(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102873096 B
(45)授权公告日 2015.12.02

(21)申请号 201210409350.4

(22)申请日 2012.10.24

(73)专利权人 东北大学
地址 110004 辽宁省沈阳市和平区文化路3号巷11号

(72)发明人 管仁国 刘春明 赵红亮 李洋 钞润泽 连超 王祥

(74)专利代理机构 郑州红元帅专利代理事务所(普通合伙) 41117
代理人 王瑞丽

(51)Int.Cl.
*B21B 3/00*(2006.01)

(56)对比文件

CN 101690941 A,2010.04.07, 权利要求1、4、说明书第10、36－38段、图2.

CN 1915547 A,2007.02.21, 说明书第4页第4段、第6页最后一段、图1.

CN 202366940 U,2012.08.08, 说明书第23段、图1.

CN 1900384 A,2007.01.24, 权利要求1.

CN 1915546 A,2007.02.21, 全文.

KR 20020012803 A,2002.02.20, 全文.

审查员 刘娟

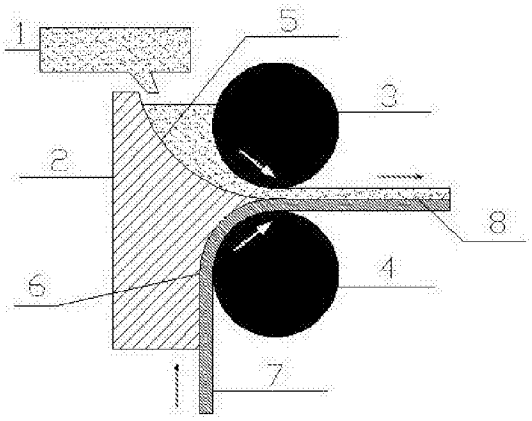
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种制备金属复合板带材的固态/半固态复合成形装置和方法

(57)摘要

本发明涉及一种制备金属复合板带材的固态/半固态复合成形装置和方法，包括进料靴、上工作辊和下工作辊，所述进料靴、上工作辊和下工作辊设在机架上；所述上工作辊包括冷却水孔、冷却水通道、空心轴、轴外进水通道、轴内出水通道和上工作辊凹槽，冷却水孔通过冷却水通道与空心轴连通；所述下工作辊上设有与上工作辊凹槽相配合的下工作辊凸台；进料靴上设有进料靴上弧形面和带有进料靴下弧形面环形凹槽的进料靴下弧形面，分别与上工作辊凹槽和下工作辊凸台形成液态金属和固态母板材的进料型腔。本装置结构较简单，便于操作；本方法工艺流程短，工艺条件易于控制，成本低，易于实现工业化生产。




CN 102873096 B

1. 一种制备金属复合板带材的固态 / 半固态复合成形装置，其特征在于 ：包括进料靴、上工作辊和下工作辊，所述进料靴、上工作辊和下工作辊设在机架上 ；所述上工作辊包括冷却水孔、冷却水通道、空心轴、轴外进水通道、轴内出水通道和上工作辊凹槽，冷却水孔通过冷却水通道与空心轴连通 ；所述下工作辊上设有与上工作辊凹槽相配合的下工作辊凸台 ；进料靴上设有进料靴上弧形面和带有进料靴下弧形面环形凹槽的进料靴下弧形面，分别与上工作辊凹槽和下工作辊凸台形成液态金属和固态母板材的进料型腔 ；所述进料靴上还设有进料靴冷却水孔 ；所述上工作辊凹槽和下工作辊凸台均为环形 ；所述进料靴上弧形面与上工作辊的包角为 30-90°，进料靴下弧形面与下工作辊的包角范围为 30-90°。

2. 根据权利要求 1 所述的一种制备金属复合板带材的固态 / 半固态复合成形装置，其特征在于 ：上工作辊凹槽的宽度为 100-2000mm，凹槽深度为 5-40mm ；下工作辊凸台的宽度为 100-2000mm，凸台高度为 5-40mm。

3. 一种制备固态 / 半固态铝 / 铜复合板带材的方法，其特征在于 ：包括如下步骤 ：

第一步 ：将铝合金在熔炼炉里加热，熔化精炼后控制熔体温度在 680-710℃ ；

第二步 ：对尺寸宽度为 100-2000mm、厚度为 2-15mm 的铜板母材进行处理 ：首先将铜板进行脱脂处理，然后用清水冲洗，在钢丝轮上进行除锈和打毛处理，最后再将经上述处理的铜板浸入 60-100℃的自制熔剂水溶液中进行预处理 3 － 5min 后取出并烘干，自制熔剂水溶液组分及体积为 ：浓硫酸 ：1.8~2，乙醇 ：2.5~2.8，水 ：5.2-5.7 ；在进行复合成形前再预热至 400℃ ；

第三步 ：接通电源，启动成形装置，使上述处理后并预热至 400℃的铜板进入由下工作辊面和进料靴下弧形面组成的母材进料型腔内，同时将 680-710℃的铝合金熔体浇入到由上工作辊面和进料靴上弧形面组成的液体进料型腔形成了半固态金属浆料，半固态金属浆料与固态铜板母材在轧制入口汇合，直接进行固态 / 半固态轧制复合成形，轧制速度为 2-15m/min。

4. 根据权利要求 3 所述的一种制备固态 / 半固态铝 / 铜复合板带材的方法，其特征在于 ：所述铜板在氢氧化钠溶液中进行脱脂处理，氢氧化钠溶液浓度为 10%。

# 一种制备金属复合板带材的固态/半固态复合成形装置和方法

## 技术领域

[0001] 本发明属于金属材料加工技术领域，特别是涉及一种制备金属复合板带材的固态/半固态复合成形装置和方法。

## 技术背景

[0002] 随着近代新技术的发展，人们对材料本身及其加工成形方法不断提出更高的要求，推动着材料向高比强度、高比刚度、高比韧性、耐高温、耐腐蚀、抗疲劳等多方面发展。复合材料是由两种或两种以上材料通过一定的工艺加工而成的新型材料。由于在设计上综合了各组元的优点，并尽力弥补了各自的不足，具有单一金属或合金无法比拟的优良性能，成为发展高科技产业不可忽视的关键技术之一，因此，人们都非常重视复合材料加工技术的研究与开发。

[0003] 异种金属复合材料是将两种或两种以上的金属材料利用其各自的性能优势进行分层组合而形成的一类金属材料。金属复合材料的成形技术研究比较多，根据实现复合的两种金属的状态，从总体上可以分为三大类：固－固相复合法（也称固相复合法）、固－液相复合法和液－液相复合法。每种工艺都有其不同的特点和应用范围。因此，各种成形技术难以完全相互替代，一定时期内仍然是百花齐放、各种制备工艺并存的局面。

[0004] 目前每种工艺都存在其自身的不足：(1)固相复合法对原材料有较高的要求，而且工序比较多，需要对原材料进行表面清理等工序，生产周期也很长，实现连续化生产比较困难，因此其生产效率比较低。(2)液－液相复合法的关键是复合浇注工艺。它要求必须掌握好两种金属的浇注温度，选择恰当的时间间隔，如果控制不好将出现两种金属互相混杂或复合不良现象。所以，该工艺过程复杂且难以控制。此外，该工艺在实际应用中也有很大的局限性。(3)固－液相复合法是将覆层金属液浇注到已预制好的基体金属上或将表面已处理好的基体金属浸入覆层金属液中而形成复合材料的工艺方法。相对于固相复合法来讲，减少了覆层金属的预制，工序简单，生产效率比较高，减少了流程，节约了资源，降低了成本；相对于液－液相复合法，它的工艺过程相对简单，易于控制，是生产中常用的方法。固－液相复合法中的铸轧复合法由于具有能实现较高强度的复合，可以连续生产、流程短，效率高、成本低等优点，被认为是最有潜力的复合成形方法。但是固－液复合存在如下问题：(1)复合成形速率低，由于液体金属凝固时间长，成形速率低。(2)成形界面明显，界面结合性能与基体差别大。

## 发明内容

[0005] 为解决以上问题，本提供了一种制备金属复合板带材的固态/半固态复合成形装置和方法，本装置和方法采用半固态金属替代液体金属为原料，进行固态/半固态复合。

[0006] 本发明采用以下技术方案：

[0007] 一种制备金属复合板带材的固态/半固态复合成形装置，包括进料靴、上工作辊

和下工作辊，所述进料靴、上工作辊和下工作辊设在机架上；所述上工作辊包括冷却水孔、冷却水通道、空心轴、轴外进水通道、轴内出水通道和上工作辊凹槽，冷却水孔通过冷却水通道与空心轴连通；所述下工作辊上设有与上工作辊凹槽相配合的下工作辊凸台；进料靴上设有进料靴上弧形面和带有进料靴下弧形面环形凹槽的进料靴下弧形面，分别与上工作辊凹槽和下工作辊凸台形成液态金属和固态母板材的进料型腔。

[0008] 作为优选，所述进料靴上还设有进料靴冷却水孔。

[0009] 作为优选，所述上工作辊凹槽和下工作辊凸台均为环形。

[0010] 作为优选，所述进料靴上弧形面与上工作辊的包角为 30-90°，进料靴下弧形面与下工作辊的包角范围为 30-90°。

[0011] 作为优选，上工作辊凹槽的宽度为 100-2000mm，凹槽深度为 5-40mm；下工作辊凸台的宽度为 100-2000mm，凸台高度为 5-40mm。

[0012] 一种制备固态 / 半固态铝 / 铜复合板带材的方法，包括如下步骤：

[0013] 第一步：将铝合金在熔炼炉里加热，熔化精炼后控制熔体温度在 680-710℃；

[0014] 第二步：对尺寸宽度为 100-2000mm、厚度为 2-15mm 的铜板母材进行处理：首先将铜板进行脱脂处理，然后用清水冲洗，在钢丝轮上进行除锈和打毛处理，最后再将经上述处理的铜板浸入 60-100℃的自制熔剂水溶液中进行预处理 3-5min 后取出并烘干，在进行复合成形前再预热至 400℃；

[0015] 第三步：接通电源，启动成形装置，使上述处理后并预热至 400℃的铜板进入由下工作辊面和进料靴下弧形面组成的母材进料型腔内，同时将 680-710℃的铝合金熔体浇入到由上工作辊面和进料靴上弧形面组成的液体进料型腔形成了半固态金属浆料，半固态金属浆料与固态铜板母材在轧制入口汇合，直接进行固态 / 半固态轧制复合成形，轧制速度为 2-15m/min。

[0016] 作为优选，所述铜板在氢氧化钠溶液中进行脱脂处理，氢氧化钠溶液浓度为 10%。

[0017] 作为优选，所述自制熔剂水溶液组分及体积为：浓硫酸：1.8~2，乙醇：2.5~2.8，水：5.2-5.7。

[0018] 本发明与发明专利 ZL200910187685.4 一种多用途液态金属的双辊连续流变成形装置的主要区别是：(1) 工作辊不同：本发明的下工作辊是实心辊，不通水冷却，而发明专利 ZL200910187685.4 一种多用途液态金属的双辊连续流变成形装置下工作辊是通水冷却的；(2) 进料靴不同：发明专利 ZL200910187685.4 一种多用途液态金属的双辊连续流变成形装置进料靴上弧形面带环形凹槽，下弧形面是光滑的，而本发明与之相反，进料靴上弧形面是光滑的，而下弧形面带环形凹槽；(3) 产品不同：本发明用来生产双层金属复合材料，而发明专利 ZL200910187685.4 一种多用途液态金属的双辊连续流变成形装置不能生产此类材料。

[0019] 本发明的有益效果为：

[0020] 本发明与现有技术相比较，具有以下显著特点：(1) 采用半固态金属为原料进行复合成形，半固态金属凝固时间短，提高了复合成形效率；

[0021] (2) 通过固态 / 半固态复合，改善了界面结合效果，采用本装置和方法可以生产较高复合强度的板带材；

[0022] (3) 与传统复合方法和装置相比，本装置结构较简单，便于操作；本方法工艺流程

短，工艺条件易于控制，成本低，易于实现工业化生产；

[0023] （4）采用固态 / 半固态复合成形的方法，提高了复合成形的生产效率；

[0024] （5）有效细化了产品组织，产品性能高。液态金属在上工作辊与进料靴之间的型腔内受到界面间的剪切搓动作用，固相晶粒得到充分细化，复合成形产品性能高；

[0025] （6）丰富了产品种类，采用一种设备可生产不同类型金属和不同规格的复合板、带材产品。

## 附图说明

[0026] 图 1 是本发明装置用于板带材半固态复合轧制的原理示意图。

[0027] 图 2 是本发明装置上工作辊结构剖面图。

[0028] 图 3 是本发明装置下工作辊结构剖面图。

[0029] 图 4 是本发明装置进料靴结构图。

[0030] 上述图中：1 中间包、2 进料靴、3 上工作辊、4 下工作辊、5 进料靴上弧形面、6 进料靴下弧形面、7 固态母材、8 复合板带材、9 冷却水孔、10 冷却水通道、11 空心轴、12 轴外进水通道、13 轴内出水通道、14 上工作辊凹槽、15 下工作辊凸台、16 进料靴冷却水孔、17 进料靴下弧形面环形凹槽

## 具体实施方式

[0031] 如图 1、图 2、图 3 及图 4 所示，本成形装置主要由进料靴 2、上工作辊 3 和下工作辊 4 组成，进料靴 2、上工作辊 3 和下工作辊 4 设在机架上。进料靴 2 主要是为液态金属提供预冷却和与工作辊配合形成进料型腔，进料靴 2 靠近工作辊一侧有多个进料靴冷却水孔 16，可对进料靴及金属料提供强冷却，加快金属的凝固速度。进料靴 2 有上下两个弧形面，进料靴上弧形面 5 为光滑的曲面，进料靴下弧形面 6 为带有进料靴下弧形面环形凹槽 17 的光滑曲面，分别与上工作辊凹槽 14 和下工作辊凸台 15 形成液态金属和固态母板材的进料型腔，进料靴下弧形面环形凹槽 17 起到进料、预冷和限定板材形状和尺寸的作用。进料靴上弧形面 5 的长度将影响冷却效果，根据金属材料本身性质，选择进料靴上弧形面 5 与上工作辊 3 的包角为 30-90°，进料靴下弧形面 6 与下工作辊 4 包角范围为 30-90°。

[0032] 上工作辊 3 包括冷却水孔 9、冷却水通道 10、空心轴 11、轴外进水通道 12、轴内出水通道 13 和上工作辊凹槽 14，上工作辊凹槽 14 为环形凹槽。上工作辊 3 是具有空心轴 11 的水冷工作辊，辊面内侧有冷却水孔 9 并通过冷却水通道 10 与空心轴 11 连通，可通冷却水冷却，而下工作辊 4 为实心辊，不通冷却水。上工作辊 3 上有环形凹槽，下工作辊 4 上有下工作辊凸台 15，下工作辊凸台 15 为环形凸台，上、下工作辊相互配合。两辊间的辊缝尺寸即为产品厚度，凹槽宽度即为板带材的宽度。通过调节环形凸台 15 伸入环形凹槽的尺寸调节板带厚度。本实施例中，上工作辊 3 表面具有环形凹槽，凹槽宽度为 100-2000mm，凹槽深度为 5-40mm，下工作辊 4 表面具有环形凸台，凸台宽度为 100-2000mm，凸台高度为 5-40mm。

[0033] 通过调节机架上的压下控制装置可以调节下辊凸台 15 与进料靴下弧形面 6 间的尺寸以及下工作辊凸台 15 伸入 14 上工作辊凹槽 14 的尺寸，进而改变固态母材厚度和复合板带材的厚度。

[0034] 如图 1 所示，本发明方法的主要原理是将中间包 1 中的熔体在适当温度浇注到进

料靴 2 上弧形面 5 和上工作辊 3 之间的型腔，同时将表面处理并且预热后的固态母材 7 送入进料靴下弧形面 6 和下工作辊 4 之间的型腔，然后这两种状态的不同材料在上下工作辊的辊缝中复合轧制成形，制备出合金复合板带材 8。

[0035] 由图 1、2、3 所示，当进料靴上弧形面 5 与上工作辊 3 配合好后，出现了由环形凹槽 14 形成的液体进料型腔，液态金属由浇注口浇入进料型腔后，金属料在进料靴上弧形面 5 与上工作辊 3 的冷却 / 剪切搓动作用下，金属组织得到细化。同时将固态母材送入由进料靴下弧形面环形凹槽 17 和下工作辊凸台 15 之间配合形成的型腔，最后两种材料到达两工作辊之间进行轧制成形。

[0036] 实施例 1 ：

[0037] 采用本发明的装置制备金属复合板带材的固态 / 半固态复合成形装置制备铝 / 铜复合板带材，方法如下 ：

[0038] 第一步 ：将铝合金在熔炼炉里加热，熔化精炼后控制熔体温度在 710℃ ；

[0039] 第二步 ：对尺寸宽度为 100-2000mm、厚度为 2-15mm 的铜板母材进行处理。首先将铜板在氢氧化钠溶液中进行脱脂处理，氢氧化钠溶液浓度为 10%，然后用清水冲洗，在钢丝轮上进行除锈和打毛处理，最后再将经上述处理的铜板浸入 100℃的自制熔剂水溶液中进行预处理 5min 后取出并烘干，在进行复合成形前再预热至 400℃ ；自制熔剂水溶液组分及体积比为 ：浓硫酸 ：乙醇 ：水为 1.8 ：2.5 ：5.7 ；

[0040] 第三步 ：接通电源，启动成形装置，使上述处理后并预热至 400℃的铜板进入由下工作辊面和进料靴下弧形面组成的母材进料型腔内，同时将 710℃的铝合金熔体浇入到由上工作辊面和进料靴上弧形面组成的液体进料型腔，铝合金熔体在液体进料型腔中受到冷却作用和工作辊与进料靴界面间的搓动剪切作用，形成了半固态金属浆料，半固态金属浆料与固态铜板母材在轧制入口汇合，直接进行固态 / 半固态轧制复合成形，轧制速度为 2-15m/min。

[0041] 实施例 2 ：

[0042] 采用本发明的装置制备金属复合板带材的固态 / 半固态复合成形装置制备铝 / 铜复合板带材，方法如下 ：

[0043] 第一步 ：将铝合金在熔炼炉里加热，熔化精炼后控制熔体温度在 680℃ ；

[0044] 第二步 ：对尺寸宽度为 100-2000mm、厚度为 2-15mm 的铜板母材进行处理 ：首先将铜板在氢氧化钠溶液中进行脱脂处理，氢氧化钠溶液浓度为 10%，然后用清水冲洗，在钢丝轮上进行除锈和打毛处理，最后再将经上述处理的铜板浸入 60℃的自制熔剂水溶液中进行预处理 3min 后取出并烘干，在进行复合成形前再预热至 400℃ ；自制熔剂水溶液组分及体积比为 ：浓硫酸 ：乙醇 ：水为 2 ：2.8 ：5.2 ；

[0045] 第三步 ：接通电源，启动成形装置，使上述处理后并预热至 400℃的铜板进入由下工作辊面和进料靴下弧形面组成的母材进料型腔内，同时将 680℃的铝合金熔体浇入到由上工作辊面和进料靴上弧形面组成的液体进料型腔，铝合金熔体在液体进料型腔中受到冷却作用和工作辊与进料靴界面间的搓动剪切作用，形成了半固态金属浆料，半固态金属浆料与固态铜板母材在轧制入口汇合，直接进行固态 / 半固态轧制复合成形，轧制速度为 2-15m/min。

[0046] 实施例 3 ：

[0047] 采用本发明的装置制备金属复合板带材的固态 / 半固态复合成形装置制备铝 / 铜复合板带材，方法如下 ：

[0048] 第一步 ：将铝合金在熔炼炉里加热，熔化精炼后控制熔体温度在 700℃ ；

[0049] 第二步 ：对尺寸宽度为 100-2000mm、厚度为 2-15mm 的铜板母材进行处理。首先将铜板在氢氧化钠溶液中进行脱脂处理，氢氧化钠溶液浓度为 10%，然后用清水冲洗，在钢丝轮上进行除锈和打毛处理，最后再将经上述处理的铜板浸入 80℃的自制熔剂水溶液中进行预处理 4min 后取出并烘干，在进行复合成形前再预热至 400℃ ；自制熔剂水溶液组分及体积比为 ：浓硫酸 ：乙醇 ：水为 2 ：2.5 ：5.5 ；

[0050] 第三步 ：接通电源，启动成形装置，使上述处理后并预热至 400℃的铜板进入由下工作辊面和进料靴下弧形面组成的母材进料型腔内，同时将 700℃的铝合金熔体浇入到由上工作辊面和进料靴上弧形面组成的液体进料型腔，铝合金熔体在液体进料型腔中受到冷却作用和工作辊与进料靴界面间的搓动剪切作用，形成了半固态金属浆料，半固态金属浆料与固态铜板母材在轧制入口汇合，直接进行固态 / 半固态轧制复合成形，轧制速度为 2-15m/min。

[0051] 最后说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制，本领域普通技术人员对本发明的技术方案所做的其他修改或者等同替换，只要不脱离本发明技术方案的精神和范围，均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

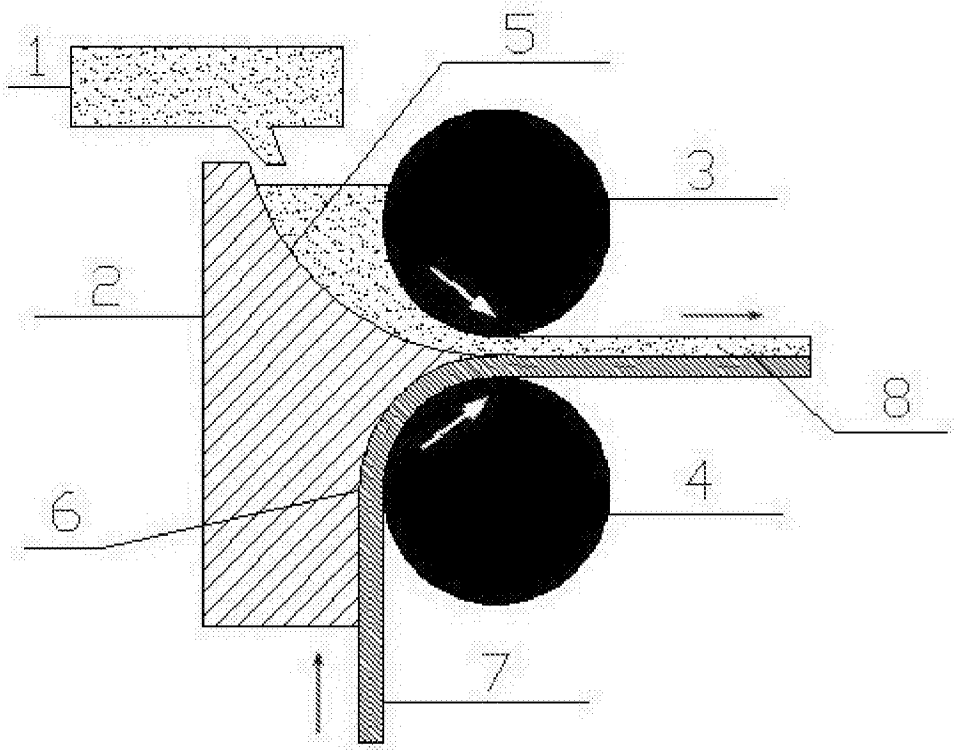



图 1

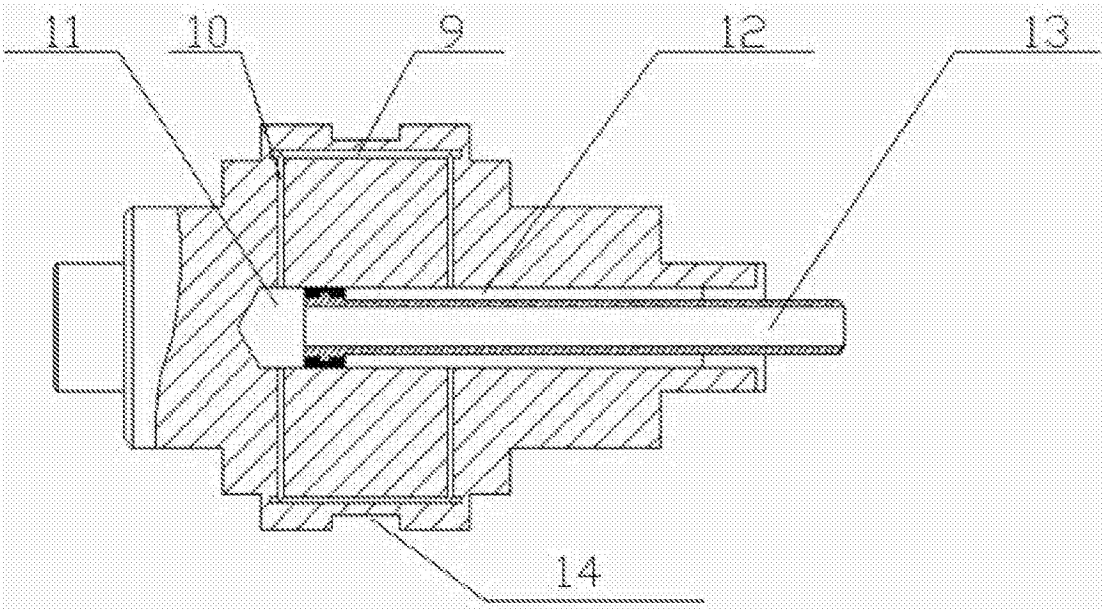



图 2

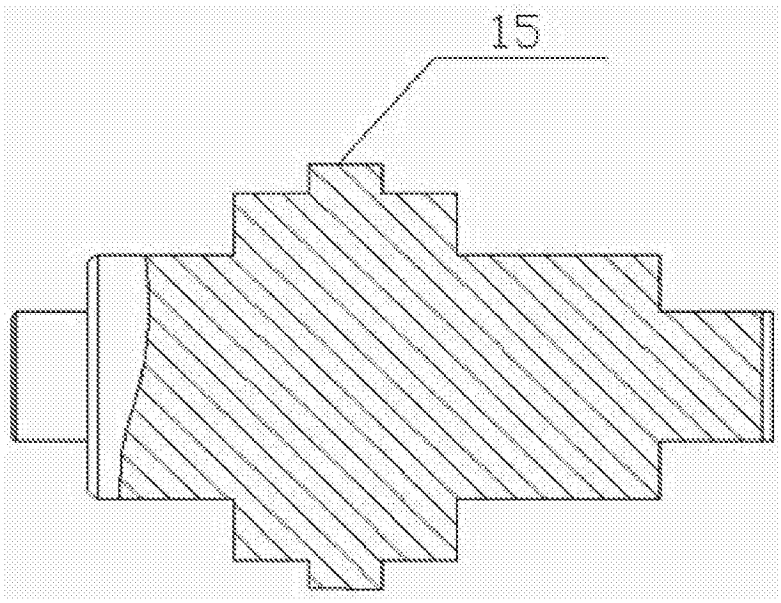



图 3

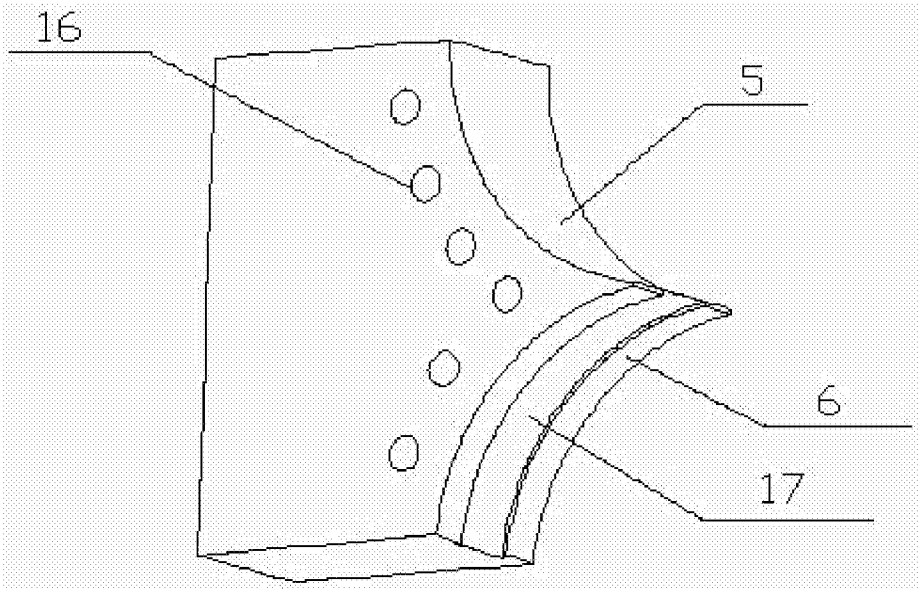



图 4