



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102489598 A

(43) 申请公布日 2012. 06. 13

(21) 申请号 201110377774. 2

(22) 申请日 2011. 11. 24

(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 王龙祥 何涛 吴涛 石磊

吕家平 邹朝江 斯庆阳

(51) Int. Cl.

B21D 31/04 (2006. 01)

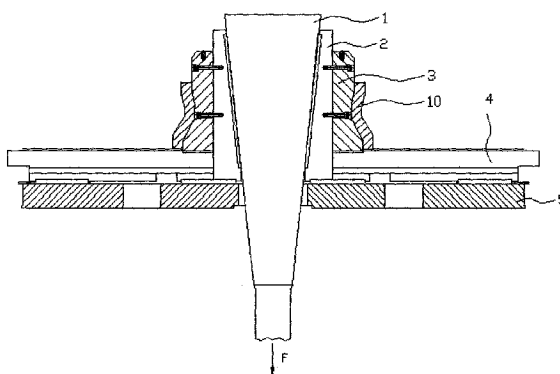
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

轴承钢异形环轧件的热胀形方法

(57) 摘要

本发明公开了一种轴承钢异形环轧件的热胀形方法,其步骤为:把热轧轴承钢异形环轧件套装在胀形机内经预热的胀形块外围,启动胀形机使胀形块从环轧件的内圆周表面沿径向挤压环轧件完成第一次胀形,胀形温度 880℃~910℃,胀形时间 20s~30s,保压时间 11s~16s,变形量 0.4%~0.8%;再使环轧件沿中心轴线旋转 45°完成第一次旋转;之后,再按上述操作进行第二次胀形,胀形温度 850℃~890℃,胀形时间 25s~35s,保压时间 18s~20s,变形量 0.8%~1%;按第一次旋转方向再旋转一次该环轧件完成第二次旋转;再按上述操作进行第三次胀形,胀形温度 820℃~860℃,胀形时间 25s~35s,保压时间 18s~22s,变形量为 0.8%~1.2%。胀形后的环轧件其尺寸精度可达相应尺寸的 1%~2%,主要用于航空航天等领域。



1. 一种轴承钢异形环轧件的热胀形方法,其特征在于,包括以下步骤:

把热轧轴承钢异形环轧件套装进胀形机,使其内环面套在经预热到 260℃~320℃的胀形块的外圆周面外围,所述胀形块的外圆周面具有与所述异形环轧件的内圆周面相配合一致的形状,此时,径向滑块处于合拢状态;

启动胀形机对芯轴滑块施加轴向拉力 F 使其沿轴向向下移动并沿所述径向滑块的内孔锥面挤压径向滑块使各径向滑块沿径向同步移动扩散,装在径向滑块外圆周面上的胀形块从异形环轧件的内圆周表面沿径向挤压该环轧件,异形环轧件发生内、外径尺寸扩大及壁厚减薄的塑性变形,完成第一次胀形;在本次胀形过程中,所述异形环轧件的胀形温度为 880℃~910℃,胀形时间为 20s~30s,保压时间为 11s~16s,胀形变形量为 0.4%~0.8%;

胀形机驱动芯轴滑块在径向滑块内沿轴向向上移动,并驱动径向滑块沿径向同步移动合拢使胀形块脱离胀形后的异形环轧件,启动胀形机的工作台上的导辊使其驱动所述异形环轧件沿中心轴线旋转 45°,完成环轧件的第一次旋转;

按上述第一次胀形的操作对经过第一次胀形后的异形环轧件进行第二次胀形,在本次胀形过程中,所述异形环轧件的胀形温度为 850℃~890℃,胀形时间为 25s~35s,保压时间为 18s~20s,胀形变形量为 0.8%~1%;

按上述第一次旋转的操作对经过第二次胀形后的异形环轧件进行第二次旋转,本次旋转,所述异形环轧件与第一次旋转方向同向再旋转 45°;

按上述第一次胀形的操作对经过第二次胀形后的异形环轧件进行第三次胀形,在本次胀形过程中,所述异形环轧件的胀形温度为 820℃~860℃,胀形时间为 25s~35s,保压时间为 18s~22s,胀形变形量为 0.8%~1.2%;

胀形结束后,向上移动芯轴滑块,合拢径向滑块,取出经胀形后的异形环轧件。

2. 根据权利要求 1 所述的异形环轧件的热胀形方法,其特征在于:所述轴承钢是 GCr15。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的异形环轧件的热胀形方法,其特征在于:所述胀形机对芯轴滑块施加的轴向拉力 F 按下式计算确定:

$$F = \xi \times \sigma_{0.2} \times S$$

式中:

ξ ——胀形机胀形系数,本发明取 1.26~1.52;

$\sigma_{0.2}$ ——胀形温度下轴承钢材料的屈服强度 (MPa),GCr15 合金取 50MPa~70MPa;

S——异形环轧件的纵截面面积 (mm²)。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的异形环轧件的热胀形方法,其特征在于:所述异形环轧件在热态下的胀形尺寸按以下公式计算确定:

$$D = D_0(1 + \beta_t) + d$$

式中:

D——异形环轧件经胀形后处于热态下的内径尺寸 (mm);

D_0 ——异形环轧件经胀形后处于冷态下的最终产品内径尺寸 (mm);

β_t ——异形环轧件在胀形温度下的温度补偿系数 (%),GCr15 合金取 1.2%~1.45%;

d——异形环轧件胀形后内径尺寸的回弹量 (mm), GCr15 合金取 3mm ~ 5mm。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的异形环轧件的热胀形方法, 其特征在于: 所述胀形的异形环轧件, 其内径尺寸范围为 $\Phi 400\text{mm} \sim \Phi 4500\text{mm}$, 壁厚为 10mm ~ 200mm, 高度为 40mm ~ 750mm。

轴承钢异形环轧件的热胀形方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种环件的胀形方法,特别是涉及了轴承钢异形环轧件的热胀形方法。

背景技术

[0002] 轴承钢异形环轧件(指纵截面是非矩形截面的环轧件)采用环轧机轧制后,由于受轧制工艺及设备局限性的影响,其尺寸精度一般不高;只有在异形环轧件形状较理想和设备性能较优异的情况下,其尺寸精度才能达到相应尺寸的3%~5%(千分之三至千分之五),而且轧制后的异形环轧件由于应力较大,在后续加工工序中如果控制不好易产生翘曲、变形甚至开裂等缺陷。

[0003] 2009年2月18日公开的中国发明专利说明书CN 101367104A公开了一种汽轮发电机护环外补液液压胀形强化工艺,该工艺方法通过外设高压泵并使其产生的高压液体通过高压缸内的通道,然后经由模具部分中的减力柱内的通道注入固定的上锥模与移动的下锥模及护环形成的封闭空间,使护环在液体压力的作用下发生塑性变形来胀形护环,以达到强化护环、提高护环成形精度的目的,从该专利说明书附图可以看出所述护环是矩形环件。该方法对于如何通过胀形来提高环件的尺寸精度也未详细披露,只是笼统地得出可以达到提高护环成形精度的目的,即该方法不能解决现有技术中存在的异形环轧件尺寸精度低的问题。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种采用胀形块来实现轴承钢异形环轧件的热胀形方法,该方法通过连续三次小变形量对所述轴承钢异形环轧件进行胀形,获得了尺寸精度高的胀形异形环轧件。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所述轴承钢异形环轧件的热胀形方法,其技术方案包括以下步骤:

[0006] 把热轧轴承钢异形环轧件套装进胀形机,使其内环面套在经预热到 $260^{\circ}\text{C}\sim 320^{\circ}\text{C}$ 的胀形块的外圆周面外围,所述胀形块的外圆周面具有与所述异形环轧件的内圆周面相配合一致的形状,此时,径向滑块处于合拢状态;

[0007] 启动胀形机对芯轴滑块施加轴向拉力 F 使其沿轴向向下移动并沿所述径向滑块的内孔锥面挤压径向滑块使各径向滑块沿径向同步移动扩散,装在径向滑块外圆周面上的胀形块从异形环轧件的内圆周表面沿径向挤压该环轧件,异形环轧件发生内、外径尺寸扩大及壁厚减薄的塑性变形,完成第一次胀形;在本次胀形过程中,所述异形环轧件的胀形温度为 $880^{\circ}\text{C}\sim 910^{\circ}\text{C}$,胀形时间为 $20\text{s}\sim 30\text{s}$,保压时间为 $11\text{s}\sim 16\text{s}$,胀形变形量为 $0.4\%\sim 0.8\%$;

[0008] 胀形机驱动芯轴滑块在径向滑块内沿轴向向上移动,并驱动径向滑块沿径向同步移动合拢使胀形块脱离胀形后的异形环轧件,启动胀形机的工作台上的导辊使其驱动所述

异形环轧件沿中心轴线旋转 45° ，完成环轧件的第一次旋转；

[0009] 按上述第一次胀形的操作对经过第一次胀形后的异形环轧件进行第二次胀形，在本次胀形过程中，所述异形环轧件的胀形温度为 $850^\circ\text{C} \sim 890^\circ\text{C}$ ，胀形时间为 $25\text{s} \sim 35\text{s}$ ，保压时间为 $18\text{s} \sim 20\text{s}$ ，胀形变形量为 $0.8\% \sim 1\%$ ；

[0010] 按上述第一次旋转的操作对经过第二次胀形后的异形环轧件进行第二次旋转，本次旋转，所述异形环轧件与第一次旋转方向同向再旋转 45° ；

[0011] 按上述第一次胀形的操作对经过第二次胀形后的异形环轧件进行第三次胀形，在本次胀形过程中，所述异形环轧件的胀形温度为 $820^\circ\text{C} \sim 860^\circ\text{C}$ ，胀形时间为 $25\text{s} \sim 35\text{s}$ ，保压时间为 $18\text{s} \sim 22\text{s}$ ，胀形变形量为 $0.8\% \sim 1.2\%$ ；

[0012] 胀形结束后，向上移动芯轴滑块，合拢径向滑块，取出经胀形后的异形环轧件。

[0013] 上述轴承钢优选材料牌号为 GCr15 的轴承钢。

[0014] 所述胀形机对芯轴滑块施加的轴向拉力 F 按下式计算确定：

$$[0015] \quad F = \xi \times \sigma_{0.2} \times S$$

[0016] 式中：

[0017] ξ ——胀形机胀形系数，本发明取 $1.26 \sim 1.52$ ；

[0018] $\sigma_{0.2}$ ——胀形温度下轴承钢材料的屈服强度 (MPa)，GCR15 合金取 $50\text{MPa} \sim 70\text{MPa}$ ；

[0019] S ——异形环轧件的纵截面面积 (mm^2)；

[0020] 所述环轧件在热态下的胀形尺寸按以下公式计算确定：

$$[0021] \quad D = D_0(1 + \beta_t) + d$$

[0022] 式中：

[0023] D ——异形环轧件经胀形后处于热态下的内径尺寸 (mm)；

[0024] D_0 ——异形环轧件经胀形后处于冷态下的最终产品内径尺寸 (mm)；

[0025] β_t ——异形环轧件在胀形温度下的温度补偿系数 (%)，GCr15 合金取 $1.2\% \sim 1.45\%$ ；

[0026] d ——异形环轧件胀形后内径尺寸的回弹量 (mm)，GCR15 合金取 $3\text{mm} \sim 5\text{mm}$ 。

[0027] 采用本发明所述热胀形方法胀形的轴承钢异形环轧件，其内径尺寸范围为 $\Phi 400\text{mm} \sim \Phi 4500\text{mm}$ ，壁厚为 $10\text{mm} \sim 200\text{mm}$ ，高度为 $40\text{mm} \sim 750\text{mm}$ 。

[0028] 与现有技术相比，本发明的有益效果如下：

[0029] 本发明通过胀形机上的胀形块与轴承钢异形环轧件进行刚性接触来直接胀形，可以获得所需要的胀形尺寸和有利于提高尺寸精度。

[0030] 本发明通过三次小变形量进行胀形，并且通过选择合适的胀形温度、胀形时间和保压时间等工艺参数，从而可以保证轴承钢异形环轧件在胀形过程中不会产生动态再结晶，不会对异形环轧件的组织产生影响，不会出现胀裂现象，还可以使每次胀形后异形环轧件的回弹量较小；并且在胀形过程中通过把所述异形环轧件两次同向旋转 45° ，可以消除胀形块沿径向扩散胀形时相邻胀形块之间的间隙对异形环轧件内圆周面形成的痕迹，从而有利于胀形过程的顺利进行和获得尺寸精度较高的胀形异形环轧件；在整个胀形过程中，由于胀形块可以实时测量环轧件内径尺寸的变化情况及每次胀形后内径尺寸的回弹量，并把测量数据及时传送到胀形机的显示器上，从而在胀形时可以精确控制环轧件的胀形尺寸。综上所述，采用本发明所述方法胀形的环轧件可以得到尺寸精度较高的最终产品尺寸。

[0031] 在胀形过程中,由于胀形机对芯轴滑块施加的轴向拉力 F 是由胀形机的胀形系数 (ξ)、胀形温度下材料的屈服强度 ($\sigma_{0.2}$) 及异形环轧件的纵截面面积 (S) 来确定,因此,可以针对不同的胀形机和不同材料、尺寸的异形环轧件来确定轴向拉力 F 的大小,使异形环轧件在胀形过程中受力比较均匀和合理,能够保证胀形过程的顺利进行,避免用力过大造成胀裂或用力过小造成胀不动的现象发生。

[0032] 所述胀形异形环轧件的热态胀形内径尺寸 (D) 由异形环轧件经胀形后处于冷态下的最终产品内径尺寸 (D_0)、异形环轧件在胀形温度下的温度补偿系数 (β_t) 及异形环轧件胀形后内径尺寸的回弹量 (d) 来计算确定,从而在胀形时可以精确控制异形环轧件的热态尺寸,并在胀形异形环轧件冷却后获得尺寸精度高的冷态尺寸即异形环轧件经胀形后的最终产品尺寸。

[0033] 本发明把刚从环轧机上轧制成形的轴承钢异形环轧件趁热进行轧制,不仅其余热能够满足胀形温度的需要,而且可以避免异形环轧件冷却收缩后应力进一步增大的现象,趁热胀形有利于在异形环轧件应力增大以前减少应力对异形环轧件尺寸精度的影响。趁热胀形还可以减少重新加热的工序,节约能源和提高劳动生产率。并且,预热胀形块,还可以避免所述异形环轧件胀形时温度降低过快,影响胀形温度参数。

[0034] 以牌号为 GCr15 的轴承钢异形环轧件为例,经检测胀形后的该合金异形环轧件的冷态尺寸即最终产品尺寸,达到了相应尺寸的 1%~2%;经检测该异形环轧件的内部组织,未发生任何变化,而且无变形、翘曲等缺陷。

附图说明

[0035] 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。

[0036] 图 1 是热轧异形环轧件沿其中心线的纵剖面图。

[0037] 图 2 是胀形机的结构简图。

[0038] 图 3 是热轧异形环轧件的装机示意图。

[0039] 图 4 是热轧异形环轧件的热胀形过程示意图。

[0040] 图 5 是胀形块脱离胀形后的异形环轧件的示意图。

具体实施方式

[0041] 实施本发明所述的轴承钢异形环轧件的热胀形方法需要提供胀形机、机械手等设备。下面以我国材料牌号为 GCr15 的轴承钢为例来详细说明该方法的具体实施方式:

[0042] 该合金的主要化学元素含量(重量百分比)为:含 C 量 0.95%~1.05%、含 Mn 量 0.2%~0.4%、含 Si 量 0.15%~0.35%、含 S 量 $\leq 0.020\%$ 、含 P 量 $\leq 0.027\%$ 、含 Cr 量 1.30%~1.65%。

[0043] 用于实施本发明所述热胀形方法的胀形机的结构简图如图 2 所示,该胀形机主要由芯轴滑块 1、径向滑块 2、胀形块 3、工作台 4 及导轨 5 组成。芯轴滑块 1 呈圆锥形并套装在径向滑块 2 内与径向滑块 2 的锥形内圆周面配合,芯轴滑块 1 可由胀形机的液压缸带动在径向滑块 2 内沿轴向上下移动并挤压径向滑块 2;径向滑块 2 安装在胀形机的导轨 5 上并可沿导轨 5 径向来回移动,径向滑块 2 从图 2 俯视方向看是 12 块分开的扇形块形状,各扇形块的外圆周面上分别固定安装有胀形块 3,各扇形块合拢时与胀形块 3 一起可以形成

一个圆环形状；当芯轴滑块 1 在径向滑块 2 内沿轴向向下移动时可使各径向滑块 2 沿径向同步移动扩散使胀形块 3 达到胀形环件的目的，当芯轴滑块 1 在径向滑块 2 内沿轴向向上移动时胀形机可驱动各径向滑块 2 沿径向同步移动合拢使胀形块 3 脱离胀形后的环件；此外，在该胀形机的工作台 4 上还有可驱动环件在该工作台上沿中心轴线旋转的导辊（图中未示出）。

[0044] 该合金从轧制成异形环轧件后进行热胀形的工艺步骤如下：

[0045] 步骤 1：装机。

[0046] 如图 3 所示，先把胀形机上的胀形块 3 预热到 $260^{\circ}\text{C} \sim 320^{\circ}\text{C}$ ，再把刚从环轧机上轧制成形的如图 1 所示的 GCr15 合金异形环轧件 10 趁热套装进胀形机，使其内环面套在胀形块 3 的外圆周面外围，胀形块 3 的外圆周面具有与异形环轧件 10 的内圆周面相配合一致的形状，其底面平放在工作台 4 的上面，此时，径向滑块 2 处于合拢状态。装机时工件的装运主要通过机械手操作完成。

[0047] 步骤 2：第一次胀形。

[0048] 如图 4 所示，启动胀形机使其芯轴滑块 1 沿其轴向向下移动，芯轴滑块 1 在径向滑块 2 内沿其锥形面挤压径向滑块 2 使各径向滑块 2 沿径向同步移动扩散，径向滑块 2 上的胀形块 3 的外圆周面与异形环轧件 10 的内圆周表面接触，并沿异形环轧件 10 的内圆周表面挤压异形环轧件 10，使异形环轧件 10 从内圆周表面到外圆周表面受到来自胀形块 3 的径向挤压力，导致异形环轧件 10 的内圆周面沿径向扩大，异形环轧件 10 发生内、外径尺寸扩大，壁厚减薄的塑性变形，异形环轧件 10 被胀形块 3 第一次胀形，胀形时胀形机的液压缸对芯轴滑块 1 施加的轴向拉力 F ，异形环轧件 10 的胀形温度为 $880^{\circ}\text{C} \sim 910^{\circ}\text{C}$ ，胀形时间为 $20\text{s} \sim 30\text{s}$ ，保压时间为 $11\text{s} \sim 16\text{s}$ ，异形环轧件 10 的胀形变形量为 $0.4\% \sim 0.8\%$ 。

[0049] 所述胀形时间是异形环轧件 10 从一开始被胀形到胀形结束后的时间；所述保压时间是指异形环轧件 10 被胀形达变形量后不再发生变形并一直保持到胀形结束的时间。

[0050] 步骤 3：第一次旋转。

[0051] 如图 5 所示，使胀形机驱动芯轴滑块 1 在径向滑块 2 内沿轴向向上移动，并驱动径向滑块 2 沿径向同步移动合拢使胀形块 3 脱离胀形后的异形环轧件 10，启动胀形机的工作台 4 上的导辊使其驱动异形环轧件 10 在该工作台上沿中心轴线顺时针或逆时针旋转 45° ，从而完成异形环轧件 10 的第一次旋转。

[0052] 步骤 4：第二次胀形。

[0053] 重复步骤 1 的胀形过程使胀形块 3 对异形环轧件 10 进行第二次胀形，胀形时胀形机的液压缸对芯轴滑块 1 施加轴向拉力 F ，异形环轧件 10 的胀形温度为 $850^{\circ}\text{C} \sim 890^{\circ}\text{C}$ ，胀形时间为 $25\text{s} \sim 35\text{s}$ ，保压时间为 $18\text{s} \sim 20\text{s}$ ，异形环轧件 10 的胀形变形量为 $0.8\% \sim 1\%$ 。

[0054] 步骤 5：第二次旋转。

[0055] 重复步骤 3，使胀形机的导辊驱动异形环轧件 10 与第一次旋转方向同向再旋转 45° ，从而完成异形环轧件 10 的第二次旋转。

[0056] 步骤 6：第三次胀形。

[0057] 重复步骤 1 的胀形过程使胀形块 3 对异形环轧件 10 进行第三次胀形，胀形时胀形机的液压缸对芯轴滑块 1 施加的轴向拉力 F ，异形环轧件 10 的胀形温度为 $820^{\circ}\text{C} \sim 860^{\circ}\text{C}$ ，胀形时间为 $25\text{s} \sim 35\text{s}$ ，保压时间为 $18\text{s} \sim 22\text{s}$ ，异形环轧件 10 的胀形变形量为 $0.8\% \sim$

1.2%。

[0058] 三次胀形结束后,向上移动芯轴滑块 1,合拢径向滑块 2 并使胀形块 3 脱离异形环轧件 10,用机械手取出异形环轧件 10 从而完成胀形过程。

[0059] 异形环轧件 10 在胀形过程中,所述轴向拉力 F 按下式计算:

$$[0060] \quad F = \xi \times \sigma_{0.2} \times S$$

[0061] 式中:

[0062] ξ ——胀形机胀形系数,本发明取 1.26 ~ 1.52;

[0063] $\sigma_{0.2}$ ——胀形温度下轴承钢材料的屈服强度 (MPa),本发明取 50MPa ~ 70MPa;

[0064] S——异形环轧件 10 的纵截面面积 (mm²);

[0065] 所述异形环轧件 10 的胀形变形量的计算方法为:胀形变形量 = [(胀形后异形环轧件 10 的中径尺寸 - 胀形前异形环轧件 10 的中径尺寸) / 胀形前异形环轧件 10 的中径尺寸] × 100%。

[0066] 所述异形环轧件 10 的中径尺寸 = (异形环轧件 10 的内径尺寸 + 异形环轧件 10 的外径尺寸) ÷ 2

[0067] 为保证所述异形环轧件 10 经胀形后能够得到产品要求的最终尺寸,异形环轧件 10 在热态下的胀形尺寸按以下公式计算:

$$[0068] \quad D = D_0(1 + \beta_t) + d$$

[0069] 式中:

[0070] D——异形环轧件 10 经胀形后处于热态下的内径尺寸 (mm);

[0071] D_0 ——异形环轧件 10 经胀形后处于冷态下的最终产品内径尺寸 (mm);

[0072] β_t ——异形环轧件 10 在胀形温度下的温度补偿系数 (%),对于不同的材料在不同温度下的温度补偿系数不同,本发明取 1.2% ~ 1.45%;

[0073] d——异形环轧件 10 胀形后内径尺寸的回弹量 (mm),本发明取 3mm ~ 5mm。

[0074] 上述尺寸包含了异形环轧件 10 纵截面上任何相对应点的尺寸,实际操作时,为方便起见,一般只测量异形环轧件 10 的大头端面的尺寸,所述大头端面即图 1 中异形环轧件 10 的底端面。

[0075] 采用上述方法胀形的轴承钢异形环轧件,其内径尺寸范围为:Φ400mm ~ Φ4500mm,壁厚为 10mm ~ 200mm,高度为 40mm ~ 750mm。

[0076] 本发明并不限于上述异形环轧件 10,对于不同截面的异形环轧件只要对应把胀形块 3 的外圆周面形状加工成与异形环轧件的内圆周面的形状相一致的形状,采用本发明所述的方法便可胀形出不同截面的异形环轧件。

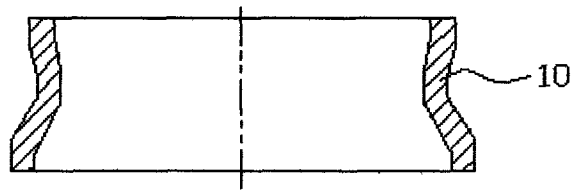


图 1

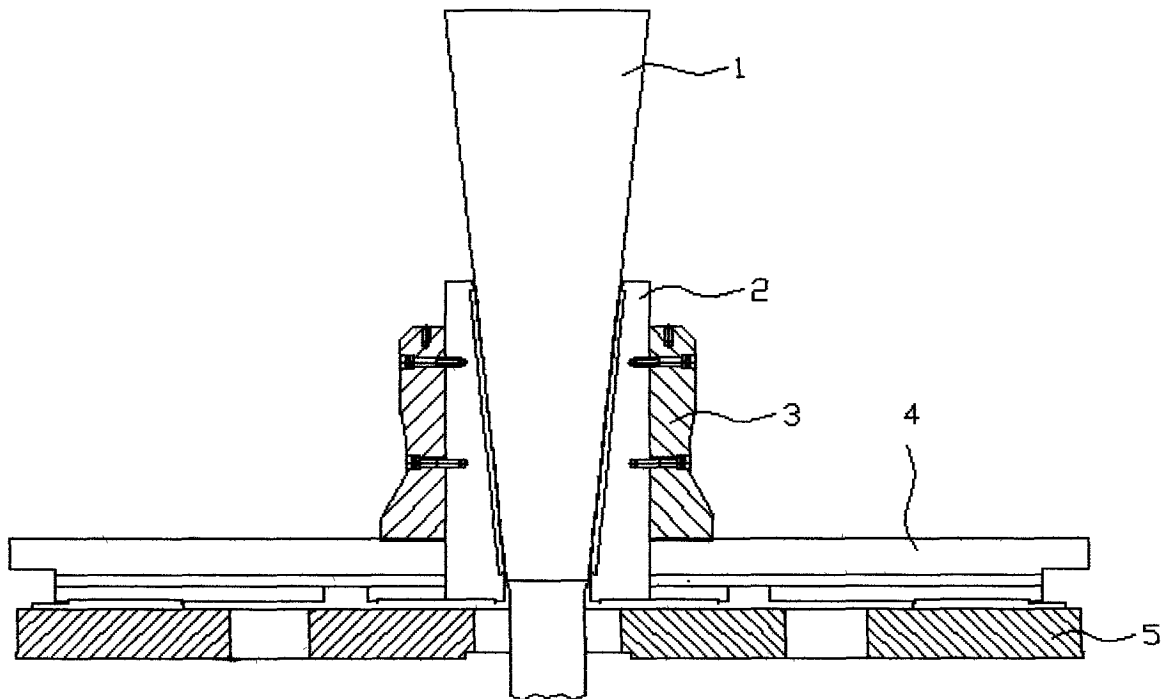


图 2

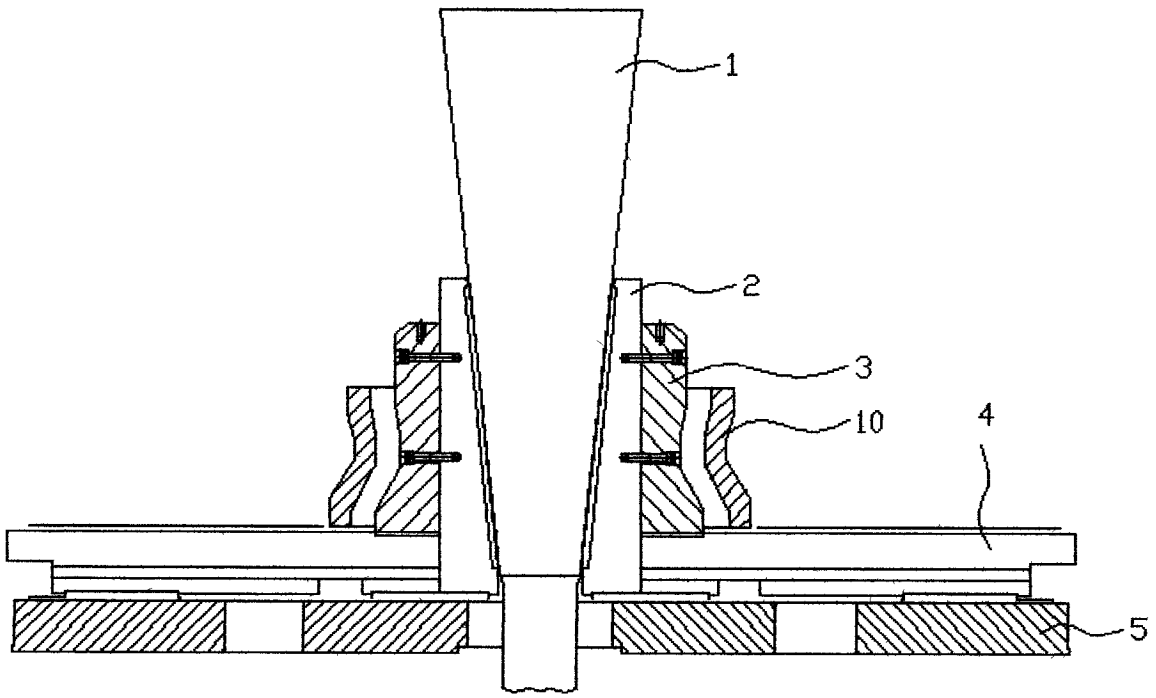


图 3

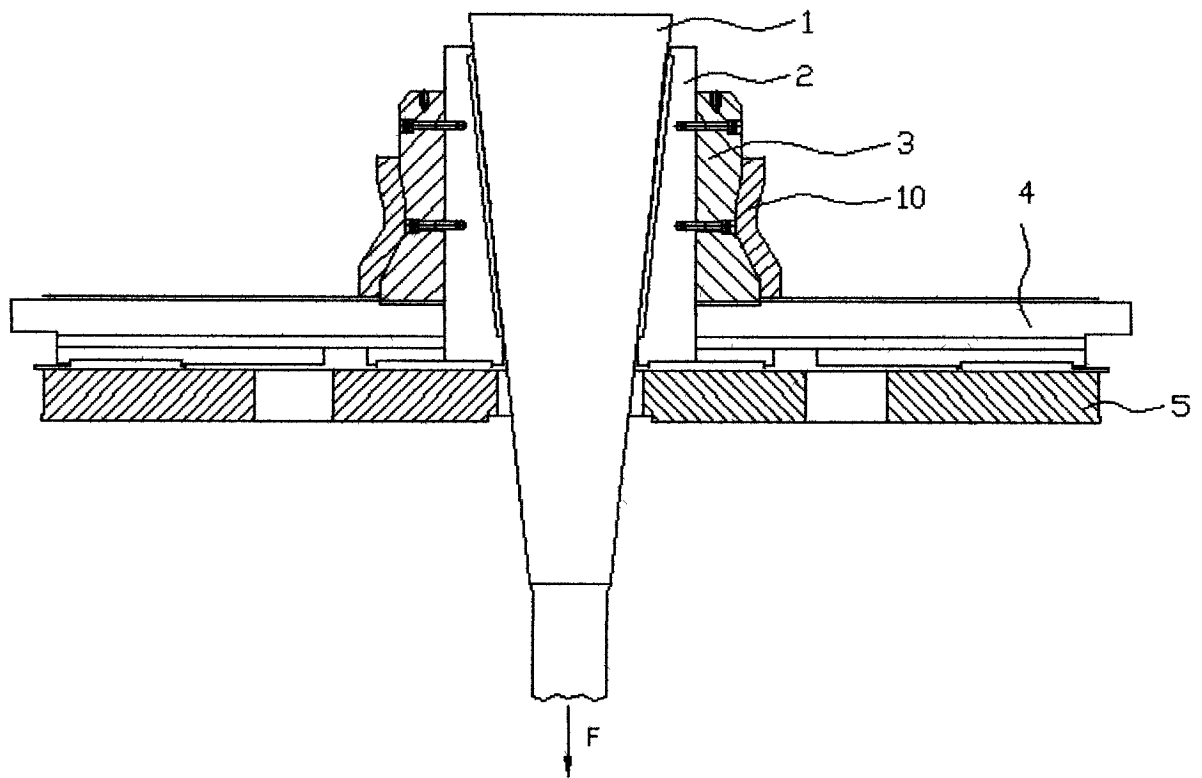


图 4

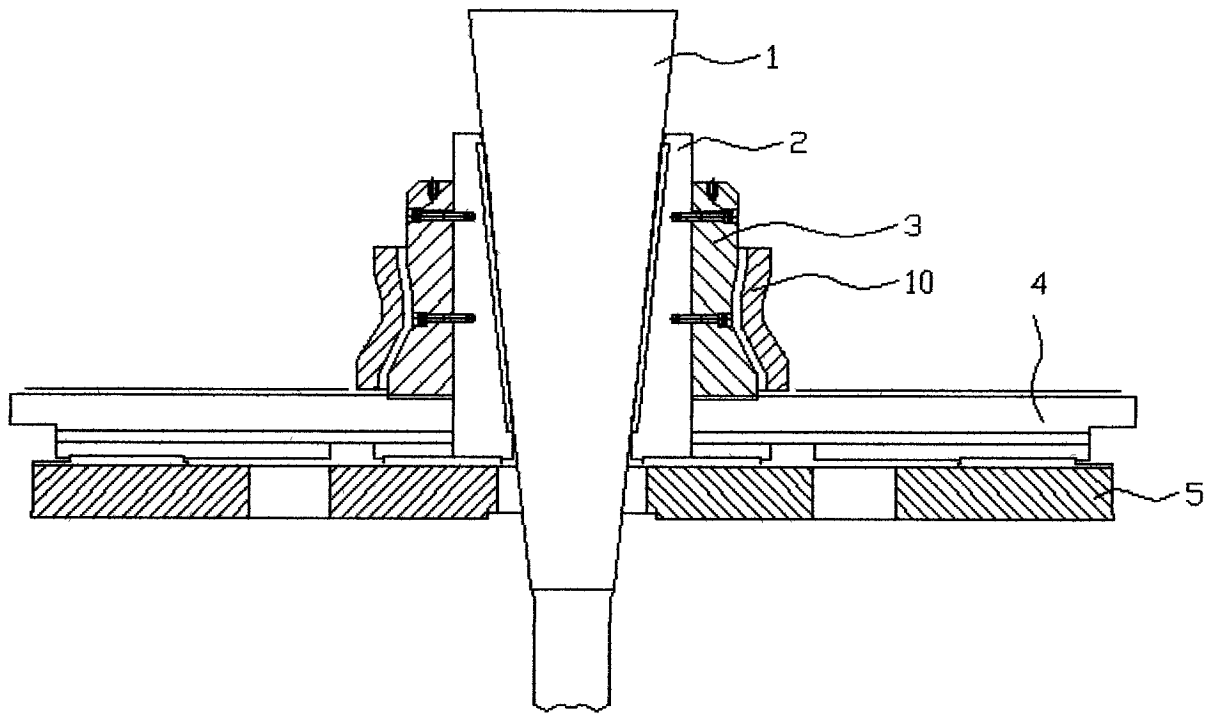


图 5