



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104550583 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201410775779. 4

(22) 申请日 2014. 12. 15

(71) 申请人 贵州安大航空锻造有限责任公司

地址 561005 贵州省安顺市西秀区黄果树大街东段 322 号

(72) 发明人 魏志坚 袁慧 葛金锋 谢建斌
李明

(51) Int. Cl.

B21H 1/06(2006. 01)

B21J 1/04(2006. 01)

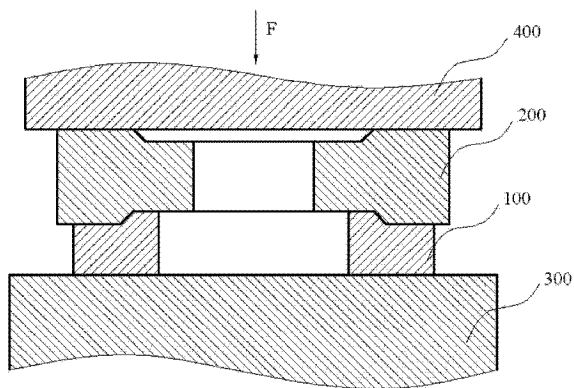
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

α 相钛合金厚壁环锻件的轧制成形方法

(57) 摘要

本发明公开了一种 α 相钛合金厚壁环锻件的轧制成形方法,其步骤为:先将中间坯设计成靠近内壁处具有凸台的异形环坯;再根据等体积原则计算出异形环坯的各个尺寸;根据异形环坯的形状及尺寸设计专用模具;再将 α 相钛合金棒材加热到变形温度后,经墩粗、冲孔、预轧,并在专用模具的作用下制备成异形环坯;将该异形环坯重新加热至变形温度,并配合合适的轧制参数,将异形环坯轧制成厚壁环锻件。该方法,能够有效地解决厚壁环锻件轧制过程中出现的凹槽、折叠等缺陷,提高厚壁环锻件的轧制质量。该方法用于厚壁环锻件的轧制成形。



1. 一种 α 相钛合金厚壁环锻件的轧制成形方法,其特征在于,包括以下步骤:

把按规格下料的 α 相钛合金棒材在锻造加热炉内加热到变形温度,镦粗、冲孔、预轧成矩形环坯;

把矩形环坯放在压力机的砧板上,再将专用模具均匀放在矩形环坯上,以 $F = 620\text{KN} \sim 5800\text{KN}$ 的下压力驱动压锤向下移动,并将矩形环坯压成所需异形环坯,其中,异形环坯的外壁高度 h_1 小于厚壁环锻件的高度 h ,异形环坯的内壁高度 h_2 要大于厚壁环锻件的高度 h ;异形环坯的凸台上端面厚度 d_2 是异形环坯总厚度 d_1 的 $0.25 \sim 0.35$ 倍,下端厚度 d_3 要大于或等于 0.4 倍异形环坯的总厚度 d_1 ;

将异形环坯重新加热到变形温度后装入环轧机,设定主辊转速为 1.0rad/s 、锥辊转速为 0.9rad/s ,当异形环坯被咬入进行轧制后,控制径向轧制力为 $420\text{KN} \sim 3800\text{KN}$ 、轴向轧制力为 $320\text{KN} \sim 3600\text{KN}$,分别驱动主辊以 $v_1 = 2.00\text{mm/s} \sim 4.00\text{mm/s}$ 径向进给速度、锥辊以 $v_2 = 1.10\text{mm/s} \sim 2.20\text{mm/s}$ 的轴向进给速度进行轧制成形;

当异形部分的空腔被全部充满时,刚好达到了厚壁环锻件所需尺寸;控制锥辊不再向下作进给运动,调整径向进给速度为 0.40mm/s 并逐步减小,对其进行校圆、整形,最终成形为矩形的厚壁环锻件。

2. 根据权利要求 1 所述的 α 相钛合金厚壁环锻件的轧制成形方法,其特征在于,所述 α 相钛合金为 TA7 合金。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的 α 相钛合金厚壁环锻件的轧制成形方法,其特征在于,所述主辊的径向进给速度 v_1 和锥辊的轴向进给速度 v_2 满足关系如下:

$$v_1 = \frac{d_1 - d}{h_2 - h} v_2$$

式中: d_1 异形环坯的总厚度、 h_2 为异形环坯内壁的高度、 d 为厚壁环锻件的厚度、 h 厚壁环锻件的高度。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的 α 相钛合金厚壁环锻件的轧制成形方法,其特征在于,所述专用模具的上、下两端分别设计了形状相同、尺寸不同的两个模具型腔。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的 α 相钛合金厚壁环锻件的轧制成形方法,其特征在于,所述厚壁环锻件的高厚比在 $0.5 \sim 1.2$ 之间。

α 相钛合金厚壁环锻件的轧制成形方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种环形锻件的轧制成形方法,特别是涉及了 α 相钛合金厚壁环锻件的轧制成形方法。

背景技术

[0002] 环件的轧制成形是指在主辊和芯辊轧制力的作用下,壁厚减小,内外径增大的塑性成形方式。这种成形方式在生产厚壁环锻件时,靠近环件内壁和外壁的金属材料的流动速度要高于中间部位金属材料的流动速度,而且壁厚越大,两者之间的差异也越大,如果采用矩形环坯轧制成形时,会导致成形后的厚壁环锻件的上端面出现凹槽,即靠近外壁部分和靠近内壁部分的高度要大于中间部分的高度。

[0003] 目前,这类环件缺陷的解决方法通常有两种:一是放大锻件高度方向尺寸,然后机加车除端面凹槽或者折叠的方法;二是加大锥辊的下压速度,防止靠近内壁和外壁两侧的高度增长过快。第一种方法会破坏锻件端面的金属流线,降低环件的强度,而且浪费材料。第二种方法虽然内壁和外壁两侧的高度增长得到了抑制,却也容易使过量的金属材料流向内壁和外壁两侧上端,并在此处积压形成折叠;而且如果锥辊的下压速度过快,还会使锻件端面出现严重的温升现象,严重影响锻件质量。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种采用靠近内壁处具有凸台的异形环坯成形为厚壁环锻件的方法,该方法能够避免锻件端面出现凹槽或折叠等缺陷,并且提高环件的性能和材料利用率。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所述 α 相钛合金厚壁环锻件的轧制成形方法,其技术方案包括以下步骤:

[0006] 把按规格下料的 α 相钛合金棒材在锻造加热炉内加热到变形温度,镦粗、冲孔、预轧成矩形环坯;

[0007] 把矩形环坯放在压力机的砧板上,再将专用模具均匀放在矩形环坯上,以 $F = 620\text{KN} \sim 5800\text{KN}$ 的下压力驱动压锤向下移动,并将矩形环坯压成所需异形环坯,其中,异形环坯的外壁高度 h_1 小于厚壁环锻件的高度 h ,异形环坯的内壁高度 h_2 要大于厚壁环锻件的高度 h ;异形环坯的凸台上端面厚度 d_2 是异形环坯总厚度 d_1 的 $0.25 \sim 0.35$ 倍,下端面厚度 d_3 要大于或等于 0.4 倍异形环坯的总厚度 d_1 ;

[0008] 将异形环坯重新加热到的变形温度后装入环轧机,设定主辊转速为 1.0rad/s 、锥辊转速为 0.9rad/s ,当异形环坯被咬入进行轧制后,控制径向轧制力为 $420\text{KN} \sim 3800\text{KN}$ 、轴向轧制力为 $320\text{KN} \sim 3600\text{KN}$,分别驱动主辊以 $v_1 = 2.00\text{mm/s} \sim 4.00\text{mm/s}$ 径向进给速度、锥辊以 $v_2 = 1.10\text{mm/s} \sim 2.20\text{mm/s}$ 的轴向进给速度进行轧制成形;

[0009] 当异形部分的空腔被全部充满时,刚好达到了厚壁环锻件所需尺寸;控制锥辊不再向下作进给运动,调整径向进给速度为 0.40mm/s 并逐步减小,对其进行校圆、整形,最终

成形为矩形的厚壁环锻件。

[0010] 所述主辊的径向进给速度 v_1 和锥辊的轴向进给速度 v_2 满足关系如下：

$$[0011] \quad v_1 = \frac{d_1 - d}{h_2 - h} v_2$$

[0012] 式中： d_1 为异形环坯的总厚度、 h_2 为异形环坯内壁的高度、 d 为厚壁环锻件的厚度、 h 为厚壁环锻件的高度。

[0013] 所述专用模具的上、下两端分别设计了形状相同、尺寸不同的两个模具型腔。

[0014] 所述 α 相钛合金为 TA7 合金。

[0015] 与现有技术相比，本发明的有益效果如下：

[0016] 本发明所述 α 相钛合金厚壁环锻件的轧制成形方法，通过采用靠近内壁处具有凸台的异形环坯成形为厚壁环锻件，该异形环坯的优点在于，终轧成形的时候，异形环坯外壁的上端是一个放空状态，不受外力作用，在轧制力的作用下，金属材料除了部分金属材料会沿切线方向流动，使环件的内径、外径增大，壁厚减小外，还有一部分金属材料会沿轴向和径向流动，填充异形部分的空腔，而不会在内壁和外壁两侧上端处积压形成折叠。而且经计算，该异形环坯轧制成厚壁环锻件，其变形量为 30%~50%，能够满足变形量要求。

[0017] 本方法采用主辊以 $v_1 = 2.00\text{mm/s} \sim 4.00\text{mm/s}$ 径向进给速度、锥辊以 $v_2 = 1.10\text{mm/s} \sim 2.20\text{mm/s}$ 的轴向进给速度的进给方式，使他们满足公式 $v_1 = \frac{d_1 - d}{h_2 - h} v_2$ ，保证当外径尺寸

达到要求尺寸时，异形部分刚好被填充完整，避免了径向进给速度和轴向进给速度不匹配而形成的缺陷，如径向进给速度过快导致异形部分填充不满等缺陷，或者轴向进给速度过快而导致出现折叠或凹槽等缺陷。而且主辊的径向进给速度为 $v_1 = 2.00\text{mm/s} \sim 4.00\text{mm/s}$ 、锥辊轴向进给速度为 $v_2 = 1.10\text{mm/s} \sim 2.20\text{mm/s}$ 不会造成温升现象。

[0018] 以牌号为 TA7 的 α 相钛合金厚壁环锻件为例：

[0019] 经检测该合金厚壁环锻件无凹槽、折叠等表面缺陷。

[0020] 经检测该合金厚壁环锻件的室温拉伸性能，其抗拉强度为 1411Mpa~1451Mpa（大于使用要求的 1345Mpa），其抗拉强度为 745MPa（大于设计使用要求的 706.5MPa），断后伸长率为 6%（大于设计使用要求的 5%）。

[0021] 经检测该合金厚壁环锻件的高温拉伸持久试验的检测结果也均符合技术条件要求。

[0022] 上述理化检测结果表明，采用改进后的中间坯轧制成形的 TA7 厚壁环锻件各项性能指标均符合要求，解决了端面凹坑、折叠等缺陷，并且其力学性能和组织性能达到了厚壁环件的使用要求。

附图说明

[0023] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0024] 图 1 是中间坯压型过程示意图。

[0025] 图 2 是中间坯的结构示意图。

[0026] 图 3 是专用模具的结构示意图。

[0027] 图 4 是轧制过程中中间坯的截面变化示意图。

[0028] 图 5 是厚壁环锻件结构示意图。

具体实施方式

[0029] 实施本发明所述的 α 相钛合金厚壁环锻件的轧制成形方法需要提供锻造加热炉、压力机、轧环机、机械手等设备。下面以我国材料牌号为 TA7 的 α 相钛合金为例来详细说明该方法的具体实施方式：

[0030] 该合金的主要化学元素含量（重量百分比）为：含 Al 量 4.0%~6.0%、含 Sn 量 2.0%~3.0%、含 Fe 量 $\leq 0.50\%$ 、含 C 量 $\leq 0.10\%$ 、含 N 量 $\leq 0.05\%$ 、含 H 量 $\leq 0.015\%$ 、含 O 量 $\leq 0.20\%$ 、余量为 Ti、其他元素总和 ≤ 0.40 。

[0031] 本方法的步骤如下：

[0032] 步骤 1：制备中间坯

[0033] 把按规格下料的 TA7 合金棒材在锻造加热炉内加热到变形温度，镦粗、冲孔、预轧成矩形环坯。

[0034] 把矩形环坯放在压力机的砧板 300 上，再将专用模具 200 均匀放在矩形环坯上，如图 1 所示，以 $F = 620\text{KN} \sim 5800\text{KN}$ 的下压力驱动压锤 400 向下移动，并将矩形环坯压成所需异形环坯 100。

[0035] 由于厚壁环锻件 500 的尺寸是已知的，根据等体积原则，可以将异形环坯 100 设计成如图 2 所示结构，其中，异形环坯 100 的外壁高度 h_1 小于厚壁环锻件 500 的高度 h ，异形环坯 100 的内壁高度 h_2 要大于厚壁环锻件 500 的高度 h ；异形环坯 100 的凸台上端面厚度 d_2 是异形环坯 100 总厚度 d_1 的 0.25~0.35 倍，下端面厚度 d_3 要大于或等于 0.4 倍异形环坯 100 的总厚度 d_1 。

[0036] 图 3 为制备中间坯 100 的专用模具 200 结构示意图。专用模具 200 的上、下端分别设计了形状相同、尺寸不同的模具型腔 201 和 202，用于轧制不同规格的厚壁环锻件。

[0037] 步骤 2：终轧成形

[0038] 将异形环坯 100 重新加热到变形温度后装入环轧机，设定主辊转速为 1.0rad/s 、锥辊转速为 0.9rad/s ，当异形环坯 100 被咬入进行轧制后，控制径向轧制力为 $520\text{KN} \sim 3800\text{KN}$ 、轴向轧制力为 $320\text{KN} \sim 3600\text{KN}$ ，分别驱动主辊以 $v_1 = 2.00\text{mm/s} \sim 4.00\text{mm/s}$ 径向进给速度、锥辊以 $v_2 = 1.10\text{mm/s} \sim 2.20\text{mm/s}$ 的轴向进给速度进行轧制成形，其中，主辊的径向进给速度 v_1 和锥辊的轴向进给速度 v_2 满足关系如下：

$$[0039] \quad v_1 = \frac{d_1 - d}{h_2 - h} v_2$$

[0040] 式中： d_1 异形环坯的总厚度、 h_2 为异形环坯内壁的高度、 d 为厚壁环锻件的厚度、 h 厚壁环锻件的高度。

[0041] 在主辊和芯辊的配合下，异形环坯 100 如同处于一个半封闭式的型腔中，异形环坯 100 靠近外壁处的上端面是一个放空状态，不受外力作用，在轧制过程中，异形环坯 100 在径向轧制力以及施加在内壁处凸台上端的轴向轧制力的作用下，除了部分金属材料会沿切线方向流动，使环件的内径、外径增大，壁厚减小外，还有一部分金属材料会沿轴向和径向流动，填充异形部分的空腔，其填充过程如图 4 所示。

[0042] 步骤 3：校圆、整形

[0043] 当异形部分的空腔被全部充满时,刚好达到了厚壁环锻件 500 所需尺寸;控制锥辊不再向下作进给运动,调整径向进给速度为 0.40mm/s 并逐步减小,对其进行校圆、整形,最终成形为矩形的厚壁环锻件 500,如图 5 所示。

[0044] 采用上述方法轧制成形的 TA7 合金厚壁环锻件,其高厚比在 0.5 ~ 1.2 之间。

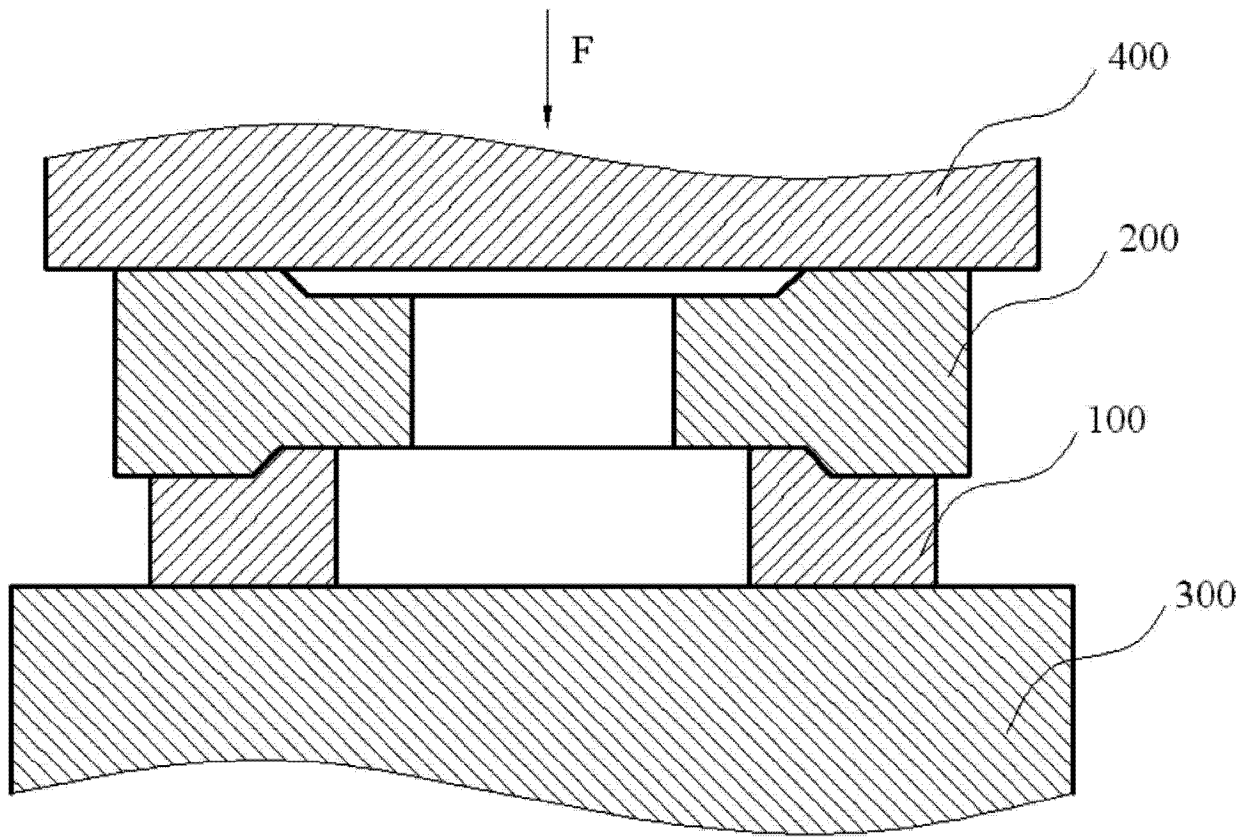


图 1

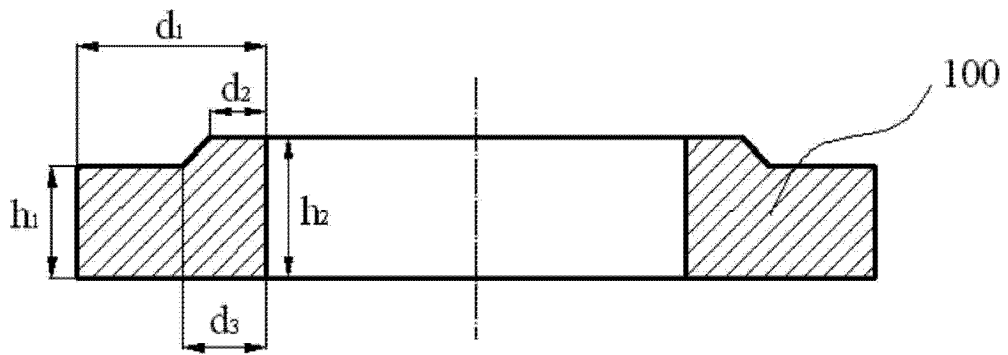


图 2

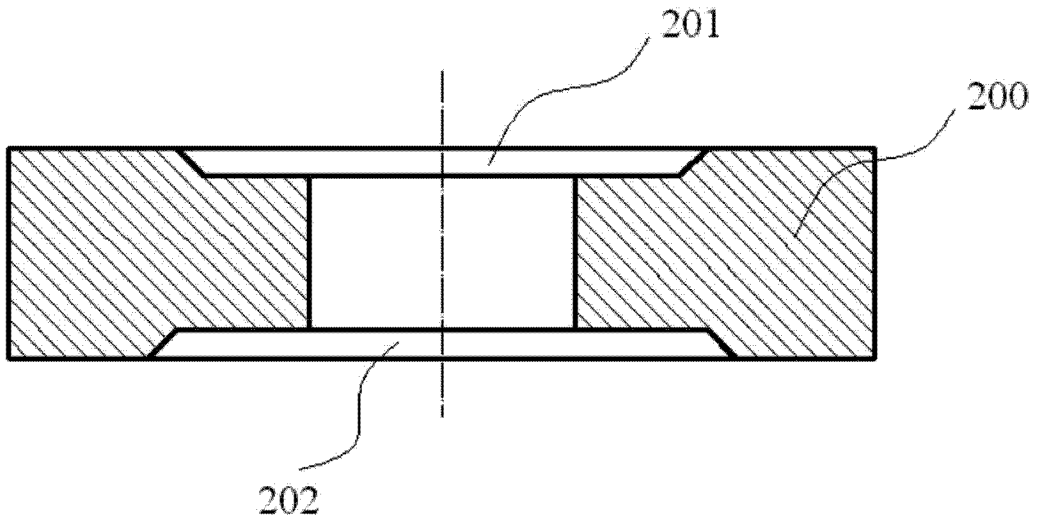


图 3

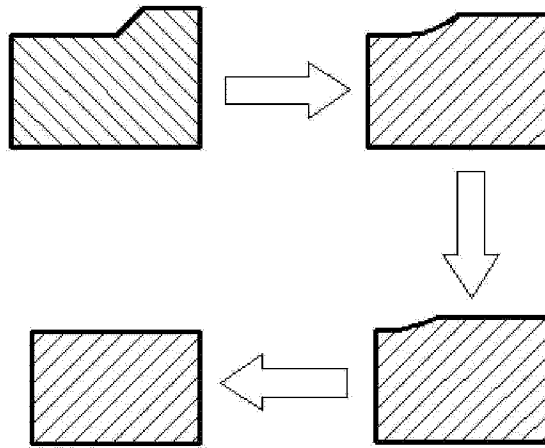


图 4

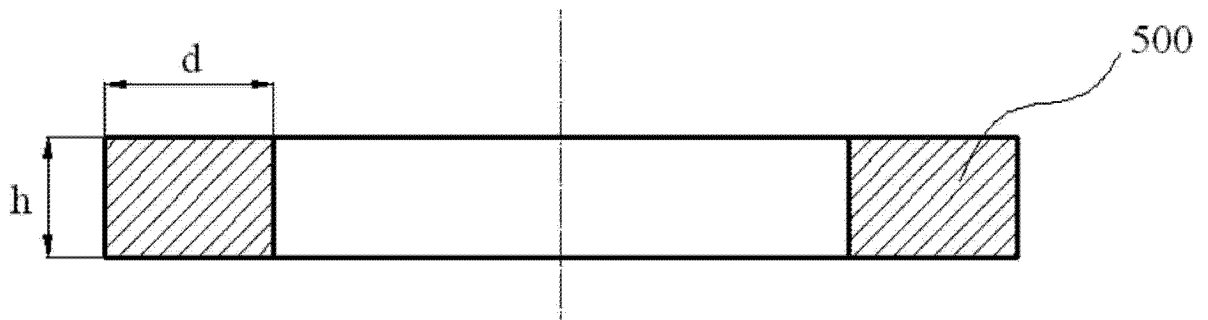


图 5