(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102095286 B
(45)授权公告日 2012.09.05

(21)申请号 201110026935.3

(22)申请日 2011.01.25

(73)专利权人 清华大学
地址 100084 北京市海淀区 100084 － 82 信箱
专利权人 北京华清泰盟科技发展有限公司

(72)发明人 付林 罗勇 张世钢 肖常磊 冯恩泉

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246
代理人 朱印康

(51)Int.Cl.
F25B 39/02(2006.01)

(56)对比文件
JP 特开 2007-263515 A,2007.10.11, 全文.
CN 202032791 U,2011.11.09, 权利要求 1-3.
CN 201615651 U,2010.10.27, 全文.
EP 1457746 A2,2004.09.15, 全文.
CN 201281489 Y,2009.07.29, 全文.

审查员 殷爱钧

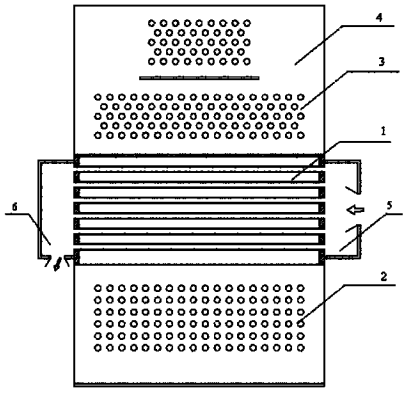
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54)发明名称

一种回收低压蒸汽余热的吸收式热泵蒸发器结构

(57)摘要

本发明公布一种回收低压蒸汽余热的吸收式热泵蒸发器结构，属于暖通空调设备领域。由于低压蒸汽体积流量很大，流动过程中产生的阻力也会相应增大，回收低压蒸汽余热需要更大的流通截面积，本发明中的蒸发器中换热管束采用沿机组宽度方向水平布置或者沿高度方向垂直布置，增大了低压蒸汽流动通道的截面积，以保证低压蒸汽流动顺畅。低压蒸汽作为低温热源在蒸发器的换热管束内放热凝结成水后排出；冷剂水在换热管束上方喷淋，吸收低压蒸汽的冷凝热后蒸发变成冷剂蒸汽，冷剂蒸汽进入吸收器中被溶液吸收。本发明用于回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组，能回收低压蒸汽余热，并产生较高温度的热水供生产、生活使用。



CN 102095286 B

1. 一种回收低压蒸汽余热的吸收式热泵蒸发器结构，其特征在于，蒸发器 (1) 在回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组内位于吸收器 (2) 上方，蒸发器 (1) 中换热管束沿回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组的宽度方向水平布置，换热管束的一端每个管子的入口均固接在低压蒸汽的进汽管处的管板上，进汽管的出口为低压蒸汽入口 (5)，换热管束的另一端每个管子的出口均固接在凝水管处的管板上，凝水管的出口为凝水出口 (6)，蒸发器 (1) 换热壳程与吸收器 (2) 的换热壳程连通。

2. 根据权利要求 1 所述的一种回收低压蒸汽余热的吸收式热泵蒸发器结构，其特征在于，所述低压蒸汽作为低温热源经低压蒸汽入口 (5) 进入换热管束一端，在管束内放热凝结成水后从凝水出口 (6) 流出；冷剂水在换热管束上方喷淋，吸收低压蒸汽的冷凝热后蒸发变成冷剂蒸汽，冷剂蒸汽进入吸收器中被溶液吸收。

3. 根据权利要求 1 所述的一种回收低压蒸汽余热的吸收式热泵蒸发器结构，其特征在于，所述回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组，其驱动热源为高温蒸汽、高温热水或高温烟气。

4. 根据权利要求 2 所述的一种回收低压蒸汽余热的吸收式热泵蒸发器结构，其特征在于，所述冷剂水用冷剂水环路中的冷剂泵送入蒸发器中喷淋。

5. 一种回收低压蒸汽余热的吸收式热泵蒸发器结构，其特征在于，蒸发器 (1) 与吸收器 (2) 在回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组内并排布置，蒸发器 (1) 中换热管束沿机组高度方向垂直布置，换热管束的上端每个管子的入口均固接在低压蒸汽的进汽管处的管板上，进汽管的出口为低压蒸汽入口 (5)，换热管束的下端每个管子的出口均固接在凝水管处的管板上，凝水管的出口为凝水出口 (6)，蒸发器 (1) 换热壳程与吸收器 (2) 的换热壳程连通。

6. 根据权利要求 5 所述的一种回收低压蒸汽余热的吸收式热泵蒸发器结构，其特征在于，所述低压蒸汽作为低温热源经低压蒸汽入口 (5) 进入换热管束，向下流动过程中放热冷凝，凝结成水顺管壁流下，在换热管束下部从凝水出口 (6) 排出；冷剂水从管束上方喷淋，在管束外表面降膜，吸收低压蒸汽的冷凝热后蒸发变成冷剂蒸汽，进入吸收器中被溶液吸收。

7. 一种回收低压蒸汽余热的吸收式热泵蒸发器结构，其特征在于，蒸发器 (1) 与吸收器 (2) 在回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组内并排布置，蒸发器 (1) 中换热管束沿机组高度方向垂直布置，蒸发器 (1) 的换热管束中每个管子两端均固接在管束的管板上，并与吸收器 (2) 的换热壳程连通，换热管束中各管子间的间隔空间为密闭的低压蒸汽壳程，低压蒸汽壳程的上部出口为低压蒸汽入口 (5)，低压蒸汽壳程的下部出口为凝水出口 (6)。

8. 根据权利要求 7 所述的一种回收低压蒸汽余热的吸收式热泵蒸发器结构，其特征在于，所述低压蒸汽作为低温热源经低压蒸汽入口 (5) 流入换热管束中各管子间的低压蒸汽壳程，从换热管束外部自上向下在管束外表面凝结放热，凝结水顺管壁流下，在换热管束下部经凝水出口 (6) 排出低压蒸汽壳程；冷剂水在换热管束内部从上向下流动，在管束内形成降膜，吸收低压蒸汽凝结热后蒸发变成冷剂蒸汽，冷剂蒸汽进入吸收器 (2) 的换热壳程中被溶液吸收。

一种回收低压蒸汽余热的吸收式热泵蒸发器结构

技术领域

[0001] 本发明属于暖通空调设备领域，特别涉及一种回收低压蒸汽余热的吸收式热泵蒸发器结构。

背景技术

[0002] 常规的吸收式热泵一般采用水作为低温冷源，包括地表水、地下水以及工业过程中产生的低温废水，而工业过程中经常存在低压蒸汽，由于其温度太低而且蒸汽体积流量大，往往无法使用而白白排放掉了，现有的吸收式热泵蒸发器中布管形式难以保证低压蒸汽的顺畅流动，因此，回收低压蒸汽余热需要针对吸收器热泵蒸发器进行专门设计。

发明内容

[0003] 本发明的目的为解决背景技术中所述问题，将工业生产中产生的低压蒸汽作为低温热源，回收低压蒸汽的冷凝热，从而大幅提高了能源利用效率，提供了一种回收低压蒸汽余热的吸收式热泵蒸发器结构。由本发明提供的回收低压蒸汽余热的吸收式热泵蒸发器与发生器、冷凝器、吸收器、以及各类辅助设备和连接管路组成的回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组，低压蒸汽进入机组的蒸发器，作为低温热源；热水依次进入机组的吸收器和冷凝器被逐级加热；高温热源作为驱动热源进入机组的发生器。换热介质的具体流程为：稀溶液在发生器中被高温热源加热蒸发成蒸汽后变成浓溶液，通过溶液热交换器后进入吸收器，浓溶液在吸收器中吸收来自蒸发器的冷剂蒸汽后浓度降低，再由溶液泵送入发生器，完成溶液循环；发生器中产生的冷剂蒸汽进入冷凝器冷凝放热，加热热水，冷凝水通过节流装置进入蒸发器，吸收低压蒸汽的热量后变成冷剂蒸气，产生的冷剂蒸汽进入吸收器中被溶液吸收，完成冷剂循环。

[0004] 由于低压蒸汽体积流量大，为保证低压蒸汽通过蒸发器时流动顺畅，机组的蒸发器换热管束需要合理布置以增加低压蒸汽的流通截面积，采用沿机组宽度方向水平布管或沿机组高度方向垂直布管的方式，按蒸发器管束的布置方式和低压蒸汽流动方式，本发明可分为三种结构形式。

[0005] 第一种结构形式，蒸发器 1 在回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组内位于吸收器 2 上方，蒸发器 1 中换热管束沿回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组的宽度方向水平布置，换热管束的一端每个管子的入口均固接在低压蒸汽的进汽管处的管板上并与进汽管连通，进汽管的出口为低压蒸汽入口 5，换热管束的另一端每个管子的出口均固接在凝水管处的管板上并与凝水管连通，凝水管的出口为凝水出口 6，蒸发器 1 换热壳程与吸收器 2 的换热壳程连通；

[0006] 所述低压蒸汽作为低温热源经低压蒸汽入口 5 进入换热管束一端，在管束内放热凝结成水后从凝水出口 6 流出；冷剂水在换热管束上方喷淋，吸收低压蒸汽的冷凝热后蒸发变成冷剂蒸汽，冷剂蒸汽进入吸收器中被溶液吸收。

[0007] 所述所述回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组，其驱动热源为高温蒸汽、高温热

水或高温烟气。

[0008] 所述冷剂水用冷剂水环路中的冷剂泵送入蒸发器中喷淋。

[0009] 第二种结构形式，蒸发器 1 与吸收器 2 在回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组内并排布置，蒸发器 1 中换热管束沿机组高度方向垂直布置，换热管束的上端每个管子的入口均固接在低压蒸汽的进汽管处的管板上并与进汽管连通，进汽管的出口为低压蒸汽入口 5，换热管束的下端每个管子的出口均固接在凝水管处的管板上并与凝水管连通，凝水管的出口为凝水出口 6，蒸发器 1 换热壳程与吸收器 2 的换热壳程连通 ；

[0010] 所述低压蒸汽作为低温热源经低压蒸汽入口 5 进入换热管束，向下流动过程中放热冷凝，凝结成水顺管壁流下，在换热管束下部从凝水出口 6 排出 ；冷剂水从管束上方喷淋，在管束外表面降膜，吸收低压蒸汽的冷凝热后蒸发变成冷剂蒸汽，进入吸收器中被溶液吸收。

[0011] 第三种结构形式，蒸发器 1 与吸收器 2 在回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组内并排布置，蒸发器 1 中换热管束沿机组高度方向垂直布置，蒸发器 1 的换热管束中每个管子两端均固接在管束的管板上并与吸收器 2 的换热壳程连通，换热管束中各管子间的间隔空间为密闭的低压蒸汽壳程，低压蒸汽壳程的上部出口为低压蒸汽入口 5，低压蒸汽壳程的下部出口为凝水出口 6 ；

[0012] 所述低压蒸汽作为低温热源经低压蒸汽入口 5 流入换热管束中各管子间的低压蒸汽壳程，从换热管束外部自上向下在管束外表面凝结放热，凝结水顺管壁流下，在换热管束下部经凝水出口 6 排出低压蒸汽壳程 ；冷剂水在换热管束内部从上向下流动，在管束内形成降膜，吸收低压蒸汽凝结热后蒸发变成冷剂蒸汽，冷剂蒸汽进入吸收器 2 的换热壳程中被溶液吸收。

[0013] 本发明的有益效果为，蒸发器中换热管束的布置方式可保证低压蒸汽流动顺畅，保证回收低压蒸汽余热过程能够顺利进行。

附图说明

[0014] 图 1 为蒸发器位于吸收器上方，换热管束沿宽度方向水平布置，低压蒸汽在管束内流动的蒸发器结构示意图 ；

[0015] 图 2 为蒸发器与吸收器并排布置，换热管束沿高度方向垂直布置，低压蒸汽在管束内流动的蒸发器结构示意图 ；

[0016] 图 3 为蒸发器与吸收器并排布置，换热管束沿高度方向垂直布置，低压蒸汽在管束外流动的蒸发器结构示意图。

[0017] 图中，1-- 蒸发器 ；2-- 吸收器 ；3-- 发生器 ；4-- 冷凝器 ；5-- 低压蒸汽入口 ；6-- 凝水出口。

具体实施方式

[0018] 下面结合具体实施例，对本发明的具体实施方式进行说明。

[0019] 实施例 1，蒸发器位于吸收器上方，换热管束沿宽度方向水平布置，低压蒸汽在管束内流动的蒸发器结构。

[0020] 如图 1 所示，蒸发器 1 在回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组内位于吸收器 2 上

方，蒸发器 1 中换热管束沿回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组的宽度方向水平布置，换热管束的一端每个管子的入口均固接在低压蒸汽的进汽管处的管板上，进汽管的出口为低压蒸汽入口 5，换热管束的另一端每个管子的出口均固接在凝水管处的管板上，凝水管的出口为凝水出口 6，蒸发器 1 换热壳程与吸收器 2 的换热壳程连通。

[0021] 低压蒸汽作为低温热源进入机组的蒸发器 1，即低压蒸汽作经低压蒸汽入口 5 进入换热管束一端，在管束内放热凝结成水后在另一端经凝水壳程从凝水出口 6 流出；

[0022] 高温热源为吸收式热泵的驱动热源为高温蒸汽、燃油、燃气，热水或高温烟气，高温热源作为驱动热源进入机组的发生器 3 加热稀溶液；

[0023] 稀溶液在发生器 3 中被高温热源加热蒸发成蒸汽后变成浓溶液，通过溶液热交换器后进入吸收器 2，浓溶液在吸收器 2 中吸收来自蒸发器 1 的冷剂蒸汽后浓度降低，再由溶液泵送入发生器 3，完成溶液循环；

[0024] 发生器 3 中产生的冷剂蒸汽进入冷凝器 4 冷凝放热，加热热水，冷凝水通过节流装置和冷剂泵进入蒸发器 1 作为冷剂水在换热管束外喷淋，吸收来自低压蒸汽的热量后变成冷剂蒸气，产生的冷剂蒸汽进入吸收器 2 的换热壳程被溶液吸收，完成冷剂循环；

[0025] 热水依次进入机组的吸收器 2 和冷凝器 4 被逐级加热。

[0026] 可以看出，本实施例中，蒸发器管束沿宽度方向水平布置，一方面，管束长度大幅减小，另一方面，低压蒸汽流动截面积大幅增加，因此，可以保证了低压蒸汽能在管束内顺畅流动。

[0027] 实施例 2，蒸发器与吸收器并排布置，换热管束沿高度方向垂直布置，低压蒸汽在管束内流动的蒸发器结构。

[0028] 如图 2 所示，蒸发器 1 与吸收器 2 在回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组内并排布置，蒸发器 1 中换热管束沿机组高度方向垂直布置，换热管束的上端每个管子的入口均固接在低压蒸汽的进汽管处的管板上，进汽管的出口为低压蒸汽入口 5，换热管束的下端每个管子的出口均固接在凝水管处的管板上，凝水管的出口为凝水出口 6，蒸发器 1 换热壳程与吸收器 2 的换热壳程连通。

[0029] 低压蒸汽作为低温热源进入机组的蒸发器 1，即低压蒸汽从低压蒸汽入口 5 进入管束，向下流动过程中放热冷凝，凝结成水顺管壁流下，从下部经凝水出口 6 排出；

[0030] 发生器 3 中产生的冷剂蒸汽进入冷凝器 4 冷凝放热，加热热水，冷凝水通过节流装置和冷剂泵进入蒸发器 1 作为冷剂水在管束外喷淋，在管束外表面降膜，吸收来自低压蒸汽的热量后变成冷剂蒸气，产生的冷剂蒸汽进入吸收器 2 的换热壳程被溶液吸收，完成冷剂循环；

[0031] 高温热源、溶液循环以及热水的流程和实施例 1 相同。

[0032] 可以看出，本实施例中，蒸发器换热管束沿高度方向布置，利用管内低压蒸汽凝结液的重力向下流动，同时管外冷剂水液膜厚度减小了，一方面起到了强化传热的作用，另一方面保证了低压蒸汽的顺畅流动。

[0033] 实施例 3，蒸发器与吸收器并排布置，换热管束沿高度方向垂直布置，低压蒸汽在管束外流动的蒸发器结构。

[0034] 如图 3 所示，蒸发器 1 与吸收器 2 在回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组内并排布置，蒸发器 1 中换热管束沿机组高度方向垂直布置，蒸发器 1 的换热管束中每个管子两端

均固接在管束的管板上，并与吸收器 2 的换热壳程连通，换热管束中各管子间的间隔空间为密闭的低压蒸汽壳程，低压蒸汽壳程的上部出口为低压蒸汽入口 5，低压蒸汽壳程的下部出口为凝水出口 6。

[0035] 低压蒸汽作为低温热源经低压蒸汽入口 5 流入换热管束中各管子间的低压蒸汽壳程，从换热管束外部自上向下在管束外表面凝结放热，凝结水顺管壁流下，从低压蒸汽壳程下部的凝水出口 6 排出低压蒸汽壳程；

[0036] 发生器 3 中产生的冷剂蒸汽进入冷凝器 4 冷凝放热，加热热水，冷凝水通过节流装置和冷剂泵进入蒸发器 1 作为冷剂水在换热管束内部降膜，吸收低压蒸汽凝结热后变成冷剂蒸汽，进入吸收器 2 的换热壳程被溶液吸收，完成冷剂循环；

[0037] 高温热源、溶液循环以及热水的流程和实施例 1 相同。

[0038] 可以看出，蒸发器管束沿高度方向垂直布置，低压蒸汽凝结液在管外靠重力向下流动，低压蒸汽流动在管外的低压蒸汽壳程侧流动，可以保证低压蒸汽顺畅流动，蒸汽凝结水能够顺利排出。

[0039] 本发明适用于回收低压蒸汽余热的吸收式热泵机组，能回收低压蒸汽余热，并产生较高温度的热水供生产、生活使用。

[0040] 以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

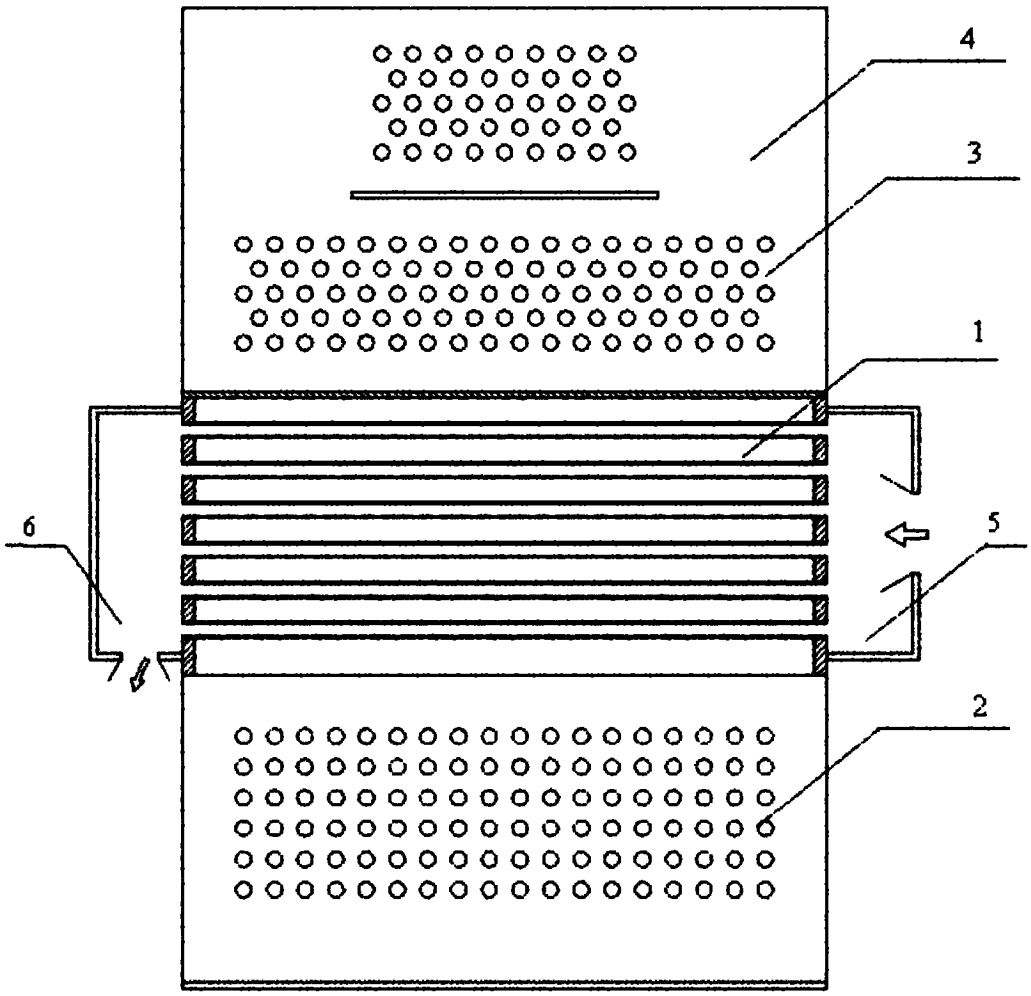


图 1

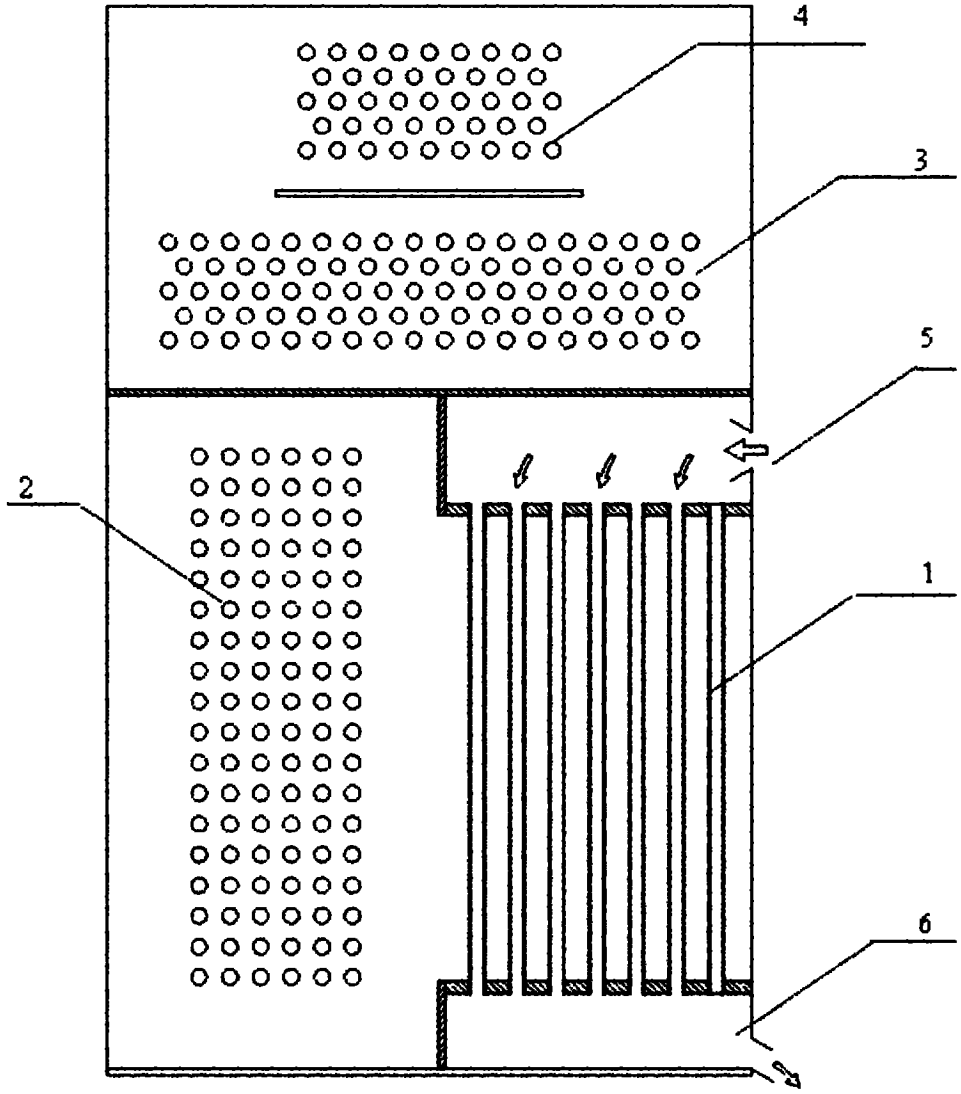


图 2

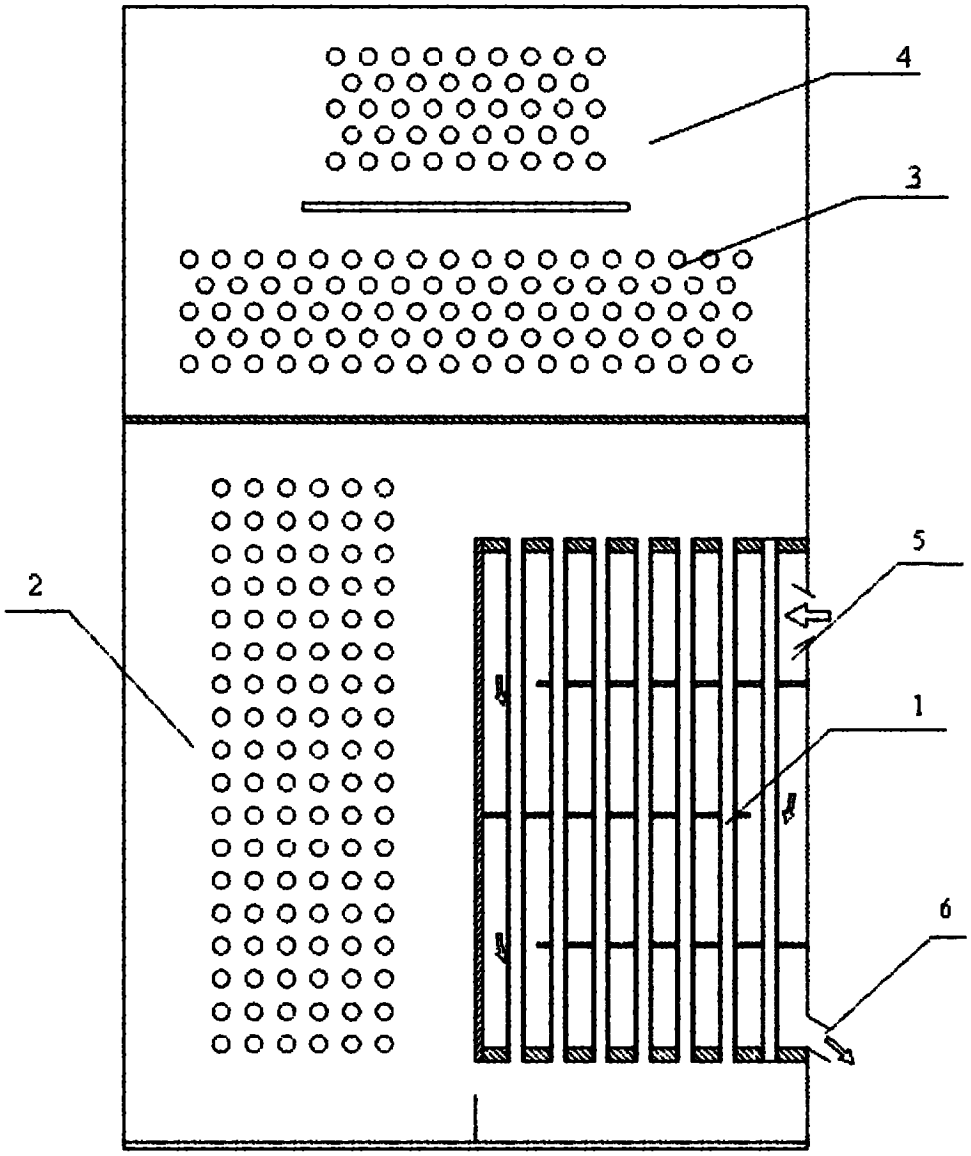


图 3