



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103028903 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201210479885. 9

CN 102433422 A, 2012. 05. 02, 全文.

(22) 申请日 2012. 11. 22

CN 102321796 A, 2012. 01. 18, 全文.

(73) 专利权人 西安航空动力股份有限公司
地址 710021 陕西省西安市北郊徐家湾

陈明和 等. “TC4 钛板飞行器蒙皮零件热校形研究”. 《航空精密制造技术》. 1999, 第 35 卷 (第 5 期), 第 20 页.

(72) 发明人 孙惠娴 李淑文 过月娥 曹伟
贺军

审查员 刘海军

(74) 专利代理机构 西北工业大学专利中心
61204

代理人 慕安荣

(51) Int. Cl.

B23P 15/00(2006. 01)

G22F 1/18(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102107243 A, 2011. 06. 29, 说明书第 35-46 段及图 2-6.

CN 102418059 A, 2012. 04. 18, 说明书第 51 段.

US 5242102 A, 1993. 09. 07, 全文.

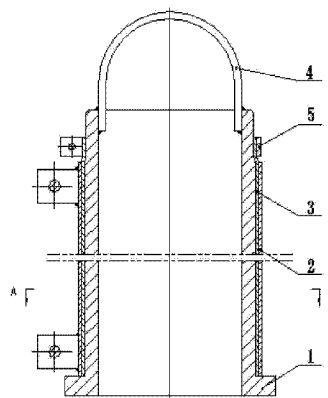
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种钛合金阻尼套的热成型方法及夹具

(57) 摘要

一种钛合金阻尼套的热成型方法及夹具。所述钛合金阻尼套的热成型方法是利用材料热校型原理, 首先将下料制成的板料状工件在冷态下进行装夹预成型; 然后将预成型工件装入真空炉内, 在热态 600 ~ 650℃保温 2 ~ 3 小时的条件下进行热定型处理, 由于在该温度范围内钛合金材料软化, 同时工件装夹弯曲时的冷态装夹应力得以消除, 材料的高温软化效应使工件形状在冷却后固定, 卸掉夹具后零件变成细长筒状, 实现了通过冷加工的方式滚圆成形钛合金阻尼套。



1. 一种钛合金阻尼套的热成型方法,其特征在于,具体步骤是:

步骤 1、准备坯料:通过下料冲孔、切边,制成阻尼套的坯料;对所述坯料用丙酮清洗干净;

步骤 2、阻尼套预成形:通过夹具实现阻尼套预成形;将得到的坯料装夹到清洗干净的夹具上;大固定套放置在成形套筒的底端面径向凸出的工件座的上表面,将坯料安放在大固定套和成形套筒中间,坯料下端安放在成形套筒底端面径向凸出的工件座上表面;将坯料弯曲成筒形,紧固螺栓的螺杆从大固定套的螺孔内穿过后拧紧螺母,将大固定套夹紧在成形套筒上,小固定环装夹在坯料上端,紧固螺栓的螺杆从小固定环的螺孔内穿过后拧紧螺母,至此完成阻尼套的预成形;将预成形的阻尼套吊装入真空炉内进行热定型处理;

步骤 3、热处理成形:所述热处理成形的具体过程是:

装炉:将预成形的阻尼套放入真空热处理炉内,平放在托架上,将测量温度的热电偶贴紧工装放置在预成形的阻尼套旁,并使热电偶与预成形的阻尼套之间的距离为 10mm;

抽真空:对真空炉抽真空至 6.65×10^{-2} Pa 时,以 $5 \sim 10^\circ\text{C} / \text{分}$ 的升温速率将阻尼套加热至 400°C ;以 $3 \sim 6^\circ\text{C} / \text{分}$ 的升温速率将预成形的阻尼套升温至 $600 \sim 650^\circ\text{C}$;在 $600 \sim 650^\circ\text{C}$ 保温 $2 \sim 3$ 小时,使该预成形的阻尼套充分软化,并形成圆筒状有开口的阻尼套;

步骤 4,定型:通过冷却的方式使成形的阻尼套定型;所述预成形的阻尼套随炉真空冷却到 $300 \sim 200^\circ\text{C}$;向真空炉内充入氩气,并通过风扇将工件冷到 80°C ;取出安装工件的夹具空冷到室温,得到热成形的钛合金阻尼套;所述氩气的压力为 $0.8 \sim 1.0$ bar,氩气的纯度为 99.99%。

2. 一种用于所述钛合金阻尼套的热成型方法的夹具,其特征在于,包括成形套筒、大固定套和小固定环,其特征在于,小固定环套装在成形套筒外表面上端,大固定环套装在成形套筒外表面下端;所述成形套筒的外径与所成形工件的内径相同。

3. 如权利要求 2 所述用于钛合金阻尼套的热成型的夹具,其特征在于,在所述成形套筒上端的外圆周表面为与所成形工件的内圆表面的阶梯相对应的阶梯状。

4. 如权利要求 2 所述用于钛合金阻尼套的热成型的夹具,其特征在于,所述大固定套的内径与所成形工件的外径相同;并且在大固定套圆周上有沿该大固定套轴向延伸的开口;该所述开口的宽度根据所成形工件开口的尺寸确定,并且开口的宽度略小于工件开口的宽度。

5. 如权利要求 2 所述用于钛合金阻尼套的热成型的夹具,其特征在于,所述小固定环的内径与所成形工件收口处的外径相同;并且在小固定环圆周上有沿该小固定环轴向延伸的开口;所述开口的宽度略小于工件开口的宽度。

一种钛合金阻尼套的热成型方法及夹具

技术领域

[0001] 本发明属于热处理定型技术,具体是一种钛合金阻尼套的热成型方法及夹具。

背景技术

[0002] 原发动机阻尼套采用镍基高温合金 GH4169 制造,其成型技术是通过冷加工滚圆成型。此阻尼套将材料改为钛合金 TC4,且结构长,壁厚薄,结构新颖,并安装于大飞机用发动机。因其具有直径小($\phi=133\text{mm}$)、轴径长($L=665\text{mm}$)、壁厚薄($d=0.5\text{mm}$)等特点,TC4 钛合金材料弹性大,冷加工成形回弹大,通过三轴滚床滚圆后,工件袈弯形状在工件取下时又反弹回板状,因此无法通过冷加工滚圆成形。

[0003] 在公开号为 CN102321796A 的发明申请中公开了一种金属材料密封环淬火过程中的热定型夹具及热定型方法。该方法通过上下盖板定型已加工成基础形状的工件,所定型的工件是在已加工成圆环形的基础形状(开口金属环和闭口金属环)的前提下,采用材料淬火、回火工艺定型零件及零件开口尺寸,其工艺是通过淬火过程完成工件定型,在定型工艺过程中首先必须保证材料的硬度等各项性能在定型后合格,其零件为金属密封环,零件特征为外径方向尺寸远大于零件的高度和厚度。现申报专利为在零件未有基础形状,为板料的特征下进行定型,是通过工装使工件先成形再通过热处理定型来实现,且最终定型的零件特征为细长圆筒形状,零件轴向长度 $L=665\text{mm}$,远大于圆筒的直径 133mm ,并且采用消除应力温度为定型温度,不影响材料性能,定型对材料性能无风险。公开号为 CN102321796A 的发明适用有形的工件,不适用于无基础形状的圆筒形工件的成形。

发明内容

[0004] 为克服现有技术中存在的无法通过冷加工滚圆成形钛合金阻尼套的不足,本发明提出了一种钛合金阻尼套的热成型方法及夹具。

[0005] 本发明所述钛合金阻尼套的热成型方法的具体步骤是:

[0006] 步骤 1、准备坯料:通过下料冲孔、切边,制成阻尼套的坯料。对所述坯料用丙酮清洗干净。

[0007] 步骤 2、阻尼套预成形:通过夹具实现阻尼套预成形。将得到的坯料装夹到清洗干净的夹具上。大固定套放置在成形套筒 1 的底端面径向凸出的工件座的上表面,将坯料安放在大固定套和成形套筒中间,坯料下端面安放在成形套筒底端面径向凸出的工件座上表面。将坯料弯曲成筒形,紧固螺栓的螺杆从大固定套的螺孔内穿过后拧紧螺母,将大固定套夹紧在成形套筒上,小固定环装夹在坯料上端,紧固螺栓的螺杆从小固定环的螺孔内穿过后拧紧螺母,至此完成阻尼套的预成形。将预成形的阻尼套吊装入真空炉内进行热定型处理。

[0008] 步骤 3、热处理成形:所述热处理成形的具体过程是:

[0009] 装炉:将预成形的阻尼套放入真空热处理炉内,平放在托架上,将测量温度的热电偶支贴紧工装放置在预成形的阻尼套旁,并使热电偶与预成形的阻尼套之间的距离为

10mm。

[0010] 抽真空：对真空炉抽真空至 6.65×10^{-2} Pa 时，以 $5 \sim 10^\circ\text{C} / \text{分}$ 的升温速率将阻尼套加热至 400°C 。以 $3^\circ\text{C} / \text{分}$ 的升温速率将预成形的阻尼套升温至 $600 \sim 650^\circ\text{C}$ 。在 $600 \sim 650^\circ\text{C}$ 保温 $2 \sim 3$ 小时，使该预成形的阻尼套充分软化，并形成圆筒状有开口的阻尼套。

[0011] 步骤 4，定型。通过冷却的方式使成形的阻尼套定型。所述预成形的阻尼套随炉真空冷却到 300°C 。向真空炉内充入氩气，并通过风扇将工件冷到 80°C 。取出安装工件的夹具空冷到室温，得到热成形的钛合金阻尼套。所述氩气的压力为 $0.8 \sim 1.0\text{bar}$ ，氩气的纯度为 99.99%。

[0012] 本发明还提出了一种用于所述钛合金阻尼套的热成形方法的夹具，包括成形套筒、大固定套和小固定环，其特征在于，小固定环套装在成形套筒外表面上端，大固定套套装在成形套筒外表面下端。所述成形套筒的外径与所成形工件的内径相同。

[0013] 在所述成形套筒上端的外圆周表面为与所成形工件的内圆表面的阶梯相对应的阶梯状。

[0014] 所述大固定套的内径与所成形工件的外径相同。并且在大固定套圆周上有沿该大固定套 2 轴向延伸的开口；该所述开口的宽度根据所成形工件开口的尺寸确定，并且开口的宽度略小于工件开口的宽度；所述开口的宽度略小于工件开口的宽度。

[0015] 所述小固定环的内径与所成形工件收口处的外径相同。并且在小固定环圆周上有沿该小固定环轴向延伸的开口；所述开口的宽度略小于工件开口的宽度。

[0016] 本发明用于解决薄壁钛合金阻尼套的开口尺寸定型工艺，确保阻尼套的开口尺寸及形状能够满足使用要求。本发明利用材料热校型原理，首先将下料制成的板料状工件在冷态下进行装夹预成型；然后将预成型工件装入真空炉内，在热态 $600 \sim 650^\circ\text{C}$ 保温 $2 \sim 3$ 小时的条件下进行热定型处理，由于在该温度范围内钛合金材料软化，同时工件装夹弯曲时的冷态装夹应力得以消除，材料的高温软化效应使工件形状在冷却后固定，卸掉夹具后零件变成细长筒状。

附图说明

[0017] 图 1 是夹具的结构示意图，其中，图 1a 是主视图，图 1b 是图 1a 的 A—A 向视图；

[0018] 图 2 是成形套筒的结构示意图，其中，图 2a 是主视图，图 2b 是图 2a 的俯视图；

[0019] 图 3 是大固定套的结构示意图，其中，图 3a 是主视图，图 3b 是图 3a 的俯视图；

[0020] 图 4 是小固定环的结构示意图，其中，图 4a 是主视图，图 4b 是图 4a 的俯视图；

[0021] 图 5 是经过最终热定型后的工件实物图。图中：

[0022] 1. 成形套筒 2. 大固定套 3. 工件 4. 提手 5. 小固定环

具体实施方式

[0023] 实施例 1

[0024] 本实施例是一种钛合金阻尼套的热成形方法，所成形的钛合金阻尼套为圆筒状，其上端有收口，使该钛合金阻尼套的外形呈瓶状。成形所述钛合金阻尼套的板料为网状矩形薄板，其长度为 655mm、宽度为 397mm、厚度为 0.5mm。

[0025] 具体步骤是：

[0026] 步骤 1、准备坯料：通过下料冲孔、切边，制成阻尼套的坯料。所述坯料为网状矩形薄板，其长度为 655mm、宽度为 397mm、厚度为 0.5mm。对所述坯料用丙酮清洗干净，以防止零件被污染，便于热处理后能得到洁净光亮的表面状态。

[0027] 步骤 2、阻尼套预成形：通过夹具实现阻尼套预成形。将得到的坯料装夹到清洗干净的夹具上。大固定套 2 放置在成形套筒 1 的底端面径向凸出的工件座的上表面，将坯料 3 安放在大固定套 2 和成形套筒 1 中间，坯料 3 下端面安放在成形套筒 1 底端面径向凸出的工件座上表面。将坯料 3 弯曲成筒形，紧固螺栓的螺杆从大固定套 2 的螺孔内穿过后拧紧螺母，将大固定套 2 夹紧在成形套筒 1 上，小固定环 5 装夹在坯料上端，紧固螺栓的螺杆从小固定环 5 的螺孔内穿过后拧紧螺母，至此完成阻尼套的预成形。将预成形的阻尼套吊装入真空炉内进行热定型处理。

[0028] 步骤 3、热处理成形：所述热处理成形的具体过程是：

[0029] 装炉：将预成形的阻尼套放入真空热处理炉内，平放在托架上，将测量温度的 2 支热电偶放置在预成形的阻尼套旁，并使热电偶与预成形的阻尼套之间的距离为 10mm。

[0030] 抽真空：对真空炉抽真空至 6.65×10^{-2} Pa 时，开始以 $5^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 的升温速率将该真空炉的炉温升至 400°C 并保温，使位于炉内的预成形的阻尼套的温度达到 400°C 。以 $3^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 的升温速率将炉温升到 $600 \sim 650^{\circ}\text{C}$ ，并保温至预成形的阻尼套的温度达到 $600 \sim 650^{\circ}\text{C}$ 。在 $600 \sim 650^{\circ}\text{C}$ 保温 2 ~ 3 小时，使该预成形的阻尼套充分软化，并形成圆筒状有开口的阻尼套。本实施例中，以 $3^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 的升温速率将炉温升到 650°C ，并保温至预成形的阻尼套的温度达到 650°C 。在 650°C 保温 3 小时。

[0031] 步骤 4，定型。通过冷却的方式使成形的阻尼套定型。所述预成形的阻尼套随炉真空冷却到 300°C 。向真空炉内充入氩气，所述氩气的压力为 $0.8 \sim 1.0\text{bar}$ ，氩气的纯度为 99.99%。在向真空炉内充入氩气时，通过风扇将工件冷到 80°C 。打开炉门取出安装工件的夹具空冷到室温。卸掉工装，得到热成形的钛合金阻尼套。本实施例中，所述预成形的阻尼套随炉真空冷到 300°C ，氩气的压力为 0.8bar 。

[0032] 经测量，本实施例所成形的工件满足设计要求。

[0033] 实施例 2：

[0034] 本实施例是一种钛合金阻尼套的热成形方法，所成形的钛合金阻尼套为圆筒状，其上端有收口，使该钛合金阻尼套的外形呈瓶状。

[0035] 步骤 1、准备坯料：通过下料冲孔、切边，制成阻尼套的坯料。所述坯料为网状矩形薄板，其长度为 655mm、宽度为 397mm、厚度为 0.5mm。对所述坯料用丙酮清洗干净，以防止零件被污染，便于热处理后能得到洁净光亮的表面状态。

[0036] 步骤 2、阻尼套预成形：通过夹具实现阻尼套预成形。将得到的坯料装夹到清洗干净的夹具上。大固定套 2 放置在成形套筒 1 的底端面径向凸出的工件座的上表面，将坯料 3 安放在大固定套 2 和成形套筒 1 中间，坯料 3 下端面安放在成形套筒 1 底端面径向凸出的工件座上表面。将坯料 3 弯曲成筒形，紧固螺栓的螺杆从大固定套 2 的螺孔内穿过后拧紧螺母，将大固定套 2 夹紧在成形套筒 1 上，小固定环 5 装夹在坯料上端，紧固螺栓的螺杆从小固定环 5 的螺孔内穿过后拧紧螺母，至此完成阻尼套的预成形。将预成形的阻尼套吊装入真空炉内进行热定型处理。

[0037] 步骤 3、热处理成形：所述热处理成形的具体过程是：

[0038] 装炉 :将预成形的阻尼套放入真空热处理炉内,平放在托架上,将测量温度的 3 支热电偶放置在预成形的阻尼套旁,并使热电偶与预成形的阻尼套之间的距离为 10mm。

[0039] 抽真空 :对真空炉抽真空至 6.65×10^{-2} Pa 时,开始以 $10^{\circ}\text{C} / \text{分}$ 的升温速率将该真空炉的炉温升至 400°C 并保温,使位于炉内的预成形的阻尼套的温度达到 400°C 。以 $6^{\circ}\text{C} / \text{分}$ 的升温速率将炉温升到 $600 \sim 650^{\circ}\text{C}$,并保温至预成形的阻尼套的温度达到 $600 \sim 650^{\circ}\text{C}$ 。在 $600 \sim 650^{\circ}\text{C}$ 保温 2 ~ 3 小时,使该预成形的阻尼套充分软化,并形成圆筒状有开口的阻尼套。本实施例中,以 $6^{\circ}\text{C} / \text{分}$ 的升温速率将炉温升到 650°C ,并保温至预成形的阻尼套的温度达到 650°C 。在 650°C 保温 2 小时。

[0040] 步骤 4,定型。通过冷却的方式使成形的阻尼套定型。所述预成形的阻尼套随炉真空冷却到 260°C 。向真空炉内充入氩气,所述氩气的压力为 $0.8 \sim 1.0\text{bar}$,氩气的纯度为 99.99%。在向真空炉内充入氩气时,通过风扇将工件冷到 80°C 。打开炉门取出安装工件的夹具空冷到室温。卸掉工装,得到热成形的钛合金阻尼套。本实施例中,所述预成形的阻尼套随炉真空冷到 260°C 。氩气的压力为 $0.8 \sim 1.0\text{bar}$ 。

[0041] 经测量,本实施例所成形的工件满足设计要求。

[0042] 实施例 3 :

[0043] 本实施例是一种钛合金阻尼套的热成形方法,所成形的钛合金阻尼套为圆筒状,其上端有收口,使该钛合金阻尼套的外形呈瓶状。

[0044] 步骤 1、准备坯料 :通过下料冲孔、切边,制成阻尼套的坯料。所述坯料为网状矩形薄板,其长度为 655mm、宽度为 397mm、厚度为 0.5mm。对所述坯料用丙酮清洗干净,以防止零件被污染,便于热处理后能得到洁净光亮的表面状态。

[0045] 步骤 2、阻尼套预成形 :通过夹具实现阻尼套预成形。将得到的坯料装夹到清洗干净的夹具上。大固定套 2 放置在成形套筒 1 的底端面径向凸出的工件座的上表面,将坯料 3 安放在大固定套 2 和成形套筒 1 中间,坯料 3 下端面安放在成形套筒 1 底端面径向凸出的工件座上表面。将坯料 3 弯曲成筒形,紧固螺栓的螺杆从大固定套 2 的螺孔内穿过后拧紧螺母,将大固定套 2 夹紧在成形套筒 1 上,小固定环 5 装夹在坯料上端,紧固螺栓的螺杆从小固定环 5 的螺孔内穿过后拧紧螺母,至此完成阻尼套的预成形。将预成形的阻尼套吊装入真空炉内进行热定型处理。

[0046] 步骤 3、热处理成形 :所述热处理成形的具体过程是 :

[0047] 装炉 :将预成形的阻尼套放入真空热处理炉内,平放在托架上,将测量温度的 4 支热电偶放置在预成形的阻尼套旁,并使热电偶与预成形的阻尼套之间的距离为 10mm。

[0048] 抽真空 :对真空炉抽真空至 6.65×10^{-2} Pa 时,开始以 $6^{\circ}\text{C} / \text{分}$ 的升温速率将该真空炉的炉温升至 400°C 并保温,使位于炉内的预成形的阻尼套的温度达到 400°C 。以 $3^{\circ}\text{C} / \text{分}$ 的升温速率将炉温升到 $600 \sim 650^{\circ}\text{C}$,并保温至预成形的阻尼套的温度达到 $600 \sim 650^{\circ}\text{C}$ 。在 $600 \sim 650^{\circ}\text{C}$ 保温 2 ~ 3 小时,使该预成形的阻尼套充分软化,并形成圆筒状有开口的阻尼套。本实施例中,以 $3^{\circ}\text{C} / \text{分}$ 的升温速率将炉温升到 600°C ,并保温至预成形的阻尼套的温度达到 600°C 。在 600°C 保温 3 小时。

[0049] 步骤 4,定型。通过冷却的方式使成形的阻尼套定型。所述预成形的阻尼套随炉真空冷却到 200°C 。向真空炉内充入氩气,所述氩气的压力为 $0.8 \sim 1.0\text{bar}$,氩气的纯度为 99.99%。在向真空炉内充入氩气时,通过风扇将工件冷到 80°C 。打开炉门取出安装工件的

夹具空冷到室温。卸掉工装,得到热成形的钛合金阻尼套。本实施例中,所述预成形的阻尼套随炉真空冷到 200℃。氩气的压力为 0.8 ~ 1.0bar。

[0050] 经测量,本实施例所成形的工件满足设计要求。

[0051] 实施例 4

[0052] 本实施例是一种用于所述钛合金阻尼套的热成形方法的夹具,包括成形套筒 1、大固定套 2 和小固定环 5。

[0053] 成形套筒 1 采用 1Cr18Ni9Ti 制成。所述成形套筒 1 的外径与所成形工件的内径相同。在所述成形套筒 1 上端的外圆周表面为与所成形工件的内圆表面的阶梯相对应的阶梯状。在所述成形套筒 1 下端的外圆周表面有径向凸出的工件座,将成形工件的下端面安放在该工件座的上表面。

[0054] 大固定套 2 亦采用 1Cr18Ni9Ti 制成。所述大固定套 2 的内径与所成形工件的外径相同。并且在大固定套 2 圆周上有沿该大固定套 2 轴向延伸的开口,使大固定套的横向剖面呈“C”形。所述开口的宽度根据所成形工件开口的尺寸确定,并且开口的宽度略小于工件开口的宽度。在所述开口的两侧边对称分布有 2 对连接头。在所述连接头上有同心的连接孔。

[0055] 该大固定套 2 的轴向长度与从成形套筒下端的工件座上表面至该成形套筒上端阶梯面下表面之间的长度相同。

[0056] 小固定环 5 亦采用 1Cr18Ni9Ti 制成。所述小固定环的内径与所成形工件收口处的外径相同。

[0057] 所述小固定环 5 的内径与所成形工件的外径相同。并且在小固定环 5 圆周上有沿该小固定环 5 轴向延伸的开口,使小固定环 5 的横向剖面呈“C”形。所述开口的宽度根据所成形工件开口的尺寸确定,并且开口的宽度略小于工件开口的宽度。

[0058] 上述实施例中,所述经过预成形的阻尼套在热处理成形前,坯料为网状板料。经热处理定型之后,零件形状变为细长的筒状结构,钛合金材料在 600℃~650℃温度下软化,同时工件装夹弯曲时的冷态装夹应力得以消除,材料的高温软化效应使零件形状在冷却后固定,卸掉夹具后零件形状变为细长的筒状结构。经过最终热定型处理,零件成为开口圆筒状,零件各部位尺寸符合工艺设计要求。

[0059] 装夹坯料时,使零件与内成形套筒紧密贴合,将外成形套筒内表面与零件表面贴紧,拧紧外固定环紧固螺钉,使其在室温下固定在工装内进行预定型处理,零件开口尺寸的大小变化随夹具内固定环尺寸变形而变化。将装夹好预定型的阻尼套放入真空热处理炉内,进行最终热定型处理,在真空炉中 600℃~650℃保温 2~3 小时,钛合金材料在 600℃~650℃温度下软化,同时工件装夹弯曲时的冷态装夹应力得以消除,材料的高温软化效应使零件形状在冷却后固定,卸掉夹具后零件变成细长筒状。

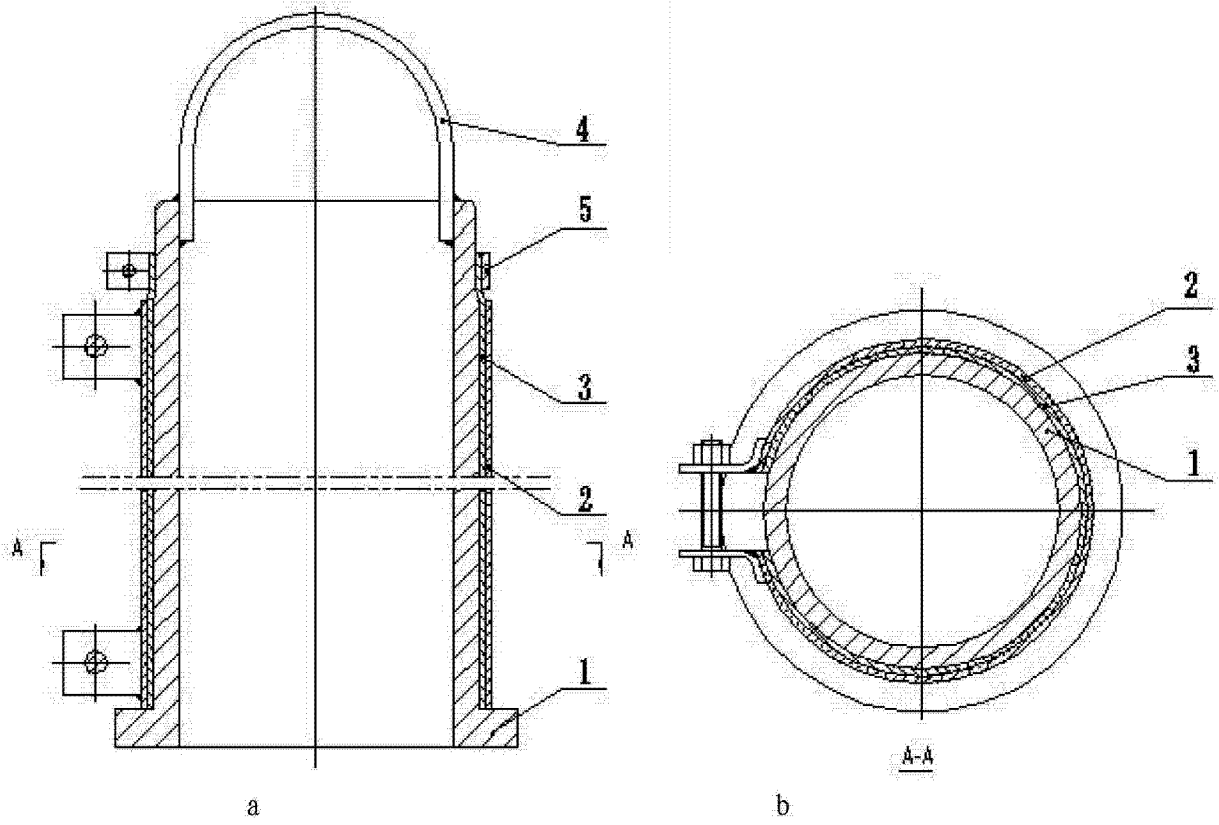


图 1

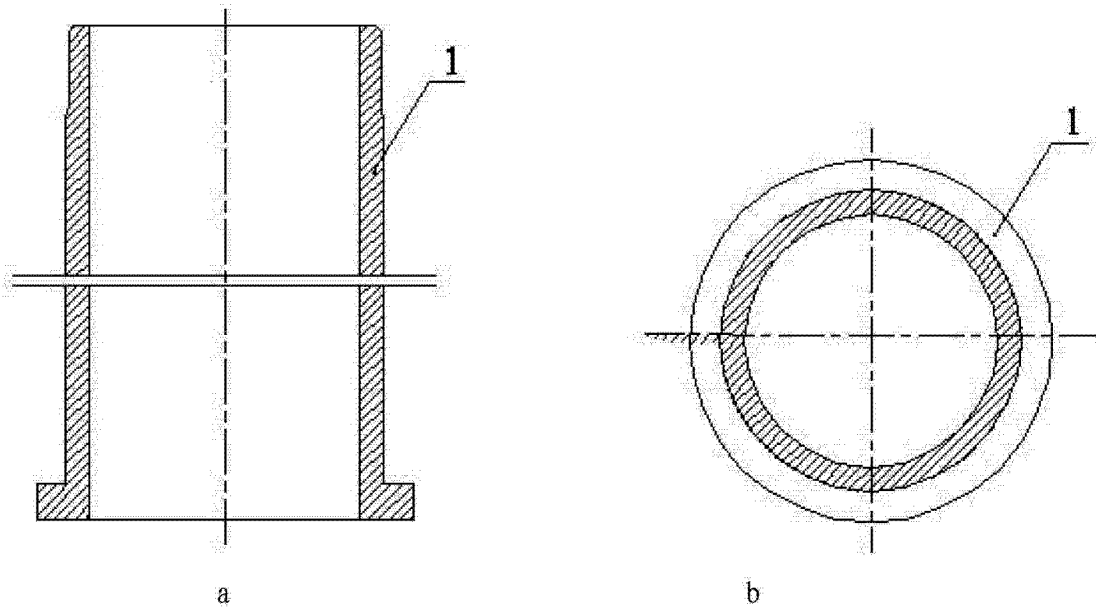


图 2

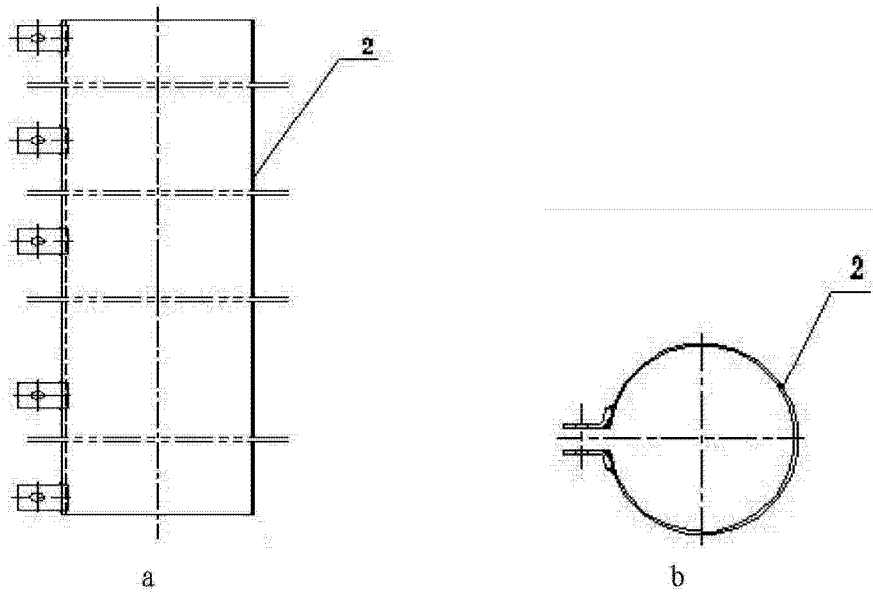


图 3

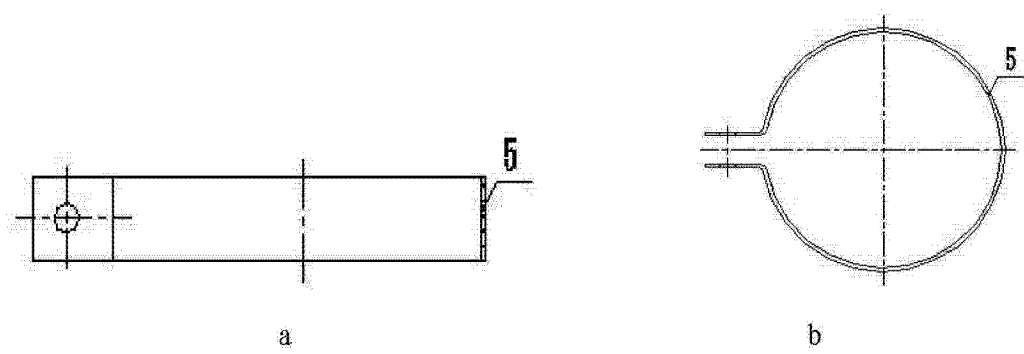


图 4

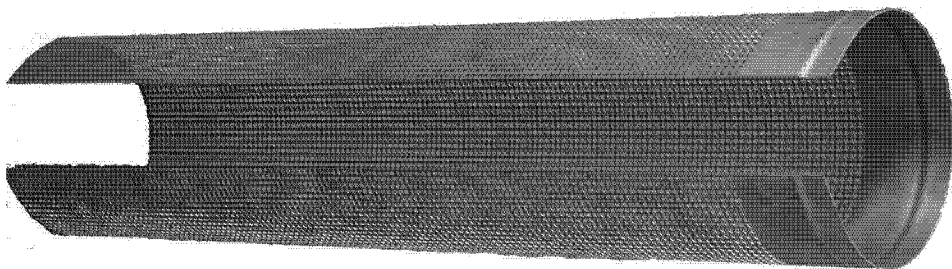


图 5