



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105363656 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201510639516. 5

B05C 7/02(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 09. 30

B05C 11/10(2006. 01)

(71) 申请人 中国水利水电科学研究院

地址 100038 北京市海淀区车公庄西路 20 号

申请人 郑州双杰科技有限公司

(72) 发明人 张国新 高安泽 魏鲁双 张龔

(74) 专利代理机构 北京北新智诚知识产权代理有限公司 11100

代理人 张晶 郭佩兰

(51) Int. Cl.

B05D 1/38(2006. 01)

B05D 1/02(2006. 01)

B05D 1/28(2006. 01)

B05D 3/00(2006. 01)

B05C 7/00(2006. 01)

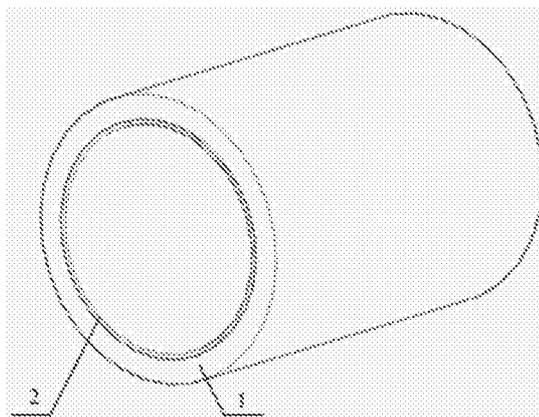
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种减小输水管道水头损失的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种减小输水管道水头损失的方法,在输水管道内壁黏贴或涂装一层减磨材料,该减磨材料为仿鲨鱼皮减磨材料或纳米超疏水材料。仿鲨鱼皮减磨材料可以直接黏贴在输水管道表面,也可先喷涂一层基底材料,以提高仿鲨鱼皮材料和管壁的粘结力;纳米疏水材料可以直接涂装在输水管道表面,也可以先喷涂一层基底材料,以提高纳米材料和管壁的粘结力。纳米疏水材料可以与纳米抗冲磨材料混合使用,以达到减小摩阻力和抵抗磨蚀两个目的。这种方法可以降低固液表面的粘附力和流动阻力,有效提高输水管道表面疏水性能,减小管道输水过程中的沿程损失。



1. 一种减小输水管道水头损失的方法,其特征在于,在输水管道内壁黏贴或涂装一层减磨材料,该减磨材料为仿鲨鱼皮减磨材料、纳米疏水材料或纳米超疏水材料。

2. 根据权利要求1所述的减小输水管道水头损失的方法,其特征在于,所述仿鲨鱼皮减磨材料通过以下方式黏贴在输水管道表面:1) 使用黏贴剂将仿鲨鱼皮减磨材料直接黏贴在输水管道表面;或2) 先喷涂一层厚度为0.02~0.15mm的基底材料,再使用黏贴剂将仿鲨鱼皮减磨材料黏贴至基底材料上。

3. 根据权利要求1所述的减小输水管道水头损失的方法,其特征在于,所述纳米疏水材料或纳米超疏水材料通过以下方式喷涂在输水管道表面:1) 直接将纳米疏水材料或纳米超疏水材料涂装在输水管道表面,或2) 先喷涂一层基底材料,再涂装纳米疏水材料或纳米超疏水材料。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的减小输水管道水头损失的方法,其特征在于,所述仿鲨鱼皮减磨材料为硅橡胶翻模PU仿鲨鱼皮、PDMS仿鲨鱼皮或聚氨酯基仿鲨鱼皮。

5. 根据权利要求1-3任一项所述的减小输水管道水头损失的方法,其特征在于,所述纳米疏水材料或纳米超疏水材料为纳米有机硅或其改性树脂、纳米氟树脂或其改性树脂其中的一种。

6. 根据权利要求1-3任一项所述的减小输水管道水头损失的方法,其特征在于,所述黏贴剂为中性硅酮密封胶,所述基底材料为助粘剂,该助粘剂优选为3M94底涂助粘剂。

7. 根据权利要求1或3所述的减小输水管道水头损失的方法,其特征在于,在所述纳米超疏水材料或纳米疏水材料中添加10-30%的纳米抗冲磨材料,二者混合使用后再进行涂装,所述纳米抗冲磨材料优选为纳米 Al_2O_3/ZrO_2 环氧树脂抗冲磨涂料。

8. 根据权利要求1-3任一项所述的一种减小输水管道水头损失的方法,其特征在于,所述涂装方法包括刷涂、滚涂、浸涂、空气喷涂、高压无气喷涂、静电喷涂,涂装时根据管材不同,可使用其中一种或同时使用几种涂装方式。

9. 根据权利要求1-3任一项所述的一种减小输水管道水头损失的方法,其特征在于,采用涂装或黏贴的方法对输水管道内壁进行涂装前,对输水管道进行表面处理,增加粘结力。

10. 根据权利要求1-3任一项所述的一种减小输水管道水头损失的方法,其特征在于,对输水管道处理,减小水头损失,提高输水效率时,对相关设备进行调整,如用于水电站,需对调压井和水轮机进行调整,以适应新的水头。

一种减小输水管道水头损失的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及水利水电工程、水文水资源工程、水环境工程技术领域，尤其涉及一种减小输水管道水头损失的方法。

背景技术

[0002] 水力发电是将水能转化为电能，获取电力的一个重要手段。我国水电站装机容量已达 3 亿千瓦 (30 万 MW)，占我国发电总量的 27%，在我国的能源结构中占有重要的地位。

[0003] 大多数水力发电都需要使用引水管道将水从水库引至水力发电机，引水管长视距离水库的位置关系在几十米到几千米之间，管径和管内水流量视发电规模而不同。高速水流在引水管道中的流动会由于水与管壁之间的紊动摩擦而造成水头损失，据不完全统计，已建电站引水管段水头损失在 1 ~ 8m，占总水头的 1 ~ 8%。水头损失消耗了水能，减小了发电量，造成了能量损失。

[0004] 引水管水头损失来自于流动的水和管壁之间的摩擦力，水头损失计算按下式：

$$[0005] \quad \text{达西 (Darcy) 公式 } h_f = \lambda \frac{l v^2}{d 2g} \quad (1)$$

$$[0006] \quad \text{谢才 (Chezy) 公式 } v = C \sqrt{Ri} \quad (2)$$

$$[0007] \quad \text{其中：} \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -21g \left(\frac{\Delta}{3.7d} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} \right) \quad (3)$$

$$[0008] \quad C = \frac{1}{n} Re^y \quad (4)$$

$$[0009] \quad y = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0.1) \quad (5)$$

[0010] 式中： h_f 为沿程损失，m； λ 为沿程阻力系数； l 为管段长度，m； d 为管道计算内径，m； g 为重力加速度， m/s^2 ； C 为谢才系数； i 为水力坡降； R 为水力半径，m； v 为流速， m/s ； Re 为雷诺数； n 为粗糙系数。

[0011] 由式 (1) ~ (5) 可见，水头损失与粗糙系数呈线性关系，通过采取措施降低糙率系数 n ，即可减小摩擦，降低水头损失。

[0012] 以往输水管道降低水头损失主要通过降低水流流速，增加管径实现；另外，一些减磨减阻材料如环氧树脂、喷涂聚脲等也开始应用于输气输油管道。但是，现有输水管中涂超疏水材料仅停留在试验阶段，管道管径小、管材以金属管材、塑料材质为主，水流流速通常在 5 ~ 20m/s 之间。而随着南水北调等项目的实施，大型高水头水电站相继开始建设，应用于抽水蓄能等高水头水电站的输水管道多为大管径、混凝土管道，其表面能更高，对水流阻力更大，而高水头水电站的泄流最大流速可达 50m/s，根据公式可以看出，水头损失会随流速的平方而迅速放大，造成更大的能量损失。因此，高水头水电站的建立对材料的减阻性能、疏水性能等都提出了更高的要求，现有降低水头损失的技术无法适用于高水头电站的降低水头损失的要求。

发明内容

[0013] 本发明的目的在于针对现有技术的不足,提供一种减小输水管内壁摩擦,从而减小水头损失的方法。

[0014] 为实现上述目的,本发明提供一种减小输水管道水头损失的方法,在输水管道内壁涂装或黏贴一层减磨材料,该减磨材料为仿鲨鱼皮减磨材料、纳米疏水材料或纳米超疏水材料。

[0015] 进一步地,所述仿鲨鱼皮减磨材料通过以下方式黏贴在输水管道表面:1) 使用黏贴剂将仿鲨鱼皮减磨材料直接黏贴在输水管道表面;或 2) 先喷涂一层厚度为 0.02 ~ 0.15mm 的基底材料,再使用黏贴剂将仿鲨鱼皮减磨材料黏贴至基底材料上。

[0016] 进一步地,所述纳米疏水材料或纳米超疏水材料通过以下方式喷涂在输水管道表面:1) 直接将纳米疏水材料或纳米超疏水材料涂装在输水管道表面,或 2) 先喷涂一层基底材料,再涂装纳米疏水材料或纳米超疏水材料。

[0017] 进一步地,所述仿鲨鱼皮减磨材料为硅橡胶翻模 PU(聚氨基甲酸酯简称聚氨酯)仿鲨鱼皮、硅橡胶翻模 PDMS(聚二甲基硅氧烷)仿鲨鱼皮或聚氨酯基仿鲨鱼皮。

[0018] 进一步地,所述纳米疏水材料或纳米超疏水材料为纳米有机硅或其改性树脂、纳米氟树脂或其改性树脂其中的一种。

[0019] 进一步地,所述黏贴剂为中性硅酮密封胶,所述基底材料为助粘剂,优选为 3M94 底涂助粘剂。

[0020] 进一步地,在所述纳米超疏水材料或纳米疏水材料中添加 10-30% 的纳米抗冲磨材料,二者混合使用后再进行涂装,以达到减小摩擦阻力和抵抗磨蚀两个目的,所述纳米抗冲磨材料优选为纳米 Al_2O_3/ZrO_2 环氧树脂抗冲磨涂料。

[0021] 进一步地,所述涂装方法包括刷涂、滚涂、浸涂、空气喷涂、高压无气喷涂以及静电喷涂等,涂装时根据管材不同,可使用其中一种或同时使用几种涂装方式。

[0022] 进一步地,采用黏贴或涂装的方法对输水管道内壁进行涂装前,需对管道进行表面处理。

[0023] 进一步地,对输水管道处理,减小水头损失,提高输水效率时,对相关设备进行调整,如用于水电站,需对调压井和水轮机进行调整,以适应新的水头。

[0024] 本发明选用的减磨材料为仿鲨鱼皮减磨材料、纳米疏水材料或纳米超疏水材料。

[0025] 其中,根据研究知道,鲨鱼皮肤表面粗糙的 V 形皱褶可以巧妙产生水的涡流,大大减少水流的摩擦力,使身体周围的水流更高效地流过,鲨鱼得以快速游动。另外,鲨鱼皮外在表面还有一层水膜,这层水膜把水与皮肤的摩擦转换成了水与水之间的摩擦,降低了行进过程中摩擦力,起到减阻作用。这个水膜具有低表面能的物理性能使海洋生物难于附着或者即使附着其黏结力也很小,很容易被自动清除。仿鲨鱼皮的结构可以模拟这种 V 形褶皱,并在输水管道内表面形成水膜,使得管壁与水流间的摩擦力减小,降低糙率系数,减少水头损失。同时也可以减少异物粘附于疏水管道的机会,易于清洁。

[0026] 纳米疏水材料指接触面形成大于 90° ,滚动角小于 10° 的表面,纳米超疏水材料则是在接触面表面形成大于 150° ,滚动角小于 10° 的表面,超疏水表面如荷叶的表面,可产生滑移效应,从而降低输水管道的摩擦阻力,进而降低糙率系数,减少水头损失。所用纳

米有机硅或其改性树脂和纳米氟树脂或其改性树脂可以根据不同工艺制成纳米疏水材料或纳米超疏水材料。

[0027] 采用涂装 / 黏贴的方法对输水管道内壁进行涂装, 涂装前需对管道进行表面处理, 步骤如下:

[0028] (1) 机械清理: 管道内、外壁用砂纸打磨, 擦掉锈迹并保留一定的粗糙度;

[0029] (2) 化学清理: 采用硝酸盐酸混合溶液、氢氧化钠溶液或去离子水进行清理;

[0030] (3) 干燥: 用冷风吹干, 干燥完毕后等待涂装。

[0031] 表面处理完毕后, 可用仿鲨鱼皮材料对输水管内壁进行黏贴或用纳米疏水材料、纳米超疏水材料对输水管内壁进行喷装, 涂装方法包括刷涂、滚涂、浸涂、空气喷涂、高压无气喷涂以及静电喷涂等, 涂装时根据管材不同, 可使用其中一种或同时使用几种涂装方式。

[0032] 黏贴具体步骤如下:

[0033] (1) 用刷子, 滚筒 (须无纤维脱落) 等工具, 将黏贴剂均匀涂在输水管道内表面, 一般涂层厚度为 0.02 ~ 0.04mm。

[0034] (2) 干燥时间: 干燥时间一般视温度, 湿度, 涂层厚度而异。正常干燥时间为 1 分钟 ~ 1 小时, 干燥期间须注意涂层表面绝对不受污染。

[0035] (3) 将仿鲨鱼皮材料黏贴到涂层表面, 并施以一定的压力, 使仿鲨鱼皮材料与输水管道内表面紧密贴合。

[0036] 涂装具体步骤如下:

[0037] (1) 对于大型输水管道可选用刷涂、喷涂等方法, 管内喷涂时, 可通过喷枪喷涂, 纳米疏水 / 超疏水材料或基底材料经喷枪雾化后附着于输水管内表面; 喷涂完毕后在 60℃ 干燥 2-8 小时或者在室温下干燥 12-48h。

[0038] (2) 对于管径较小的输水管道可采用浸涂等方法, 进行浸涂时, 将纳米疏水 / 超疏水涂料或基底材料倒入浸涂容器中, 静置 3-8min; 以缓慢均匀的速度将输水管垂直放入漆液中, 停留 20-100s 后, 以同样速度从涂料中取出, 放在洁净处滴干 10-30min。控制第一次涂料膜的干燥程度, 以保证制涂料的膜不致因第二次浸漆后发生流挂、咬底或起皱等现象; 将输水管倒转 180°, 按上述方法进行第二次浸涂, 滴干; 浸涂完毕后在 60℃ 干燥 2-8h 或者在室温下干燥 12-48h。

[0039] 当将原疏水管道更换成按照本发明方法制备的疏水管道, 以提高输水效率时, 需对相关设备进行调整, 如用于水电站, 需对调压井和水轮机进行调整, 以适应新的水头。

[0040] 本发明的有益效果在于:

[0041] 本发明提供一种减小输水管道水头损失的方法, 通过在输水管道内壁黏贴或涂装减磨材料, 降低管壁与水流间的摩擦力, 从而降低了输水过程中的水头损失, 在实际测试中减阻率最大可达 24.6%, 突破了仿生沟槽结构减阻 10% 的瓶颈。

[0042] 本发明提供的方法可用于水电站引水管道、输水管道、输油管道、城市供水管道, 用于减少水流摩擦阻力, 减小水头损失, 提高运行效率。

附图说明

[0043] 图 1 为本发明中仿鲨鱼皮材料直接黏贴输水管道内壁的结构示意图。

[0044] 图 2 为本发明中先喷涂基底材料再黏贴仿鲨鱼皮材料的输水管道内壁的结构示

意图。

[0045] 图 3 为本发明中纳米疏水材料或纳米超疏水材料直接喷涂输水管道内壁的结构示意图。

[0046] 图 4 为本发明中先喷涂基底材料再涂装纳米疏水材料或纳米超疏水材料的输水管道内壁的结构示意图。

[0047] 附图标记：

[0048] 1:输水管道;2:仿鲨鱼皮材料;3:基底材料;4:纳米疏水材料或纳米超疏水材料。

具体实施方式

[0049] 下面结合附图所示的各实施方式对本发明进行详细说明,但应当说明的是,这些实施方式并非对本发明的限制,本领域普通技术人员根据这些实施方式所作的功能、方法、或者结构上的等效变换或替代,均属于本发明的保护范围之内。

[0050] 本发明所用聚氨酯基仿鲨鱼皮购自北京泽马新技术有限公司。

[0051] 本发明所用硅橡胶翻模 PU 仿鲨鱼皮、硅橡胶翻模 PDMS 仿鲨鱼皮为实验室自制,主要过程为：

[0052] 1. 制备鲨鱼皮样本:将新鲜鲨鱼皮背面的肉和筋去除后将其浸泡在 10% 的福尔马林溶液中;将浸泡好的鲨鱼皮铺平,夹于表面光滑平整的硬板(如玻璃)中铺平或绷在圆筒中,置于 50℃ 的烘箱中干燥;在干燥后的鲨鱼皮背面涂上约 1cm 的贝尔佐纳 1311 修补材料,在有盾甲鳞的一面盖上一块表面光滑平整的硬板,稍微加压将修补材料层压平,室内固化 24h,获得平整的鲨鱼皮样本。

[0053] 2. 液态硅胶复型翻模:在鲨鱼皮样本上喷涂适量干性高效脱模剂,将混合均匀的双组份液态硅橡胶浇注在鲨鱼皮上,并放在真空设备中抽真空 30s,然后缓慢打开气阀充气,使液态硅胶中的气泡充分排出;室温固化 30min 以上,然后脱模,以此为复型磨具,将表面微结构转移到 PU 或 PDMS 上,获得硅橡胶翻模 PU 仿鲨鱼皮或硅橡胶翻模 PDMS 仿鲨鱼皮。

[0054] 本发明所用纳米有机硅及其改性树脂、纳米氟树脂及其改性树脂为市售产品,根据不同工艺,可以为属于纳米疏水材料的纳米有机硅及其改性树脂、纳米氟树脂及其改性树脂,或属于纳米超疏水材料的纳米有机硅及其改性树脂、纳米氟树脂及其改性树脂。

[0055] 本发明所用助粘剂 3M94 底涂助粘剂为市售产品。

[0056] 本发明所用纳米抗冲磨材料纳米 Al_2O_3/ZrO_2 环氧树脂购自南京埃普瑞纳米材料有限公司。

[0057] 实施例 1

[0058] 如图 1 所示,将仿鲨鱼皮材料 2 直接黏贴输水管道 1 内壁,所用仿鲨鱼皮材料为硅橡胶翻模 PU 仿鲨鱼皮,具体过程为：

[0059] 1. 表面处理:(1) 管道内、外壁用砂纸打磨,擦掉锈迹并保留一定的粗糙度;(2) 采用 2% 氢氧化钠溶液进行清理;(3) 用冷风吹干,干燥完毕后等待涂装;

[0060] 2. 黏贴仿鲨鱼皮材料：

[0061] (1) 用刷子将中性硅酮密封胶均匀涂在经过表面处理的输水管道内表面,涂层厚度为 0.03mm。

[0062] (2) 干燥 30 分钟,干燥期间须注意涂层表面绝对不受污染。

[0063] (3) 将硅橡胶翻模 PU 仿鲨鱼皮黏贴到涂层表面,并施以一定的压力使仿鲨鱼皮与输水管道内表面紧密贴合。

[0064] 实施例 2

[0065] 如图 2 所示,为先在输水管道 1 内壁喷涂基底材料 3,然后再黏贴仿鲨鱼皮材料 2,所用仿鲨鱼皮材料为聚氨酯基仿鲨鱼皮,具体过程为:

[0066] 1. 表面处理,(1) 管道内、外壁用砂纸打磨,擦掉锈迹并保留一定的粗糙度;(2) 采用去离子水进行清理;(3) 用冷风吹干,干燥完毕后等待涂装;

[0067] 2. 喷涂基底材料:将 3M94 底涂助粘剂经喷枪雾化后附着于输水管内表面;喷涂厚度为 0.1mm,喷涂完毕后在 60℃干燥 7 小时;

[0068] 3. 黏贴仿鲨鱼皮材料:

[0069] (1) 用刷子将中性硅酮密封胶均匀涂在经过表面处理的输水管道内表面,涂层厚度为 0.04mm。

[0070] (2) 干燥 40 分钟,干燥期间须注意涂层表面绝对不受污染。

[0071] (3) 将聚氨酯基仿鲨鱼皮黏贴到涂层表面,并施以一定的压力使仿鲨鱼皮材料与输水管道内表面紧密贴合。

[0072] 实施例 3

[0073] 如图 3 所示,为纳米超疏水材料 4 直接涂装输水管道 1 内壁,所用纳米超疏水材料为纳米有机硅,具体过程为:

[0074] 1. 表面处理:(1) 管道内、外壁用砂纸打磨,擦掉锈迹并保留一定的粗糙度;(2) 采用 5%的硝酸和 5%的盐酸混合溶液进行清理;(3) 用冷风吹干,干燥完毕后等待涂装;

[0075] 2. 喷涂纳米超疏水材料:将纳米有机硅材料经喷枪雾化后附着于输水管内表面;喷涂完毕后在 60℃干燥 5 小时即可。

[0076] 实施例 4

[0077] 如图 4 所示,为先在输水管道 1 内壁喷涂基底材料 3,然后再喷涂纳米疏水材料 4,所涂纳米疏水材料为改性纳米氟树脂,具体过程为:

[0078] 1. 表面处理,方法同实施例 1 的步骤 1;

[0079] 2. 喷涂基底材料:将 3M94 底涂助粘剂经喷枪雾化后附着于输水管内表面;喷涂厚度为 0.04mm,喷涂完毕后在室温下干燥 15h;

[0080] 3. 浸涂纳米疏水材料:将在改性纳米氟树脂粉中添加纳米 Al_2O_3/ZrO_2 环氧树脂(二者质量比为 4:1)混合均匀后倒入浸涂容器中,静置 5min;以缓慢均匀的速度将输水管垂直放入涂料中,停留 60s 后,以同样速度从涂料中取出,放在洁净处滴干 20min。控制第一次涂料膜的干燥程度,以保证制涂料的膜不致因第二次浸漆后发生流挂、咬底或起皱等现象;将输水管倒转 180°,按上述方法进行第二次浸涂,滴干;浸涂完毕后在在室温下干燥 24h。

[0081] 在纳米疏水材料或纳米超疏水材料中添加纳米抗冲磨材料,可以同时实现减小摩擦阻力和抵抗磨蚀两个目的。

[0082] 本发明所提供的减小水头损失的方法可有效降低降低管壁与水流间的摩擦力,在实际测试中根据同一管道在黏贴或涂装减磨材料前后的糙率系数,计算出黏贴或涂装减磨

材料的减阻率不低于 20%，最大可达到 24.6%，该方法突破了仿生沟槽结构减阻 10% 的瓶颈，有效降低了输水过程中的水头损失。

[0083] 本发明提供了上述减小输水管内壁摩擦，从而减小水头损失的方法，材料及结构形式。

[0084] 对于本领域技术人员而言，显然本发明不限于上述示范性实施例的细节，而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下，能够以其他的具体形式实现本发明。因此，无论从哪一点来看，均应将实施例看作是示范性的，而且是非限制性的，本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定，因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0085] 此外，应当理解，虽然本说明书按照实施方式加以描述，但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案，说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见，本领域技术人员应当将说明书作为一个整体，各实施例中的技术方案也可以经适当组合，形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

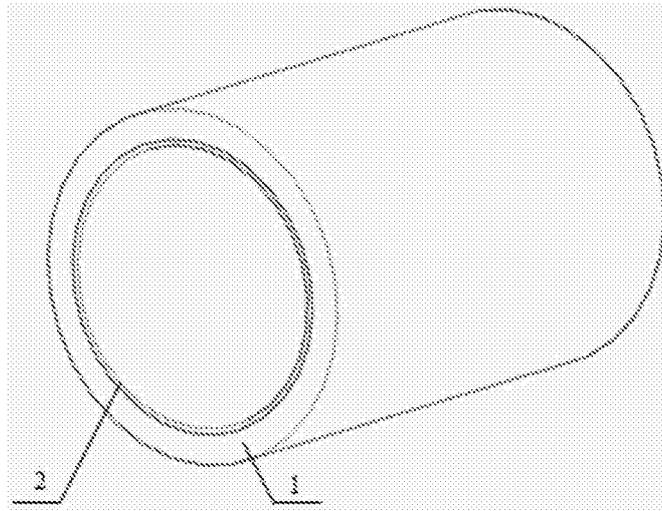


图 1

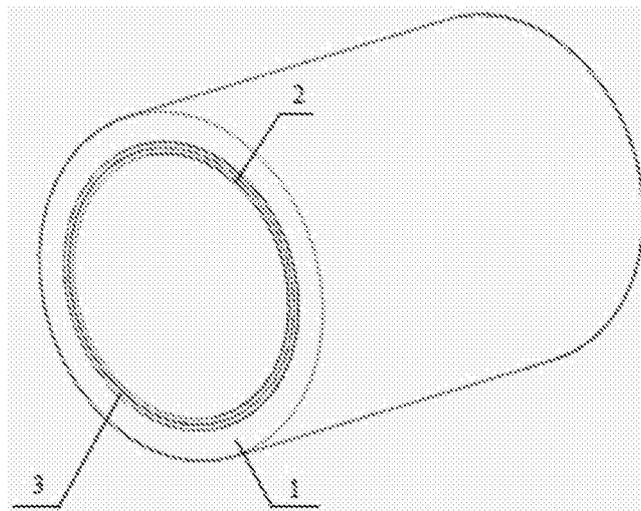


图 2

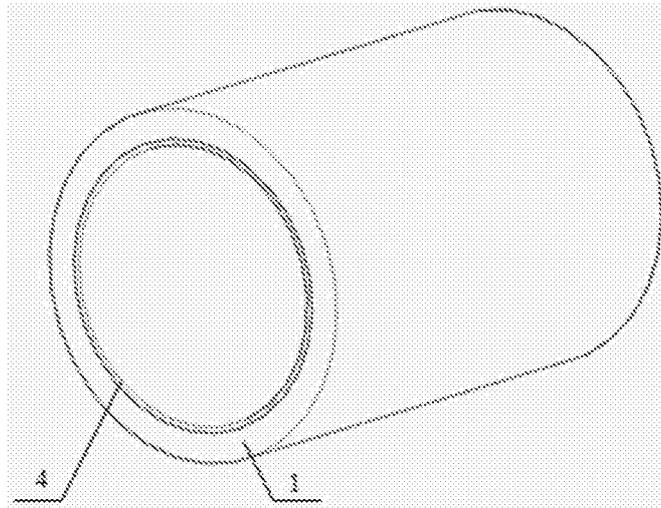


图 3

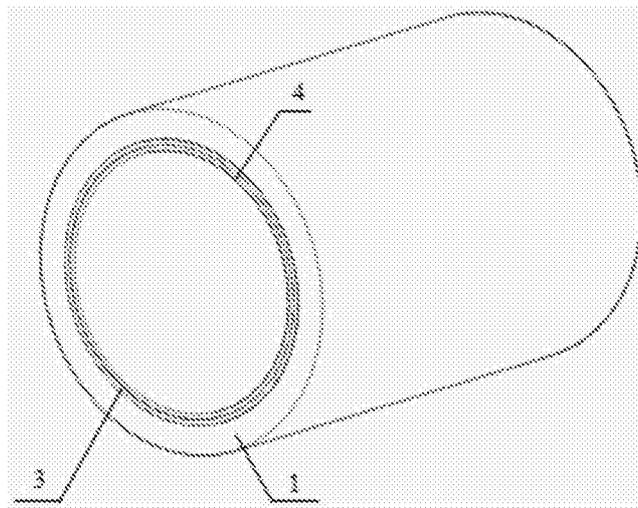


图 4