

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102322995 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 28

(21) 申请号 201110230351. 8

CN 101509814 A, 2009. 08. 19, 全文.

(22) 申请日 2011. 08. 12

DE 202006001458 U1, 2006. 04. 27, 全文.

(73) 专利权人 洛阳轴研科技股份有限公司

杜宏亮. 基于成对双联角接触轴承的摩擦力矩特性分析.《机械》. 2011, 第 38 卷 (第 02 期),

地址 471039 河南省洛阳市高新区丰华  
路 6 号

审查员 付强

(72) 发明人 谢鹏飞 郭金芳 靳国栋 葛世东  
周咏 程俊景 孙北奇 徐俊

(74) 专利代理机构 洛阳市凯旋专利事务所

41112

代理人 符继超

(51) Int. Cl.

G01L 3/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201662453 U, 2010. 12. 01, 全文.

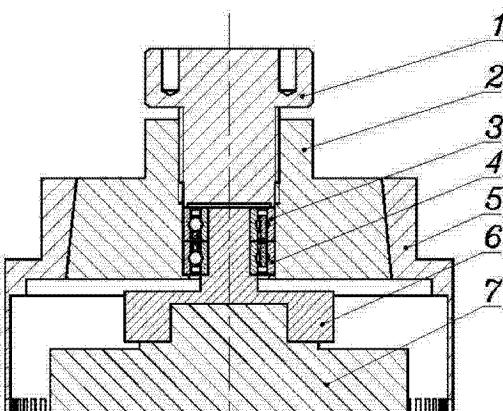
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

面对面配对微型球轴承施加轴向载荷下摩擦力矩测试方法

(57) 摘要

一种面对面配对微型球轴承施加轴向载荷下摩擦力矩测试方法,包括辅助装置的预紧螺栓(1)、加载环(2)和支撑轴(6),将配对的第一被测微型球轴承(3)和第二被测微型球轴承(4)安装在辅助装置内,通过预紧螺栓对其外圈轴向端面施加轴向载荷,然后将装配好的辅助装置安装在微型球轴承摩擦力矩测试仪上,此时预紧螺栓、加载环和光栅转子(5)的总重量形成摩擦力矩测试时第一被测微型球轴承和第二被测微型球轴承的轴向力,在该轴向力作用下通过测试头中心轴(7)不同转速或不同旋转方向测出面对面配对微型球轴承的启动摩擦力矩或是动态摩擦力矩。本发明的方法正确可行,结果可靠,简单易行,具有实际应用效果。



1. 一种面对面配对微型球轴承施加轴向载荷下摩擦力矩测试方法，该摩擦力矩测试方法将轴向紧固配对微型球轴承外圈的方式自定义为面对面配对微型球轴承，所述配对是指第一被测微型球轴承（3）和第二被测微型球轴承（4）的结构尺寸相同，所述面对面是指对第一被测微型球轴承（3）和第二被测微型球轴承（4）的外圈采用紧配合并对其外圈的轴向端面施加有轴向载荷；该摩擦力矩测试方法借助了一套辅助装置，辅助装置与微型球轴承摩擦力矩测试仪中的光栅转子和测试头中心轴配合并借助微型球轴承摩擦力矩测试仪的其它部件完成面对面配对微型球轴承在施加轴向载荷下的摩擦力矩测试方法，该摩擦力矩包括启动摩擦力矩和动态摩擦力矩，其特征是：

上述辅助装置由预紧螺栓（1）、加载环（2）和支撑轴（6）构成，其中加载环（2）的外形分为上段圆柱体和下段圆锥体，在加载环（2）所述上段圆柱体中心和所述下段圆锥体部分中心设置有内螺纹孔，在加载环（2）所述下段圆锥体其余部分中心设置有内孔，在加载环（2）所述下段圆锥体的底端中心设置有止口内孔，加载环（2）所述下段圆锥体的外锥度与微型球轴承摩擦力矩测试仪中的光栅转子（5）内锥度相配合，所述内螺纹孔与所述内孔以及所述止口内孔均为同一中心轴线，所述内孔的内径等于第一被测微型球轴承（3）或是第二被测微型球轴承（4）外圈的外径，所述止口内孔的内径等于第一被测微型球轴承（3）或是第二被测微型球轴承（4）外圈的内径，所述内螺纹孔的公称内径大于所述内孔的内径；预紧螺栓（1）呈T型并分为大端和小端，预紧螺栓（1）所述大端上部设置有两个对称盲孔，预紧螺栓（1）所述小端的外圆车制有外螺纹，所述外螺纹的公称外径等于所述内螺纹孔的公称内径，在预紧螺栓所述小端的底面车制有孔肩止口，所述孔肩止口的外径等于第一被测微型球轴承（3）或是第二被测微型球轴承（4）外圈的外径，所述孔肩止口的内径等于第一被测微型球轴承（3）或是第二被测微型球轴承（4）外圈的内径；支撑轴（6）呈凸状并分为上段和下段，支撑轴（6）所述上段由大圆柱段和小圆柱段构成，所述大圆柱段的外径等于第一被测微型球轴承或是第二被测微型球轴承内圈的外径，所述小圆柱段的外径等于第一被测微型球轴承（3）或是第二被测微型球轴承（4）内圈的内径，所述小圆柱段的轴向长度等于第一被测微型球轴承（3）的宽度加上第二被测微型球轴承（4）的宽度，支撑轴（6）所述下段的底面车制有沉头内孔，所述沉头内孔的内径等于微型球轴承摩擦力矩测试仪中测试头中心轴（7）输出轴头的外径；

先将结构尺寸相等的第一被测微型球轴承（3）和第二被测微型球轴承（4）装入加载环（2）所述内孔内，第二被测微型球轴承（4）外圈的轴向一端面紧靠在所述止口内孔端面，再将预紧螺栓（1）旋接在加载环（2）所述内螺纹孔上，预紧螺栓（1）小端的孔肩止口压在第一被测微型球轴承（3）外圈的轴向一端面，使第一被测微型球轴承（3）和第二被测微型球轴承（4）相互接触，在预紧螺栓（1）所述两个对称盲孔内插入力矩扳手，通过力矩扳手对第一被测微型球轴承（3）和第二被测微型球轴承（4）施加轴向载荷，该轴向载荷又称为轴向预负荷，所述轴向预负荷的大小控制在微型球轴承理论值内，所述轴向预负荷通过预紧螺栓（1）所述孔肩止口传递给第一被测微型球轴承（3）的外圈和第二被测微型球轴承（4）的外圈，所述轴向预负荷实现配对微型球轴承的轴向紧固；将支撑轴（6）所述小圆柱体装入第一被测微型球轴承（3）内圈和第二被测微型球轴承（4）内圈的内孔中，再将支撑轴（6）所述沉头内孔紧配合在测试头中心轴（7）输出轴头上，然后将光栅转子（5）扣在加载环（2）所述下段圆锥体上，此时预紧螺栓（1）、加载环（2）和光栅转子（5）的总重量形成摩擦力矩

测试时第一被测微型球轴承(3)和第二被测微型球轴承(4)的轴向力,该轴向力的大小在预紧螺栓(1)和光栅转子(5)重量不变时通过调整加载环(2)所述上段圆柱体的外径尺寸来控制,由于光栅转子(5)和测试头中心轴(7)之间配置有光电传感器,根据测试头中心轴(7)不同转速或不同旋转方向,能够从微型球轴承摩擦力矩测试仪上读出在所述轴向力时的启动摩擦力矩值或是动态摩擦力矩值。

## 面对面配对微型球轴承施加轴向载荷下摩擦力矩测试方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于配对微型球轴承摩擦力矩测试技术领域,特别涉及到一种面对面配对微型球轴承施加轴向载荷下摩擦力矩测试方法。

### 背景技术

[0002] 航天、航空、航海等领域的某些机构,在较强的振动、冲击条件下低速或是摆动工作时,要求所用微型球轴承的摩擦力矩低、定位精度高且轴向和径向刚度也高。为满足这些使用要求,现多采用配对安装的且施加有轴向预负荷的微型球轴承。配对微型球轴承的摩擦力矩是保证上述某些机构精确、可靠工作的关键因素,因此,精确测试配对微型球轴承的摩擦力矩至关重要。

[0003] 将轴向紧固配对微型球轴承外圈的方式自定义为面对面配对微型球轴承,所述配对是指两套微型球轴承的结构尺寸相同,所述面对面是指对两套微型球轴承外圈采用紧配合并对其外圈的轴向端面施加有轴向载荷,该轴向载荷是一种轴向予负荷,面对面配对微型球轴承在其两内圈旋转工作时其两外圈保持相对静止。

[0004] 目前轴承行业所使用的微型球轴承摩擦力矩测试仪只能用于单套微型球轴承摩擦力矩的测试,对面对面配对微型球轴承摩擦力矩的测试还无法直接使用微型球轴承摩擦力矩测试仪,需要通过一套辅助装置的配合才能在微型球轴承摩擦力矩测试仪实现面对面配对微型球轴承摩擦力矩的测试。

### 发明内容

[0005] 为解决上述问题,本发明提供了一种面对面配对微型球轴承施加轴向载荷下摩擦力矩测试方法,该方法借助一套辅助装置并在微型球轴承摩擦力矩测试仪实现了面对面配对微型球轴承摩擦力矩的测试,测试结果准确可靠,方法简单易行。

[0006] 为实现上述发明目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种面对面配对微型球轴承施加轴向载荷下摩擦力矩测试方法,该摩擦力矩测试方法将轴向紧固配对微型球轴承外圈的方式自定义为面对面配对微型球轴承,所述配对是指第一被测微型球轴承和第二被测微型球轴承的结构尺寸相同,所述面对面是指对第一被测微型球轴承和第二被测微型球轴承的外圈采用紧配合并对其外圈的轴向端面施加有轴向载荷;该摩擦力矩测试方法借助了一套辅助装置,辅助装置与微型球轴承摩擦力矩测试仪中的光栅转子和测试头中心轴配合并借助微型球轴承摩擦力矩测试仪的其它部件完成面对面配对微型球轴承在施加轴向载荷下的摩擦力矩测试方法,该摩擦力矩包括启动摩擦力矩和动态摩擦力矩。

[0008] 上述辅助装置由预紧螺栓、加载环和支撑轴构成,其中加载环的外形分为上段圆柱体和下段圆锥体,在加载环所述上段圆柱体中心和所述下段圆锥体部分中心设置有内螺纹孔,在加载环所述下段圆锥体其余部分中心设置有内孔,在加载环所述下段圆锥体的底端中心设置有止口内孔,加载环所述下段圆锥体的外锥度与微型球轴承摩擦力矩测试仪中

的光栅转子内锥度相配合,所述内螺纹孔与所述内孔以及所述止口内孔均为同一中心轴线,所述内孔的内径等于第一被测微型球轴承或是第二被测微型球轴承外圈的外径,所述止口内孔的内径等于第一被测微型球轴承或是第二被测微型球轴承外圈的内径,所述内螺纹孔的公称内径大于所述内孔的内径;预紧螺栓呈T型并分为大端和小端,预紧螺栓所述大端上部设置有两个对称盲孔,预紧螺栓所述小端的外圆车制有外螺纹,所述外螺纹的公称外径等于所述内螺纹孔的公称内径,在预紧螺栓所述小端的底面车制有孔肩止口,所述孔肩止口的外径等于第一被测微型球轴承或是第二被测微型球轴承外圈的外径,所述孔肩止口的内径等于第一被测微型球轴承或是第二被测微型球轴承外圈的内径;支撑轴呈凸状并分为上段和下段,支撑轴所述上段由大圆柱段和小圆柱段构成,所述大圆柱段的外径等于第一被测微型球轴承或是第二被测微型球轴承内圈的外径,所述小圆柱段的外径等于第一被测微型球轴承或是第二被测微型球轴承内圈的内径,所述小圆柱段的轴向长度等于第一被测微型球轴承的宽度加上第二被测微型球轴承的宽度,支撑轴所述下段的底面车制有沉头内孔,所述沉头内孔的内径等于微型球轴承摩擦力矩测试仪中测试头中心轴输出轴头的外径。

[0009] 先将结构尺寸相等的第一被测微型球轴承和第二被测微型球轴承装入加载环所述内孔内,第二被测微型球轴承外圈的轴向一端面紧靠在所述止口内孔端面,再将预紧螺栓旋接在加载环所述内螺纹孔上,预紧螺栓小端的孔肩止口压在第一被测微型球轴承外圈的轴向一端面,使第一被测微型球轴承和第二被测微型球轴承相互接触,在预紧螺栓所述两个对称盲孔内插入力矩扳手,通过力矩扳手对第一被测微型球轴承和第二被测微型球轴承施加轴向载荷,该轴向载荷又称为轴向预负荷,所述轴向预负荷的大小控制在微型球轴承理论值内,所述轴向预负荷通过预紧螺栓所述孔肩止口传递给第一被测微型球轴承的外圈和第二被测微型球轴承的外圈,所述轴向预负荷实现配对微型球轴承的轴向紧固;将支撑轴所述小圆柱体装入第一被测微型球轴承内圈和第二被测微型球轴承内圈的内孔中,再将支撑轴所述沉头内孔紧配合在测试头中心轴输出轴头上,然后将光栅转子扣在加载环所述下段圆锥体上,此时预紧螺栓、加载环和光栅转子的总重量形成摩擦力矩测试时第一被测微型球轴承和第二被测微型球轴承的轴向力,该轴向力的大小在预紧螺栓和光栅转子重量不变时通过调整加载环所述上段圆柱体的外径尺寸来控制,由于光栅转子和测试头中心轴之间配置有光电传感器,根据测试头中心轴不同转速或不同旋转方向,能够从微型球轴承摩擦力矩测试仪上读出在所述轴向力时的启动摩擦力矩值或是动态摩擦力矩值。

[0010] 由于采用如上所述技术方案,本发明具有如下积极效果:

[0011] 1、本发明通过辅助装置的配置,解决了现有微型球轴承摩擦力矩测试仪不能测试面对面配对微型球轴承摩擦力矩的难题。

[0012] 2、本发明通过辅助装置可以对面对面配对微型球轴承施加轴向预负荷,并在预紧螺栓、加载环和光栅转子所形成的轴向力下通过微型球轴承摩擦力矩测试仪测试出面对面配对微型球轴承的启动摩擦力矩或是动态摩擦力矩。

[0013] 3、本发明的摩擦力矩测试方法,其方法正确可行,结果可靠,简单易行。

[0014] 4、根据本发明的方法,可以在各种微型球轴承摩擦力矩测试仪上展开并用于面对面配对微型球轴承的摩擦力矩测试。

[0015] 5、本发明的摩擦力矩测试方法具有实际应用效果。

## 附图说明

[0016] 图 1 是本发明摩擦力矩测试方法的装配示意图。

[0017] 图 1 中 :1—预紧螺栓 ;2—加载环 ;3—第一被测微型球轴承 ;4—第二被测微型球轴承 ;5—光栅转子 ;6—支撑轴 ;7—测试头中心轴。

## 具体实施方式

[0018] 结合图 1,本发明是一种面对面配对微型球轴承施加轴向载荷下摩擦力矩测试方法,该摩擦力矩测试方法将轴向紧固配对微型球轴承的外圈的方式自定义为面对面配对微型球轴承,所述配对是指第一被测微型球轴承 3 和第二被测微型球轴承 4 的结构尺寸相同,比如第一被测微型球轴承 3 和第二被测微型球轴承 4 的型号为 628/5,外形尺寸为  $\Phi 5\text{mm} \times \Phi 11\text{mm} \times 4\text{mm}$ 。所述面对面是指对第一被测微型球轴承 3 和第二被测微型球轴承 4 的外圈采用紧配合并对其外圈的轴向端面施加有轴向载荷。

[0019] 一般而言,微型球轴承由外圈、内圈、滚动球和保持架构成,外圈或是内圈都具有外径和内径。

[0020] 本发明的摩擦力矩测试方法借助了一套辅助装置,辅助装置与微型球轴承摩擦力矩测试仪中的光栅转子 5 和测试头中心轴 7 配合,并借助微型球轴承摩擦力矩测试仪的其它部件(如光电传感器等),完成面对面配对微型球轴承在施加轴向载荷下的摩擦力矩测试方法,该摩擦力矩包括启动摩擦力矩和动态摩擦力矩。目前使用 YZC 型微型球轴承摩擦力矩测量仪,该测量仪的测量范围是:轴承内径  $0.5 \sim 20\text{mm}$ 、轴承外径  $5 \sim 33\text{mm}$ 、轴承高度  $2 \sim 10\text{mm}$ 。

[0021] 本发明的辅助装置由预紧螺栓 1、加载环 2 和支撑轴 6 构成。

[0022] 上述加载环 2 的外形分为上段圆柱体和下段圆锥体,在加载环 2 所述上段圆柱体中心和所述下段圆锥体部分中心设置有内螺纹孔,在加载环 2 所述下段圆锥体其余部分中心设置有内孔,在加载环 2 所述下段圆锥体的底端中心设置有止口内孔,加载环 2 所述下段圆锥体的外锥度与微型球轴承摩擦力矩测试仪中的光栅转子 5 内锥度相配合,所述内螺纹孔与所述内孔以及所述止口内孔均为同一中心轴线,所述内孔的内径等于第一被测微型球轴承 3 或是第二被测微型球轴承 4 外圈的外径,所述止口内孔的内径等于第一被测微型球轴承 3 或是第二被测微型球轴承 4 外圈的内径,所述内螺纹孔的公称内径大于所述内孔的内径。比如型号为 628/5 的微型球轴承所使用的加载环基本结构尺寸是:加载环上段圆柱体和下段圆锥体的总高度为 19mm,加载环内螺纹孔尺寸为 M12 深 10mm,加载环内孔尺寸为  $\Phi 11\text{mm}$  深 8.5mm,加载环止口内孔尺寸为  $\Phi 9.6\text{mm}$  深 0.5mm,加载环所使用的材料为 LY12。

[0023] 上述预紧螺栓 1 呈 T 型并分为大端和小端,预紧螺栓 1 所述大端上部设置有两个对称盲孔用于安装力矩扳手,预紧螺栓 1 所述小端的外圆车制有外螺纹,所述外螺纹的公称外径等于所述内螺纹孔的公称内径 M12,在预紧螺栓 1 所述小端的底面车制有孔肩止口,所述孔肩止口的外径等于第一被测微型球轴承 3 或是第二被测微型球轴承 4 外圈的外径,所述孔肩止口的内径等于第一被测微型球轴承 3 或是第二被测微型球轴承 4 外圈的内径。

[0024] 上述支撑轴 6 呈凸状并分为上段和下段,支撑轴 6 所述上段由大圆柱段和小圆柱段构成,所述大圆柱段的外径等于第一被测微型球轴承 3 或是第二被测微型球轴承 4 内圈

的外径，所述小圆柱段的外径等于第一被测微型球轴承3或是第二被测微型球轴承4内圈的内径Φ5mm，支撑轴6所述小圆柱段的轴向长度等于第一被测微型球轴承3的宽度4mm加上第二被测微型球轴承4的宽度4mm等于8mm，所述下段的底面车制有沉头内孔，所述沉头内孔的内径等于微型球轴承摩擦力矩测试仪中测试头中心轴7输出轴头的外径。

[0025] 先将结构尺寸相等的第一被测微型球轴承3和第二被测微型球轴承4装入加载环2所述内孔内，第二被测微型球轴承4外圈的轴向一端面紧靠在所述止口内孔端面，再将预紧螺栓1旋接在加载环2所述内螺纹孔上，预紧螺栓1小端的孔肩止口压在第一被测微型球轴承3外圈的轴向一端面，使第一被测微型球轴承3和第二被测微型球轴承4相互接触，在预紧螺栓1所述两个对称盲孔内插入力矩扳手，通过力矩扳手对第一被测微型球轴承3和第二被测微型球轴承4施加轴向载荷，该轴向载荷又称为轴向预负荷，所述轴向预负荷的大小控制在微型球轴承理论值内，比如型号为628/5的微型球轴承其轴向预负荷理论值上7N。所述轴向预负荷通过预紧螺栓1所述孔肩止口传递给第一被测微型球轴承3的外圈和第二被测微型球轴承4的外圈，所述轴向预负荷实现配对微型球轴承的轴向紧固。

[0026] 将支撑轴6所述小圆柱体装入第一被测微型球轴承3和第二被测微型球轴承4的内孔中，再将支撑轴6所述沉头内孔紧配合在测试头中心轴7输出轴头上，然后将光栅转子5扣在加载环2下段圆锥体上，此时预紧螺栓1、加载环2和光栅转子5的总重量形成摩擦力矩测试时第一被测微型球轴承3和第二被测微型球轴承4的轴向力，该轴向力的大小在预紧螺栓1和光栅转子5重量不变时通过调整加载环2所述上段圆柱体的外径尺寸来控制，如型号为628/5的微型球轴承所能承受的轴向力为200g即2N，则预紧螺栓1、加载环2和光栅转子5的总重量≤200g。该轴向力实际上是轴向重力。

[0027] 由于光栅转子5和测试头中心轴7之间配置有光电传感器，根据测试头中心轴7不同转速或不同旋转方向，能够从微型球轴承摩擦力矩测试仪上读出在所述轴向力时的启动摩擦力矩值或是动态摩擦力矩值。

[0028] 综上，本发明先将面对面配对微型球轴承即配对的第一被测微型球轴承3和第二被测微型球轴承4安装在辅助装置内，通过预紧螺栓1对第一被测微型球轴承3和第二被测微型球轴承4的外圈轴向端面施加轴向载荷，然后将装配好的辅助装置安装在微型球轴承摩擦力矩测试仪上，此时预紧螺栓1、加载环2和光栅转子5的总重量形成摩擦力矩测试时第一被测微型球轴承3和第二被测微型球轴承4的轴向力，在该轴向力作用下通过测试头中心轴7不同转速或不同旋转方向测出面对面配对微型球轴承的启动摩擦力矩或是动态摩擦力矩。因此从以上综述可以看出：轴向载荷与轴向力是两个不同的概念，本发明既施加有轴向载荷，又有总重量形成的轴向力，故而将本发明简称为面对面配对微型球轴承施加轴向载荷下摩擦力矩测试方法。

[0029] 表1是面对面配对微型球轴承施加轴向预负荷后且在2N的轴向力下的启动摩擦力矩测试值，逆时针、顺时针各测10个点，启动摩擦力矩单位是g·cm。

[0030]

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
逆时针	0.4	0.36	0.44	0.44	0.46	0.39	0.48	0.48	0.52	0.5
顺时针	0.46	0.45	0.45	0.39	0.55	0.5	0.43	0.43	0.47	0.4

[0031] 表2是面对面配对微型球轴承施加轴向预负荷后且在2N的轴向力下四种不同转

速时的动态摩擦力矩测试值。

[0032]

转速(rpm)	力矩值( $\text{g}\cdot\text{cm}$ )	转速(rpm)	力矩值( $\text{g}\cdot\text{cm}$ )
2	0.24~0.26	10	0.27~0.29
5	0.25~0.28	100	0.3~0.31

[0033] 从表 1 和表 2 可以看出 :无论是启动摩擦力矩还是动态摩擦力矩其力矩值波动范围很小,说明第一被测微型球轴承 3 和第二被测微型球轴承 4 完全满足工作现场使用技术要求。

[0034] 表 1 和表 2 证明 :本发明的摩擦力矩测试方法正确可行,结果可靠,简单易行。

[0035] 需要说明的是 :当第一被测微型球轴承 3 和第二被测微型球轴承 4 的型号改变时其外形尺寸也改变,与其相配的加载环 2、预紧螺栓 1 和支撑轴 6 也应相应改变,但加载环 2 下段圆锥体的外锥度与光栅转子 5 的内锥度的配合结构不变,且支撑轴 6 下段所述沉头内孔与测试头中心轴 7 输出轴头连接的部位结构不变。

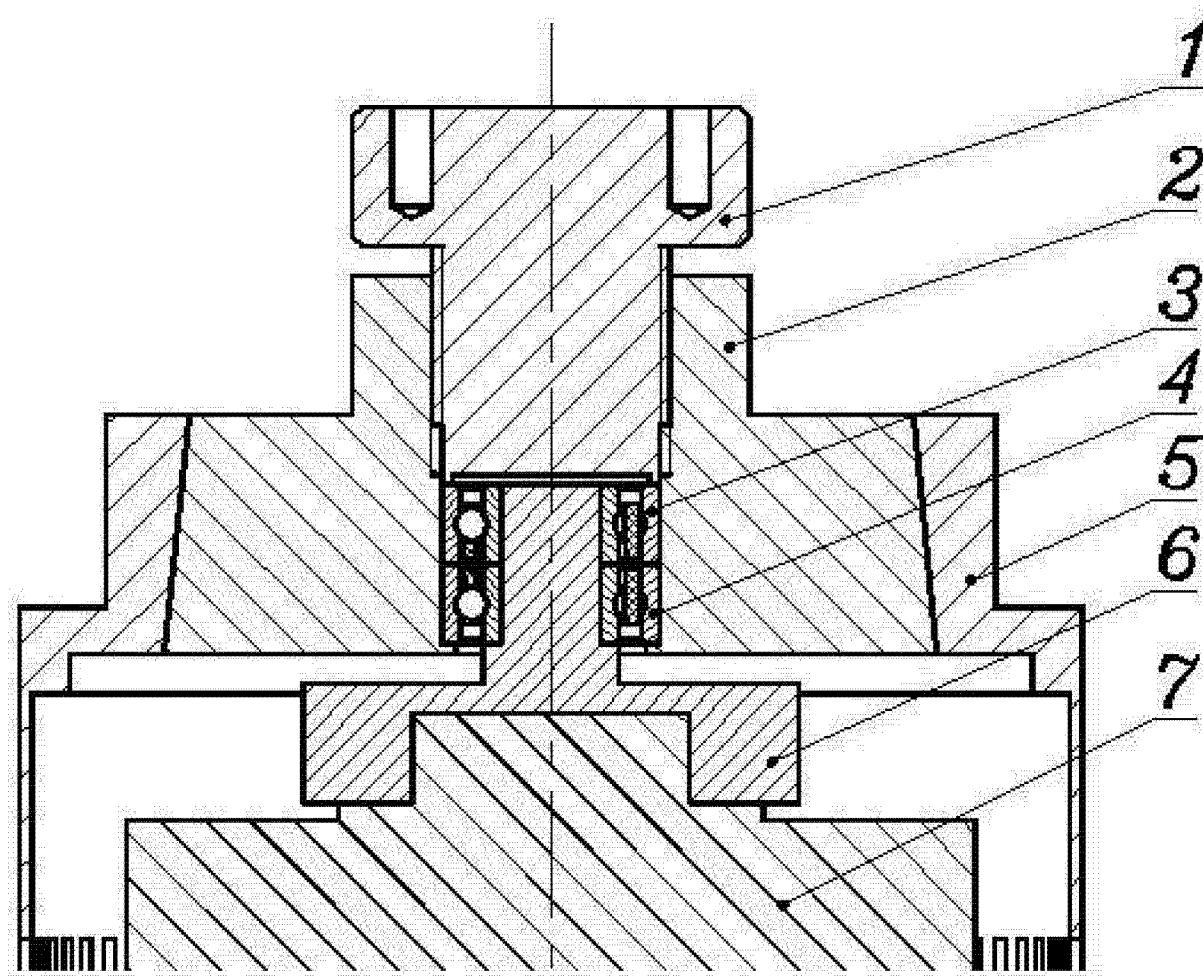


图 1