



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104534604 B

(45)授权公告日 2017.05.31

(21)申请号 201510037204.7

(22)申请日 2015.01.23

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104534604 A

(43)申请公布日 2015.04.22

(73)专利权人 天津大学  
地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72)发明人 刘俊杰 曹璇

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代  
理事务所 12201

代理人 李丽萍

(51)Int.Cl.

F24F 5/00(2006.01)

F24F 13/08(2006.01)

F24F 13/30(2006.01)

(56)对比文件

CN 204460557 U,2015.07.08,权利要求1-

5.

US 2011220333 A1,2011.09.15,全文.

CN 102168929 A,2011.08.31,说明书第

[0008]-[0065]段,附图1-10.

CN 203518097 U,2014.04.02,全文.

CN 203628889 U,2014.06.04,全文.

审查员 王杰

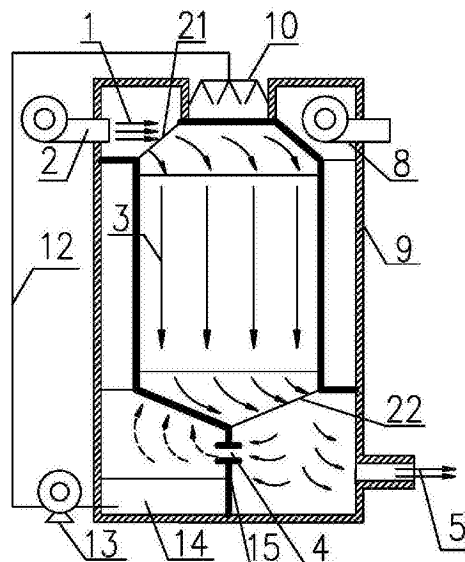
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

外置分流结构的逆流板式露点间接蒸发冷  
却器及通道隔板

(57)摘要

本发明公开了一种外置分流结构的逆流板式露点间接蒸发冷却器,包括设置在机壳内的露点间接蒸发冷却器芯体,机壳顶部设有进风口、二次空气排风口,底部设有一次空气送风口;冷却器芯体由若干个并排平行间隔布置的干通道和湿通道构成;干通道和湿通道之间均分别设有隔板,隔板上位于干通道的一面为疏水面,位于湿通道的一面为亲水面;冷却器芯体的下方设置用于将干通道出风口与湿通道进风口隔开的风口隔板,风口隔板上设有多个分流孔,干通道中部分空气通过分流孔进入湿通道;干通道和湿通道中空气逆流;冷却器芯体的通道隔板包括塑料基板,利用静电植绒工艺对基板的一面植绒,从而得到一面疏水另一面亲水的隔板,隔板的厚度为0.1~0.4mm。



1. 一种外置分流结构的逆流板式露点间接蒸发冷却器,包括机壳(9)和设置在机壳(9)内的露点间接蒸发冷却器芯体(16),其特征在于:

所述机壳(9)顶部设有进风口(1)、二次空气排风口(7)和布水器(10),所述机壳(9)的底部设有上开口的集水箱(14)、循环水泵(13)和一次空气送风口(5),所述进风口(1)处设有送风机(2),所述一次空气送风口(5)与室内连通,所述二次空气排风口(7)处设有排风机(8),所述二次空气排风口(7)与室外连通,自所述集水箱(14)经过循环水泵(13)至布水器(10)连接有供水管(12);

所述露点间接蒸发冷却器芯体(16)由1个以上并排堆叠的冷却单元体构成,每个冷却单元体包括并排平行布置的干通道(17)和湿通道(18),并排堆叠的冷却单元体呈干通道(17)和湿通道(18)间隔布置;干通道(17)和湿通道(18)之间均分别设有一个通道隔板(19),所述通道隔板(19)上位于干通道(17)的一面为疏水面,所述通道隔板(19)上位于湿通道(18)的一面为亲水面,所述干通道(17)内设有第一波纹板(20),所述第一波纹板(20)的两面均为疏水面,所述湿通道(18)内设有第二波纹板(25),所述第二波纹板(25)的两面均为亲水面;

所述干通道(17)的顶部设有与所述进风口(1)连通的干通道进风口(21),所述干通道(17)的底部设有与所述一次空气送风口(5)连通的干通道出风口(22);

所述湿通道(18)的顶部设有与所述布水器(10)正对的喷淋水入口(24),所述湿通道(18)的顶部还设有与所述二次空气排风口(7)相连的湿通道出风口(26),所述湿通道(18)的底部设有湿通道进风口(23);

所述露点间接蒸发冷却器芯体(16)的下方设置用于将干通道出风口(22)与湿通道进风口(23)隔开的风口隔板(15),所述风口隔板(15)上设有多个分流孔(4),所述干通道(17)中的部分空气从干通道送风口(22)流出后通过分流孔(4),由湿通道进风口(26)进入湿通道(18),形成向上流动的二次空气(6);所述露点间接蒸发冷却器芯体(16)所述干通道(17)内的一次空气(3)和湿通道(18)内的二次空气(6)在冷却器内沿垂直方向逆流换热;所述集水箱(14)位于风口隔板(15)的湿通道进风口的一侧,喷淋水经布水器(10)自上而下流入湿通道(18),最后进入集水箱(14)中,所述湿通道(18)内的二次空气(6)和所述布水器(10)的喷淋水在冷却器内沿垂直方向逆流换热。

2. 根据权利要求1所述外置分流结构的逆流板式露点间接蒸发冷却器,其特征在于,所述湿通道出风口(26)处设有挡水板(11)。

3. 根据权利要求1所述外置分流结构的逆流板式露点间接蒸发冷却器,其特征在于,所述疏水面由塑料基材表面构成,所述亲水面由在塑料基材上的植绒面构成。

4. 根据权利要求1所述外置分流结构的逆流板式露点间接蒸发冷却器,其特征在于,所述第二波纹板(25)为网格型波纹板。

## 外置分流结构的逆流板式露点间接蒸发冷却器及通道隔板

### 技术领域

[0001] 本发明属于空调制冷设备技术领域,具体涉及一种改进形式的露点间接蒸发冷却器,采用逆流板式的冷却器形式。

### 背景技术

[0002] 间接蒸发冷却器为目前一种新型的空调制冷设备。它利用自然环境空气中的干球温度与湿球温度之差,通过水与空气之间的热湿交换来获取焓湿能的一种环保高效而且经济的冷却方式。在不使用压缩机和制冷剂的情况下,能够冷却气体至逼近空气的湿球温度,而且不增加产出空气的含湿量。蒸发冷却过程可采用全新风,空气品质良好。

[0003] 露点间接蒸发冷却器作为对间接蒸发冷却技术的改进,能够实现多级蒸发冷却降温。它利用不断降低的二次空气湿球温度推动热湿交换,而将待冷却空气的温度降低到低于入口空气的湿球温度,甚至达到露点温度,低于传统间接蒸发冷却技术。

[0004] 露点间接蒸发冷却器是由均布相互间隔排列的干通道和湿通道构成。被冷却空气作为一次空气,在干通道中流动。通过干通道与湿通道之间的挡板,一部分一次空气流入湿通道板中,与湿通道中的原有空气一起作为二次空气在湿通道中流动。湿通道中不断有水喷淋,二次空气与水直接接触、掺混,进行热湿交换,再各自分开。湿通道中冷却后的二次空气吸收干通道中热量,一次空气等湿冷却。随着流入湿侧的空气温度不断降低,一次空气进一步得到显热冷却。如此下去,直到一次空气被等湿冷却到入口状态的湿球温度以下且接近其露点温度,并保持湿度不变。二次空气吸收热量后,从湿通道排出室外。

[0005] 目前,常用的冷却器结构主要有管式和板式。相较于管式冷却器,板式蒸发冷却器具有传热效率高,阻力相对较小,结构紧凑,拆装清洗方便,传热面可以灵活变更和组合等优势。

[0006] 一次空气和二次空气的流动方向,二次空气和水的流动方向,对于冷却器的冷却效率起主要作用,也决定了一次空气降温的程度。实验和理论计算均证实,在相同的进出口温度时,一次空气和二次空气、二次空气和喷淋水逆流时两流体温差变化比较平缓且平均温差大,更有利于换热,因此逆流换热是最高效的一种冷却形式,且会节省一定的空间。但是,由于蒸发冷却系统布置的困难,之前的流动方式多采用交叉流式。

[0007] 此外,对于通道隔板材料的选择也是影响冷却器性能的重要因素。湿通道内二次空气、循环水和干通道内一次空气分别在各自的流道中流动,通道间由通道隔板分隔开,流体彼此不接触,热量通过通道隔板从一次空气传递到二次空气,完成冷却过程,因此需要通道隔板具有较良好导热性能,并且一面亲水(湿通道侧)一面疏水(干通道侧),便于喷淋水附着,增强与二次空气的热质交换。目前常用的通道隔板材质多为铝箔、塑料、纤维片材或复合材料。单一材料的性能单一,不能同时具有一面亲水一面疏水且挺度足够的条件,复合片材受到复合工艺的影响,亲水效果不好,且通道隔板较厚不利于换热,因此需要更为理想的替代材料。

## 发明内容

[0008] 针对现有技术存在的问题,本发明提供一种外置分流结构的逆流板式露点间接蒸发冷却器,本发明使干通道内一次空气和湿通道内二次空气、湿通道内二次空气和喷淋水在冷却器内主体垂直方向实现逆流换热,增大换热温差,提高传热传质驱动势,提高冷却器的冷却效率,并能够降低冷却器内阻力。与此同时,本发明中的冷却器芯体的通道隔板采用塑料作为基材,并利用平面静电植绒工艺对基材的一面进行植绒,提高了吸水后的蒸发性能和导热性能,从而使整个板式露点间接蒸发冷却器换热性能提升。

[0009] 为了解决上述技术问题,本发明提出的一种外置分流结构的逆流板式露点间接蒸发冷却器,包括机壳和设置在机壳内的露点间接蒸发冷却器芯体,所述机壳顶部设有进风口、二次空气排风口和布水器,所述机壳的底部设有上开口式集水箱、循环水泵和一次空气送风口,所述进风口处设有送风机,所述一次空气送风口与室内连通,所述二次空气排风口处设有排风机,所述二次空气排风口与室外连通,自所述集水箱经过循环水泵至布水器连接有供水管;所述露点间接蒸发冷却器芯体由1个以上并排堆叠的冷却单元体构成,每个冷却单元体包括并排平行布置的干通道和湿通道,并排堆叠的冷却单元体呈干通道和湿通道间隔布置;干通道和湿通道之间均分别设有一个通道隔板,所述通道隔板上位于干通道的一面为疏水面,所述通道隔板上位于湿通道的一面为亲水面,所述干通道内设有第一波纹板,所述第一波纹板的两面均为疏水面,所述湿通道内设有第二波纹板,所述第二波纹板的两面均为亲水面;所述干通道的顶部设有与所述进风口连通的干通道进风口,所述干通道的底部设有与所述一次空气送风口连通的干通道出风口;所述湿通道的顶部设有与所述布水器正对的喷淋水入口,所述湿通道的顶部还设有与所述二次空气排风口相连的湿通道出风口,所述湿通道的底部设有湿通道进风口;所述露点间接蒸发冷却器芯体的下方设置用于将干通道出风口与湿通道进风口隔开的风口隔板,所述风口隔板上设有多个分流孔,所述干通道中的部分空气从干通道送风口流出后通过分流孔,由湿通道进风口进入湿通道,形成向上流动的二次空气;所述露点间接蒸发冷却器芯体所述干通道内的一次空气和湿通道内的二次空气在冷却器内沿垂直方向逆流换热;所述集水箱位于风口隔板的湿通道进风口的一侧,喷淋水经布水器自上而下流入湿通道,最后进入集水箱中,所述湿通道内的二次空气和所述布水器的喷淋水在冷却器内沿垂直方向逆流换热。

[0010] 本发明外置分流结构的逆流板式露点间接蒸发冷却器工作时,在冷却器内部,空气从上部设置的进风口进入间隔排列的干通道内形成向下运行的一次空气,部分一次空气从冷却器下部的干通道出风口排出,通过相连接的一次空气送风口送入室内。剩余部分一次空气流到冷却器底部后,通过设置在冷却器芯体下部风口隔板上的分流孔由湿通道进风口进入湿通道,形成在湿通道内向上运行的二次空气,湿通道内自下而上的二次空气与干通道内自上而下的一次空气在冷却器的主体段逆向流动,增大显热交换效率。同时湿通道内部有喷淋水自上而下流动,与该湿通道内的自下而上的二次空气也形成逆向流动,增大热湿交换效率。二次空气温度和含湿量增加后,通过冷却器上部的二次空气排风口排至室外。

[0011] 本发明中提出的一种用于上述外置分流结构的逆流板式露点间接蒸发冷却器的通道隔板,为单面塑料植绒材料。该通道隔板包括塑料基板(PET,PVC,PP,PS,ABS等硬质塑

料片材)和吸水性良好的绒毛(尼龙、粘胶、腈纶、人造纤维等)。该通道隔板的制备是采用平面静电植绒工艺在塑料基板的一面进行植绒处理,使绒毛均匀的粘在被植基板上,形成吸水后蒸发换热侧。绒毛为吸水性材料,而塑料基材为疏水材料,从而得到一面为亲水面另一面为疏水面的通道隔板。所述通道隔板的厚度为0.1~0.4mm。

[0012] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0013] (1) 本发明在不使用压缩机和制冷剂的情况下,蒸发冷却过程采用全新风,空气质量良好。由于运行时只有送/排风机和水泵耗能,相较于普通的家用分体空调,节省了大量的电耗。露点间接蒸发冷却器中的喷淋水选用少量的自来水,并循环使用不会造成浪费。

[0014] (2) 本发明首次将塑料植绒复合材料用于冷却器芯体的通道隔板,利用静电植绒工艺将绒毛均匀粘在塑料基板上。相较于常用的的单一片材或两种片材复合的材料减小了通道隔板厚度的同时增强了通道隔板湿通道面的吸水效果。

[0015] (3) 本发明采用的露点间接蒸发冷却器,利用一部分的一次空气进入湿通道,不断降低二次空气的湿球温度,从而降低一次空气的温度,使冷却后的空气理论上能达到进风空气的露点温度。相较于传统的间接蒸发冷却器最多只可以达到进风空气的湿球温度,降低了送风温度,而且不增加产出空气的含湿量。

[0016] (4) 本发明的逆流板式冷却器形式,使干通道内一次空气和湿通道内二次空气、湿通道内二次空气和喷淋水在冷却器主体垂直方向上均实现了逆流换热,提高了冷却器的换热效率。且板式结构的通道内空气流动的风压损失很小,减小了风机的阻力,进而减少能耗。

## 附图说明

[0017] 图1是本发明外置分流结构的逆流板式露点间接蒸发冷却器的干通道截面结构示意图;

[0018] 图2是本发明外置分流结构的逆流板式露点间接蒸发冷却器的湿通道截面结构示意图;

[0019] 图3是本发明中冷却器芯体的立体结构示意图;

[0020] 图4是本发明中冷却器芯体的分解结构示意图。

[0021] 图中:1-进风口,2-送风机,3-一次空气,4-分流孔,5-一次空气送风口,6-二次空气,7-二次空气排风口,8-排风机,9-机壳,10-布水器,11-挡水板,12-供水管,13-循环水泵,14-集水箱,15-风口隔板,16-冷却器芯体,17-干通道,18-湿通道,19-通道隔板,20-第一波纹板,21-干通道进风口,22-干通道出风口,23-湿通道进风口,24-喷淋水入口,25-第二波纹板,26-湿通道出风口。

## 具体实施方式

[0022] 下面结合附图和具体实施例对本发明技术方案作进一步详细描述。

[0023] 如图1和图2所示,本发明提出的一种逆流板式露点间接蒸发冷却器,包括机壳9和设置在机壳9内的露点间接蒸发冷却器芯体16。

[0024] 所述机壳9顶部设有进风口1、二次空气排风口7和布水器10,所述机壳9的底部设有上开口式的集水箱14、循环水泵13和一次空气送风口5,所述进风口1处设有由风管连接

的送风机2,所述一次空气送风口5与室内连通,所述二次空气排风口7处设有排风机8,所述二次空气排风口7与室外连通,一次空气3经过冷却后由一次空气送风口5通向室内,二次空气6通过二次空气排风口7排向室外,自所述集水箱14经过循环水泵13至布水器10连接有供水管12。

[0025] 如图3和图4所示,所述露点间接蒸发冷却器芯体16由1个以上并排堆叠的冷却单元体构成,每个冷却单元体包括并排平行布置的气流通道,即干通道17和湿通道18,所述干通道17和湿通道18内均分别设有支撑板,即干通道17内设有第一波纹板20,所述第一波纹板20的两面均为疏水面,也即,第一波纹板20为未植绒的塑料基板;所述湿通道18内设有第二波纹板25,所述第二波纹板25的两面均为亲水面,也即第二波纹板为两面植绒的塑料基板。此外,湿通道18中的第二波纹板25上可开有多个小孔,形成网格型波纹板,以增大接触面积,增强二次空气和喷淋水之间的热质交换。

[0026] 并排堆叠的冷却单元体呈干通道17和湿通道18间隔布置;干通道17和湿通道18之间均分别设有一通道隔板19,所述通道隔板19采用塑料板制作,所述通道隔板19上位于干通道17的一面为未植绒的疏水面,所述通道隔板19上位于湿通道18的一面是植绒的亲水面;布置并排堆叠的冷却单元体中的多个通道隔板19时,依次使相邻通道隔板19的疏水面和疏水面相对,亲水面和亲水面相对,两个通道隔板19相对布置的疏水面之间构成干通道17(一次空气通道),两个通道隔板19相对布置的亲水面之间构成湿通道18(二次空气通道),从而使相邻的两个通道隔板19之间形成了干通道17或湿通道18,而且相邻的两个通道隔板19之间的支撑材料均为竖纹的波纹板,以不影响气流的通过。

[0027] 空气从冷却器进风口1进入露点间接蒸发冷却器芯体16的干通道17,由于干通道17和湿通道18是相对独立的,因此,防止了从进风口1进入的空气同时进入湿通道18。同理,露点间接蒸发冷却器芯体16与机壳9之间不是气流通道的空间与干通道17隔开,如图1中的粗实线所示,露点间接蒸发冷却器芯体16与机壳9之间不是气流通道的空间也与湿通道18隔开,如图2中的粗实线所示。

[0028] 所述干通道17的顶部设有与所述进风口1连通的干通道进风口21,所述干通道17的底部设有与所述一次空气送风口5连通的干通道出风口22;所述湿通道18的顶部设有与所述布水器10正对的喷淋水入口24,所述湿通道18的顶部还设有与所述二次空气排风口7处的排风机8的入风口相连的湿通道出风口26;所述湿通道18的底部设有湿通道进风口23;所述露点间接蒸发冷却器芯体16的下方设置用于将干通道出风口22与湿通道进风口23隔开的风口隔板15,所述风口隔板15上设有多个分流孔4,干通道17中的部分一次空气3通过分流孔4进入湿通道18中;所述集水箱14位于风口隔板15的湿通道进风口23一侧。

[0029] 如图1所示,本发明冷却器干通道17(即一次空气通道)的截面结构示意图,在冷却器内部,空气从机壳9上部设置的进风口1进入到间隔排列的干通道17即为一次空气3,该一次空气3在干通道17内向下运行,部分一次空气3从冷却器下部的干通道出风口22排出,通过相连接的一次空气送风口5送入室内,剩余部分的一次空气3流到冷却器底部后,通过设置在冷却器芯体16下部的风口隔板15上的分流孔4由湿通道进风口23进入湿通道18,作为二次空气6在湿通道18内向上运行,如图2所示,湿通道18内自下而上的二次空气6与干通道17内自上而下的一次空气3在冷却器的主体段逆向流动,从而增大显热交换效率。同时,在冷却器芯体16的上方设置着布水器10,在冷却器芯体16的下方设置的集水箱14,通过循环

水泵13将集水箱14中的水循环的供给布水器10,布水器10的喷淋水通过喷淋水入口24自上而下均匀地喷淋在冷却器的湿通道18中,在湿通道18内部喷淋水自上而下流动与湿通道18内的自下而上的二次空气6也形成逆向流动,增大热湿交换效率,二次空气6的温度和含湿量增加后,通过冷却器上部的排风机8将二次空气6经过二次空气排风口7排至室外,二次空气排风口7前最好设置有挡水板11,用以防止布水器10的喷淋水随二次空气6排出,避免影响排风机8的运行。喷淋水流到冷却器底部后进入集水箱14,通过循环水泵13可以继续循环使用。随着干通道17中一次空气3温度的不断降低,一部分一次空气3不断地通过分流孔4进入湿通道18变成了二次空气6,这样湿通道18的二次空气6的湿球温度也随之不断得到降低,湿通道18中的二次空气6与干通道17的一次空气3显热交换后,一次空气3温度也逐次降低,可以趋近进风空气的露点温度。本发明冷却过程中,一次空气3和二次空气6、二次空气6和喷淋水均实现逆向流动,最大限度地增大了换热温差,提高了冷却器效率,使得进入室内的是温度较低的空气,介于湿球温度和露点温度之间。

[0030] 用于上述外置分流结构的逆流板式露点间接蒸发冷却器的通道隔板的结构是利用塑料植绒材料作为通道隔板材料,该通道隔板包括塑料基板,采用平面静电植绒工艺在塑料基板的一面进行植绒处理,从而得到一面为疏水面另一面为亲水面的通道隔板;在塑料基板单面上静电植绒,使绒毛(尼龙、粘胶、腈纶、人造纤维等)带上电荷,需要植绒的基材(PET,PVC,PP,PS,ABS等硬质塑料片材)涂有胶粘剂,放在零电位或接地条件下,绒毛受到异电位的吸引,被垂直粘在被植基材上,形成吸水后蒸发换热侧。绒毛为吸水性材料,而塑料基材为疏水材料,采用静电植绒工艺区别于普通的粘贴或热压复合方法,不会改变绒毛的吸水性能,因此,该通道隔板的吸水面性能良好;通道隔板19的厚度在0.1~0.4mm,其导热效果良好。采用上述的通道隔板材料吸水后蒸发性能和导热性能得到提高,从而使整个板式露点间接蒸发冷却器换热性能提升。

[0031] 尽管上面结合附图对本发明进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨的情况下,还可以做出很多变形,这些均属于本发明的保护之内。

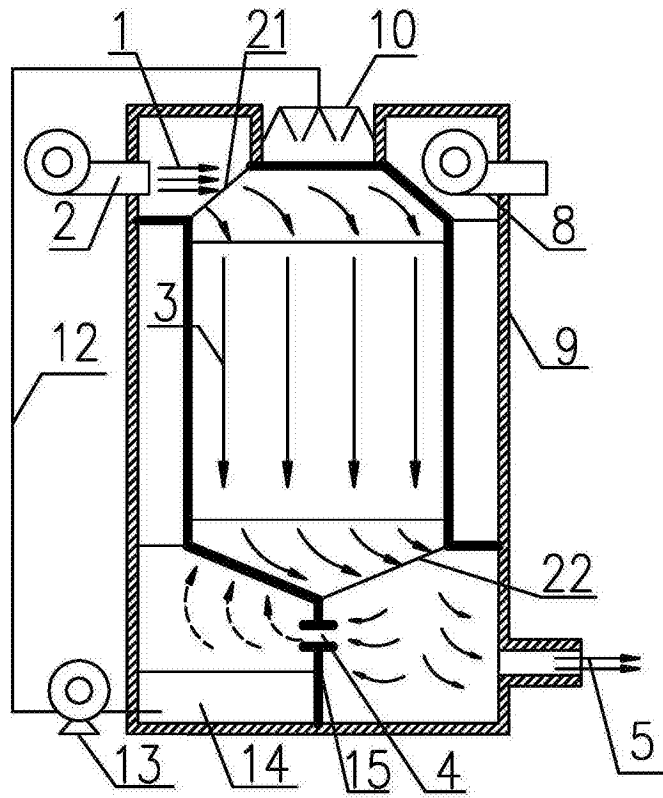


图1



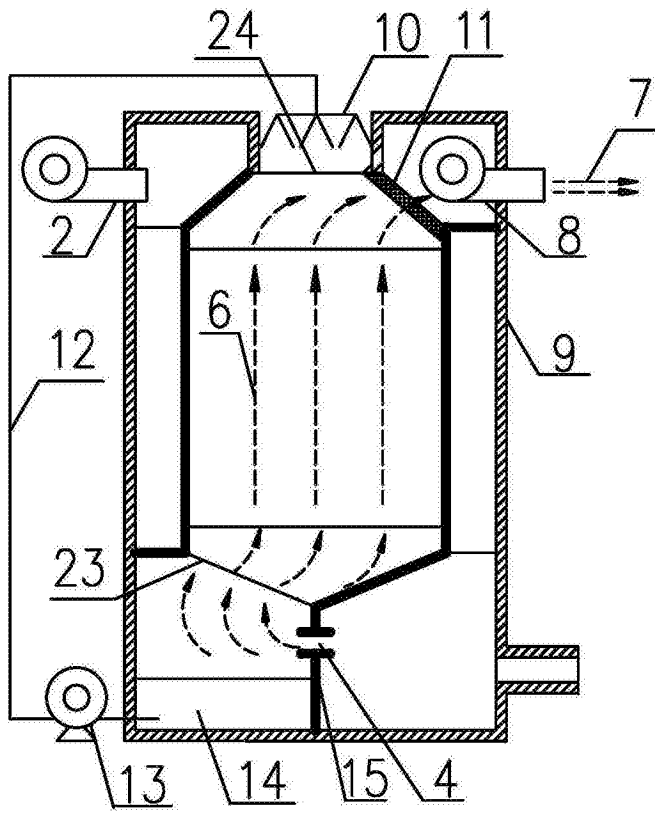


图2

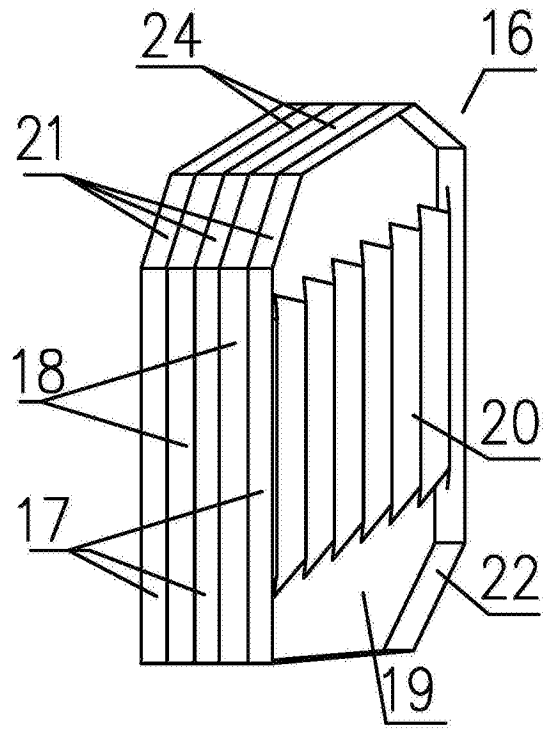


图3

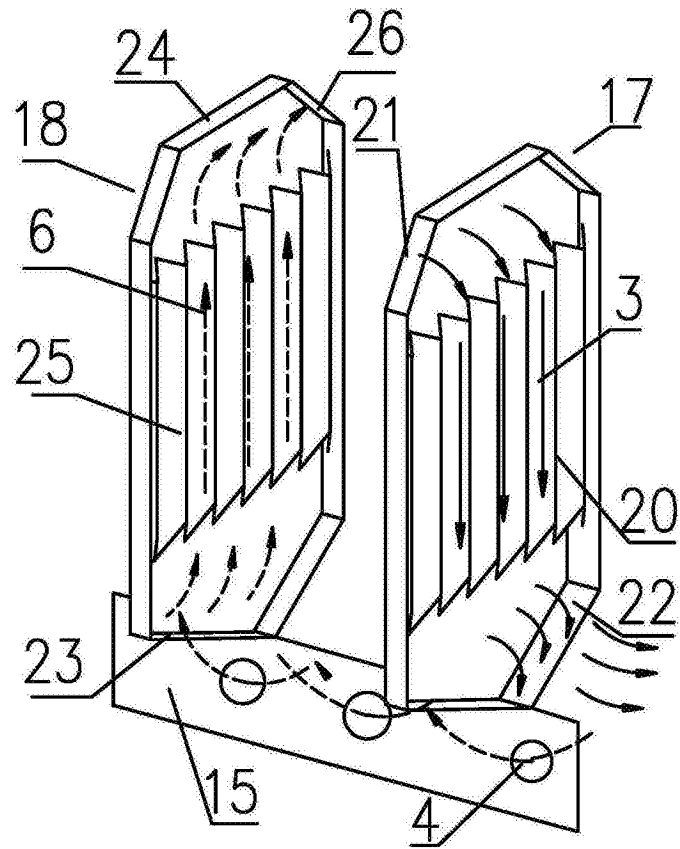


图4