



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204469543 U

(45) 授权公告日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201520121752. 3

B01D 53/48(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 03. 02

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(73) 专利权人 山东省环境保护科学研究设计院
地址 250013 山东省济南市历山路 50 号

(72) 发明人 李岩 杨新飞 郭延柱 王海蕊
马晓东 赵灿

(74) 专利代理机构 济南舜源专利事务所有限公
司 37205

代理人 苗峻 赵卫丽

(51) Int. Cl.

B01D 53/86(2006. 01)

B01D 53/88(2006. 01)

B01D 53/44(2006. 01)

B01D 53/52(2006. 01)

B01D 53/58(2006. 01)

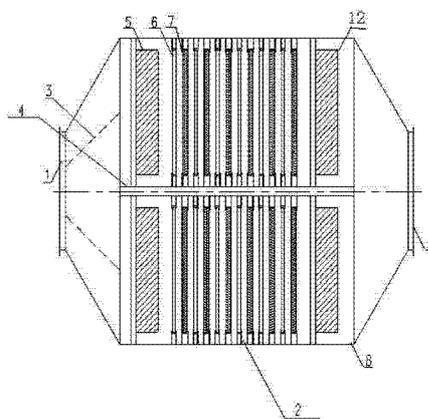
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种活性炭缓冲光催化反应器

(57) 摘要

本实用新型涉及一种活性炭缓冲光催化反应器,属于环保设备领域。该反应器包括反应器壳体,壳体的两端为收缩式开口,一侧为气体入口,另一侧为气体出口,反应器设置为对开门结构,壳体外部装有玻璃视窗;反应器内部包括布风板、预处理活性炭过滤器、紫外灯、蜂窝式活性炭负载催化剂、末端活性炭过滤器等。反应器主要针对有机废气的治理,应对废气治理工程中污染物浓度不稳定的现象,在催化反应区域前设置活性炭吸附缓冲段,将不稳定废气整理成均衡稳定气流后进入催化反应区域;蜂窝式活性炭负载催化剂可为光催化反应提供活性空位,同时延长废气中有机物的停留时间,提高净化效率;末端活性炭过滤器可延长活性粒子对有机物的降解时间,有效利用活性粒子,进一步深度反应提高净化效率。



1. 一种活性炭缓冲光催化反应器,其特征在于,包括反应器壳体(8),壳体(8)的两端为收缩式开口,一侧为气体入口(1),另一侧为气体出口(9);在壳体(8)外表面设置有对开门(10)和玻璃视窗(11);

所述的壳体(8)内部主体为催化反应室(2),催化反应室(2)的两端分别连接气体入口(1)和气体出口(9);催化反应室(2)与气体入口(1)之间设置有布风板(3);

所述的催化反应室(2)中间设置有隔板(4),催化反应室(2)被垂直于进气方向布置的1~5层不锈钢隔板分为2~6个反应腔,且每个反应腔的设置排布相同;在隔板(4)与壳体(8)之间垂直于隔板(4)方向,依次设置有预处理活性炭过滤器(5)、催化反应区和末端活性炭过滤器(12)。

2. 如权利要求1所述的一种活性炭缓冲光催化反应器,其特征在于,所述的布风板(3)与水平方向成 $15^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 。

3. 如权利要求1所述的一种活性炭缓冲光催化反应器,其特征在于,所述的预处理活性炭过滤器为活性炭板式或者袋式过滤器,且过滤器中的材料为活性炭或活性炭纤维。

4. 如权利要求1所述的一种活性炭缓冲光催化反应器,其特征在于,催化反应区包括紫外灯(6)与催化剂板(7),且两者相互平行交替排布,相邻紫外灯与催化剂的距离为 $10\text{mm} \sim 1\text{m}$,

所述的催化剂板(7)以蜂窝式活性炭负载催化剂,催化剂支撑材料选用铝蜂窝,铝蜂窝表面涂有2~5层活性炭,在活性炭表面再喷涂催化剂,且催化剂负载量为活性炭质量的 $1\% \sim 40\%$ 。

5. 如权利要求1所述的一种活性炭缓冲光催化反应器,其特征在于,所述的末端活性炭过滤器(12)负载有催化剂,且催化剂的负载量为活性炭质量的 $1\% \sim 20\%$,所述的催化剂为 TiO_2 和 CdS ,且 CdS 的用量为 TiO_2 质量的 $0.1\% \sim 20\%$ 。

6. 如权利要求1或2所述的活性炭缓冲光催化反应器,其特征在于,预处理活性炭过滤器(5)、紫外灯(6)与催化剂板(7)通过导轨插入催化反应室(2)内部。

一种活性炭缓冲光催化反应器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种活性炭缓冲光催化反应器,该反应器具有结构简单、操作方便适应性强、光催化效率高、可长期稳定运行等优点,特别适合大风量、浓度波动较大的工业企业有机废气的治理。

背景技术

[0002] 光催化技术源于 1972 年 Fujishima 和 Honda 在 Nature 上发表的论文,研究结果表明 TiO₂ 单晶电极具有光分解水的功能,此后半导体光催化反应得到了人们的广泛关注。

[0003] 近几十年来,越来越多的研究人员致力于 TiO₂ 光催化氧化去除废气中挥发性有机物 VOCs 等的研究,并且已逐渐由实验室研究转化为实际应用。光催化氧化法的大规模应用需要解决的主要技术问题是 TiO₂ 催化剂的固定化以及与之相应的结构简单、操作方便、适应性强、光催化效率高、可长期稳定运行的反应器的设计。

[0004] 根据催化剂在反应器中的存在形式,气固相光催化反应器可分为固定床反应器与流化床反应器两大类。流化床反应器流化床层催化剂处于不断流动、迁移、翻滚状态,反应气在载体颗粒之间流动,可充分利用催化剂的表面,使催化剂有效比表面积大大提高,但是流化床反应器也存在催化剂易流失、不易分离及重复利用难的问题,反应后的气体会含有催化剂粉尘造成二次污染无法作为末端治理设备。固定床反应器将催化剂固定在载体上,可以较大程度地避免催化剂流失问题,但同时也存在催化剂有效比表面积小、催化剂与反应物有效接触面积小、催化效率较低、催化剂更换不方便等问题。

[0005] 针对上述存在的问题,CN202398286U 公开了一种固定式光催化氧化废气处理反应器,该反应器筒体内轴向中心位置设置中心转轴,在中心转轴上设置若干水平放置的盘片,盘片带有微小空隙,盘片上表面安装防水基座,基座上安装紫外光源,下表面和(或)上表面安装涂覆催化剂基膜的纤维网,筒壁上涂覆光催化剂基膜。CN103212291A 公开了一种 V 型折板光催化反应器,该反应器中光催化剂均匀涂在所有折板的上下表面,折板把反应外箱分成若干条气体通道,相邻的两条气体通道连通,每两个相邻气体通道布置紫外灯管,气体依次流过各条气体通道进行反应。上述反应器可以一定程度上提高催化剂与反应物的接触面积,进而提高催化效率。

[0006] 然而,实际工程中废气中污染物的成分复杂且浓度随工况、季节、气候等因素波动较大,使得光催化反应效率无法得到保障,目前尚未有明确报道可解决废气量变化以及废气中有机物浓度波动对催化反应效率的影响。

[0007] 基于上述原因,设计发明一种新型的可以在废气量及有机物浓度不断波动的实际工程中保持高催化反应效率的光催化反应器就显得尤为必要。

发明内容

[0008] 针对现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种结构简单、操作方便、适应性强、光催化效率高、可长期稳定运行的活性炭缓冲光催化反应器,该反应器尤其可以解决实

际工程中废气浓度波动问题,经合理布风、预处理活性炭过滤器将不稳定废气整理成均衡稳定气流,进而提高光催化反应效率;蜂窝式活性炭负载催化剂为光催化反应提供活性空位,同时延长废气中有机物的停留时间,提高催化反应效率;末端活性炭过滤器延长活性粒子对有机物的降解时间,可有效利用活性粒子,进一步提高净化效率。

[0009] 本发明所采取的具体技术方案是:一种活性炭缓冲光催化反应器,包括反应器壳体,壳体的两端为收缩式开口,一侧为气体入口,另一侧为气体出口;在壳体外表面设置有对开门和玻璃视窗;

[0010] 方便内构件安装与更换,反应器设置对开门,同时门上设有视窗可以直接观察反应器内的反应状况。

[0011] 所述的壳体内部的中间设置为催化反应室,催化反应室的两端分别连接气体入口和气体出口;催化反应室与气体入口之间设置有布风板;

[0012] 布风板为与水平方向成 $15^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 的 2 ~ 8 块钢板,将气流分为不同的通道,避免产生气流死角,保证气流均匀分布。

[0013] 所述的催化反应室中间设置有 1 ~ 5 层隔板,催化反应室被隔板分为 2 ~ 6 个反应腔体,用于降低各反应腔体的处理量;每个腔体的设置排布相同,在隔板与壳体之间垂直于进气口方向依次设置有预处理活性炭过滤器、催化反应区和末端活性炭过滤器;

[0014] 所述的预处理活性炭过滤器可选用活性炭板式或者袋式过滤器;滤材以先进工艺精制而成,具有比表面积大,空隙发达,强度高,吸附性能强的优质活性炭和化学吸附材料,其大小与数目根据反应器大小而定,其主要目的是通过活性炭动态吸脱附平衡,将浓度不稳定废气整理成均衡稳定气流,提高反应效率。

[0015] 催化反应区包括紫外灯与催化剂板,且两者交替间隔排布,在每个反应腔体内形成 2 ~ 10 层反应通道,逐级反应,不断提高反应效率;

[0016] 所述的催化剂板以蜂窝式活性炭负载催化剂,催化剂支撑材料选用铝蜂窝,铝蜂窝表面涂有 2 ~ 5 层活性炭,在活性炭表面再喷涂催化剂,且催化剂负载量为活性炭质量的 1% ~ 40%。

[0017] 催化反应区相邻紫外灯与催化剂板的距离通过实验优化确定,优选为 10mm ~ 1m,紫外灯与光催化剂的距离确定,确保催化剂板上光功率最大,光波与引起催化剂大孔、中孔的波震动,产生的热量与能量使有机物分子在催化剂表面充分氧化降解,反应后的小分子顺利脱附,达到有机物降解与催化剂原位再生的功能。

[0018] 利用隔板将催化反应室分隔为 2 ~ 6 个反应腔体,可以降低单元反应腔体的处理风量,提供催化活性位的利用率,进而提高催化反应效率。

[0019] 所述的催化反应区为紫外灯与催化剂板,且两者交替排布,相邻紫外灯与催化剂的距离为 10mm ~ 1m,在每个反应腔体内形成 2 ~ 10 层反应通道,反应气逐级经过反应通道,不断提高反应效率。

[0020] 所述的末端活性炭过滤器负载有催化剂,且催化剂的负载量为活性炭质量的 1% ~ 20%,所述的催化剂为 TiO_2 和 CdS ,且 CdS 的用量为 TiO_2 质量的 0.1% ~ 20%。

[0021] ,有效延长活性粒子对有机物的降解时间,可有效利用活性粒子,进一步提高净化效率。为残余的有机物分子与光催化反应区产生的活性粒子提供催化活性位,二者充分反应,保证有机物分子的反应效率,同时减少活性粒子逃逸,避免二次污染。

[0022] 导轨的安装设计使得紫外灯和催化剂板可快速安装并快速拆卸,按照过滤器支架、紫外灯支架、催化剂框架尺寸制作导轨,保证内构件可以沿着导轨方便快速地推入催化反应室,并方便拆卸检修、更换等;

[0023] 催化反应器可根据废气气量的不同实现模块化结构,一定量的预处理活性炭过滤器、紫外灯、催化剂与末端活性炭过滤器作为一个模块,可处理 5000 ~ 20000m³/h 风量,通过调整模块数目即可处理不同气量的废气,同时模块与反应器壳体可采用导轨式组装方式,方便快捷,适宜大规模工业应用。

[0024] 本申请的催化反应器主要应用于化工企业、制药企业、污水处理厂、垃圾焚烧厂等排放废气中低浓度 VOCs 以及 H₂S、NH₃、甲硫醇、甲硫醚等异味气体的催化氧化、深度净化。

[0025] 另外,本发明可作为中低浓度废气的核心处理设备单独使用,亦可根据气量串联或并联使用,亦可与其他设备如洗涤塔、等离子体设备等结合作为深度净化装置使用。

[0026] 使用时,待处理气体通过气体入口进入壳体内部,经过布风板的布风使得气流均匀、和缓地进入催化反应室,经预处理活性炭过滤器均衡整流后经过紫外灯光的照射和装载有催化剂的催化剂板发生催化反应,然后经过末端活性炭过滤器进一步反应并吸附达到深度净化的目的,处理完毕后,净化后的气体通过气体出口排放至烟囱。

[0027] 本发明的有益效果

[0028] 1,本发明提供了一种结构简单、操作方便、适应性强、光催化效率高、可长期稳定运行的活性炭缓冲光催化反应器。

[0029] 2,本发明可以解决实际工程中面临的废气浓度不稳定问题,通过活性炭动态吸脱附平衡,将浓度不稳定废气整理成均衡稳定气流,提高反应效率。

[0030] 3,本发明中紫外灯与催化剂间隔排列,逐级反应,催化剂采用蜂窝式活性炭负载型催化剂,强化光催化反应,并优化催化剂与灯管的距离,提高催化反应效率。

[0031] 4,本发明中设置的末端活性炭过滤器,可有效延长活性粒子对有机物的降解时间,可有效利用活性粒子,进一步提高净化效率。

[0032] 5,本发明的所有内构件包括活性炭过滤器、紫外灯、催化剂等均由支架组装并由导轨安装于反应器内,方便安装、维修及更换,快装快卸,适合大规模工业推广。

[0033] 6,本发明可采用模块化导轨式组装方式,应对不同气量,反应器只需调节模块数目即可,方便快捷,适合大规模工业应用。

[0034] 7,本发明可广泛应用于化工企业、制药企业、污水处理厂、垃圾焚烧厂等排放废气中低浓度 VOCs 以及 H₂S、NH₃、甲硫醇、甲硫醚等异味气体等污染成分的催化氧化、深度净化。

[0035] 综上所述,本发明提供的活性炭缓冲光催化反应器具有结构简单、操作方便、便于安装、催化效率高、适合大规模生产等优点,具有较为广阔的市场前景。

附图说明

[0036] 图 1 活性炭缓冲光催化反应器的外部示意图;

[0037] 图 2 活性炭缓冲光催化反应器的内部示意图;

[0038] 图中,1 为气体入口,2 为催化反应室,3 为布风板,4 为隔板,5 为预处理活性炭过滤器,6 为紫外灯,7 为催化剂板,8 为壳体,9 为气体出口,10 为反应器门,11 为玻璃视窗,12 为末端活性炭过滤器。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0040] 实施例 1

[0041] 图 1 和图 2 分别为活性炭缓冲光催化反应器的外部示意图和内部示意图；

[0042] 一种活性炭缓冲光催化反应器,包括反应器壳体 8,壳体 8 的两端为收缩式开口,一侧为气体入口 1,另一侧为气体出口 9;在壳体 8 外表面设置有对开门 10 和玻璃视窗 11;

[0043] 方便内构件安装与更换,门上设有视窗可以直接观察反应器内的反应状况。

[0044] 所述的壳体 8 内部的中间设置为催化反应室 2,催化反应室 2 的两端分别连接气体入口 1 和气体出口 9;催化反应室 2 与气体入口 1 之间设置有布风板 3;

[0045] 所述的催化反应室 2 中间设置有隔板 4,催化反应室 2 被隔板 4 分为上下两个腔室,且上下两个腔室的设置排布相同;在隔板 4 与壳体 8 之间依次设置有预处理活性炭过滤器 5、催化反应区和预处理活性炭过滤器 5;

[0046] 所述的活性炭过滤器可选用活性炭板式或者袋式过滤器;滤材以先进工艺精制而成,具有比表面积大,空隙发达,强度高,吸附性能强的优质活性炭和化学吸附材料,其大小与数目根据反应器大小而定。

[0047] 所述的催化反应区为紫外灯 6 与催化剂板 7,且两者交替排布,相邻紫外灯与催化剂的距离为 10mm ~ 1m,在每个反应腔体内形成 2 ~ 10 层反应通道。

[0048] 按照过滤器支架、紫外灯支架、催化剂框架尺寸制作导轨,保证内构件可以顺利推入导轨内,过滤器、紫外灯和催化剂框架可以沿着导轨推入催化反应室;

[0049] 导轨的安装设计使得紫外灯和催化剂板可拆卸,催化反应器可根据废气气量的不同实现模块化结构,一定量的紫外灯与催化剂作为一个模块,可处理 5000 ~ 20000m³/h 风量,通过调整模块数目即可处理不同气量的废气,同时模块与反应器壳体采用导轨式组装方式,方便快捷,适宜大规模工业应用。

[0050] 另外,本发明可作为中低浓度废气的核心处理设备单独使用,亦可根据气量串联或并联使用,亦可与其他设备如洗涤塔、等离子体设备等结合作为深度净化装置使用。

[0051] 使用时,待处理气体通过气体入口 1 进入壳体 8 内部,经过布风板 3 的布风使得气流均匀、和缓地进入催化反应区,经过紫外灯 6 光的照射和催化剂板 7 装的催化剂的催化作用而处理待处理气,处理完毕后,气体通过气体出口 9 出去。

[0052] 实施例 2

[0053] 活性炭缓冲光催化反应器制备

[0054] 首先制备反应器内构件:将上述反应器蜂窝状活性炭负载催化剂裁剪为 1650mm×1650mm×100mm 的催化剂板,使用铝合金材料作外框固定催化剂板;将 TUV25W 的紫外灯管 8 只作为一组两端固定于不锈钢支架上(两只相邻灯管间距离为 235mm);预处理活性炭过滤器采用活性炭纤维袋式过滤器,尺寸为 892mm×892mm,采用铝合金支架;末端活性炭过滤器采用 CdS/TiO₂喷涂量为 0.5g/cm² 的活性炭袋式过滤器,同样采用铝合金支架。

[0055] 加工反应器主体;反应器主体全部采用 304 不锈钢,矩形主体尺寸为 3600mm×3600mm×4000mm,反应器入口和出口均为 DN1500 圆口,使用方圆节连接入口(出

口)与矩形主体,反应器整体尺寸为3600mm×3600mm×6500mm,入口方圆节部分设置4块挡板。矩形主体内部采用两块横纵隔板分隔为上下左右4个腔体。

[0056] 反应器组装:依据预处理活性炭过滤器、紫外灯管、催化剂、末端活性炭过滤器顺序加工相应导轨,其中单位腔体内设置紫外灯6组、催化剂6个,间隔排列,紫外灯与催化剂的距离为200mm,将内构件按照顺序推入反应器内。每个腔体都设置反应器门以及门锁,门上均设置观察视镜。

[0057] 将上述反应器用于净化含有甲硫醇、甲硫醚等有机污染物的制药企业污水处理厂废气治理工程中,气量为100000m³/h,废气由入口进入反应器经预处理活性炭过滤器均衡整流稳定浓度后,依次经过6级反应通道(紫外灯+蜂窝状活性炭负载催化剂),发生光催化氧化降解,再经过末端活性炭过滤器深度吸附与反应,最终降解效率>80%。

[0058] 实施例3

[0059] 一种活性炭缓冲光催化反应器,包括反应器壳体8,壳体8的两端为收缩式开口,一侧为气体入口1,另一侧为气体出口9;在壳体8外表面设置有对开门10和玻璃视窗11;

[0060] 所述的壳体8内部主体为催化反应室2,催化反应室2的两端分别连接气体入口1和气体出口9;催化反应室2与气体入口1之间设置有布风板3;

[0061] 所述的催化反应室2中间设置有隔板4,催化反应室2被垂直于进气方向布置的1~5层不锈钢隔板分为2~6个反应腔,且每个反应腔的设置排布相同;在隔板4与壳体8之间垂直于隔板4方向,依次设置有预处理活性炭过滤器5、催化反应区和末端活性炭过滤器12。

[0062] 所述的布风板3与水平方向成15°~75°。

[0063] 所述的预处理活性炭过滤器为活性炭板式或者袋式过滤器,且过滤器中的材料为活性炭或活性炭纤维。

[0064] 催化反应区包括紫外灯6与催化剂板7,且两者相互平行交替排布,相邻紫外灯与催化剂的距离为10mm~1m,

[0065] 所述的催化剂板7以蜂窝式活性炭负载催化剂,催化剂支撑材料选用铝蜂窝,铝蜂窝表面涂有2~5层活性炭,在活性炭表面再喷涂催化剂,且催化剂负载量为活性炭质量的1%~40%。

[0066] 所述的末端活性炭过滤器12负载有催化剂,且催化剂的负载量为活性炭质量的1%-20%,所述的催化剂为TiO₂和CdS,且CdS的用量为TiO₂质量的0.1%~20%。预处理活性炭过滤器5、紫外灯6与催化剂板7通过导轨插入催化反应室2内部。

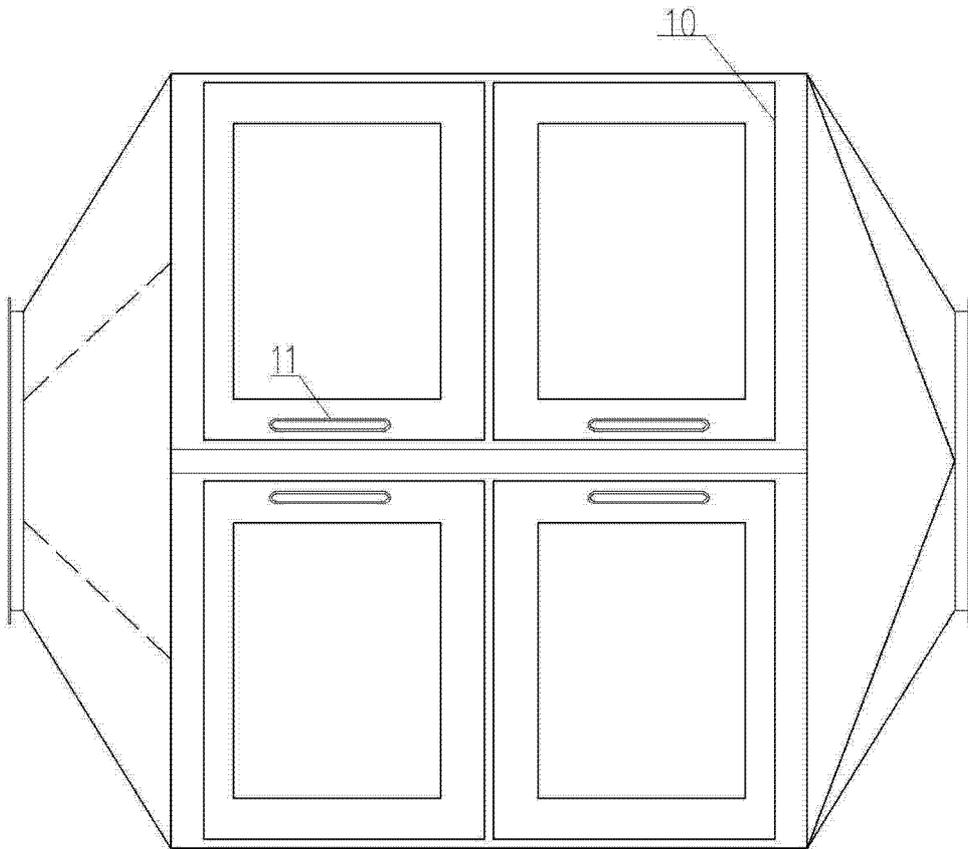


图 1

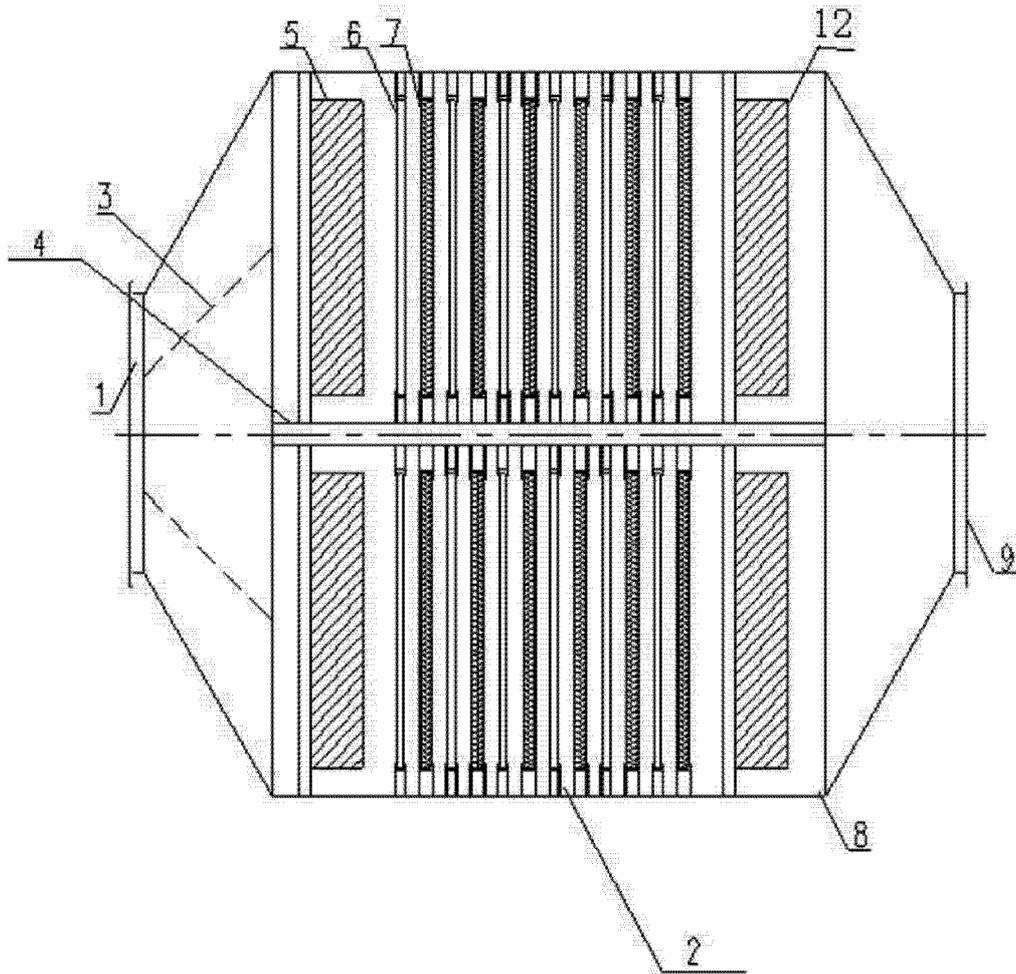


图 2