模的即时温度与再加热的初压钛合金封头以及所述成型下模的温差相差不大,因此通过所述成型下模能对初压钛合金封头在初模冲压工序中产生的微小褶皱进行校平整形使其成为半成品 ;

[0016] 剪边 ;按照薄壁钛合金封头的相关尺寸要求对所述半成品的多余部位进行剪边即可成为成品薄壁钛合金封头。

[0017] 在限位孔内配置有下压量传感器,所述下压量传感器能控制所述输出轴的深度下压量。

[0018] 由于采用如上所述技术方案,本发明产生如下积极效果 :

[0019] 1、本发明的热冲压成型加工方法通过初模制作→终模制作→下料→坯料加热→预热→初模冲压→再加热→终模校平整形→剪边等相关工序使具有厚度  $T \leq 2\text{mm}$  的钛合金板被热冲压为薄壁钛合金封头,相关工序设置合理,不需要配置专用的加热炉,冲压工具由耐热钢变为 45 号钢,仅冲压工具一项就可节省 70% 的制作费用。

[0020] 2、通过本发明的热冲压成型加工方法,薄壁钛合金封头的壁厚减薄率不超过 10%。

[0021] 3、通过本发明的热冲压成型加工方法使薄壁钛合金封头生产效率和成品率都得到了不同程度提高,其中成品率可以达到 90%,生产效率可以提高一倍。

[0022] 4、本发明的热冲压成型加工方法也节省了加工时间,非常适合薄壁钛合金封头的批量化生产。

#### 附图说明

[0023] 图 1 是成品薄壁钛合金封头的结构示意简图。

[0024] 图 2 是坯料在初模冲压工序中成型为初压钛合金封头的结构示意简图。

[0025] 上述图中 :1- 内螺纹联接孔 ;2- 上模 ;3- 压模 ;4- 下模 ;5- 初压钛合金封头 ;6- 限位孔。

## 具体实施方式

[0026] 本发明是一种薄壁钛合金封头的热冲压成型加工方法,该热冲压成型加工方法通过初模制作→终模制作→下料→坯料加热→预热→初模冲压→再加热→终模校平整形→剪边等相关工序使具有厚度  $T \leq 2\text{mm}$  的钛合金板被热冲压为薄壁钛合金封头,工序设置合理,不需要配置专用的加热炉,冲压工具由耐热钢变为 45 号钢,节省了冲压工具的制作费用,也节省了加工时间,使薄壁钛合金封头生产效率和成品率都得到了不同程度提高。

[0027] 设定钛合金封头的厚度  $=T \leq 2\text{mm}$ ,薄壁钛合金封头成型后的相关尺寸要求是:外径  $=D$ ;总高  $=H$ ,过渡曲率半径  $=R$ ,将薄壁钛合金封头的内凹面称其为封头内轮廓,将薄壁钛合金封头的外凸面称其为封头外轮廓。

[0028] 通过下面的实施例可以更详细的解释本发明,本发明并不局限于下面的实施例,公开本发明的目的旨在保护本发明范围内的一切变化和改进。

[0029] 本发明的热冲压成型加工方法包括初模制作→终模制作→下料→坯料加热→预热→初模冲压→再加热→终模校平整形→剪边,该成型加工方法涉及到 315t 双动拉伸液压机和普通电加热炉。

[0030] 在上述工序中:

[0031] 初模制作:初模包括上模 2、压模 3 和下模 4,上模 2 的下端凸面与所述封头内轮廓匹配,上模 2 的上端面配置有与 315t 双动拉伸液压机输出轴相配的内螺纹联接孔 1,在上模 2 的外径端面对称配置两个限位孔 6,在限位孔内配置有下压量传感器,所述下压量传感器能有效控制所述输出轴的深度下压量,这对本领域是显而易见的。

[0032] 压模 3 的通孔内径  $> D+2T$ ,下模 4 的通孔内径  $=D+2T$ ,下模 4 的上端面配置定位凹槽,所述定位凹槽的深度与  $T$  匹配,所述定位凹槽的内径 = 下述坯料的外径 + 下述坯料的热膨胀余量,上模 2、压模 3 以及下模 4 均由 45 号钢制作而成。

[0033] 终模制作:终模包括上模 2、压模 3 和成型下模,所述成型下模的下端凹面与所述封头外轮廓匹配,所述下端凹面至所述成型下模的上端面的高度  $=H+T$ ,在所述成型下模的上端面也配置定位凹槽,该定位凹槽的深度和内径与下模 4 所述定位凹槽的深度和内径相匹配,所述成型下模由 45 号钢制作而成。

[0034] 冲压工具中的上述初模和所述成型下模由于均由 45 号钢制作,因此冲压工具由耐热钢变为 45 号钢,仅此一项就可节省大约 70% 的制作费用。

[0035] 下料:将厚度  $=T$  的钛合金板按  $D+2H+2$  倍压边余量为外径尺寸划圆并用线切割下料成坯料。注意:所述压边余量如果过大会在初模冲压工序或终模整形工序中会造成上述坯料产生断裂现象,所述压边余量如果过小会造成上述坯料尺寸不足而导致不能正常冲压,所以所述压边余量必须经过仔细计算并经验证方可,同时可以查出钛合金板的热膨胀系数,进而计算出在外径  $=D+2H+2$  倍压边余量之下的热膨胀余量,这样所述定位凹槽的内径即可得到确定。

[0036] 比如 TC4 薄壁钛合金板的厚度  $T=1\text{mm}$ ,TC4 薄壁钛合金封头成型后的外径  $D=188\text{mm}$ 、总高  $H=30\text{mm}$ ,则 TC4 薄壁钛合金板的外径  $=260\text{mm}$ ,这时的压边余量  $=6\text{mm}$ 。

[0037] 坯料加热:用丙酮去除上述坯料外表面的油污并均匀涂刷防氧化涂料,待所述防氧化涂料晾干后再放入普通电加炉中进行加热,上述坯料的加热温度控制在  $950 \pm 10^\circ\text{C}$  并

保温 5 分钟,上述坯料在加热时应防止普通电加炉内的污物粘在其表面。

[0038] 预热:将上模、压模及下模放入普通电加炉中进行预热,预热温度与上述坯料的加热温度匹配,这样可以实现所述初模与上述坯料在比较相等的高温下进行下述初模冲压,以防止由于温差较大对上述坯料产生急冷现象而导致其褶皱增多,对提高薄壁钛合金封头的成品率非常有利。

[0039] 初模冲压:通过卡具将上述坯料快速放至下模的所述定位凹槽内,快速的标准以 10 秒为准,因为在 10 秒内上述坯料的降温不超过  $50^{\circ}\text{C}$ ,同时由于所述定位凹槽的内径与上述坯料的外径匹配,能够确保上述坯料在下模中的放正位置,在上述坯料之上加装压模,将上模通过内螺纹联接孔安装在 315t 双动拉伸液压机的输出轴上,以下模的上端面为基准将所述输出轴的冲压次数设定为  $N$  次,每次冲压的深度下压力为  $H/N$ ,每次冲压的定型间隔时间为 15 分钟,在所述下压力传感器的有效控制下经过  $N$  次冲压后上述坯料被热冲压为初压钛合金封头,此外 315t 双动拉伸液压机本身也可以实现精确控制,即便没有所述下压力传感器,在 315t 双动拉伸液压机的精确控制下也可经过  $N$  次冲压后使上述坯料被热冲压为初压钛合金封头,以下不在赘述。

[0040] 再加热:在初压钛合金封头的外表面均匀涂刷所述防氧化涂料,待所述防氧化涂料晾干后再放入普通电加炉中进行再加热,再加热的温度根据初模冲压工序中上模所测的即时温度为准并保温 5 分钟,所述成型下模的加热温度 = 再加热的初压钛合金封头温度。

[0041] 终模校平整形:将下模更换为所述成型下模,在所述成型下模内放入再加热的初压钛合金封头,以所述成型下模的上端面为基准设定所述输出轴的下压力为  $H$  对初压钛合金封头进行校平整形冲压,由于上模的即时温度与再加热的初压钛合金封头以及所述成型下模的温差相差不大,所述温差以不超过  $100^{\circ}\text{C}$  为宜,因此通过所述成型下模并在上述下压力传感器的有效控制下能对初压钛合金封头在初模冲压工序中产生的微小褶皱进行校平整形使其成为半成品,据测试经终模校平整形后的所述半成品其褶皱高度不超过 1mm。

[0042] 剪边:按照薄壁钛合金封头的相关尺寸要求对所述半成品的多余部位进行剪边即可成为成品薄壁钛合金封头。

[0043] 经过上述初模冲压、上述终模校平整形及剪边处理后的成品薄壁钛合金封头其壁厚减薄率经测算不超过 10%,但成品率可以达到 90%,批量加工 10 件 TC4 薄壁钛合金封头的时间约为 2 小时左右,生产效率相对背景技术而言可以提高一倍,经济效益非常明显,节省了加工时间,适合薄壁钛合金封头的批量化生产,也适合其它薄壁合金封头的批量化生产,因此本发明的热冲压成型加工方法同样适用其它薄壁合金封头。

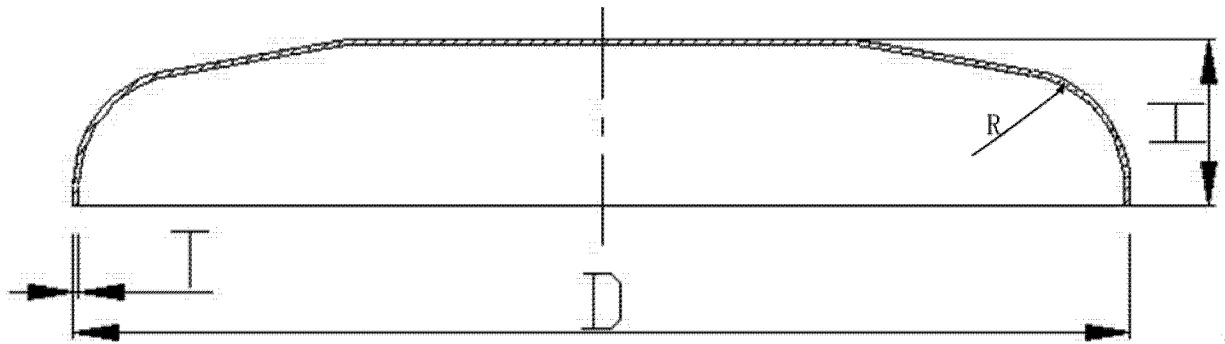


图 1

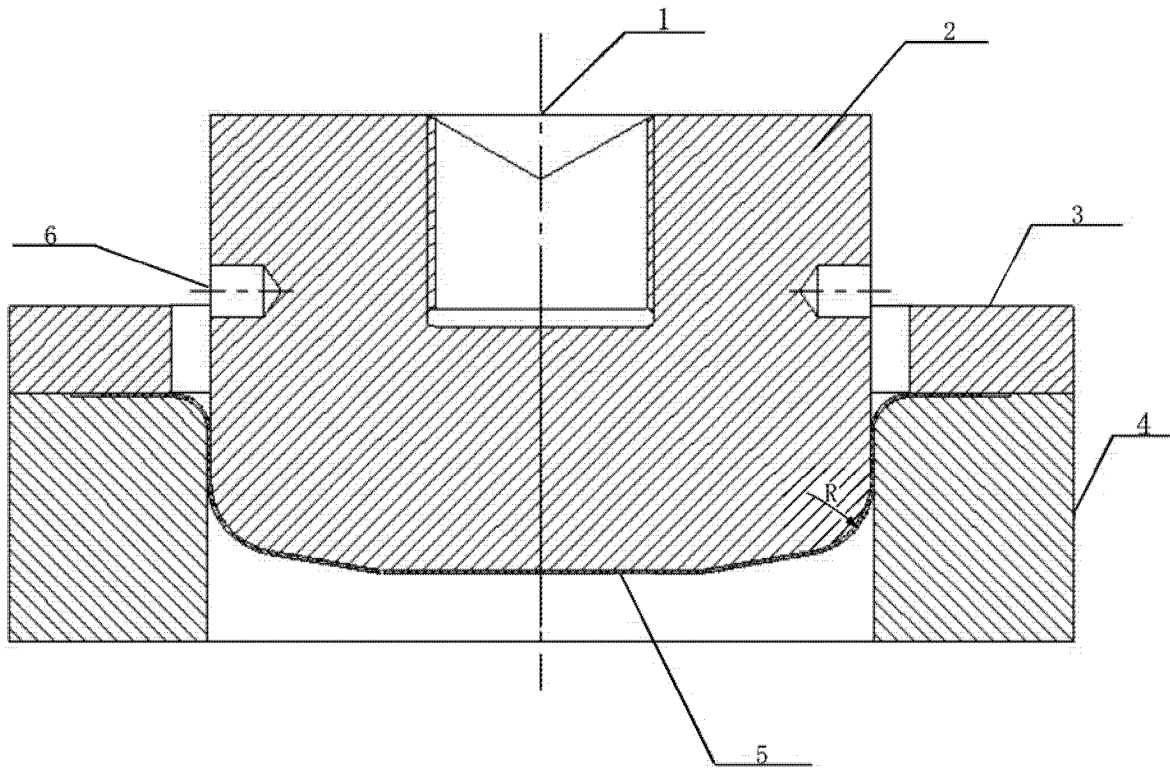


图 2