



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104535489 B

(45)授权公告日 2017.08.01

(21)申请号 201510009014.4

(22)申请日 2015.01.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104535489 A

(43)申请公布日 2015.04.22

(73)专利权人 重庆材料研究院有限公司

地址 400707 重庆市北碚区蔡家岗镇嘉德大道8号

(72)发明人 居本祥 唐锐 张登友 杨百炼

(74)专利代理机构 重庆志合专利事务所 50210

代理人 胡荣瑛

(51)Int.Cl.

G01N 19/00(2006.01)

审查员 沈育德

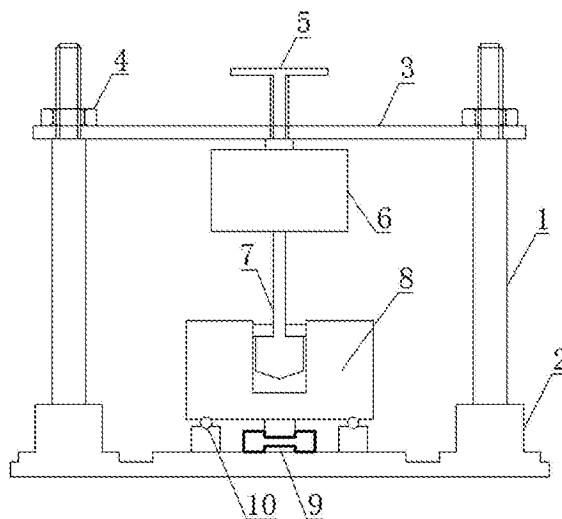
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置

(57)摘要

本发明涉及一种高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置,包括底座和安装在底座上的支撑架,所述底座上支撑有储液缸筒,所述储液缸筒连接有用于检测、输出扭矩值的扭矩传感器,所述储液缸筒上设有用于产生测试磁场的磁场发生器,所述储液缸筒内填充测试用磁控流体,所述储液缸筒的上方设有高速电机,所述高速电机通过安装在支撑架上的升降装置悬置在储液缸筒的上方,所述高速电机的转轴竖直向下延伸,与一测试夹具固定连接,所述测试夹具上端与高速电机的转轴固定连接,测试夹具的下端伸入储液缸筒内的磁控流体中。采用本装置可以在磁场作用下完成高剪切速率下磁控流体的力学性能测试。



1. 一种高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置,其特征在于:包括底座和安装在底座上的支撑架,所述底座上支撑有储液缸筒,所述储液缸筒连接有用于检测、输出扭矩值的扭矩传感器,所述储液缸筒上设有用于产生测试磁场的磁场发生器,所述储液缸筒内填充测试用磁控流体,所述储液缸筒的上方设有高速电机,所述高速电机通过安装在支撑架上的升降装置悬置在储液缸筒的上方,所述高速电机的转轴竖直向下延伸,与一测试夹具固定连接,所述测试夹具上端与高速电机的转轴固定连接,测试夹具的下端伸入储液缸筒内的磁控流体中;

测试时,测试探头(73)处于储液缸筒(84)内的磁控流体(81)的包围,高速电机(6)转动带动测试探头(73)处在高剪切速率的运行状态,剪切速率表达为: $\gamma = \omega R/h$ ,其中, $\gamma$ 代表剪切速率, $\omega$ 为高速电机(6)运行时设置的角速度, $R$ 是测试探头(73)的半径, $h$ 为测试探头(73)外侧边缘与储液缸筒(84)内壁的间距;通过磁控流体(81)将剪切力传递给储液缸筒(84),与储液缸筒(84)连接的扭矩传感器(9)检测并输出扭矩值大小,将磁控流体(81)的剪切应力表达为: $\tau = \frac{3T}{2\pi(R_1^3 - R^3)}$ ,其中, $\tau$ 代表剪切应力, $T$ 代表所产生的扭矩, $R_1$ 为储液缸筒(84)内壁半径。

2. 根据权利要求1所述的高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置,其特征在于:所述升降装置采用螺纹旋转升降的结构。

3. 根据权利要求2所述的高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置,其特征在于:所述升降装置包括升降螺杆,所述升降螺杆螺纹配合在支撑架设有的螺纹孔中,所述升降螺杆上端安装转盘,升降螺杆下端与高速电机固定连接。

4. 根据权利要求1或2或3所述的高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置,其特征在于:所述支撑架包括安装在底座上的多根立柱,所述立柱上固定有横梁,所述横梁上设有螺纹孔。

5. 根据权利要求1所述的高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置,其特征在于:所述底座的上端面上设有多个用于安装钢珠的第一凹槽,所述储液缸筒的下端面设有多个第二凹槽与底座的第一凹槽相对应,多个钢珠分别安装在底座的第一凹槽与储液缸筒的第二凹槽之间,用于支撑储液缸筒。

6. 根据权利要求5所述的高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置,其特征在于:所述钢珠的数量为八个。

7. 根据权利要求1所述的高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置,其特征在于:所述储液缸筒为上端开口的圆柱形容器,该圆柱形容器的开口设有用于与测试夹具的密封盖配合的定位台阶,圆柱形容器的底端设有半球形凹槽和用于安装扭矩传感器的向下延伸部,该向下延伸部与扭矩传感器上端固定连接,扭矩传感器下端与底座上设置的用于安装扭矩传感器的向上延伸部固定连接。

8. 根据权利要求1或7所述的高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置,其特征在于:所述测试夹具包括连接杆、密封盖、测试探头,所述连接杆上端与高速电机的转轴固定连接,连接杆下端设置定位台阶,连接杆下端通过螺纹与测试探头连接,密封盖卡在连接杆的定位台阶与测试探头之间。

9. 根据权利要求8所述的高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置,其特征在于:所

述测试探头由高导磁材料加工,且测试探头的一端设有螺纹孔,另一端为锥形结构。

10. 根据权利要求1所述的高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置,其特征在于:所述磁场发生器包括励磁线圈、磁路外套和多个环形磁芯,所述励磁线圈环圆周绕制于两环形磁芯间的储液缸筒表面,磁路外套安装于环形磁芯外侧,环形磁芯与磁路外套均由高导磁材料制成。

## 高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于材料性能测试领域,具体涉及一种高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置。

### 背景技术

[0002] 磁控流体是一种由软磁性悬浮相、有机悬浮介质和添加剂组成的智能分散体材料,在外加磁场的作用下,其粘度可实现连续、迅速、可逆地调节,剪切屈服应力是磁控流体的主要性能参数之一。可广泛用于建筑结构振动控制、机械系统振动控制和武器系统冲击控制等重要领域。在开发工程实用的器件过程中,人们必须对磁控流体的力学特性进行合理评价。因此,磁控流体的力学性能测试是此类材料研究的重要内容之一。

[0003] 国内外研究者进行了大量的实验研究工作,提出了各种各样的磁控流体材料力学特性检测方法,并且相关企业也开始试制磁控流体力学特性检测仪器。尽管人们对磁控流体的力学特性测试仪器进行了大量研究,但还存在一些问题:如将剪切机构的设计缺陷,其旋转半径无法增大,导致剪切率受到限制,无法完成高剪切速率下的测试;外加磁场不能使磁控流体达到饱和;商业化的检测仪器价格高达近百万元,使国内的研究处于尴尬局面;对于管道流测试方法,虽然可以达到很高的磁场,但推动磁控流体在管道中的流动速度低致使剪切率受限。为了开发更加实用的高性能磁控流体,指导磁控流体在实际工程的应用,有必要探索新型的磁控流体力学特性测试装置。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是针对现有技术存在的不足,提供一种高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置,采用本装置可以在磁场作用下完成高剪切速率下磁控流体的力学性能测试,且成本低廉。

[0005] 本发明的目的是采用下述方案实现的:一种高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置,包括底座和安装在底座上的支撑架,所述底座上支撑有储液缸筒,所述储液缸筒连接有用于检测、输出扭矩值的扭矩传感器,所述储液缸筒上设有用于产生测试磁场的磁场发生器,所述储液缸筒内填充测试用磁控流体,所述储液缸筒的上方设有高速电机,所述高速电机通过安装在支撑架上的升降装置悬置在储液缸筒的上方,所述高速电机的转轴竖直向下延伸,与一测试夹具固定连接,所述测试夹具上端与高速电机的转轴固定连接,测试夹具的下端伸入储液缸筒内的磁控流体中。

[0006] 所述升降装置采用螺纹旋转升降的结构。

[0007] 所述升降装置包括升降螺杆,所述升降螺杆螺纹配合在支撑架设有的螺纹孔中,所述升降螺杆上端安装转盘,升降螺杆下端与高速电机固定连接。

[0008] 所述支撑架包括安装在底座上的多根立柱,所述立柱上固定有横梁,所述横梁上设有螺纹孔。

[0009] 所述底座的上端面上设有多个用于安装钢珠的第一凹槽,所述储液缸筒的下端面

设有多个第二凹槽与底座的第一凹槽相对应,多个钢珠分别安装在底座的第一凹槽与储液缸筒的第二凹槽之间,用于支撑储液缸筒。

[0010] 所述钢珠的数量为四个。

[0011] 所述储液缸筒为上端开口的圆柱形容器,该圆柱形容器的开口设有用于与测试夹具的密封盖配合的定位台阶,圆柱形容器的底端设有半球形凹槽和用于安装扭矩传感器的向下延伸部,该向下延伸部与扭矩传感器上端固定连接,扭矩传感器下端与底座上设置的用于安装扭矩传感器的向上延伸部固定连接。

[0012] 所述测试夹具包括连接杆、密封盖、测试探头,所述连接杆上端与高速电机的转轴固定连接,连接杆下端设置定位台阶,连接杆下端通过螺纹与测试探头连接,密封盖卡在连接杆的定位台阶与测试探头之间。

[0013] 所述测试探头由高导磁材料加工,且测试探头的一端设有螺纹孔,另一端为锥形结构。

[0014] 所述磁场发生器包括励磁线圈、磁路外套和多个环形磁芯,所述励磁线圈环圆周绕制于两环形磁芯间的储液缸筒表面,磁路外套安装于环形磁芯外侧,环形磁芯与磁路外套均由高导磁材料制成。

[0015] 本发明具有的优点是:通过本发明的磁控流体力学特性测试装置进行测试时,所述磁控流体充入储液缸筒内,测试夹具置于磁控流体中,高速电机带动测试夹具转动使磁控流体处于高速剪切状态,通过磁控流体将剪切力传递给储液缸筒,扭矩传感器检测并输出扭矩值大小,由剪切应力与扭矩、转速间的理论关系等参数,获取剪切应力、剪切应变率及磁场之间的相互关系,实现在高速剪切模式下磁控流体力学特性的表征。本发明着眼于高剪切率,比如剪切率最高可达3000 (1/s),一般仪器只能最高到几百 (1/s),使用范围广,可以表征磁控流体很多应用环境下的性能,如冲击应用等。

[0016] 本发明通过升降装置转动可实现安装于其下方的高速电机的升降,高速电机的升降可以带动与其连接的测试夹具上下运动,使测试夹具定位于储液缸筒或脱离储液缸筒。磁控流体充满测试夹具中的测试探头与储液缸筒之间的间隙,测试夹具上的密封盖可防止测试探头在高速选装过程中磁控流体被摔出。

[0017] 且所述储液缸筒的下端面设有多个第二凹槽与底座的第一凹槽相对应,多个钢珠分别安装在底座的第一凹槽与储液缸筒的第二凹槽之间,用于支撑储液缸筒。钢珠的设置有利于磁控模块在测试的过程中稳定于水平位置方向。

[0018] 磁路外套、环形磁芯、磁控流体、测试探头组成闭合磁回路,能使磁控流体达到饱和,可以有效增强磁场强度,可有效增强磁控流体处的测试磁场范围。

[0019] 采用本装置可以完成高剪切速率下的测试,且成本低廉,结构简单,安装方便快捷,测试稳定。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明的结构示意图;

[0021] 图2为本发明的储液缸筒、测试夹具、磁场发生器的安装结构示意图。

[0022] 附图中, 1为立柱,2为底座,3为横梁,4为紧固螺母,5为升降装置,51为升降螺杆,52为转盘,6为高速电机,7为测试夹具,71为连接杆,72为密封盖,73为测试探头,8为磁控模

块,81为磁控流体,82为磁路外套,83为环形磁芯,84为储液缸筒,85为励磁线圈,9为扭矩传感器,10为钢珠。

### 具体实施方式

[0023] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,下面将结合附图对本发明作进一步的详细描述:

[0024] 参见图1和图2,一种高速剪切模式下磁控流体力学特性测试装置,包括底座2和安装在底座2上的支撑架。所述底座2上支撑有储液缸筒84。所述底座2的上端面上设有多个用于安装钢珠10的第一凹槽,所述储液缸筒84的下端面设有多个第二凹槽与底座2的第一凹槽相对应,多个钢珠10分别安装在底座2的第一凹槽与储液缸筒84的第二凹槽之间,用于支撑储液缸筒84。钢珠10的设置有利于储液缸筒84在测试的过程中稳定于水平位置方向。本实施例采用所述钢珠10的数量为八个为最佳,当然也可根据需要设置钢珠10的个数。本实施例的所述第一凹槽设置在底座2设有的凸台上。钢珠10设置在底座2的凸台上,支撑储液缸筒84。所述储液缸筒84的下方连接有用于检测、输出扭矩值的扭矩传感器9。所述储液缸筒84为上端开口的圆柱形容容器,该圆柱形容容器的开口设有用于与测试夹具7的密封盖72配合的定位台阶,圆柱形容容器的底端设有半球形凹槽和用于安装扭矩传感器9的向下延伸部,该向下延伸部上设置外螺纹,与扭矩传感器9上端螺纹连接,扭矩传感器9下端与底座2上设置的用于安装扭矩传感器9的向上延伸部螺纹固定连接。所述储液缸筒84上设有用于产生测试磁场的磁场发生器。所述磁场发生器包括励磁线圈85、磁路外套82和多个环形磁芯83,所述励磁线圈85环圆周绕制于两环形磁芯83间的储液缸筒84表面,磁路外套82安装于环形磁芯83外测,环形磁芯83与磁路外套82均由高导磁材料制成。由磁路外套82、环形磁芯83、储液缸筒84、励磁线圈85组成磁控模块88,环形磁芯83焊接于储液缸筒84的外圆周表面,在环形磁芯83之间绕制励磁线圈85,磁路外套82与环形磁芯83焊接在一起。磁控模块88中磁路外套82、环形磁芯83、磁控流体81、测试探头73组成闭合磁回路,可有效增强磁控流体81处的测试磁场范围。所述储液缸筒84内填充测试用磁控流体81。所述磁控流体81为公知的磁流变液或磁流变胶。所述储液缸筒84的上方设有高速电机6。所述高速电机6通过安装在支撑架上的升降装置5悬空在储液缸筒84的上方。所述升降装置5采用螺纹旋转升降的结构。本实施例的所述升降装置5包括升降螺杆51,所述升降螺杆螺纹配合在支撑架设有的螺纹孔中,所述升降螺杆上端安装转盘,升降螺杆下端与高速电机6固定连接。所述支撑架包括安装在底座2上的多根立柱1,所述立柱1上固定有横梁3,所述横梁3上设有螺纹孔。本实施例的立柱1为两根。所述立柱1下端与底座2螺纹固定连接。本实施例的立柱1为两根,两根立柱1分别固定在底座2的左右两侧。所述储液缸筒84安装在底座2的中间。所述立柱1上端设有外螺纹段,所述横梁3通过紧固螺母4固定连接在立柱1上端。所述高速电机6的转轴竖直向下延伸,与一测试夹具7固定连接,所述测试夹具7上端与高速电机6的转轴固定连接,测试夹具7的下端伸入储液缸筒84内的磁控流体81中。所述测试夹具7包括连接杆71、密封盖72、测试探头73,所述连接杆71上端与高速电机6的转轴固定连接,连接杆71下端设置定位台阶,连接杆71下端通过螺纹与测试探头73连接,密封盖72卡在连接杆71的定位台阶与测试探头73之间。所述测试探头73由高导磁材料加工,且测试探头73的一端设有螺纹孔,另一端为锥形结构。所述连接杆71下端的测试探头73伸入储液缸筒84内的磁控流体81中,通

过密封盖72将储液缸筒84的上端开口密封。

[0025] 通过升降装置5转动可实现安装于其下方的高速电机6的升降,高速电机6的升降可以带动与其连接的测试夹具7上下运动,使测试夹具7定位于储液缸筒84或脱离储液缸筒84。磁控流体81充满测试夹具7中的测试探头73与储液缸筒84之间的间隙,测试夹具7上的密封盖72可防止测试探头73在高速选装过程中磁控流体81被摔出。

[0026] 测试时,测试探头73处于储液缸筒84内的磁控流体81的包围,高速电机6转动带动测试探头73处在高剪切速率的运行状态,剪切速率可表达为:

$$[0027] \quad \gamma = \omega R / h$$

[0028] 其中, $\gamma$ 代表剪切速率, $\omega$ 为高速电机6运行时设置的角速度, $R$ 是测试探头73的半径, $h$ 为测试探头73与储液缸筒84间距即  $h$ 为测试探头73外侧边缘与储液缸筒84内壁的间距;通过磁控流体81将剪切力传递给储液缸筒84,与储液缸筒84连接的扭矩传感器9检测并输出扭矩值大小,根据测试数据及相关理论可将磁控流体81的剪切应力表达为:

$$[0029] \quad \tau = \frac{3T}{2\pi(R_1^3 - R^3)}$$

[0030] 其中, $\tau$ 代表剪切应力, $T$ 代表所产生的扭矩, $R_1$ 为储液缸筒84内壁半径;

[0031] 通过调节励磁线圈85电流的大小,即可实现在不同磁场与高速剪切模式下磁控流体81力学特性的表征。

[0032] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明,显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

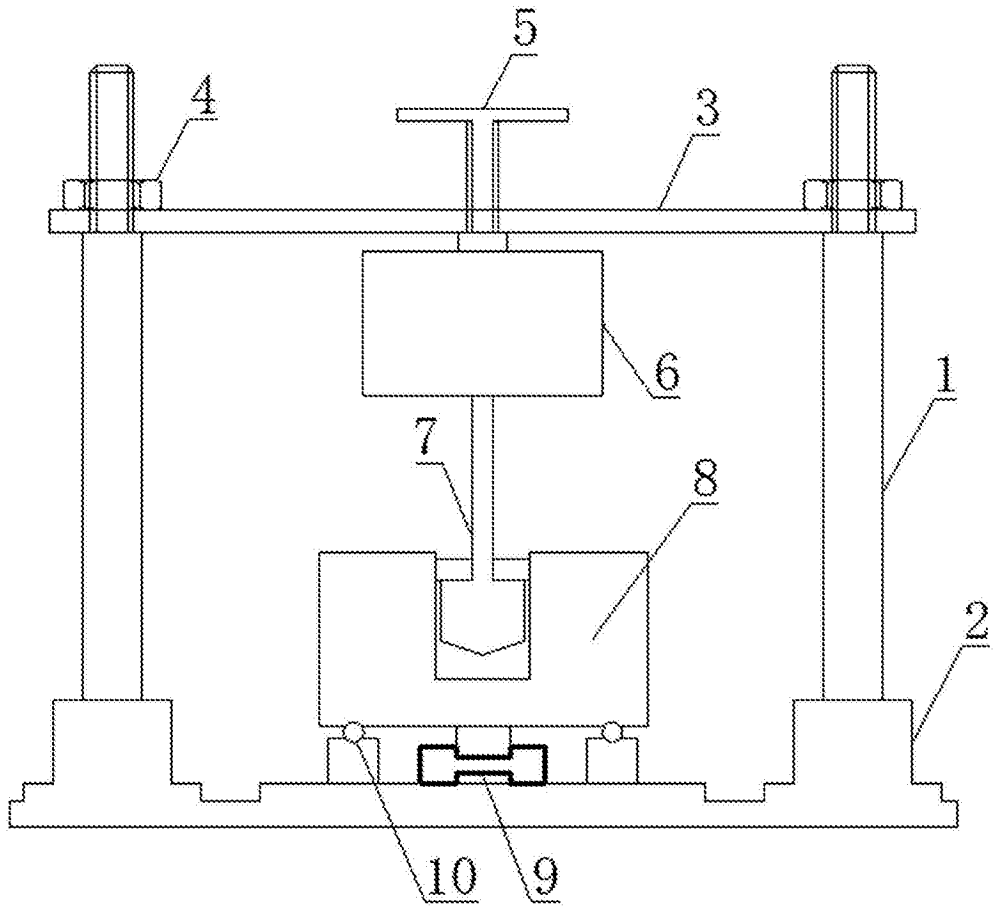


图1



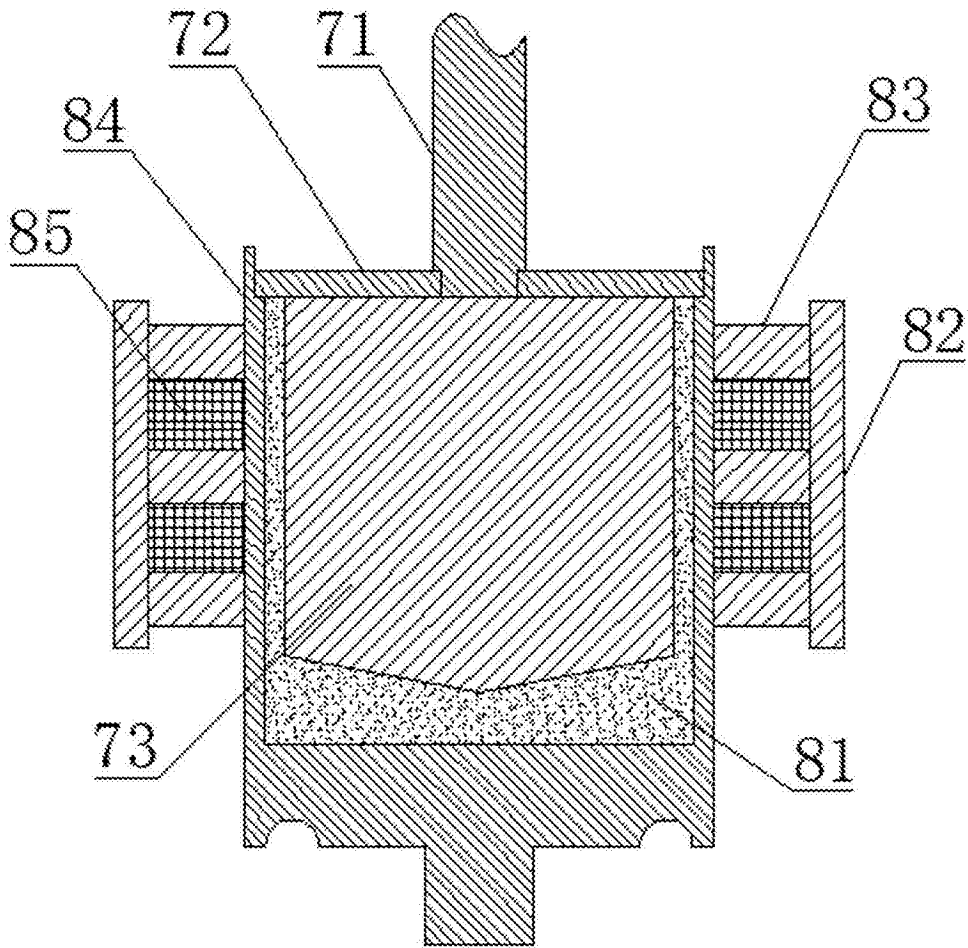


图2