



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103541675 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 29

(21) 申请号 201310562538. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 11. 12

E21B 21/00(2006. 01)

(71) 申请人 西南石油大学

地址 610500 四川省成都市新都区新都大道
8号

申请人 中国石油集团渤海钻探工程有限公
司

(72) 发明人 杨远光 孙勤亮 王乐顶 付家文
唐欣 宋国平 刘勇 李光艳
刘文明

(74) 专利代理机构 成都金英专利代理事务所
(普通合伙) 51218

代理人 袁英

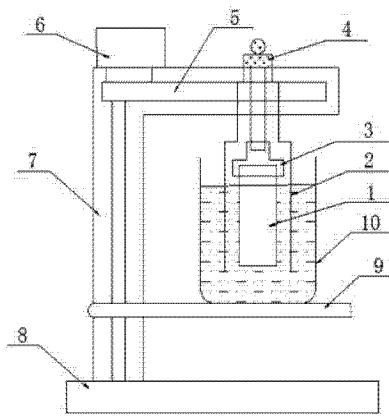
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于剪切速率相等原理的固井冲洗液评价装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于剪切速率相等原理的固井冲洗液评价装置及方法,该装置主要由人造岩心或钢柱、外筒、转换接头、传动装置、电机、框架、承托盘、浆杯组成,框架上有承托盘和电机,承托盘上放置装有冲洗液的浆杯,人造岩心或钢柱、外筒均处于浆杯内的冲洗液中,人造岩心或钢柱通过转换接头固定在框架上,外筒通过传动装置和电机相连,外筒有两排供冲洗液流动的圆孔,每一排圆孔的间隔为90°。本发明利用人造岩心或钢柱来模拟静态下的井壁和套管,更接近工程实际,具有操作简单、对比性强、适用范围广的特点,能分别测得冲洗液对固井第一、第二界面的冲洗效率,并根据冲洗效率和冲洗时间优选冲洗液体系和设计冲洗液使用量,具有广阔的市场前景。



1. 一种基于剪切速率相等原理的固井冲洗液评价装置,主要由人造岩心或钢柱(1)、外筒(2)、转换接头(3)、传动装置(4)、电机(6)、框架(7)、承托盘(9)、浆杯(10)组成,其特征在于,所述安在底座(8)的框架(7)上有可自由调节高度的承托盘(9)和电机(6),所述承托盘上放置装有冲洗液的浆杯(10),所述人造岩心或钢柱(1)、外筒(2)均处于浆杯内的冲洗液中,所述人造岩心或钢柱通过转换接头(3)固定在框架上,所述外筒通过传动装置(4)和电机相连,所述电机连有转速调节器(5);所述外筒有两排供冲洗液流动的圆孔,每一排圆孔的间隔为 90° 。

2. 如权利要求1所述的固井冲洗液评价装置,其特征在于,所述承托盘的高度调节到使浆杯内冲洗液液面完全没过人造岩心或钢柱上形成的泥饼或泥糊顶部。

3. 利用权利要求1所述的装置评价冲洗液的方法,依次包括以下步骤:

(1) 根据现场的井身结构和环空平均返速,得到环空壁面的剪切速率,通过下式计算与该剪切速率相等或相近时对应的外筒转速 R:

$$R = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{D_0^2 - d_0^2}{D_0^2} \cdot \frac{V}{D - d}$$

式中: D_0 为外筒内径, m, d_0 为岩心或钢柱外径, m, V 为环空平均返速, m/s, D 为井眼直径, m, d 为套管外径, m;

(2) 将人造岩心或钢柱放置在钻井液中,使人造岩心外壁形成泥饼或钢柱上粘附钻井液泥糊后,称量形成泥饼的人造岩心或粘有泥糊后钢柱的质量 G_1 ;

(3) 依据固井施工设计的冲洗液量,用冲洗液以环空平均返速对应的转速冲刷人造岩心或钢柱一定时间后,称量人造岩心或钢柱的质量 G_2 ;

(4) 将冲洗后的人造岩心的表面泥饼或钢柱表面的泥糊洗净后,称量人造岩心或钢柱的质量 G_3 ;

(5) 通过下式计算冲洗液的冲洗效率 F:

$$F = \frac{G_1 - G_2}{G_1 - G_3} \times 100\%$$

一种基于剪切速率相等原理的固井冲洗液评价装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及石油勘探开发领域钻井工程中固井冲洗液冲洗效率的评价装置及方法。

背景技术

[0002] 固井过程中,套管壁粘附的钻井液和井壁上钻井液失水形成的泥饼将直接影响水泥石与套管和井壁的胶结质量。为了提高固井胶结质量和延长油井寿命,需要清除套管壁上的钻井液和井壁上的钻井液泥饼。针对这一问题,在固井作业之前需要注入一定量的冲洗液对套管壁和井壁进行冲洗,剥离井壁泥饼,改善固井界面,为水泥浆与固井界面的良好胶结创造条件。经过多年发展,国内外在固井冲洗液方面的研究取得了很大进步,但是对于冲洗液的冲洗效率评价方面仍未形成统一的评价手段。

[0003] 经对现有固井冲洗液评价装置的文献检索发现,中国实用新型专利“固井冲洗液冲洗效率定量模拟评价装置”(CN203161216U),该专利是根据旋转粘度计原理中转速与壁面剪切速率之间的关系,通过调节装置的转速,读取指针读数,使井壁筒的壁面剪切应力与井下环空的壁面剪切应力相接近,并在这种转速下评价冲洗液对井壁筒的冲洗效率。该装置是用粘度计旋转的外筒模拟静止的套管壁或井壁,存在旋转离心力的影响和不能模拟人造岩心形成泥饼的问题,且测量步骤较繁琐。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于剪切速率相等原理的固井冲洗液评价装置,该装置基于人造岩心或钢柱壁面与固井环空壁面的剪切速率相等的原理,利用人造岩心或钢柱来模拟静态下的井壁和套管,更接近工程实际,具有操作简单、对比性强、适用范围广的特点,克服了冲洗液冲洗效果模拟评价中存在的不足。

[0005] 本发明的另一目的还在于提供利用上述装置对固井冲洗液的冲洗效率进行评价的方法,该方法原理可靠、操作简便,能够分别测得冲洗液对固井第一、第二界面的冲洗效率,并根据冲洗效率和冲洗时间可优选冲洗液体系和设计冲洗液使用量,具有广阔的市场前景。

[0006] 为达到以上技术目的,本发明提供以下技术方案。

[0007] 本发明基于人造岩心或钢柱壁面与固井环空壁面的剪切速率相等的原理,用静态渗透性人造岩心模拟井壁,用静态钢柱模拟套管,同时结合固井井身结构和环空返速,对固井过程中冲洗液的冲洗效率的评价更加真实、可靠。

[0008] 一种基于剪切速率相等原理的固井冲洗液评价装置,主要由人造岩心或钢柱、外筒、转换接头、传动装置、电机、框架、承托盘、浆杯组成。

[0009] 所述安在底座的框架上有可自由调节高度的承托盘和电机,所述承托盘上放置装有冲洗液的浆杯,所述人造岩心或钢柱、外筒均处于浆杯内的冲洗液中,所述人造岩心或钢柱通过转换接头固定在框架上,所述外筒通过传动装置和电机相连,所述电机连有转速调

节器,调节外筒的转速。

[0010] 该装置用人造岩心或钢柱模拟井壁或套管,外筒由电机带动旋转,通过外筒的旋转带动冲洗液对静态人造岩心或钢柱进行冲刷。通过转速调节器调节外筒的转速,利用转速的改变获得不同的剪切速率,即通过外筒转速的改变使人造岩心或钢柱壁面剪切速率与固井环空壁面剪切速率相等。

[0011] 所述外筒有两排供冲洗液流动的圆孔,每一排圆孔的间隔为 90° 。

[0012] 所述承托盘可以调节高度使浆杯内冲洗液液面完全没过人造岩心或钢柱上形成的泥饼或泥糊顶部。

[0013] 利用该装置评价固井冲洗液的方法,是通过人造岩心在钻井液中形成泥饼模拟地层泥饼,或钢柱在钻井液中粘附泥糊模拟套管粘附钻井液的情况,称量有泥饼的人造岩心或有泥糊的钢柱在冲洗一定时间前后的质量,及人造岩心无泥饼或钢柱无泥糊时的质量,以冲洗一定时间内冲洗掉泥饼或泥糊的百分比定量描述固井冲洗液对地层泥饼或套管泥糊的冲洗效率。

[0014] 本发明用钢柱模拟固井第一界面的冲洗效率,用人造岩心模拟固井第二界面的冲洗效率。

[0015] 所述外筒由电机带动旋转,并通过转速调节器调节其转速,获得不同的剪切速率,外筒转速 R 的推导过程如下:

[0016] 根据固井的井身结构和环空平均返速,其井环空壁面的剪切速率计算如下(黄逸仁. 适用于钻井液的罗伯逊-斯蒂夫模式 [J]. 西南石油学院学报,1982 (2):16):

$$[0017] \quad \gamma_1 = \frac{12V}{D-d}$$

[0018] 式中: γ_1 为壁面处剪切速率, s^{-1} ; V 为环空平均返速, m/s ; D 为井眼直径, m ; d 为套管外径, m 。

[0019] 根据常用外筒旋转,内筒静止时,内筒外表面处的剪切速率满足下式(刘崇建,丁原宁. 怎样用旋转粘度仪准确测定非牛顿液体的流变性能 [J]. 西南石油学院,1979 (1): 67),本发明装置内筒外壁剪切速率的计算如下:

$$[0020] \quad \gamma_0 = \frac{\pi}{15} \cdot \frac{D_0^2}{D_0^2 - d_0^2} R$$

[0021] 式中: γ_0 为岩心或钢柱外表面处剪切速率, s^{-1} ; R 为外筒转速, r/min ; D_0 为外筒内径, m ; d_0 为岩心或钢柱外径, m 。

[0022] 根据本发明装置的设计原理 $\gamma_0 = \gamma_1$,本发明的外筒转速 R 通过下式求取:

$$[0023] \quad R = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{D_0^2 - d_0^2}{D_0^2} \cdot \frac{V}{D-d} \quad (1)$$

[0024] 所述冲洗效率 F (%) 按(2)式计算:

$$[0025] \quad F = \frac{G_1 - G_2}{G_1 - G_3} \times 100 \quad (2)$$

[0026] 式中: G_1 为形成泥饼后人造岩心或粘附泥糊后钢柱的质量, g ;

[0027] G_2 为形成泥饼后人造岩心或粘附泥糊后钢柱冲洗一定时间后的质量, g ;

[0028] G_3 为冲洗一定时间后再洗去表面剩余泥饼的人造岩心或洗去表面剩余泥糊的钢

柱的质量, g。

[0029] 所述评价两种或两种以上冲洗液优劣和选择较好的冲洗液时,可只选用钢柱或人造岩心之一,用同一钻井液,在模拟相同冲洗返速的情况下,分别评价每一种冲洗液的冲洗效率。冲洗效率愈高的愈好,为首选冲洗液;反之,冲洗效率愈低的愈差,不作为选用对象。

[0030] 所述冲洗液用量 N (r/min) 按(3)式计算:

$$[0031] \quad N = 15 \pi (D^2 - d^2) V t \quad (3)$$

[0032] 式中: t 为使用所选冲洗液在模拟转速 R 的条件下,人造岩心或钢柱的冲洗效率达到 100% 所需要的时间, min。

[0033] 利用基于剪切速率相等原理的固井冲洗液评价装置评价冲洗液的方法,依次包括以下步骤:

[0034] (1) 根据现场的井身结构和环空平均返速,得到环空壁面的剪切速率,通过下式计算与该剪切速率相等或相近时对应的外筒转速 R :

$$[0035] \quad R = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{D_0^2 - d_0^2}{D_0^2} \cdot \frac{V}{D - d};$$

[0036] (2) 将人造岩心或钢柱放置在钻井液中,使人造岩心外壁形成泥饼或钢柱上粘附钻井液泥糊后,称量形成泥饼的人造岩心或粘有泥糊后钢柱的质量 G_1 ;

[0037] (3) 依据固井施工设计的冲洗液量,用冲洗液以环空平均返速对应的转速冲刷人造岩心或钢柱一定时间后,称量人造岩心或钢柱的质量 G_2 ;

[0038] (4) 将冲洗后的人造岩心的表面泥饼或钢柱表面的泥糊洗尽后,称量人造岩心或钢柱的质量 G_3 ;

[0039] (5) 通过下式计算冲洗液的冲洗效率 F :

$$[0040] \quad F = \frac{G_1 - G_2}{G_1 - G_3} \times 100。$$

[0041] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0042] (1) 本发明用静态渗透性人造岩心模拟地层,用静态钢柱模拟套管,并结合固井井身结构和环空返速,分别评价冲洗液对固井第一界面和第二界面的冲洗效率,评价更接近工程实际;

[0043] (2) 本发明利用人造岩心或钢柱壁面与固井环空壁面处剪切速率相等的原理,不涉及流体的流变参数和流变模式,原理科学、操作简便;

[0044] (3) 本发明对比性强、操作简便、适用范围广,不仅能够评价冲洗液的冲洗效率,还可根据冲洗效率和冲洗时间优选出冲洗液体系和设计冲洗液使用量,具有广阔的应用前景。

附图说明

[0045] 图 1 是本发明装置的结构示意图。

[0046] 图中:1—人造岩心或钢柱,2—外筒,3—转换接头,4—传动装置,5—转速调节器,6—电机,7—框架,8—底座,9—承托盘,10—浆杯。

[0047] 图 2 是外筒的剖面示意图。

[0048] 图中:11—M40 螺纹,12—刻线,13—圆孔。

具体实施方式

[0049] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0050] 参见图 1。

[0051] 一种基于剪切速率相等原理的固井冲洗液评价装置,主要由人造岩心或钢柱 1、外筒 2、转换接头 3、传动装置 4、电机 6、框架 7、承托盘 9、浆杯 10 组成。

[0052] 所述安在底座 8 的框架 7 上有可自由调节高度的承托盘 9 和电机 6,所述承托盘上放置装有冲洗液的浆杯 10,所述人造岩心或钢柱 1、外筒 2 均处于浆杯内的冲洗液中,所述人造岩心或钢柱通过转换接头 3 固定在框架上,所述外筒通过传动装置 4 和电机相连,所述电机连有转速调节器 5,调节外筒的转速。

[0053] 所述外筒有两排供冲洗液流动的圆孔,每一排圆孔的间隔为 90° 。

[0054] 利用固定的人造岩心或钢柱 1 来模拟静态下的井壁或套管,通过外筒 2 的旋转带动冲洗液对静态井壁或套管进行冲刷,因此承托盘的高度应调节到使浆杯内冲洗液液面完全没过人造岩心或钢柱上形成的泥饼或泥糊顶部。

[0055] 模拟井壁的人造岩心或模拟套管的钢柱直径为 25.00mm,高为 40.00mm;外筒的内径为 27.60mm,壁厚 2.00mm,高为 83.90mm。

[0056] 参见图 2。

[0057] 外筒通过螺纹 11 与传动装置连接,外筒距其底端 60.0mm 处有一刻线 12,在外筒周围靠近刻线下方有两排直径为 3.0mm 的圆孔 13,圆孔中心分别距离刻线 3.0mm 和 9.0mm,圆孔间隔为 90° 。

[0058] 实施例 1 冲洗液对井壁或套管的冲洗效率测试实验

[0059] (1) 直径 215.90mm 井眼下入外径 139.70mm 套管,以 0.5m/s 的环空平均返速顶替钻井液,使用冲洗液 A 冲洗 8min 时,评价冲洗液 A 对井壁的冲洗 8min 时的冲洗效率。

[0060] 第一步,按(1)式计算得到需要的转速是 67.5r/min。第二步,将人造岩心安装在本发明的装置上,在钻井液中外筒以 67.5r/min 的转速旋转 30min 形成泥饼后,取下形成钻井液泥饼的岩心称重为 56.86g。第三步,将形成泥饼的岩心装回本发明的装置,用待评价的冲洗液 A 替换钻井液,以同样的转速(67.5r/min)旋转 8min,取下冲洗后的岩心称重为 49.43g。第四步,将冲洗后的岩心表面的泥饼洗净后称重为 48.52g。第五步,按(2)式计算得到用人造岩心模拟井壁使用冲洗液 A 冲洗 8min 时的冲洗效率为 89.09%。

[0061] (2) 直径 215.90mm 井眼下入外径 139.70mm 套管,以 1.5m/s 的环空平均返速顶替钻井液,使用冲洗液 B 冲洗 10min 时,评价冲洗液 B 对套管的冲洗效率。

[0062] 第一步,按(1)式计算得到需要的转速是 202.5r/min。第二步,将钢柱安装在本发明的装置上,在钻井液中外筒以 202.5r/min 的转速旋转 30min 形成泥糊后,取下形成钻井液泥糊的钢柱称重为 144.31g。第三步,将形成泥糊的钢柱装回本发明的装置,用待评价的冲洗液 B 替换钻井液,以同样的转速(202.5r/min)旋转 6min,取下冲洗后的钢柱称重为 140.13g。第四步,将冲洗后的钢柱表面的泥糊洗净后称重为 139.33g。第五步,按(2)式计算得到用钢柱模拟套管使用冲洗液 B 冲洗 6min 的冲洗效率为 83.94%。

[0063] 实施例 2 冲洗液体系或配方优选实验

[0064] 直径 215.90mm 井眼下入外径 139.70mm 套管,以 1.2m/s 的环空平均返速顶替钻井

液,评价冲洗液 A、B 和 C 的冲洗效果优劣以选择冲洗液。

[0065] 评价多种冲洗液的优劣时,可用钢柱或人造岩心两者之一模拟套管或井壁的冲洗效率的大小即可。本例使用钢柱进行评价。

[0066] 第一步,按(1)式计算得到需要的转速是 162.0r/min。第二步,将钢柱安装在本发明的装置上,在钻井液中外筒以 162.0r/min 的转速旋转 30min 形成泥糊后,取下粘附钻井液泥糊的钢柱称重为 146.23g。第三步,将形成泥糊的钢柱装回本发明的装置,用待评价的冲洗液 A 替换钻井液,以同样的转速(162.0r/min)旋转 5min,取下冲洗后的钢柱称重为 141.53g。第四步,将冲洗后的钢柱表面的泥糊洗尽后称重为 139.31g。第五步,按(2)式计算得到用钢柱模拟套管使用冲洗液 A 冲洗 5min 的冲洗效率为 67.92%。

[0067] 重复上述第二步至第五步,冲洗液分别替换为 B 和 C,测得粘附泥糊的钢柱分别为 146.54g 和 145.92g,冲洗 5min 后钢柱的质量分别为 140.64g 和 139.96g,洗尽泥糊后称重钢柱为 139.35g,计算得到冲洗液 B 和 C 的冲洗效率分别为 54.24% 和 90.72%。

[0068] 由上述评价结果可知,冲洗液 A、B 和 C,对同一钻井液,在相同冲洗速度和时间的情况下,冲洗效率分别为 67.92%、54.24% 和 90.72%。因此,冲洗液 C 的相对冲洗效率最高,在不考虑其他因素的情况下,应选择冲洗液 C。

[0069] 实施 3 冲洗液用量设计

[0070] 以直径 215.90mm 井眼下入外径 139.70mm 套管,分别以 0.8m/s 和 1.2m/s 的环空平均返速顶替钻井液 M,设计这两种返速时冲洗液 S 的合理用量。

[0071] 第一步,按(1)式分别计算得到返速 0.8m/s 和 1.2m/s 时需要的转速分别是 108.0r/min 和 162.0r/min。第二步,将人造岩心安装在本发明的装置上,在钻井液中外筒以 108.0r/min 的转速旋转 30min 形成泥饼后,取下形成钻井液泥饼的岩心称重为 145.78g。第三步,将形成泥饼的岩心装回本发明的装置,用待评价的冲洗液 S 替换钻井液,以同样的转速(108.0r/min)冲洗一定时间直至取下冲洗后的岩心称重接近无泥饼的质量时,记录其质量,此时的冲洗时间视为冲洗效率达到 100% 的冲洗时间。本例在模拟冲洗 12.5min 时冲洗后的岩心质量为 139.53g。第四步,将冲洗后的岩心表面的泥糊洗尽后称重为 139.32g。第五步,按(2)式计算得到用岩心模拟井壁使用冲洗液 S 冲洗 12.5min 的冲洗效率为 96.75%,已接近 100%,可视为井壁已冲洗干净。第六步,按(3)式计算得到以 0.8m/s 的返速顶替钻井液,需要使用冲洗液 S 的量为 12.8。

[0072] 重复上述第二至第六步,以 1.2m/s 的返速顶替钻井液,模拟冲洗 7min36s 时,可冲洗干净,计算得到需要冲洗液 S 的量为 10.1。

[0073] 由上述结果可知,对于本来的井身结构和钻井液,如分别以 0.8m/s 和 1.2m/s 的返速顶替,冲洗液的设计用量至少应分别为 12.8 和 10.1,才能达到冲洗干净井壁的效果。

[0074] 对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,而所有这些改进和变换都应属于本发明要求的保护范围。

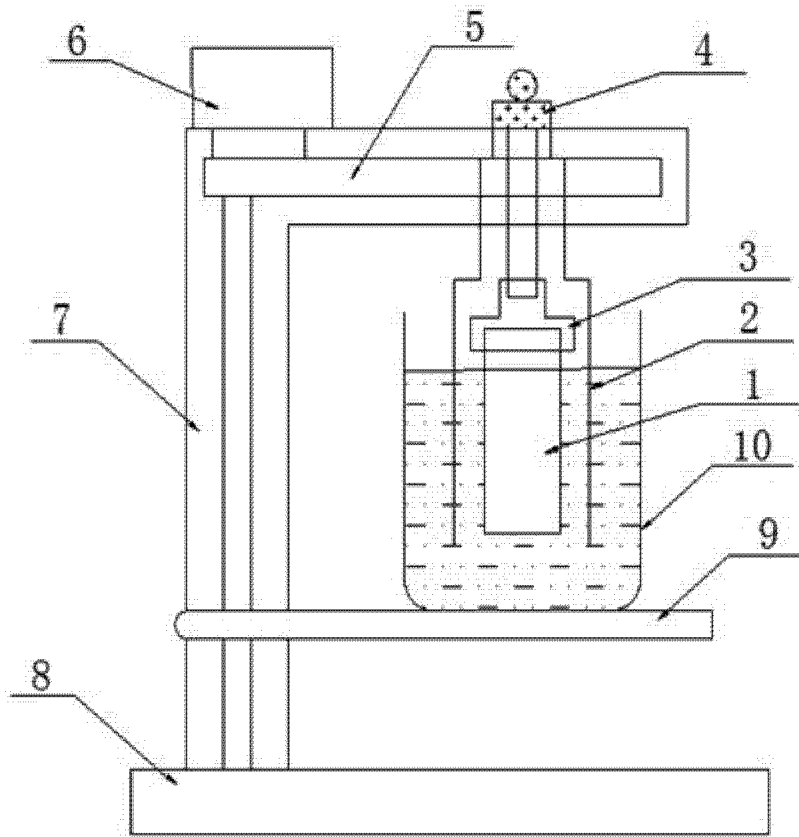


图 1

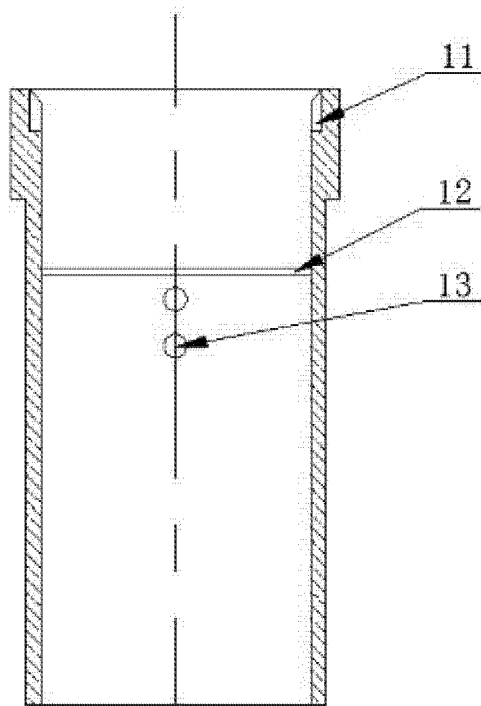


图 2