

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101726195 A

(43) 申请公布日 2010.06.09

(21) 申请号 200910193563.6

F28F 1/42(2006.01)

(22) 申请日 2009.10.31

F28F 13/12(2006.01)

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381 号

申请人 广州赛唯热工设备有限公司

(72) 发明人 简弃非 王巧丽 秦鹏 李云鹏

何光文 邓宏杰

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有

限公司 44245

代理人 李卫东

(51) Int. Cl.

F28D 1/04(2006.01)

F28F 21/08(2006.01)

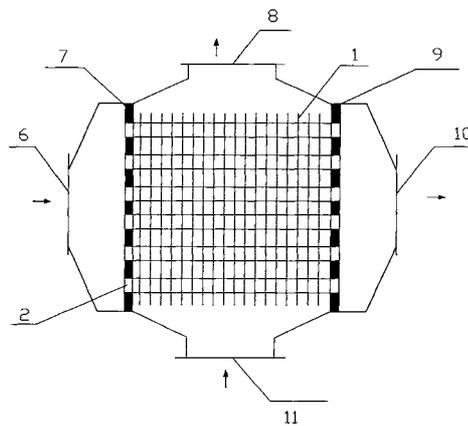
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种余热回收用不锈钢翅片管换热器

(57) 摘要

本发明公开了一种余热回收用不锈钢翅片管换热器,包括工质入口管箱、管板、烟气出口管箱、整体式翅片、工质出口管箱和烟气入口管箱;多根内螺纹不锈钢传热管与通过联接圆孔胀接在该传热管上的整体式翅片形成换热器芯体;换热器芯体的多根内螺纹不锈钢传热管两端通过联接圆孔连接管板和工质出口管箱的管板;所述整体式翅片设有均匀分布该整体式翅片的扰流槽和联接圆孔或连接椭圆孔;所述整体式翅片、传热管、换热器壳体、入口管箱、管板、烟气出口管箱、工质出口管箱和烟气入口管箱均采用奥氏体不锈钢制备。该余热回收用不锈钢翅片管换热器具有耐腐蚀性能优良、传热效率高、便于规模化生产的优点。



1. 一种余热回收用不锈钢翅片管换热器,包括工质入口管箱、管板、烟气出口管箱、整体式翅片、工质出口管箱和烟气入口管箱;整体式翅片管换壳体左右端分别设有工质入口管箱和工质出口管箱,上、下端分别设有烟气出口管箱和烟气入口管箱;其特征在于:多根内螺纹不锈钢传热管与通过联接圆孔胀接在该传热管上的整体式翅片形成换热器芯体;换热器芯体的多根内螺纹不锈钢传热管两端通过联接圆孔连接管板和工质出口管箱的管板;所述整体式翅片设有均匀分布该整体式翅片的扰流槽和联接圆孔或连接椭圆孔;所述整体式翅片、传热管、换热器壳体、入口管箱、管板、烟气出口管箱、工质出口管箱和烟气入口管箱均采用奥氏体不锈钢制备。

2. 根据权利要求1所述的余热回收用不锈钢翅片管换热器,其特征在于:所述扰流槽为长方形,均匀分布在整体式翅片板上,扰流槽的长与宽的比值为 $1.5 \sim 3$,高度 $2 \sim 3\text{mm}$;所述联接圆孔叉排列或顺排在翅片板上,联接圆孔在翅片板1上设有 $3 \sim 9$ 排,用于与传热管胀接。

3. 根据权利要求1所述的余热回收用不锈钢翅片管换热器,其特征在于:所述扰流槽为波纹型,该波纹型扰流槽4突出整体式翅片1平面的高度 $4 \sim 10\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求1所述的余热回收用不锈钢翅片管换热器,其特征在于:所述整体式翅片上设有长方形扰流槽和联接椭圆型孔,长方形扰流槽均匀分布在翅片板上,扰流槽的长与宽的比值为 $1.5 \sim 3$ 高度 $4 \sim 10\text{mm}$ 。

5. 根据权利要求1所述的余热回收用不锈钢翅片管换热器,其特征在于:所述奥氏体不锈钢为奥氏体不锈钢304或316L型。

6. 根据权利要求1所述的余热回收用不锈钢翅片管换热器,其特征在于:所述奥氏体不锈钢为奥氏体-铁素体双相不锈钢SAF2205。

一种余热回收用不锈钢翅片管换热器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种管换热器,特别是涉及余热回收用不锈钢翅片管换热器,用于工业排放烟气中余热回收,特别适用于含氯、硫等腐蚀性物质的烟气余热回收。

背景技术

[0002] 工业锅炉是我国主要的热动力设备,随着我国经济快速发展,能源消耗日益增加,能耗高、污染高的主要原因之一就是锅炉的烟气排放,一般的锅炉排烟温度在 200℃左右,有的甚至高达 300℃。如此高的排烟温度既浪费了大量能源,又造成严重的环境热污染。

[0003] 燃煤、燃油锅炉排放烟气中含有 SO₂、SO₃、NO_x、HCl、HF 等腐蚀性酸性气体, H₂O、O₂ 等腐蚀介质成分,烟气温度范围约为 150 ~ 300℃,能适应烟气温度较大的变化。燃煤锅炉排放原烟气呈干态,一般情况对设备不会造成腐蚀,但是在烟气净化过程中,烟气温度被降低到露点以下,设备表面会出现结露,形成稀硫酸、亚硫酸、盐酸、氢氟酸等酸性溶液雾滴或液膜,由此引发腐蚀。为增强不锈钢换热器耐腐蚀,特别是在含 Cl⁻ 的环境中抗应力腐蚀开裂的能力,对不锈钢翅片和传热管外表面进行表面改性处理,采用适应高温环境下氧化腐蚀及其它介质腐蚀的涂料(100-1500℃之间),如有机硅系列或无机硅系列耐高温涂料对不锈钢翅片和传热管外表面进行喷涂,形成致密保护膜,有效地提高露点腐蚀的能力。

[0004] 现有的烟气余热回收翅片管换热器,主要采用碳钢、不锈钢管、铜管等传热管,外面的翅片一般采用碳钢翅片、铜翅片或铝翅片。由于烟气中酸性气体的腐蚀作用,导致传热管和翅片均被腐蚀,再加上烟气流动时对传热管引起的振动,使翅片与传热管松动,传热效果迅速下降,严重时会出现泄漏现象,大大缩短了余热回收换热器的使用寿命。由于许多场合存在严重的腐蚀现象,采用的对策一是表面防腐,另一方面就是选用耐蚀新材料。

[0005] 铜的导热系数约为 300 ~ 370W/(m·K),钢的约为 50W/(m·K),铜是热的良导体,且铜具有良好的韧性和可扩展性,传统的传热管采用铜管,外面的翅片一般采用铜翅片或铝翅片,便于胀接,使铜管与翅片成为一个整体,具有低的流体阻力、良好的传热效果。但铜管容易被酸腐蚀、失效。碳钢具有结构强度高、成本低的优势,在一般工况下选用碳钢为传热管,再进行防腐表面处理,是散热器、加热器等换热设备的首选材料。但碳钢脆性强,一般碳钢翅片管是将碳钢管整体加工成翅片管,一般用于压力高、无腐蚀性的场所。近年来不锈钢薄板的加工技术有了很大的进步,特别是市场上已经有 0.01mm 的不锈钢薄板产品,且价格趋于合理,为不锈钢广泛应用提供了市场条件。而有缝不锈钢管的承压能力已经达到 1.5Mpa,胀管技术中的橡胶胀管、液压胀管的承压和工艺技术足以满足不锈钢管与翅片间的紧密联接,解决了不锈钢薄翅片与不锈钢管胀接问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种耐腐蚀性能优良、传热效率高、便于规模化生产的余热回收用不锈钢翅片管换热器。

[0007] 本发明目的通过如下技术方案来实现:

[0008] 一种余热回收用不锈钢翅片管换热器,包括工质入口管箱、管板、烟气出口管箱、整体式翅片、工质出口管箱和烟气入口管箱;整体式翅片管换壳体左右端分别设有工质入口管箱和工质出口管箱,上、下端分别设有烟气出口管箱和烟气入口管箱;多根内螺纹不锈钢传热管与通过联接圆孔胀接在该传热管上的整体式翅片形成换热器芯体;换热器芯体的多根内螺纹不锈钢传热管两端通过联接圆孔连接管板和工质出口管箱的管板;所述整体式翅片设有均匀分布该整体式翅片的扰流槽和联接圆孔或连接椭圆孔;所述整体式翅片、传热管、换热器壳体、入口管箱、管板、烟气出口管箱、工质出口管箱和烟气入口管箱均采用奥氏体不锈钢制备。

[0009] 所述扰流槽为长方形,均匀分布在整体式翅片板上,扰流槽的长与宽的比值为 $1.5 \sim 3$,高度 $2 \sim 3\text{mm}$;所述联接圆孔叉排列或顺排在翅片板上,联接圆孔在翅片板 1 上设有 $3 \sim 9$ 排,用于与传热管胀接。

[0010] 所述扰流槽为波纹型,该波纹型扰流槽 4 突出整体式翅片 1 平面的高度 $4 \sim 10\text{mm}$ 。

[0011] 所述整体式翅片上设有长方形扰流槽和联接椭圆型孔,长方形扰流槽均匀分布在翅片板上,扰流槽的长与宽的比值为 $1.5 \sim 3$ 高度 $4 \sim 10\text{mm}$ 。

[0012] 所述奥氏体不锈钢优选为奥氏体不锈钢 304 或 316L 型。

[0013] 所述奥氏体不锈钢优选为奥氏体-铁素体双相不锈钢 SAF2205。

[0014] 相对于现有技术,本发明的换热器具有如下优点:

[0015] (1) 本发明的换热器翅片、传热管、换热器壳体等均采用奥氏体或双相不锈钢材料,具有良好的防腐蚀能力、设计压力、机械及热疲劳耐受性。

[0016] (2) 整体式翅片表面带有长方形或波纹型结构的扰流凸状物,流体沿流动方向在突出处速度降低、静压增大;在凹下处速度增加、静压减小,使流速和压力周期性的变化,可以增强烟气流动的紊流程度,同时破坏烟气流动时的边界层,强化传热效果。

[0017] (3) 传热管采用内凹槽或螺旋槽管,增加了传热管的传热面积,比同管径的光滑管增加 10% 左右的传热面积,同时有利于传热管中工质流体流动状态的改变,特别是工质被加热至沸点,形成汽液两相流状态时,凹凸不平的表面强化了汽液界面的接触,较好地促进热交换。

[0018] (4) 传热管采用圆形、椭圆型结构的内凹管或螺旋槽管。圆形传热管加工成型成熟,便于标准化与产业化,降低生产成本。椭圆型传热的加工成型相对复杂,成本略高,但椭圆型传热管有较好的流体力学与强化传热效果,与圆管相比,在相同的条件下,椭圆管的传热周长比圆管大,因此管内的热阻小,有利于管内介质的传热,椭圆管的传热面积比同样截面的圆管大 15% 。另外椭圆管呈流线型,在横掠气流中,流体分离点后移,从而减少了管后的漩涡区,另外椭圆管前半部的边界层比圆管薄。

附图说明

[0019] 图 1 为余热回收用不锈钢翅片管换热器结构示意图。

[0020] 图 2 为图 1 的整体式翅片结构示意图,扰流槽为长方形。

[0021] 图 3 为整体式翅片结构示意图,扰流槽为波纹型。

[0022] 图 4 为图 1 的整体式翅片结构示意图,联接孔为椭圆型孔。

[0023] 图 5 为带有凹凸槽不锈钢传热管结构示意图。

具体实施方案

[0024] 以下结合附图对本发明的技术方案作进一步的描述。

[0025] 如图 1 所示,余热回收用不锈钢翅片管换热器包括工质入口管箱 6、管板 7、烟气出口管箱 8、整体式翅片 1、工质出口管箱 10 和烟气入口管箱 11。换热器壳体左右端分别设有工质入口管箱 6 和工质出口管箱 10,换热器壳体的上下端分别设有烟气出口管箱 8 和烟气入口管箱 11,为高温烟气进出口;多根内螺纹不锈钢传热管与通过联接圆孔 2 胀接在该传热管上的整体式翅片 1 形成换热器芯体;换热器芯体的多根内螺纹不锈钢传热管两端通过联接圆孔 2 连接管板 7 和工质出口管箱 10 的管板 9;制备时,将带有整体型翅片的换热器芯体与工质入口管箱 6 中的管板 7、工质出口管箱 10 的管板 9 进行胀接;然后将烟气入口管箱 11、烟气出口箱 8 管板 7 焊接形成余热回收用不锈钢翅片管换热器。整体式翅片 1、传热管、换热器壳体、入口管箱 6、管板 7、烟气出口管箱 8、工质出口管箱 10 和烟气入口管箱 11 等均采用氏体不锈钢 304 或 316L,或者是材料采用奥氏体-铁素体双相不锈钢 2205,这些材料具有良好的防腐能力,同时具有良好的抗压力、机械及热疲劳耐受性。尤其适合燃煤、燃油锅炉排放烟气的余热利用,这些烟气含有 SO_2 、 SO_3 、 NO_x 、 HCl 、 HF 等腐蚀性酸性气体,选择奥氏体不锈钢 304 或 316L,如果烟气中含有上述腐蚀性气体外,还含有 Cl^- 等腐蚀介质成分,则采用奥氏体-铁素体双相不锈钢 SAF2205。

[0026] 本发明的整体型翅片 1 可选择如下图 2~图 4 三种的整体式翅片的一种。如图 2 所示,整体式翅片 1 上设有长方形扰流槽 3 和联接圆孔 2,交长方形扰流槽 3 均匀分布在翅片板 1 上,扰流槽 3 的长与宽的比例 1.5~3 倍之间,高度为 2~3mm;联接圆孔 2 又排列或顺排在翅片板 1 上,联接圆孔 2 在翅片板 1 上设有 3~9 排(图 2 为三排),用于与传热管胀接。

[0027] 如图 3 所示,整体式翅片 1 上设有波纹型扰流槽 4 和联接圆孔 2,波纹型扰流槽 4 突出整体式翅片 1 平面的高度 4~10mm。联接圆孔 2 均匀排在翅片板 1 上,联接圆孔 2 翅片板 1 上设有 3~9 排,用于与传热管胀接。预留与传热管连接的正三角形排列的圆形管口。

[0028] 如图 4 为所示,整体式翅片包括翅片板 1、长方形扰流槽 3 和联接椭圆型孔 5,长方形扰流槽 3 均匀分布在翅片板 1 上,扰流槽 3 的长与宽的比例 1.5~3 倍之间,高度 4~10mm。

[0029] 制备时,图 2、图 3 和图 4 所示的整体式翅片中,长方形翅片的长与宽的比例为 1.5~3 倍之间,整体波纹型扰流槽 4 突出整体式翅片 1 平面的高度 4~10mm,按照该结构设计翅片模具,在此基础上用模具冲压成型的方式生产。

[0030] 如图 5 所示,不锈钢传热管采用奥氏体不锈钢 304 或 316L 薄板轧制凹槽或螺旋槽,在园管或椭圆管成型机上成型后,再高频焊接,生产出来的不锈钢传热管需要进行耐压测试,耐压能力大于 1.0Mpa,管子椭圆度不得超出 $\pm 0.2\text{mm}$,管子全长偏差不得超过 $\pm 5\text{mm}$ 。椭圆管的长短轴之比例 1.5~2.5 倍。在将上述整体式翅片 1 嵌套在不锈钢传热管外面,翅片间距 2.1mm-3.5mm,采用液压胀管的方式将整体式翅片与传热管进行胀接,不锈钢传热管的胀度控制在 2.3%以内。不锈钢传热管与前端管板 7、后端管板采用 TIG 焊接的方式进行焊接,管排数为 3~9 排(图 2 中整体型翅片的传热管为 3 排),每排管的距离为管径的

1.5 ~ 2.5 倍。如果余热回收烟气中的腐蚀性成分含量高,将上述不锈钢翅片和传热管外表面进行表面改性处理,耐高温涂料对不锈钢翅片和传热管外表面进行喷涂,形成致密保护膜,有效地提高露点腐蚀的能力。

[0031] 根据热负荷大小确定需要的不锈钢翅片传热管数量,制作不锈钢翅片管换热器。不锈钢椭圆管横放(长轴顺着气流方向,烟气流动雷诺数范围为 $Re = 2000-15000$) 和竖放(长轴垂直气流方向,烟气流动雷诺数范围 $Re = 3000-15000$)。

[0032] 余热回收用不锈钢翅片管换热器的工作过程:将经过除尘处理的烟气引入到图 4 烟气入口 11,通过与整体式翅片及传热管的接触,进行热交换,加热了从工质入口 6、管板 7 进入传热管中的工质,获得了热能,将烟气中的余热回收利用。获得了烟气余热的工质从工质出口管板 9、出口管箱 10 流出,进入需要利用热能的地方。该换热器的优点是采用耐腐蚀材料如不锈钢,传热管外采用整体型翅片,本发明为整体型长方形翅片与波纹型翅片,改变了流体的流动状态,破坏了流体的边界层,增强了流体的湍流度,强化了流体与管壁的热交换,具有扰动能力强、传热效果好、阻力低、良好的抗震效果,传热管为内螺纹圆形管与椭圆型管,内螺纹传热管加工成型成熟,便于标准化与产业化,椭圆型传热的加工成型相对复杂,成本略高,但椭圆型传热管有较好的流体力学与强化传热效果,与圆管相比,在相同的条件下,椭圆管的传热周长比圆管大,因此管内的热阻小,有利于管内介质的传热,椭圆管的传热面积比同样截面的圆管大 15%。传热管的排列形式为正三角形排列,具有低阻高效,不易积垢,使用寿命长的效果。

[0033] 本发明根据翅片管换热器的流体力学和传热学的特性,在不锈钢等材料的基础上,传热管外翅片采用长方形、波纹型的翅片结构,传热管内采用园管(椭圆管)带有内螺纹或凹凸槽结构,目的是破坏流体的边界层、增强流体的湍流度、降低流阻,强化传热,达到结构紧凑、低阻高效、使用寿命长的热回收效果。

[0034] 本发明的整体翅片上开有长方形、波纹型的扰流孔,它可以使横掠气流扰动,从而减薄管壁及翅片上的边界层,强化管外侧的换热。同样材料的翅片,矩形翅片比圆形翅片效率高 8%。

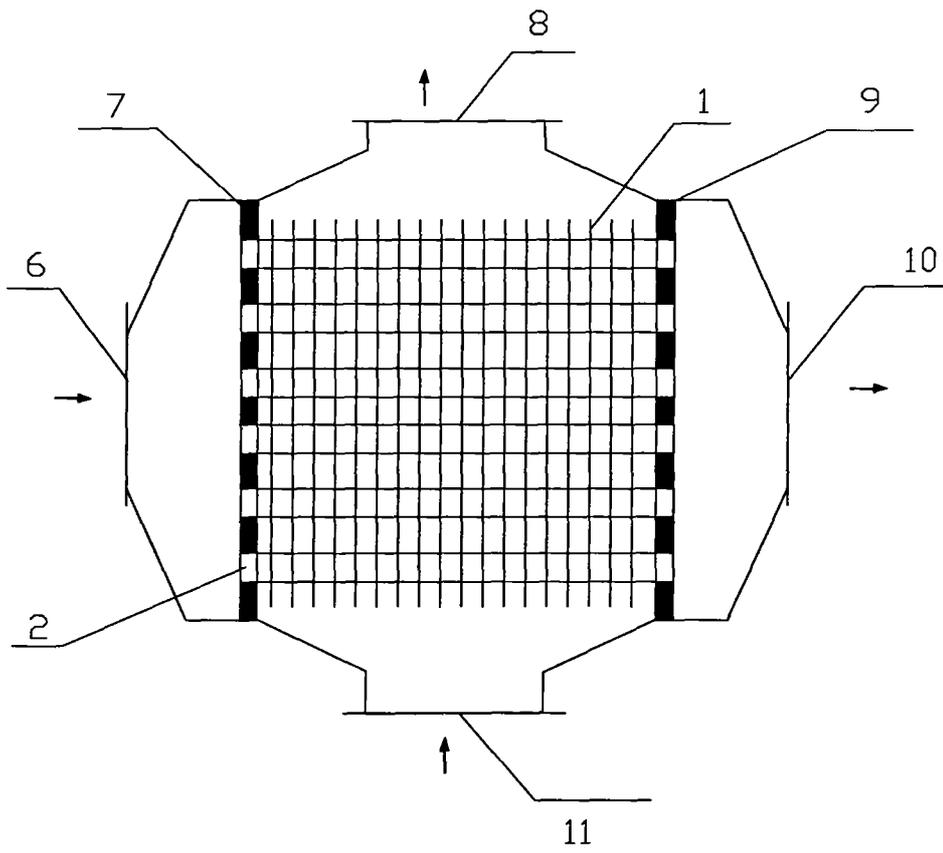


图 1

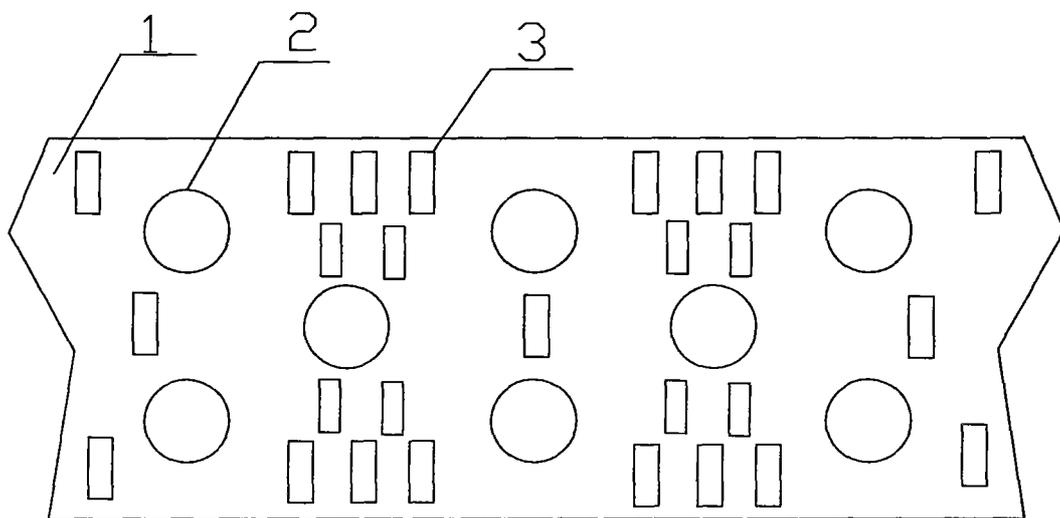


图 2

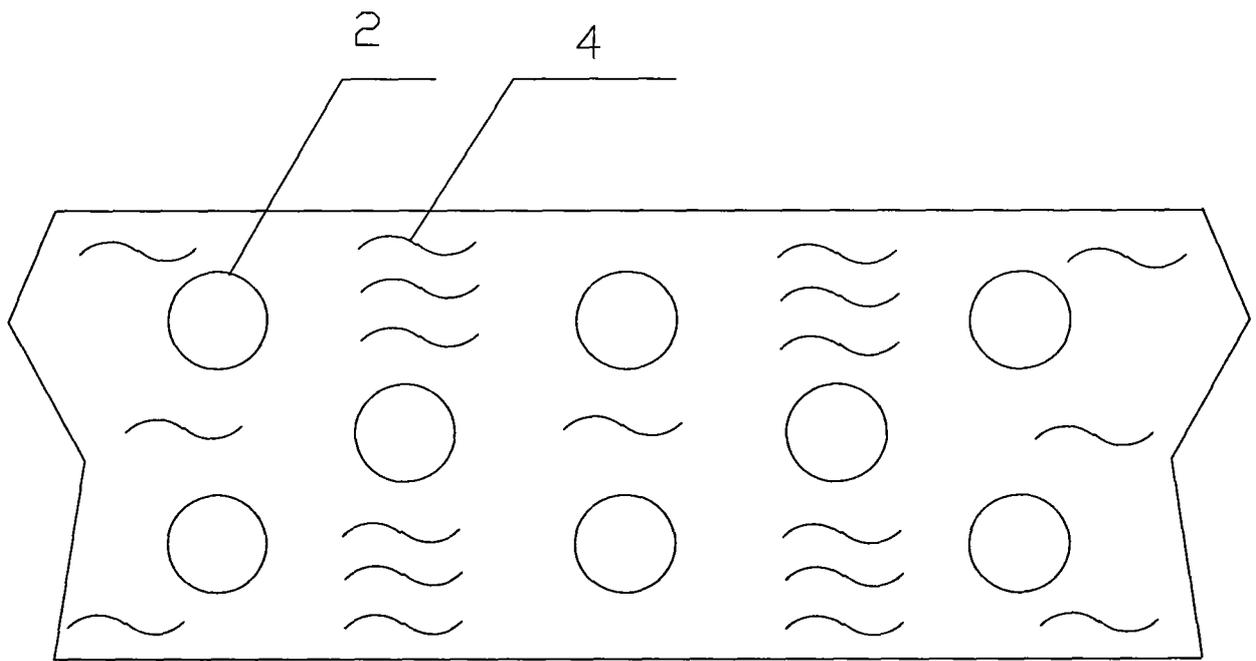


图 3

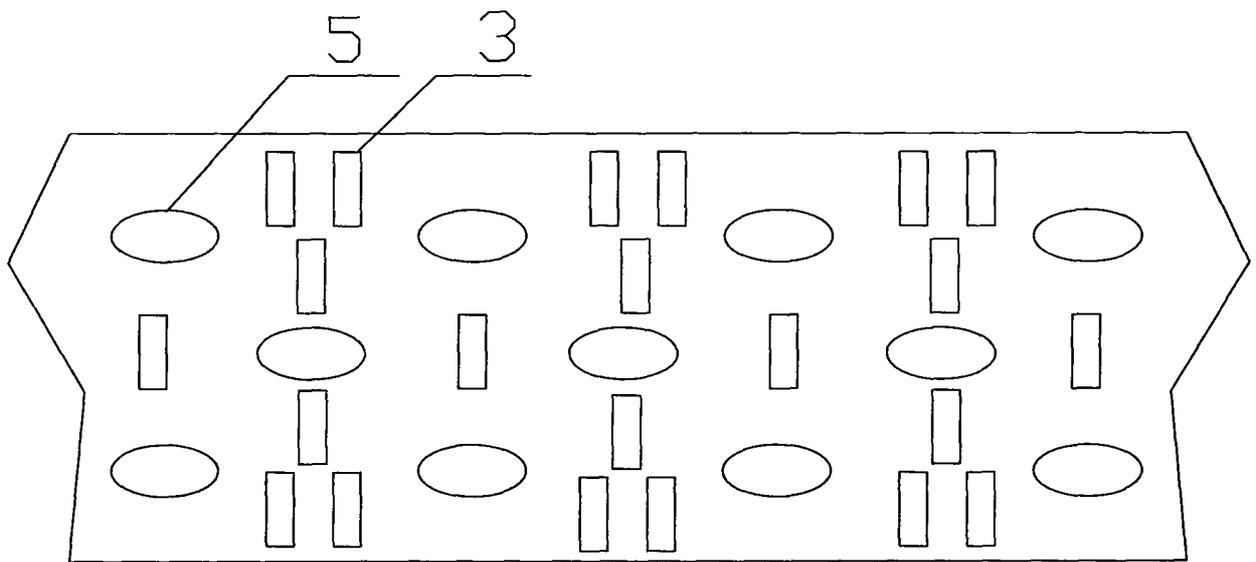


图 4

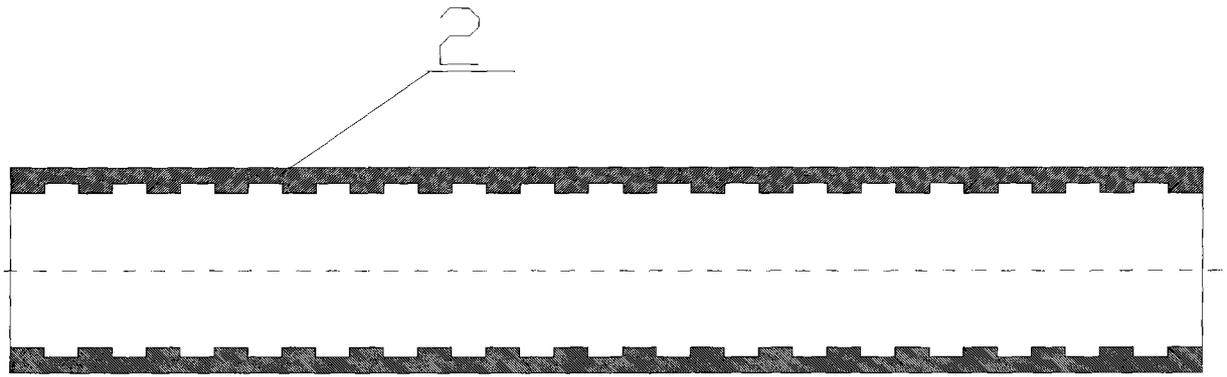


图 5