



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103247355 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201310144206. 7

(22) 申请日 2013. 04. 24

(73) 专利权人 中国核动力研究设计院
地址 610000 四川省成都市一环路南三段
28 号

(72) 发明人 张震 熊万玉 王雄 卓文彬
李朋洲 韩群霞 张兴武

(74) 专利代理机构 成都行之专利代理事务所
(普通合伙) 51220

代理人 梁田

(51) Int. Cl.
G21C 15/14(2006. 01)

审查员 李乐

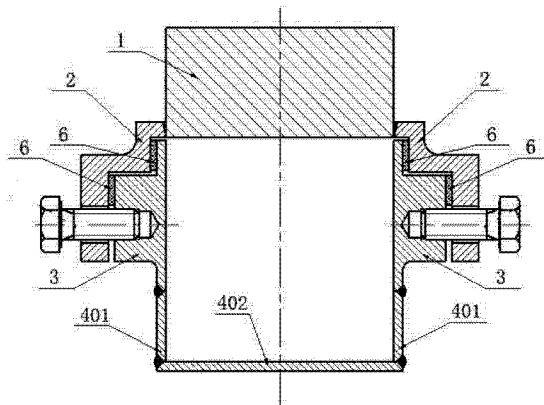
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种可拆换式通道结构

(57) 摘要

本发明公开了一种可拆换式通道结构, 主要包括金属体、连接件、密封件和下部封隔结构; 连接件对称设置于金属体的两侧; 密封件通过可拆卸连接与连接件连接, 密封件整体或部分位于金属体的下方; 下部封隔结构与密封件的底部连接; 连接件、密封件和下部封隔结构都沿金属体轴线的方向延伸至金属体的两端; 金属体的底面、连接件、密封件和下部封隔结构共同构成两端开口的通道。本发明的优点和有益效果在于, 在便利和付出较少成本的情况下实现了多种冷却流道几何结构参数对金属体临界热流密度和外表面流动传热特性的影响的实验。



1. 一种可拆换式通道结构,其特征在于:主要包括金属体(1)、连接件(2)、密封件(3)和下部封隔结构(4);

连接件(2)对称设置于金属体(1)的两侧;

密封件(3)通过可拆卸连接与连接件(2)连接,密封件(3)整体或部分位于金属体(1)的下方;

下部封隔结构(4)与密封件(3)的底部连接;

连接件(2)、密封件(3)和下部封隔结构(4)都沿金属体(1)轴线的方向延伸至金属体(1)的两端;

金属体(1)的底面、连接件(2)、密封件(3)和下部封隔结构(4)共同构成两端开口的通道;

构成所述连接件(2)、密封件(3)和下部封隔结构(4)的材料的导热系数小于构成金属体(1)的材料的导热系数。

2. 根据权利要求1所述的一种可拆换式通道结构,其特征在于:还包括密封垫(6),密封垫(6)被压紧于连接件(2)与密封件(3)之间,密封垫(6)由柔性密封材料构成。

3. 根据权利要求1~2中任意一项所述的一种可拆换式通道结构,其特征在于:所述金属体(1)、连接件(2)、密封件(3)和下部封隔结构(4)为两端上翘的弧形,金属体(1)、连接件(2)、密封件(3)和下部封隔结构(4)的弧度相同,金属体(1)、连接件(2)、密封件(3)和下部封隔结构(4)的曲率中心相同。

4. 根据权利要求3所述的一种可拆换式通道结构,其特征在于:所述下部封隔结构(4)的底部沿径向方向开设有多条槽(5)。

5. 根据权利要求3所述的一种可拆换式通道结构,其特征在于:所述金属体(1)、连接件(2)、密封件(3)和下部封隔结构(4)的弧度在 $0.175\text{rad}\sim 3.14\text{rad}$ 之间。

6. 根据权利要求4或5所述的一种可拆换式通道结构,其特征在于:所述通道的顶部宽度不小于金属体(1)的宽度。

7. 根据权利要求4或5所述的一种可拆换式通道结构,其特征在于:所述连接件(2)的内侧包括台阶面A(201)、台阶面B(202)和台阶面C(203),台阶面A(201)与所述金属体(1)连接,所述密封件(3)的外侧包括台阶面D(301)和台阶面E(302),台阶面D(301)与台阶面B(202)对应,台阶面E(302)与台阶面C(203)对应。

8. 根据权利要求4或5所述的一种可拆换式通道结构,其特征在于:所述连接件(2)和密封件(3)通过螺栓连接。

一种可拆换式通道结构

技术领域

[0001] 本发明涉及核工业领域,具体涉及一种可拆换式通道结构。

背景技术

[0002] 在新一代核反应堆的设计过程中,越来越重视保证反应堆压力容器的完整性。以上设计思路是在总结全球已经发生的多起严重核泄漏事故的基础上得出的。通过分析美国三里岛核泄漏事故、前苏联切尔诺贝利核泄漏事故和日本福岛核泄漏事故的发生原因和恶化过程,可以发现将堆芯熔融物滞留在压力容器内,保证反应堆压力容器的完整性,可以极大地缓解严重事故的进一步发展和恶化。

[0003] 现在,已有较为完整的反应堆熔融物堆内滞留策略,影响反应堆熔融物堆内滞留策略能否成功的关键点即在于压力容器下封头外表面流动传热特性以及临界热流密度。这就需要针对下封头进行反复实验,在实验过程中研究多种冷却流道几何结构参数对临界热流密度和外表面流动传热特性的影响。现在,进行该实验的难点在于,缺乏一种可以拆换并改变模拟体冷却流道结构的装置。

发明内容

[0004] 本发明的目的即在于克服现有技术中,缺乏可以拆换并改变模拟体冷却流道结构的装置的不足,提供一种可拆换式通道结构,从而能够进行多种冷却流道几何结构参数对临界热流密度和外表面流动传热特性的影响的实验。

[0005] 本发明的目的通过以下技术方案实现:

[0006] 一种可拆换式通道结构,主要包括金属体、连接件、密封件和下部封隔结构;连接件对称设置于金属体的两侧;密封件通过可拆卸连接与连接件连接,密封件整体或部分位于金属体的下方;下部封隔结构与密封件的底部连接;连接件、密封件和下部封隔结构都沿金属体轴线的方向延伸至金属体的两端;金属体的底面、连接件、密封件和下部封隔结构共同构成两端开口的通道。冷却液从通道流过,对金属体进行冷却,从而可以进行当前通道的结构对金属体临界热流密度和外表面流动传热特性的影响的研究。本发明将通道大体上分为两个部分,即金属体与连接件构成的固定部分,以及密封件与下部封隔结构构成的可变部分。通过可拆卸连接使得可变部分能够被安装或取下,从而可以更换不同形状的可变部分,让通道的结构产生改变,进而在便利和付出较少成本的情况下实现了多种冷却流道几何结构参数对金属体临界热流密度和外表面流动传热特性的影响的实验。可以看出,本发明并不对可变部分的形状和结构加以限制,仅需要可变部分与固定部分能够构成完整的通道即可。

[0007] 作为本发明的第一种优化方案:构成所述连接件、密封件和下部封隔结构的材料的导热系数小于构成金属体的材料的导热系数。在使用本发明的过程中,为了得到准确的实验数据,发明人希望金属体的热量能够尽量只由通过通道的冷却液带走,即是说尽量淡化连接件和可变部分对金属体温度的影响。在此前提下,发明人采用了与构成金属体的材

料不同的材料来构成连接件和可变部分,并且构成连接件和可变部分的材料的热导系数小于构成金属体的材料的热导系数,以期减少连接件和可变部分带走的热量。另外,在技术上能够接受的范围内,发明人更倾向于选用热导系数尽量低的材料构成连接件和可变部分。技术上能够接受的范围主要是指成本、连接性能和密封性能等指标,由于对材料的选择都是在现有材料的范围内进行的,因此本领域技术人员能够知道材料的成本、连接性能和密封性能等指标。

[0008] 作为本发明的第二种优化方案:在上述方案的基础上,还包括密封垫,密封垫被压紧于连接件与密封件之间,密封垫由柔性密封材料构成。该密封垫用于实现固定部分和可变部分的连接处的密封。由于连接件和可变部分在受热后会产生形变,采用硬质密封垫有可能导致密封失效,而采用由柔性密封材料构成的密封垫,在变形发生后能够回弹或被压缩,从而保持了密封效果。另外,在制造可变部分时,由于加工精度无法保持或焊接变形的原因,导致可变部分的实际尺寸与设计尺寸之间产生偏差,柔性密封材料构成的密封垫能够为该偏差提供补偿,保证固定部分和可变部分能够顺利连接。

[0009] 作为本发明的第三种优化方案:在上述方案的基础上,所述金属体、连接件、密封件和下部封隔结构为两端上翘的弧形,金属体、连接件、密封件和下部封隔结构的弧度相同,金属体、连接件、密封件和下部封隔结构的曲率中心相同。由于为了模拟下封头的工作状态,金属体的形状也应和下封头类似,因此,金属体具备和待模拟的下封头相同的弧度。将连接件、密封件和下部封隔结构的弧度设置成与金属体相同,在工作过程中,连接件、密封件和下部封隔结构会随金属体的展平而发生形变。最终连接件、密封件和下部封隔结构的形变量会与金属体的形变量大致相同,通道的完整性不会被破坏,从而避免了泄露的问题。

[0010] 进一步的,所述下部封隔结构的底部沿径向方向开设有多条槽。在金属体发生展平变形时,下部封隔结构的底部也会随着金属体的形变而展平,此时,下部封隔结构的底部的两端会对下部封隔结构的底部的中部产生挤压,导致下部封隔结构的底部的中部产生凸起或凹陷,该凸起或凹陷所带来的空隙也会导致泄漏。这种情况在金属体的展平变形比较大时容易发生。为了避免这种情况,发明人在下部封隔结构的底部沿径向方向开设有多条槽。下部封隔结构的底部在展平时,开设的槽为中部被挤压的部位提供空间,从而避免了因挤压造成的凸起或凹陷。

[0011] 进一步的,所述金属体、连接件、密封件和下部封隔结构的弧度在 $0.175\text{rad}\sim 3.14\text{rad}$ 之间。弧度小于 0.175rad ,会导致本发明的整体结构过小,利用此尺寸的金屬体获得的实验数据对工程验证没有作用。弧度大于 3.14rad ,会导致金属体的结构大于下封头的机构,利用此尺寸的金屬体获得的实验数据不准确。

[0012] 作为本发明的第四种优化方案:在上述方案的基础上,所述通道的顶部宽度不小于金属体的宽度。为了得到准确的实验结果,冷却液需要能够与金属体下表面的所有部位相接触,因此,将通道顶部宽度设置成不小于金属体的宽度,以得到准确的实验结果。通道顶部宽度大于金属体的宽度是可以接受的,因为在此情况下,金属体的下表面也能被冷却液完全覆盖,不会影响到实验结果的准确性。

[0013] 作为本发明的第五种优化方案:在上述方案的基础上,所述连接件的内侧包括台阶面 A、台阶面 B 和台阶面 C,台阶面 A 与所述金属体连接,所述密封件的外侧包括台阶面 D

和台阶面 E, 台阶面 D 与台阶面 B 对应, 台阶面 E 与台阶面 C 对应。作为本发明中连接件和密封件的一种优选方案, 台阶面 D 和台阶面 B 之间实现密封, 台阶面 E 和台阶面 C 之间实现密封, 采用多台阶结构, 能够得到更突出的安装便利性和密封可靠性。

[0014] 作为本发明的第六种优化方案: 在上述方案的基础上, 所述连接件和密封件通过螺栓连接。考虑到零部件受热变形和对密封垫的压缩, 发明人优选螺栓连接来实现连接件和密封件之间的连接。螺栓连接能够提供沿螺栓轴线方向的力, 从而实现对密封垫的压紧, 在零部件受热变形时, 该轴向力也有助于接触面的顺利贴合。

[0015] 综上所述, 本发明的优点和有益效果在于:

[0016] 1. 可以在便利和付出较少成本的情况下实现了多种冷却流道几何结构参数对金属体临界热流密度和外表面流动传热特性的影响的实验;

[0017] 2. 连接件、密封件和下部封隔结构的材料的导热系数小于构成金属体的材料的导热系数, 使得到的实验结果更加准确;

[0018] 3. 柔性密封材料构成的密封垫能够为该偏差提供补偿, 保证固定部分和可变部分能够顺利连接并实现密封;

[0019] 4. 金属体为弧形, 以模拟下封头的工作状态, 金属体、连接件、密封件和下部封隔结构的弧度相同, 在工作过程中, 连接件、密封件和下部封隔结构会随金属体的展平而发生形变, 最终连接件、密封件和下部封隔结构的形变量会与金属体的形变量大致相同, 通道的完整性不会被破坏, 从而避免了泄露的问题;

[0020] 5. 下部封隔结构的底部沿径向方向开设有多条槽, 避免了因挤压造成的凸起或凹陷, 进一步杜绝了泄露的问题;

[0021] 6. 通道的顶部宽度不小于金属体的宽度, 使金属体的下表面也能被冷却液完全覆盖, 提高了通过本发明得到的实验结果的准确性;

[0022] 7. 采用多台阶结构, 能够得到更突出的安装便利性和密封可靠性;

[0023] 8. 采用螺栓连接, 实现了对密封垫的压紧, 在零部件受热变形时, 该轴向力也有助于接触面的顺利贴合。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明的实施例, 下面将对描述本发明实施例中所需要用到的附图作简单的说明。显而易见的, 下面描述中的附图仅仅是本发明中记载的一些实施例, 对于本领域的技术人员来讲, 在不付出创造性劳动的情况下, 还可以根据下面的附图, 得到其它附图。

[0025] 图 1 为本发明一种实施方式的结构示意图;

[0026] 图 2 为本发明一种可拆换式通道结构的半剖视图;

[0027] 图 3 为图 1 中连接件的结构示意图;

[0028] 图 4 为图 1 中密封件的结构示意图;

[0029] 其中, 附图标记对应的零部件名称如下:

[0030] 1- 金属体, 2- 连接件, 3- 密封件, 4- 下部封隔结构, 5- 槽, 6- 密封垫, 201- 台阶面 A, 202- 台阶面 B, 203- 台阶面 C, 301- 台阶面 D, 302- 台阶面 E, 401- 竖板, 402- 横板。

具体实施方式

[0031] 为了使本领域的技术人员更好地理解本发明,下面将结合本发明实施例中的附图对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述。显而易见的,下面所述的实施例仅仅是本发明实施例中的一部分,而不是全部。基于本发明记载的实施例,本领域技术人员在不付出创造性劳动的情况下得到的其它所有实施例,均在本发明保护的范围内。

[0032] 实施例 1:

[0033] 如图 2 所示,一种可拆换式通道结构,主要包括金属体 1、连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4;连接件 2 对称设置于金属体 1 的两侧;密封件 3 通过可拆卸连接与连接件 2 连接,密封件 2 整体或部分位于金属体 1 的下方;下部封隔结构 4 与密封件 3 的底部连接;连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 都沿金属体 1 轴线的方向延伸至金属体 1 的两端;金属体 1 的底面、连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 共同构成两端开口的通道。

[0034] 在使用本实施例时,使冷却液通过通道,对金属体 1 进行冷却,从而实现对金属体临界热流密度和外表面流动传热特性的影响的研究。

[0035] 本领域技术人员可以理解的是,连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 的结构并不限于图 1 中所示的结构,只要连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 与金属体 1 下表面配合能够形成完整通道的结构都可以接受。本领域技术人员还可以理解的是,通过可拆卸连接,更换不同结构的密封件 3 和下部封隔结构 4,才能够实现多种冷却流道几何结构参数对金属体临界热流密度和外表面流动传热特性的影响的实验。

[0036] 可拆卸连接为现有的卡接、扣接和镶嵌连接等,本领域技术人员可以根据实际情况自由选用。

[0037] 需要说明的是,金属体 1 在核工业领域内可以理解为反应堆密封容器的下封头的整体或部分。但是,在其它适用本发明的领域中,金属体 1 也可以为其它相关部件。

[0038] 实施例 2:

[0039] 本实施例在上述实施例的基础上,构成所述连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 的材料的导热系数小于构成金属体 1 的材料的导热系数。本实施例中,考虑到连接件 2 与金属体 1 之间的焊接工艺性,在金属体 1 由铜构成的情况下,连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 优选由不锈钢构成。铜的导热系数远高于不锈钢,不锈钢的导热系数也偏低,因此,通过连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 带走的热量较少。尽量让通道中的冷却水带走金属体 1 的热量,才能更加精确的进行多种冷却流道几何结构参数对临界热流密度和外表面流动传热特性的影响的实验。

[0040] 当然,本发明并不排除其它材料的使用。

[0041] 实施例 3:

[0042] 如图 2 所示,本实施例在上述实施例的基础上,还包括密封垫 6,密封垫 6 被压紧于连接件 2 与密封件 3 之间,密封垫 6 由柔性密封材料构成。本实施例中,密封垫 6 的构成材料优选为硅橡胶,其它柔性密封材料如氟橡胶、丁腈橡胶、丁基橡胶等也能用于本发明。

[0043] 实施例 4:

[0044] 如图 1 所示,本实施例在上述实施例的基础上,所述金属体 1、连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 为两端上翘的弧形,金属体 1、连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 的弧度相同,金属体 1、连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 的曲率中心相同。可以理解为,本

实施例所述的通道结构,在整体上具备一定弧度。

[0045] 实施例 5 :

[0046] 如图 1 所示,本实施例在实施例 4 的基础上,所述弧度优选为 $0.175\text{rad}\sim 3.14\text{rad}$ 之间。

[0047] 实施例 6 :

[0048] 如图 1 和图 2 所述,本实施例在实施例 4 或实施例 5 的基础上,下部封隔结构 4 的底部沿径向方向开设有多条槽 5。在本实施例中,下部封隔结构 4 包括与密封件 3 连接的竖板 401,与竖板 401 底部连接的横板 402,槽 5 设置于横板 402 的底部。更加优选的方案是,多个槽 5 从横板 402 中部位置向横板 402 两端布置。

[0049] 实施例 7 :

[0050] 如图 2 所示,本实施例在上述实施例的基础上,所述通道的顶部宽度等于金属体 1 的宽度。需要说明的是,通道的顶部宽度大于金属体 1 的宽度同样是可行的。

[0051] 实施例 8 :

[0052] 如图 3 和图 4 所示,本实施例在上述实施例的基础上,所述连接件 2 的内侧包括台阶面 A201、台阶面 B202 和台阶面 C203,台阶面 A201 与所述金属体 1 连接,所述密封件 3 的外侧包括台阶面 D301 和台阶面 E302,台阶面 D301 与台阶面 B202 对应,台阶面 E302 与台阶面 C203 对应。台阶面 D301 与台阶面 B202 之间实现密封,台阶面 E302 与台阶面 C203 之间实现密封。

[0053] 实施例 9 :

[0054] 如图 2 所述,本实施例在上述实施例的基础上,所述连接件 2 和密封件 3 通过螺栓连接。

[0055] 实施例 10 :

[0056] 如图 1~4 所示,一种可拆换式通道结构,主要包括金属体 1、连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4。

[0057] 连接件 2 对称设置于金属体 1 的两侧;密封件 3 通过螺栓连接与连接件 2 连接,密封件 2 整体位于金属体 1 的下方;连接件 2 的内侧包括台阶面 A201、台阶面 B202 和台阶面 C203,台阶面 A201 与所述金属体 1 连接,所述密封件 3 的外侧包括台阶面 D301 和台阶面 E302,台阶面 D301 与台阶面 B202 对应,台阶面 E302 与台阶面 C203 对应。两个密封垫 6 分别被压紧于台阶面 D301 与台阶面 B202 之间,以及台阶面 E302 与台阶面 C203 之间。

[0058] 下部封隔结构 4 包括与密封件 3 连接的竖板 401,与竖板 401 底部连接的横板 402,槽 5 设置于横板 402 的底部。多个槽 5 从横板 402 中部位置向横板 402 两端布置。

[0059] 连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 都沿金属体 1 轴线的方向延伸至金属体 1 的两端;

[0060] 金属体 1 的底面、连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 共同构成两端开口的通道。

[0061] 所述金属体 1、连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 为两端上翘的弧形,金属体 1、连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 的弧度相同,金属体 1、连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 的曲率中心相同。所述金属体 1、连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 的弧度在 $0.175\text{rad}\sim 3.14\text{rad}$ 之间。

[0062] 所述通道的顶部宽度等于金属体 1 的宽度。

[0063] 金属体 1 由铜构成, 连接件 2、密封件 3 和下部封隔结构 4 由不锈钢构成。

[0064] 本领域技术人员能够意识到的是, 可进一步有选择的应用上文多个示例性实施例描述的许多变化和构造来形成本发明的其它可能的实施例。考虑到本领域技术人员的能力, 本文未详细提供或描述所有可能重复的内容, 但以其它方式所包含的所有组合和可能实施例为本申请的一部分。

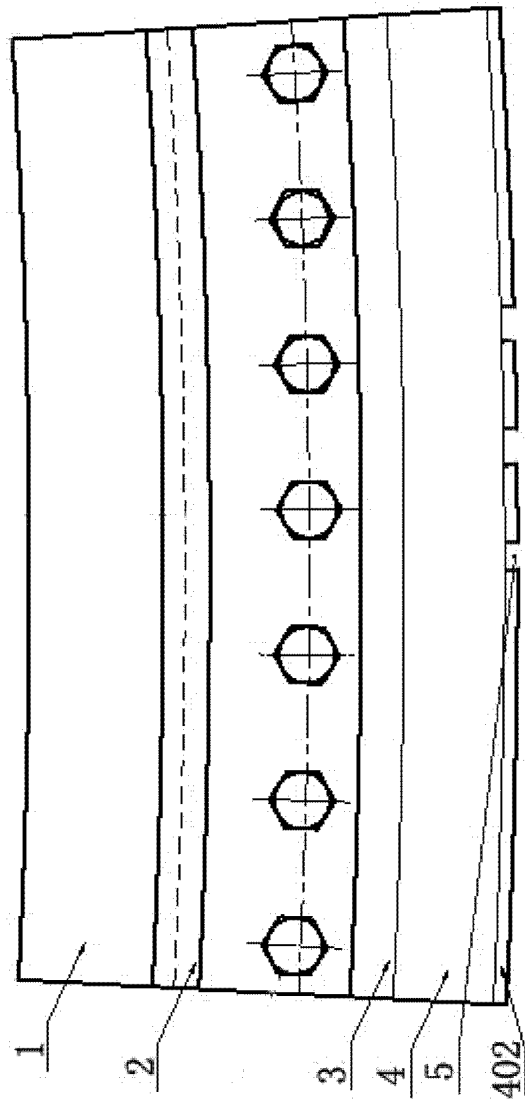


图 1

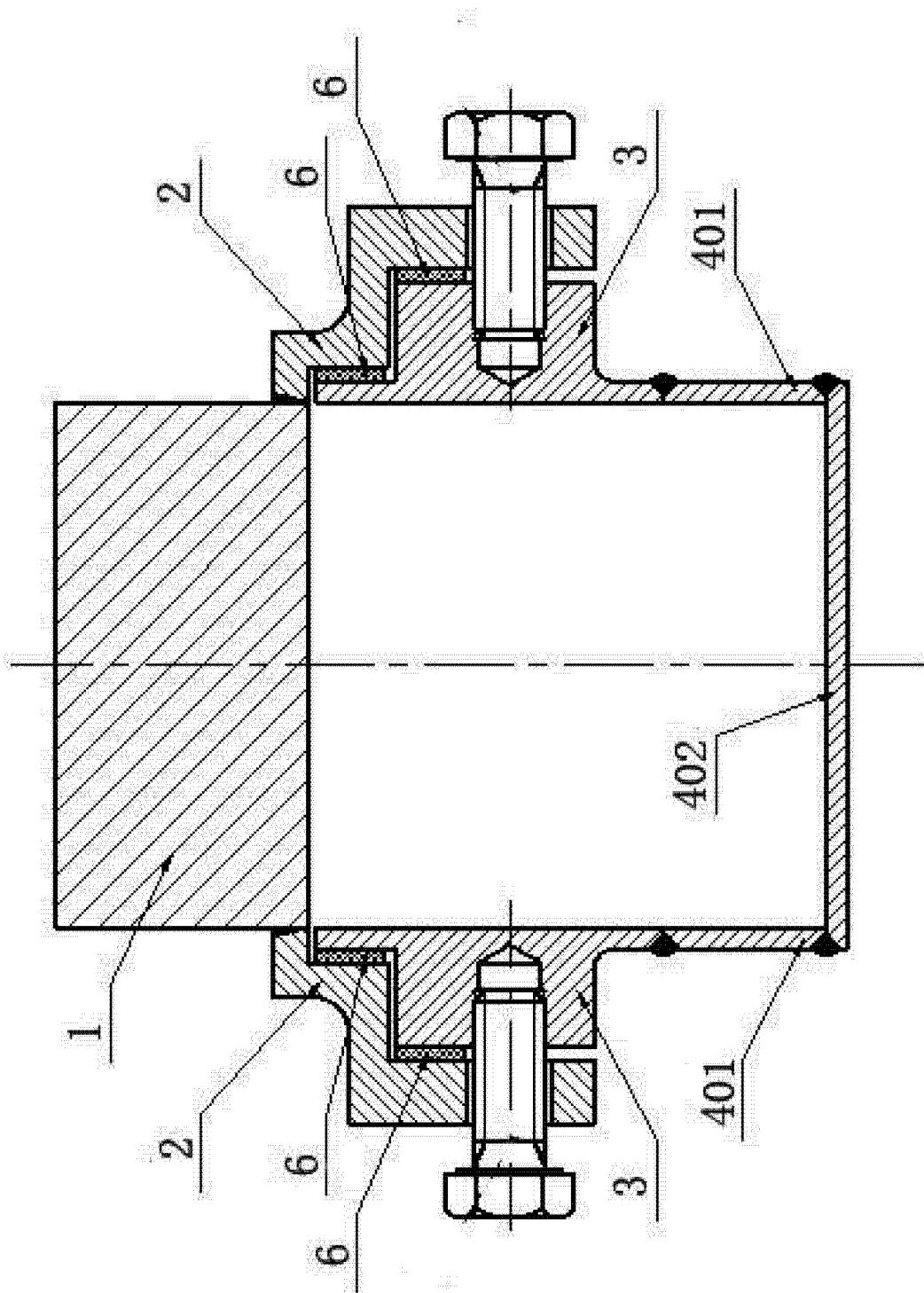


图 2

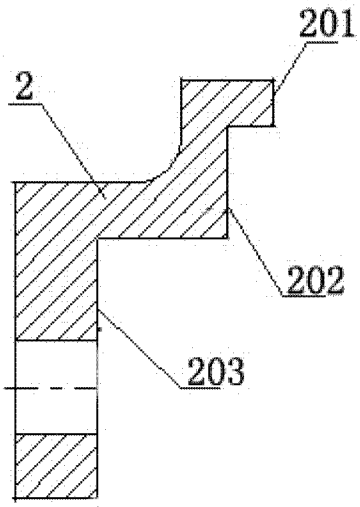


图 3

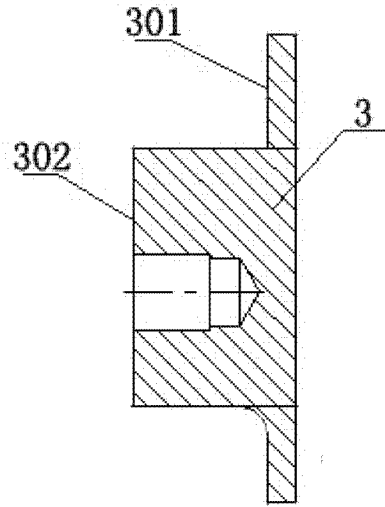


图 4