(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115745049 A
(43)申请公布日 2023.03.07

(21)申请号 202211454019.4

(22)申请日 2022.11.21

(71)申请人 北京理工大学
地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号

(72)发明人 王珍祯 马兴龙

(74)专利代理机构 北京东方盛凡知识产权代理有限公司 11562
专利代理师 高天星

(51)Int.Cl.
C02F 1/04(2006.01)

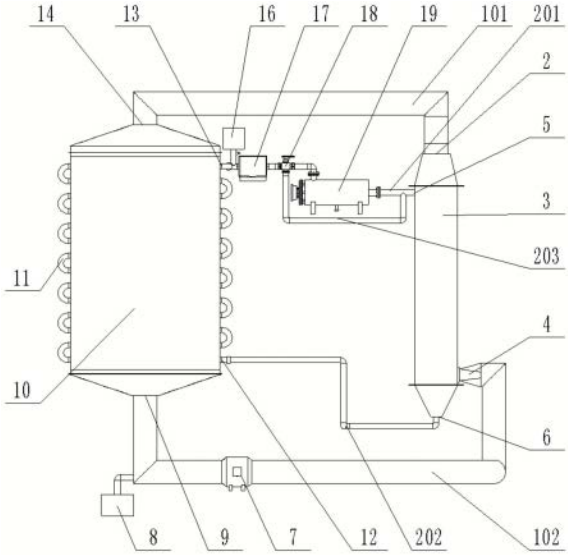
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置

(57)摘要

本发明公开一种超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置，包括填料机构和翅片管道换热器；所述填料机构与所述翅片管道换热器通过风管连通；所述填料机构与所述翅片管道换热器通过水管连通；所述翅片管道换热器底部连通有淡水箱；所述风管上安装有鼓风机，所述水管上安装有加热控温组件、污水箱、水泵；所述加热控温组件用于加热并控制水管内的水温。本发明可以加强热水与空气的热量和质量交换；充分利用蒸汽自回热降低加热温控组件能耗，简单独立的蒸汽降温除湿和空气加热加湿过程实现了污水的物理净化；本发明克服了现有水处理技术能耗高、工序复杂的缺点。



CN 115745049 A

1.一种超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置,其特征在于:包括填料机构和翅片管道换热器(10);

所述填料机构与所述翅片管道换热器(10)通过风管连通;所述填料机构与所述翅片管道换热器(10)通过水管连通;所述翅片管道换热器(10)底部连通有淡水箱(8);

所述风管上安装有鼓风机(7),所述水管上安装有加热控温组件、污水箱(16)、水泵(17);所述加热控温组件用于加热并控制水管内的水温。

2.根据权利要求1所述的超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置,其特征在于:所述填料机构包括填料设备(3),所述填料设备(3)内设有填料;所述填料设备(3)的顶部开设有填料设备出风口(2)和填料设备进水口(5);所述填料设备(3)的底部开设有填料设备进风口(4)和填料设备出水口(6);

所述填料设备出风口(2)、所述填料设备进风口(4)均与所述风管固接且连通;所述填料设备(3)、所述风管、所述翅片管道换热器(10)连通;所述填料设备进水口(5)、所述填料设备出水口(6)均与所述水管固接且连通;所述填料设备(3)、所述水管、所述翅片管道换热器(10)连通。

3.根据权利要求2所述的超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置,其特征在于:所述翅片管道换热器(10)内安装有换热管(11),所述换热管(11)的外壁上安装有环形肋片(15);所述换热管(11)呈S状排布;

所述翅片管道换热器(10)的顶部和底部分别开设有换热器空气入口(14)和换热器空气出口(9);所述换热管(11)的顶部和底部分别设有换热器出水口(13)、换热器入水口(12);所述换热器空气入口(14)、所述换热器空气出口(9)均与所述风管固接且连通;所述换热器出水口(13)、所述换热器入水口(12)均与所述水管固接且连通。

4.根据权利要求3所述的超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置,其特征在于:所述水管包括第一水管(201)和位于所述第一水管(201)底部的第二水管(202);所述第一水管(201)的一端与所述换热器出水口(13)固接且连通,另一端与所述填料设备进水口(5)固接且连通;所述第二水管(202)的一端与所述换热器入水口(12)固接且连通,另一端与所述填料设备出水口(6)固接且连通;所述加热控温组件、所述污水箱(16)、所述水泵(17)均安装在所述第一水管(201)上。

5.根据权利要求4所述的超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置,其特征在于,所述加热控温组件包括:

分管(203),所述分管(203)一端通过三通阀(18)与所述第一水管(201)连通,另一端与所述第一水管(201)靠近所述填料设备进水口(5)的一端固接且连通;

管道换热器(19),所述管道换热器(19)固定安装在所述第一水管(201)上,并且位于所述三通阀(18)和所述填料设备进水口(5)之间。

6.根据权利要求4所述的超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置,其特征在于:所述风管包括第一风管(101)和位于所述第一风管(101)底部的第二风管(102),所述第一风管(101)的一端与所述换热器空气入口(14)固接且连通,另一端与所述填料设备出风口(2)固接且连通;所述第二风管(102)的一端与所述换热器空气出口(9)固接且连通,另一端与所述填料设备进风口(4)固接且连通;所述鼓风机(7)固定安装在所述第二风管(102)上。

7.根据权利要求2所述的超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置,其特征在于:所

述填料为多孔材料，所述填料位于所述填料设备进水口(5)和所述填料设备出水口(6)之间。

8.根据权利要求2所述的超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置，其特征在于：所述翅片管道换热器(10)、所述填料设备(3)、所述风管、所述水管的外壁上均固接有保温层。

一种超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置

技术领域

[0001] 本发明涉及水处理和空气加湿除湿技术领域，特别是涉及一种超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置。

背景技术

[0002] 污水处理系统的构成相对来说比较复杂，在实际操作时，对系统的各个组成部分都要进行严格监管和及时调控，系统中不同类型的工艺处理单元和能耗装置在满足处理要求的同时应尽量实现节能目标。但是在实际操作过程中，污水处理往往会伴随着较大的能耗，甚至对水体造成二次污染，导致污水处理工作的环保目标无法实现，处理成本也会相应地增加。

[0003] 目前相对成熟的水处理技术包括：超声波处理技术、绿色氧化水处理技术、膜分离水处理技术、微电解水处理技术等。相较化学转化和生物降解过程的矿化属性，物理法处理废水的核心是实现污染物分离，并利于实现污染物资源化处理，其综合经济效益突出、可避免生物污染、降低化学药剂消耗和附带二次污染物产量，不仅是更加绿色和清洁的水处理技术，也是更有利于实现“双碳”目标的水处理技术。

[0004] 能源与材料费用的不断增长大大地推动了高效节能换热器的发展，在合理设计换热网络的基础之上，选择合适的强化传热方式可以有效提高传热效率，减少能量损耗。传统的的强化传热途径主要包括：(1)提高传热系数，即从结构设计或改变材料等方面减小热阻，提高传热能力。但该种方法对强化传热的作用有限，对导热材料的依赖性强。(2)增大换热平均温差，传热平均温差主要取决于冷流体和热流体的进、出口温度及其流动布置形式。在进、出口温度相同的条件下，逆流的平均温差是最大的，顺流的平均温差是最小的。但是逆流布置时，冷流体和热流体的最高温度都在换热器的同一侧，会使得该侧的温度相当高。因此，在实际的流动形式布置中，结构上应综合考虑增大传热平均温差和逆流布置的影响，应用场景受到限制。(3)扩大传热面积，在材料消耗量增加较少的条件下，设法增加扩展表面(例如采用肋片)。管外强化通常采用增加肋片的方法，常见的肋片，典型结构有针肋、直肋、环肋和大套片，不仅有效增加了换热面积，加剧了流体的扰动，还切断了边界层的发展，一定程度上能够有效强化传热。该种方法的应用最为广泛，但形式较为单一。同时对于蒸汽而言，目前的强化传热方式对其汽化潜热部分的能量利用不足，造成了热能的巨大浪费，增加了过程的能耗。

[0005] 为此，提出一种超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置，旨在解决或改善上述技术问题中的至少之一。

[0007] 为实现上述目的，本发明提供了如下方案：本发明提供一种超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置，包括填料机构和翅片管道换热器；

[0008] 所述填料机构与所述翅片管道换热器通过风管连通;所述填料机构与所述翅片管道换热器通过水管连通;所述翅片管道换热器底部连通有淡水箱;

[0009] 所述风管上安装有鼓风机,所述水管上安装有加热控温组件、污水箱、水泵;所述加热控温组件用于加热并控制水管内的水温。

[0010] 优选的,所述填料机构包括填料设备,所述填料设备内设有填料;所述填料设备的顶部开设有填料设备出风口和填料设备进水口;所述填料设备的底部开设有填料设备进风口和填料设备出水口;

[0011] 所述填料设备出风口、所述填料设备进风口均与所述风管固接且连通;所述填料设备、所述风管、所述翅片管道换热器连通;所述填料设备进水口、所述填料设备出水口均与所述水管固接且连通;所述填料设备、所述水管、所述翅片管道换热器连通。

[0012] 优选的,所述翅片管道换热器内安装有换热管,所述换热管的外壁上安装有环形肋片;所述换热管呈S状排布;

[0013] 所述翅片管道换热器的顶部和底部分别开设有换热器空气入口和换热器空气出口;所述换热管的顶部和底部分别设有换热器出水口、换热器入水口;所述换热器空气入口、所述换热器空气出口均与所述风管固接且连通;所述换热器出水口、所述换热器入水口均与所述水管固接且连通。

[0014] 优选的,所述水管包括第一水管和位于所述第一水管底部的第二水管;所述第一水管的一端与所述换热器出水口固接且连通,另一端与所述填料设备进水口固接且连通;所述第二水管的一端与所述换热器入水口固接且连通,另一端与所述填料设备出水口固接且连通;所述加热控温组件、所述污水箱、所述水泵均安装在所述第一水管上。

[0015] 优选的,所述加热控温组件包括:

[0016] 分管,所述分管一端通过三通阀与所述第一水管连通,另一端与所述第一水管靠近所述填料设备进水口的一端固接且连通;

[0017] 管道换热器,所述管道换热器固定安装在所述第一水管上,并且位于所述三通阀和所述填料设备进水口之间。

[0018] 优选的,所述风管包括第一风管和位于所述第一风管底部的第二风管,所述第一风管的一端与所述换热器空气入口固接且连通,另一端与所述填料设备出风口固接且连通;所述第二风管的一端与所述换热器空气出口固接且连通,另一端与所述填料设备进风口固接且连通;所述鼓风机固定安装在所述第二风管上。

[0019] 优选的,所述填料为多孔材料,所述填料位于所述填料设备进水口和所述填料设备出水口之间。

[0020] 优选的,所述翅片管道换热器、所述填料设备、所述风管、所述水管的外壁上均固接有保温层。

[0021] 本发明公开了以下技术效果:

[0022] 本发明中经过加热后的高温污水在填料机构内均匀下渗,对向上流动的低温气体进行加热加湿,同时污水降温后流入翅片管道换热器内吸收自上而下的高温湿空气的热量,降温后的湿空气在翅片管道换热器中经历析湿过程形成液滴,流入至淡水箱中收集;

[0023] 本发明有效采取自回热技术,提高能量的利用效率,通过翅片管道换热器和填料机构实现工艺的蒸汽潜热的有效回收,以达到循环利用自身热量的节能方法;在翅片管道

换热器内，高温湿空气遇冷实现自冷凝，蒸汽汽化释放的热量被冷水有效吸收，在强化传热的同时，避免了汽化潜热的浪费；能够充分利用蒸汽凝结成水滴过程中放出的潜热，提高降温除湿过程的热效率，同时维持温差、势能差驱动加湿除湿过程，实现超低耗能净水，具有低耗、高效、过程简单的特点；

[0024] 本发明在循环开始时通过加热控温组件和鼓风机给通入的污水和装置内部的空气提供温差和动力，当循环稳定时，可根据实际工况灵活调整加热控温组件的输出功率或使其停止工作，循环依靠自身的温差及势能差进行，可以实现在极小能耗的基础上充分利用蒸汽自回热，加强水、湿空气的换热，同时实现独立的蒸汽降温除湿和空气加热加湿过程，实现了低能耗下对污水的物理净化，克服了现有水处理技术能耗高、工序复杂的缺点；

[0025] 本发明用途多样，适用于多场景，装置中的水可循环利用，可通过定时补充水来补偿待处理的水，使保持产水能力，同时污水不断循环利用，能够大幅对其浓缩，获得极少量高浓度废水，高浓度废水可轻易进行结晶处理，获得工业盐并实现零排放，提升环保。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0027] 图1为本发明实施例1的结构示意图；

[0028] 图2为本发明中换热器的内部结构图；

[0029] 图3为本发明实施例2的结构示意图；

[0030] 图4为本发明实施例3的结构示意图；

[0031] 其中，1、风管；101、第一风管；102、第二风管；2、填料设备出风口；3、填料设备；4、填料设备进风口；5、填料设备进水口；6、填料设备出水口；7、鼓风机；8、淡水箱；9、换热器空气出口；10、翅片管道换热器；11、换热管；12、换热器入水口；13、换热器出水口；14、换热器空气入口；15、环形肋片；16、污水箱；17、水泵；18、三通阀；19、管道换热器；20、水管；201、第一水管；202、第二水管；203、分管；21、换热箱；22、蓄热箱；23、导热管路；24、太阳能集热器。

具体实施方式

[0032] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0033] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0034] 实施例1

[0035] 参照图1-2，本发明提供一种超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置，包括填料机构和翅片管道换热器10；

[0036] 填料机构与翅片管道换热器10通过风管连通，形成一个相对闭合的回路；填料机

构与翅片管道换热器10通过水管连通，形成一个相对闭合的回路；翅片管道换热器10底部连通有淡水箱8；采用在填料机构内，经过加热后的高温污水均匀下渗，对向上流动的低温气体进行加热加湿，同时污水降温后流入翅片管道换热器10内吸收自上而下的高温湿空气的热量，降温后的湿空气在翅片管道换热器10中经历析湿过程形成液滴，流入至淡水箱8中收集；

[0037] 风管上安装有鼓风机7，水管上安装有加热控温组件、污水箱16、水泵17；污水箱16的底部一侧安装有排污口(图中未示出)，便于排出浓缩后的污水；污水箱16的顶部安装有进水口(图中未示出)，便于向污水箱16补充污水；加热控温组件用于加热并控制水管内的水温；在循环开始时通过加热控温组件和鼓风机7给通入的污水和装置内部的空气提供温差和动力，当循环稳定时，可根据实际工况灵活调整加热控温组件的输出功率或使其停止工作，循环依靠自身的温差及势能差进行，可以实现在极小能耗的基础上充分利用蒸汽自回热，加强水、湿空气的换热，同时实现独立的蒸汽降温除湿和空气加热加湿过程，实现了低能耗下对污水的物理净化，克服了现有水处理技术能耗高、工序复杂的缺点；

[0038] 如此设置，通过翅片管道换热器10料机构实现工艺的蒸汽潜热的有效回收，以达到循环利用自身热量的节能方法，采取自回热技术，提高能量的利用效率；在翅片管道换热器10高温湿空气遇冷实现自冷凝，蒸汽汽化释放的热量被冷水有效吸收，在强化传热的同时，避免了汽化潜热的浪费；能够充分利用蒸汽凝结成水滴过程中放出的潜热，提高降温除湿过程的热效率，同时维持温差、势能差驱动加湿除湿过程，实现超低耗能净水，具有低耗、高效、节水的特点；本发明用途多样，适用于多场景，装置中的水可循环利用，可通过定时补充水来弥补湿空气冷凝带来的极小损失，有利于节约水资源，操作简便、无二次污染的风险。

[0039] 进一步优化方案，填料机构包括填料设备3，填料设备3内设有填料(图中未示出)；填料设备3的顶部开设有填料设备出风口2和填料设备进水口5；填料设备3的底部开设有填料设备进风口4和填料设备出水口6；

[0040] 填料为多孔材料，填料内部导热流通性良好，由固定在壳体内的弹性结构支撑，且填料高度在0-800mm范围内可变，填料位于填料设备进水口5和填料设备出水口6之间，可避免水、气直接对流传热；

[0041] 填料设备出风口2、填料设备进风口4均与风管固接且连通；填料设备3、风管、翅片管道换热器10连通；填料设备进水口5、填料设备出水口6均与水管固接且连通；填料设备3、水管、翅片管道换热器10连通；

[0042] 如此设置，填料设备进风口4的空气沿填料设备3内填料的孔隙均匀向上流动，填料设备进水口5流入的热污水布满填料的孔隙，与之与空气充分混合，极大地提高空气湿度，提高净水产量。

[0043] 进一步优化方案，翅片管道换热器10内安装有换热管11，换热管11的外壁上安装有环形肋片15；换热管11呈S状排布；换热管11呈三排十四列排布，且在翅片管道换热器10的侧面呈S型弯管状；换热管11表面密封良好；环形肋片15整齐布设在换热管11的外壁上；水在换热管11内自下而上地流动、空气在翅片管道换热器10内自上而下地流动，实现高效换热，

[0044] 翅片管道换热器10的顶部和底部分别开设有换热器空气入口14和换热器空气出

口9;换热管11的顶部和底部分别设有换热器出水口13、换热器入水口12;换热器空气入口14、换热器空气出口9均与风管固接且连通;换热器出水口13、换热器入水口12均与水管固接且连通;

[0045] 如此设置,当污水离开填料设备3流到翅片管道换热器10底部的换热器入水口12时,由于压差作用向上缓慢流过整个换热管11,而翅片管道换热器10内的湿空气经过加热加湿,具有较高的温度和湿度,在向下流动时充斥于整个翅片管道换热器10内部,由于环形肋片15所增加的气体和液体接触表面积,湿空气被充分冷却,同时加快湿空气在换热管11壁遇冷凝结的速度,增加了蒸汽凝结的量,当蒸汽凝结量达到预定值时,翅片管道换热器10内的存水导出并汇聚到淡水箱8中收集;释放的汽化潜热也被换热管11内的水吸收,充分转化为下一循环的热能;整个换热过程设置为逆流过程,使得换热器出水口13的温度与换热器空气入口14处的温度更接近,实现充分回热,如此在下一次在填料设备3喷淋之前,只需要很小的加热量即可达到很高的喷淋温度,实现超低能耗加湿除湿循环,获得高性能产水。

[0046] 进一步优化方案,水管包括第一水管201和位于第一水管201底部的第二水管202;第一水管201的一端与换热器出水口13固接且连通,另一端与填料设备进水口5固接且连通;第二水管202的一端与换热器入水口12固接且连通,另一端与填料设备出水口6固接且连通;加热控温组件、污水箱16、水泵17均安装在第一水管201上。

[0047] 进一步优化方案,加热控温组件包括:

[0048] 分管203,分管203一端通过三通阀18与第一水管201连通,另一端与第一水管201靠近填料设备进水口5的一端固接且连通;

[0049] 管道换热器19,管道换热器19固定安装在第一水管201上,并且位于三通阀18和填料设备进水口5之间;

[0050] 如此设置,在三通阀18的调节下,第一水管201内污水被管道换热器19加热,并与分管203的冷污水混合达到预设的温度,为后续进入填料设备3中进行喷淋换热提供基础。

[0051] 进一步优化方案,风管包括第一风管101和位于第一风管101底部的第二风管102,第一风管101的一端与换热器空气入口14固接且连通,另一端与填料设备出风口2固接且连通;第二风管102的一端与换热器空气出口9固接且连通,另一端与填料设备进风口4固接且连通;鼓风机7固定安装在第二风管102上。

[0052] 进一步优化方案,翅片管道换热器10、填料设备3、风管、水管的外壁上均固接有保温层(图中未示出),用于减少热量损坏,提高工作效率。

[0053] 工作原理:

[0054] 本发明在循环开始时,污水从污水箱16中流出,经水泵17增压后,在三通阀18的调节下,第一水管201内污水被管道换热器19加热,并与分管203的冷污水混合达到预设的温度,热污水从填料设备进水口5流入填料设备3中,热污水布满填料孔隙并均匀下落,填料设备进风口4的低温空气在初速度的推动下向上运动,在填料设备3内部与热污水充分混合,经过加热加湿后,湿空气温度升高、所含水蒸气的量增加,并继续向上运动,沿填料设备出风口2进入第一风管101,继续运动至换热器空气入口14并进入翅片管道换热器10内;同时,喷淋后的热污水温度下降,浓度增大,沿填料设备出水口6流入第二水管202,经填料设备进水口5自下向上流入换热管11,与热湿空气流动方向相反,热湿空气在向下运动过程中充斥整个翅片管道换热器10内部,湿空气在换热管11壁遇冷凝结并导出、汇聚到淡水箱8中;

[0055] 经过一个循环后的污水流量减少，经过污水箱16的补充后，再次流过水泵17，通过三通阀18的开度控制其流经管道换热器19的流量，以调节下一循环开始时污水在填料设备进水口5的水温，同时，离开翅片管道换热器10的湿空气温度、湿度均下降，流经鼓风机7时，通过调节鼓风机7功率可控制下一循环开始时填料设备进风口4的空气流速，确保循环可在低能耗的条件下连续进行。

[0056] 实施例2

[0057] 参照图3，本实施例与实施例1的不同之处在于，超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置上下设置有两套；设定位于顶部的超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置为高温级装置；设定位于底部的超低能耗的蒸汽自回热、自冷凝水处理装置为低温级装置；

[0058] 高温级装置的第一水管201上不设置三通阀18、管道换热器19、分管203；低温级装置的第一水管201通过换热箱21与高温级装置的第二水管202连接；本实施例中，换热箱21为板式换热器；

[0059] 如此设置，在填料设备3中对湿空气加热加湿后的污水温度下降、浓度变高，经填料设备出水口6流出，沿第二水管202向翅片管道换热器10的方向流动，当浓污水温度仍较高时，不利于翅片管道换热器10内的高温湿空气凝结产生淡水；因此，增设一个换热箱21，通过调节低温级装置的热水流经换热箱21的流量，对高温级在的浓污水进行降温，同时提高了低温级装置中污水的水温，流向低温级装置中的填料设备3，开始低温级装的循环；如此使得高温级装置中翅片管道换热器10中的湿空气更容易凝结产生淡水，同时利用低温级装置进行回热，实现热能二次利用，减小了整个装置的耗能，也增加了淡水的产量。

[0060] 实施例3

[0061] 参照图4，本实施例与实施例1的不同之处在于，管道换热器19连通有蓄热箱22，蓄热箱22通过导热管路23连接有太阳能集热器24；

[0062] 如此设置，在太阳能资源丰富时，加热污水的热量主要由太阳能集热器24提供，多余的太阳能存储在蓄热箱22中，在太阳能资源匮乏时，加热污水的热量主要来自蓄热箱22，当蓄热箱22中的热能耗尽时，加热污水的热量继续由管道换热器19提供。

[0063] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0064] 以上所述的实施例仅是对本发明的优选方式进行描述，并非对本发明的范围进行限定，在不脱离本发明设计精神的前提下，本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形和改进，均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

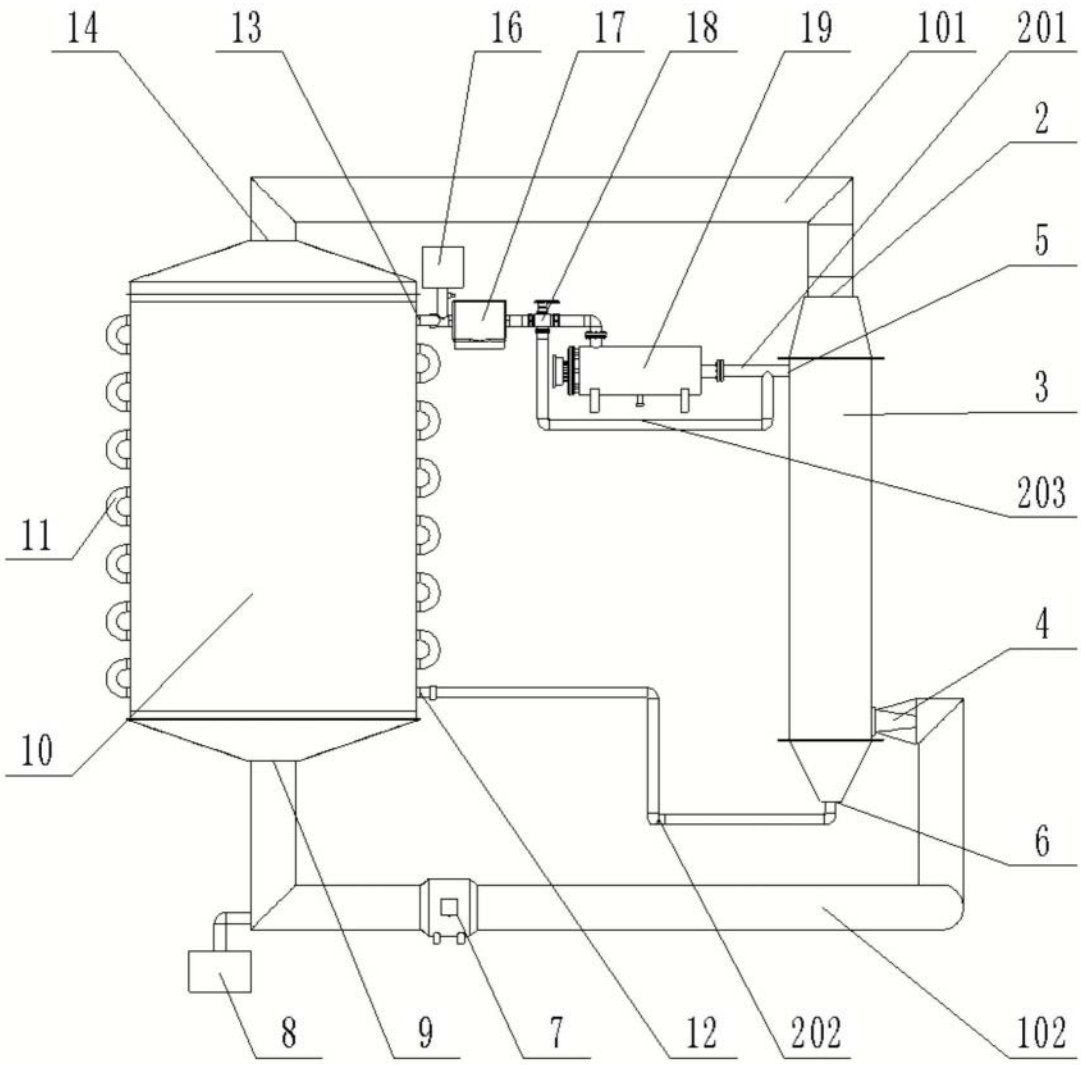


图1

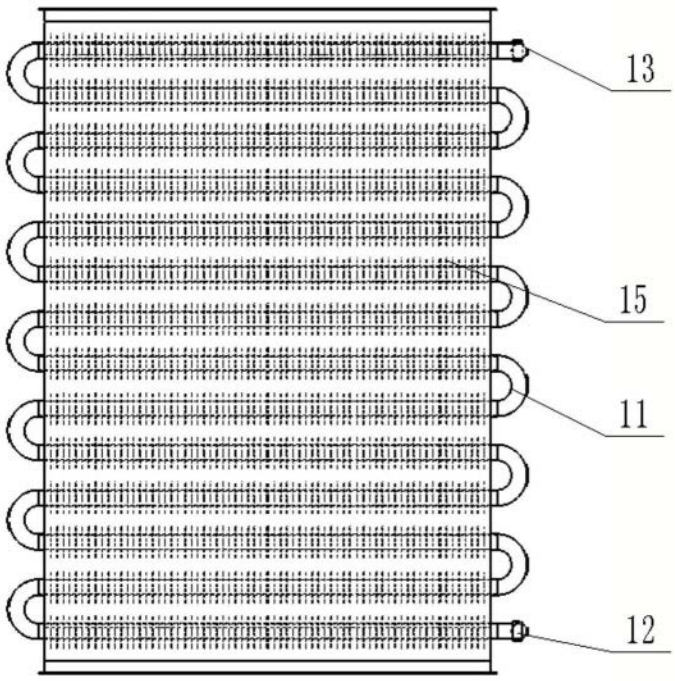


图2

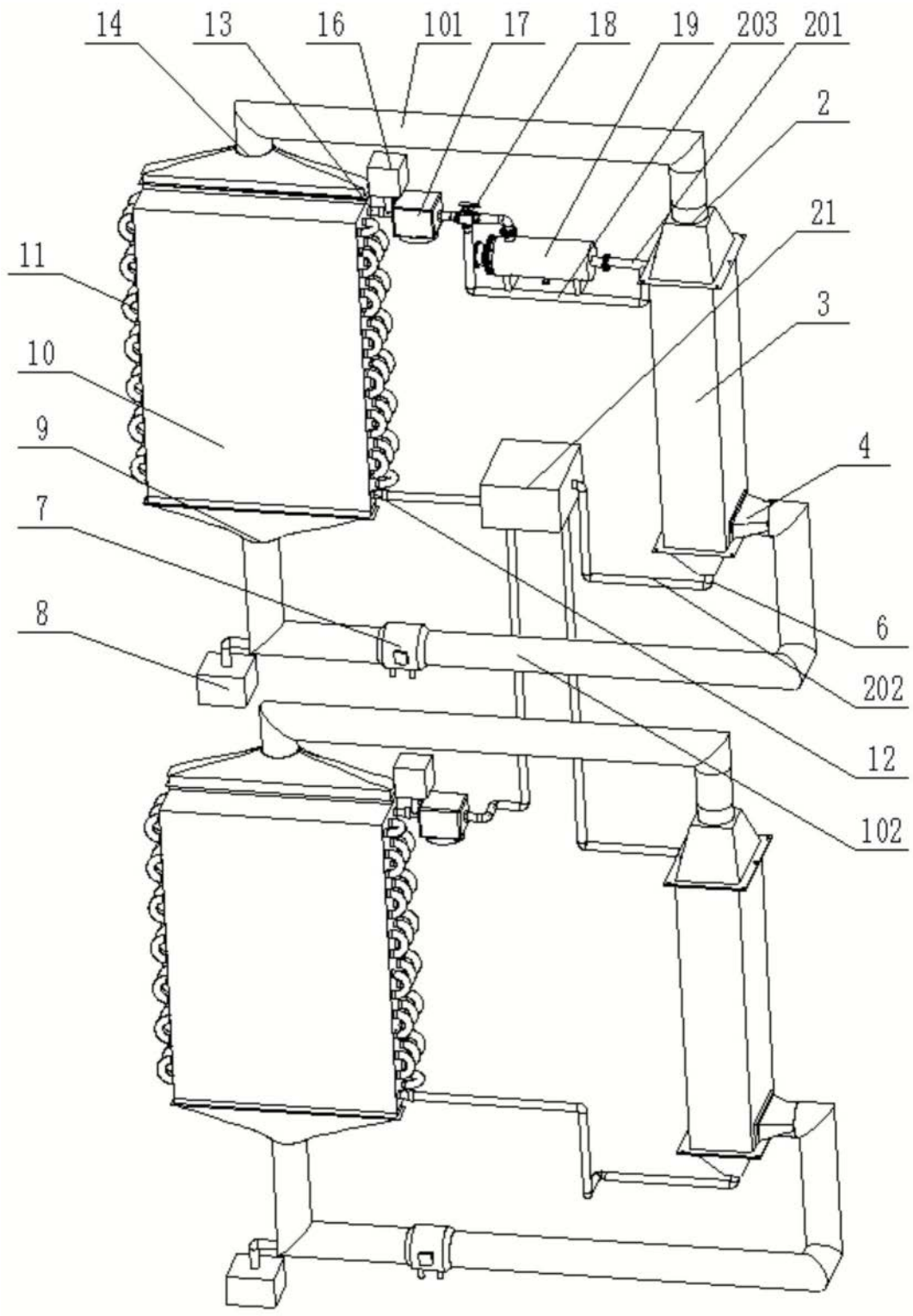


图3

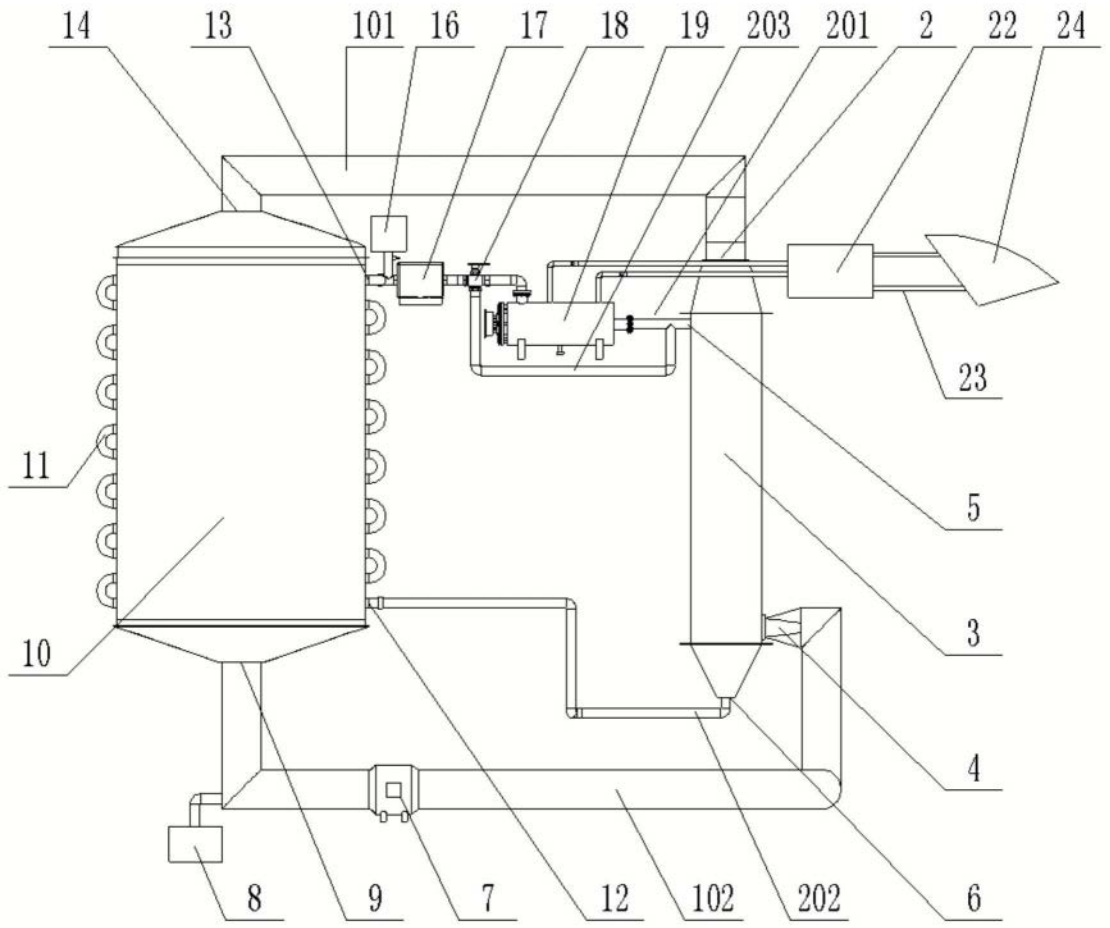


图4