



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104707350 B

(45)授权公告日 2016.08.31

(21)申请号 201510118220.9

(22)申请日 2015.03.17

(73)专利权人 南京工业大学

地址 210009 江苏省南京市新模范马路5号

(72)发明人 凌祥 高敏杰 李洋 彭浩

(74)专利代理机构 南京知识律师事务所 32207

代理人 张苏沛

(51)Int.Cl.

B01D 1/00(2006.01)

B01D 1/30(2006.01)

C02F 1/04(2006.01)

审查员 李现荣

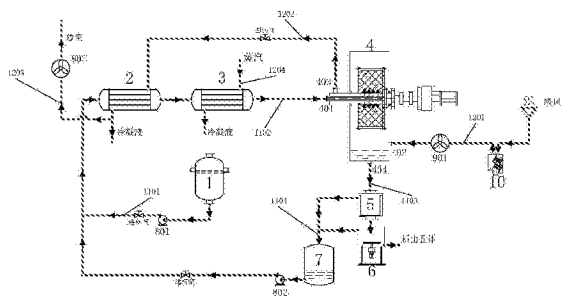
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统

(57)摘要

本发明公开了一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统,它由溶液储罐(1)、冷凝回热器(2)、预热器(3)、蒸发室(4)、晶浆罐(5)、固液分离器(6)、回收罐(7)、泵、风机一、风机二、除尘器(10)组成,本发明利用水分子随着温度的升高,其逃逸动能增大以及空气温度升高,空气中含湿量增大的原理,让高温溶液与大气空气进行传热传质,为强化其传热传质效果,采用超重力场旋转结构,载湿气体为不间断连续从外界吹入,从蒸发室排出的湿空气其热值较高,通过回热器回热后,直排大气,由于载湿气体为未封闭循环结构,不需要对湿空气进行除湿回收利用,减少了除湿设备的投入,回热器吸收装置余热,减少蒸汽热源的输入,节省了能源。



1. 一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统,其特征在于,由溶液储罐(1)、冷凝回热器(2)、预热器(3)、蒸发室(4)、晶浆罐(5)、固液分离器(6)、回收罐(7)、泵、风机一、风机二、除尘器(10)组成;

溶液储罐(1)的溶液与回收罐(7)的饱和溶液混合后经过冷凝回热器(2),与蒸发室(4)排出的湿空气进行换热,吸热升温后通往预热器(3),利用蒸汽潜热对混合溶液进行预热,蒸汽放热冷凝,冷凝液排出,混合溶液吸热升温通往蒸发室(4);常温空气在风机一做功下,由吸风口吸入,经过除尘器(10)过滤,除去空气中的微小颗粒后,进入蒸发室(4),经预热器吸热升温后的混合溶液在超重力场中进行强化传热传质,空气升温携带水蒸气排出;排出的湿空气进入冷凝回热器(2)中加热溶液,同时析出一部分冷凝水,空气在风机二的做功下,直接排空。

2. 根据权利要求1所述的超重力场强化蒸发系统,其特征在于,湿气体为未饱和空气,除尘器(10)采用滤芯结构;风机一为鼓风机(901),风机二为引风机(902),鼓风机(901)与引风机(902)推动空气流经蒸发室(4)与冷凝回热器(2)。

3. 根据权利要求1所述的超重力场强化蒸发系统,其特征在于,来自溶液储罐(1)的溶液与回收罐(7)的饱和溶液按一定循环比形成混合溶液后,先与冷凝回热器(2)的湿气体进行换热,混合溶液吸热升温后再进入预热器(3),用蒸汽进一步加热,混合溶液通过两次换热升温后进入蒸发室(4),与空气进行热质交换,实现蒸发。

4. 根据权利要求1所述的超重力场强化蒸发系统,其特征在于,蒸发室(4)内为直接接触逆流传热传质。

5. 根据权利要求1所述的超重力场强化蒸发系统,其特征在于,自蒸发室(4)排出的浓缩溶液进入晶浆罐(5),浓缩溶液为过饱和溶液,一部分固体析出,与溶液从底部排入固液分离器(6),进行固液分离,固体回收利用,分离液与晶浆罐(5)的溢流液排入回收罐(7),再次进入系统,循环蒸发。

6. 根据权利要求2所述的超重力场强化蒸发系统,其特征在于,混合溶液由蒸发室(4)溶液进口管(401)进入超重力场旋转结构,溶液进口管(401)为中通结构,中通管管壁开有若干小孔,作为液体分布装置,电机通过挠性联轴器带动转子旋转,混合溶液被打散成液滴状,沿径向进入填料层,鼓风机(901)鼓吹外界空气经过除尘器(10)除去微小灰尘,由空气进口管(402)进入蒸发室,沿填料层环向进入填料层内,热溶液与空气逆流传热传质,混合溶液中水蒸气逃逸到空气中,成为湿空气,从湿空气出口管(403)排出,混合溶液浓缩,聚集于蒸发室(4)底部,形成蓄液池,通过母液出口管(404)排入晶浆罐(5),浓缩溶液为过饱和溶液,一部分固体析出,与溶液从底部排出口进入固液分离器(6),进行固液分离,固体回收利用,分离液与晶浆罐(5)的溢流液排入回收罐(7),由循环泵(802)打出与溶液储罐(1)的溶液混合后再次进入系统,循环蒸发。

7. 根据权利要求1所述的超重力场强化蒸发系统,其特征在于,蒸发室(4)内部选用超重力场旋转结构,超重力场主轴为卧式横置,与壳体接触处设置动密封,主轴靠电机侧设置轴承,填料层底盘固定在主轴上,底盘上设置若干支架用于绑扎填料层,填料层顶端设置压板,压板与底盘通过拉杆固定,填料层可选用丝网填料或孔板波纹填料。

8. 根据权利要求7所述的超重力场强化蒸发系统,其特征在于,蒸发室(4)远离主轴侧壁处开有湿空气出口管(403)和溶液进口管(401),蒸发室(4)下部侧壁开有空气进口管

(402),底部开有母液出口管(404)。

9.根据权利要求1所述的超重力场强化蒸发系统,其特征在于,系统为不带压操作,溶液储罐(1)和蒸发室(4)筒体选用聚丙烯材料。

一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统,本发明系统可广泛应用于石油、化工、生物制药等行业。

背景技术

[0002] 工业废水,若不经处理或处理不完全排放,将会造成水资源污染.其危害是非常严重的,大量物质降解会使水中氮、磷等营养成分大量富集,促进水中的藻类等浮游植物和浮游动物大量繁殖,水中溶解的氧气含量显著下降,将致使鱼类等水生生物大量死亡;人饮用了受污染的水源后或食用水中的物种,这些污染物将进入人体体内,致使人病发,有关数据显示世界上80%的疾病与水有关,工业废水的处理对人体和环境来说,都迫在眉睫。

[0003] 蒸发脱盐是目前无机物溶液处理行之有效的手段,常见的有多效蒸发和机械蒸汽再压缩技术,多效蒸发是将前一效产生的二次蒸汽作为后一效的加热蒸汽,多个蒸发器串联起来一同操作的过程,组成了多效蒸发操作流程,这样仅第一效需要消耗生蒸汽,但相应要求后一效的操作压力和溶液沸点相应降低,这时引入的二次蒸汽才仍能起到加热作用;机械蒸汽再压缩技术是将稀薄的二次蒸汽在经体积压缩后其温度会随之升高,从而实现将蒸汽温度和焓值提高,进而可以作为热源再次加热需要被蒸发的原液,但其对风机性能要求较高,初期投资费用高。

[0004] 工业废水中除了无机物外,还有COD、氨氮等成分,其组成十分复杂。蒸发时温度不高,而有机物沸点较高,故蒸发脱盐时,有机物混浊在溶液中,使溶液粘度增大。多效蒸发和机械蒸汽再压缩技术受其结构的限制,不适宜处理高粘度物料。

[0005] 本发明系统为常压常温蒸发,其初期投资成本低,运行费用也较低,对溶液处理无特殊要求,不需要对溶液进行复杂的预处理过程,核心设备蒸发室采用超重力旋转床,其利用远大于地球加速度的超重力,使物料不易附着在壁面上,对于处理高粘度物料同样适用。可广泛应用于石油、化工、生物制药等行业。

发明内容

[0006] 针对现有技术中存在的问题,本发明涉及一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统,利用水分子随温度的升高,其逃逸动能增大,扩散到空气的速率增大和高温气体含湿量大的原理,让高温溶液与大气空气进行传热传质,为强化其传热传质效果,采用超重力场旋转结构,载湿气体为不间断连续从外界吹入,从蒸发室排出的湿空气其热值较高,通过回热器回热后,直排大气,由于载湿气体为未封闭循环结构,不需要对湿空气进行除湿回收利用,减少了除湿设备的投入,回热器吸收装置余热,减少蒸汽热源的输入,节省了能源。

[0007] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统,其特征在于,由溶液储罐1、冷凝回热器2、预热器3、蒸发室4、晶浆罐5、固液分离器6、回收罐7、泵、风机一、风机二、除尘器10组成;溶液储罐1的溶液与回收罐7的饱和溶液混合后经过冷凝回热器2,与蒸发室4排出的湿空气进行换热,吸热升温后通往预热器3,利用蒸汽

潜热对混合溶液进行预热,蒸汽放热冷凝,冷凝液排出,混合溶液吸热升温通往蒸发室4;常温空气在风机一做功下,由吸风口吸入,经过除尘器10过滤,除去大气中的微小颗粒后,进入蒸发室4,经预热器吸热升温后的混合溶液在超重力场中进行强化传热传质,空气升温携带水蒸气排出;排出的湿空气进入冷凝回热器2中加热溶液,同时析出一部分冷凝水,空气在风机二的做功下,直接排空。风机一为鼓风机901,风机二为引风机902。

[0008] 具体工作流程:开启进料泵801,打开进料阀,溶液储罐1的溶液与回收罐7的饱和溶液混合后经过冷凝回热器2,与自蒸发室4排出的湿空气进行换热,吸热升温后通往预热器3,利用蒸汽潜热对混合溶液进行预热,蒸汽放热冷凝,冷凝液排出,混合溶液吸热升温通往蒸发室4;混合溶液由蒸发室溶液进口管401进入超重力场旋转结构,溶液进口管401为中通结构,中通管管壁开有若干小孔,作为液体分布装置,电机通过挠性联轴器带动转子旋转,混合溶液被打散成液滴状,沿径向进入填料层,鼓风机901鼓吹外界空气经过除尘器10除去微小灰尘,由空气进口管402进入蒸发室,沿填料层环向进入填料层内,热溶液与空气逆流传热传质,混合溶液中水蒸气逃逸到空气中,成为湿空气,从湿空气出口管403排出,混合溶液浓缩,聚集于蒸发室4底部,形成蓄液池,通过母液出口管404排入晶浆罐5,浓缩溶液为过饱和溶液,一部分固体析出,与溶液从底部排出口进入固液分离器6,进行固液分离,固体回收利用,分离液与晶浆罐5的溢流液排入回收罐7,由循环泵802打出与溶液储罐1的溶液混合后再次进入系统,循环蒸发。

[0009] 所述一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统中,湿气体为未饱和空气,随着季节变化,其温度与相对湿度均有所变化;除尘器10采用滤芯结构,滤芯需定期更换;由鼓风机901与引风机902推动空气流经蒸发室4与冷凝回热器2。

[0010] 所述一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统中,空气流场为开式结构,空气通往蒸发室4与热溶液传热传质后,排出的湿空气经过回热器回热冷凝后直排大气,排出的空气不需要作为载湿气体再次进入蒸发室吸湿,减少了除湿设备的投入。

[0011] 所述一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统中,系统热源可为低压饱和蒸汽,其具有压力和温度能精确控制、传热系数高、来源广泛等优点,在工业中成为常见的热源,利用蒸汽潜热对混合溶液进行预热,蒸汽放热冷凝,冷凝液排出。

[0012] 所述一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统中,溶液成分复杂,甚至含有一些腐蚀性物质,所用冷凝回热器2、预热器3可选用钛材,换热形式为逆流换热,换热器形式选用管壳式换热器,预热器管程为溶液,壳程为蒸汽。装置启动时,溶液温升全由蒸汽提供,溶液循环时,湿空气对冷凝回热器2回热,预热器3管程进口混合溶液温度升高,预热器3出口温度为设定值不变,故蒸汽所需提供的热量降低,节省了能源。

[0013] 所述一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统中,蒸发室4作为整套装置的核心设备,其提供了溶液与载湿气体的传热传质空间,为强化其传热传质效果,蒸发室内部选用超重力场旋转结构,超重力场主轴为卧式横置,与壳体接触处设置动密封,主轴靠电机侧设置轴承,填料层底盘固定在主轴上,底盘上设置若干支架用于绑扎填料层,填料层顶端设置压板,压板与底盘通过拉杆固定,填料层可选用丝网填料或孔板波纹填料。

[0014] 所述一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统中,蒸发室4远离主轴侧壁处开有湿空气出口管403,开有溶液进口管401,蒸发室4下部侧壁开有空气进口管402,底部开有母液出口管404。

[0015] 所述一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统中,系统为不带压操作,在满足设备防腐和强度性能要求的前提下,可采用高分子材料和无机非金属材料,可使系统达到轻量化的目的。如聚丙烯具有相对密度小、结晶度高,结构规整,有良好的力学性能和较高的耐热性,溶液储罐1和蒸发室4筒体可选用聚丙烯材料。

[0016] 本发明与一种利用太阳能的废水蒸发系统(CN 104118918 A)区别在于:

[0017] (1)一种利用太阳能的废水蒸发系统(CN 104118918 A)中载湿气体为闭式循环,闭式循环有利于系统控制,但从蒸发室排出的湿空气为饱和湿空气,其不具有载湿能力,需对其降温除湿后,再次通往蒸发室进行吸湿,整个系统增加了降温除湿等辅助设备;本发明载湿气体流场为开式结构,载湿气体由鼓风机从大气中吸入,由引风机排空,从蒸发室排出的湿空气不需要再次进入蒸发室作为载湿气体吸收溶液中的水分,减少了除湿设备的投入。

[0018] (2)一种利用太阳能的废水蒸发系统(CN 104118918 A)中驱动热源为太阳能,太阳能作为新型能源代表之一,有着清洁、长久的巨大优点,但也存在着受到昼夜、季节、地理位置和海拔高度等自然条件的不稳定因素和太阳能转化率低,成本高的限制;系统运行时,连续稳定是其前提,蒸汽作为工业中常见的加热介质,其热效率和热利用率高,生产连续稳定,能满足工业中连续稳定的运行。

[0019] (3)一种利用太阳能的废水蒸发系统(CN 104118918 A)中没有独立的回热设备,本发明设置冷凝回热器,自蒸发室排出的湿空气具有较高的热值,热湿空气对混合液进行换热,使进入预热器进口的混合液温度升高,预热器出口的混合液温度为设定值,则相应减少了蒸汽所需提供的热量,节省系统能源。

[0020] (4)一种利用太阳能的废水蒸发系统(CN 104118918 A)中蒸发室超重力场为立式结构,转子在电机带动下高速旋转,则对转子刚度要求较高,溶液与空气为错流传热传质,错流传热传质压降小,但其换热能力弱,对换热面积要求高,设备体积一般较大;本发明超重力场为卧式结构,主轴设置轴承支撑,主轴稳定性强,空气自填料层环向进入填料层内,溶液自径向进入填料层,两者为逆流换热,接触充分,换热能力强,设备体积小。

[0021] 本发明为一种蒸汽驱动的超重力场强化蒸发系统,具有以下优点:载湿气体流场为开式结构,不需要除湿塔,减少了设备的投入;蒸发室采用超重力场旋转卧式结构,转子稳定性强,超重力场传热传质效果好;溶液储罐,蒸发室可选用聚丙烯,减少了设备重量和投入。本发明实现了水和无机物的充分分离,分离的水基本达到了蒸馏水的标准,固体完全析出,二次利用。

附图说明

[0022] 图1为本发明蒸汽驱动的超重力场强化空气蒸发系统原理图1。

[0023] 图2为本发明蒸汽驱动的超重力场强化空气蒸发系统原理图2。

[0024] 图3为本发明蒸汽驱动的超重力场强化空气蒸发系统示意图。

具体实施方式

[0025] 以下就结合附图与实施例对本发明作进一步详细说明。

[0026] 本实施例的蒸汽驱动的超重力场强化空气蒸发系统,包括溶液储罐1、冷凝回热器

2、预热器3、蒸发室4、晶浆罐5、固液分离器6、回收罐7、泵、鼓风机901、引风机902、除尘器10、液体管线1101-1104,气体管线1201-1203等组成。本发明利用水分子随着温度的升高,其逃逸动能增大(见图1)以及空气温度升高,空气中含湿量增大的原理(见图2),利用蒸汽作为加热介质,溶液经回热、预热后在超重力场中与空气直接接触,进行强化传热传质,空气携带水蒸气排出,溶液浓缩,固体析出,实现固液分离。常温空气在鼓风机901做功下,由吸风口吸入,经过除尘器10过滤,除去空气中的微小颗粒后,进入蒸发室4,经预热器吸热升温后的混合溶液在超重力场中进行强化传热传质,空气升温携带水蒸气排出;排出的湿空气进入冷凝回热器2中加热溶液,同时析出一部分冷凝水,空气在引风机902的做功下,直接排空。来自溶液储罐1的溶液与自回收罐7的饱和溶液按一定循环比形成混合溶液后,先与冷凝回热器2的热载湿气体进行换热,混合溶液吸热升温后再进入预热器3,用蒸汽进一步加热,混合溶液通过两次换热升温后进入蒸发室4,与空气进行热质交换,实现蒸发。

[0027] 蒸发室4内为直接接触逆流传热传质。混合溶液由溶液进口管401进入中总管,在电机旋转带动下,通过中总管壁面的液体分布装置,打成液滴状,沿径向进入填料层,空气自蒸发室底部空气进口管402沿填料层环向进入填料层内,进行逆流传热传质,空气吸热升温,携带水蒸气自蒸发室湿空气出口管403排出,浓缩溶液放热降温,进入底部蓄液池,从母液出口管404排出。自蒸发室4排出的浓缩溶液进入晶浆罐5,浓缩溶液为过饱和溶液,一部分固体析出,与溶液从底部排入固液分离器6,进行固液分离,固体回收利用,分离液与晶浆罐5的溢流液排入回收罐7,再次进入系统,循环蒸发。

[0028] 该蒸发系统利用冷凝回热器2回收系统余热。自蒸发室4排出的湿空气温度高,热值大,利用其余热对混合溶液进行换热,湿空气放热冷凝,混合溶液吸热,温度升高,降低了所耗蒸汽量,节省了系统热源。

[0029] 管线1101为进料管线,连接溶液储罐1与进料泵801,管线内为未处理溶液,控制进料阀开度,控制进料流量;管线1102连接回收罐7、循环泵802、冷凝回热器2、预热器3与蒸发室4,管线1102为溶液主管,管线1102与管线1101交汇前为饱和溶液,安装有循环阀,通过控制饱和溶液流量来控制回收罐7内液位高度,交汇后饱和溶液与未处理溶液融合为混合溶液,混合溶液先后通过冷凝回热器2、预热器3,经过两次换热升温后进入蒸发室4;管线1103连接蒸发室4、晶浆罐5与固液分离器6,管线内为浓缩后过饱和溶液,一部分固体在晶浆罐5析出,与溶液排入固液分离器6,进行固液分离,固体回收利用;管线1104连接晶浆罐5、固液分离器6、回收罐7,管线内为饱和溶液,晶浆罐5的溢流液与固液分离器6的分离液排入回收罐7,再次进入系统,循环蒸发。

[0030] 管线1201连接鼓风机901与除尘器10,管线内为外界空气,除去灰尘后进入蒸发中作为载湿气体吸湿;管线1202连接蒸发室4与冷凝回热器2,管线内为湿空气,湿空气进入冷凝回热器2中加热溶液,同时析出一部分冷凝水;管线1203连接冷凝回热器2与引风机902,管线为排空管。

[0031] 应用实施例:

[0032] 溶液为20%的硫酸镁溶液,处理量:500t/d;溶液初始温度为35℃,经过冷凝回热器与预热器被加热到95℃,浓缩硫酸镁溶液质量分数达到40%打出结晶。

[0033] 系统计算:蒸发室热量计算:空气升温所需热量为138.43kw,水汽化所需热量为6797.6kw,总热量为两者相加为6936.03kw;回热器热量计算:空气升温所需热量为

50.54kw,水汽化所需热量5246.09kw,总热量为5296.63kw;低品位蒸汽需提供热量1256.37kw故需要消耗蒸汽量0.53kg/s,需蒸发一吨水需要消耗热量0.18t蒸汽,低品位蒸汽为200元/t,则蒸发一吨水费用为36元,对比多效蒸发和MVR,本装置的节能效果和经济效益显著。

[0034] 本发明适用于溶液、溶液浓缩处理、精细化工、制药工业、垃圾场滤液、反渗透浓缩液、金属矿开采和加工、羊毛清洗、造纸、煤化工/石油提炼、油气开采、食品加工、农药/除草剂、皮革处理等行业。

[0035] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明精神和原则之内的,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

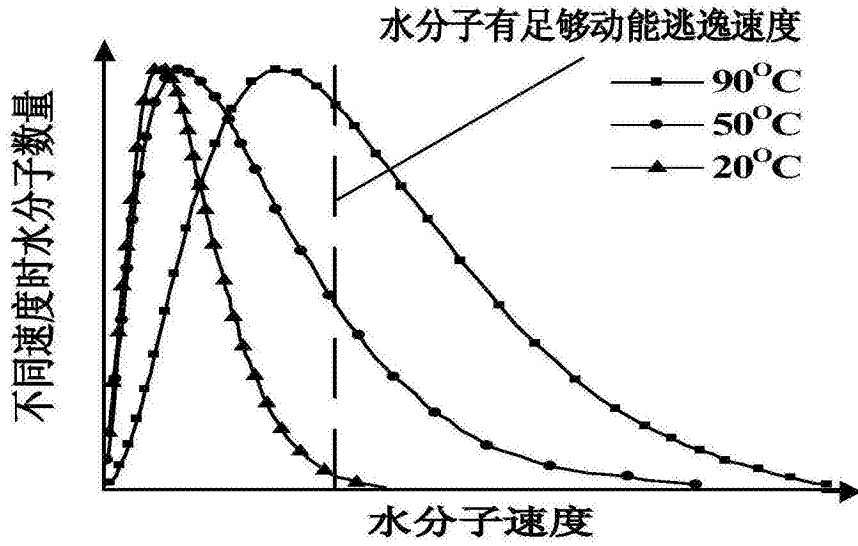


图1

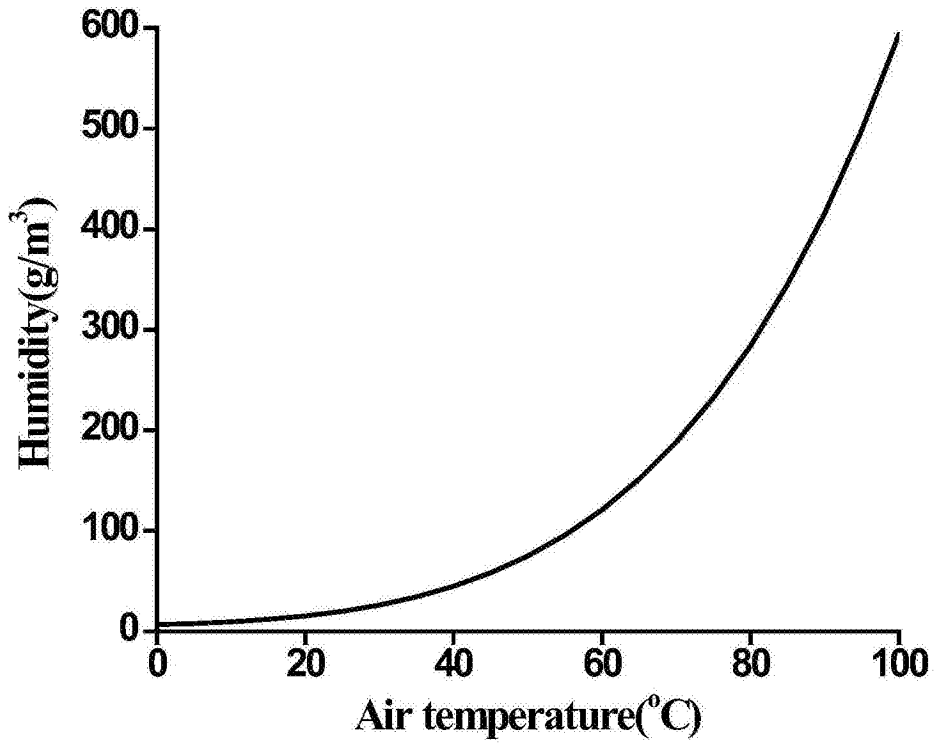


图2

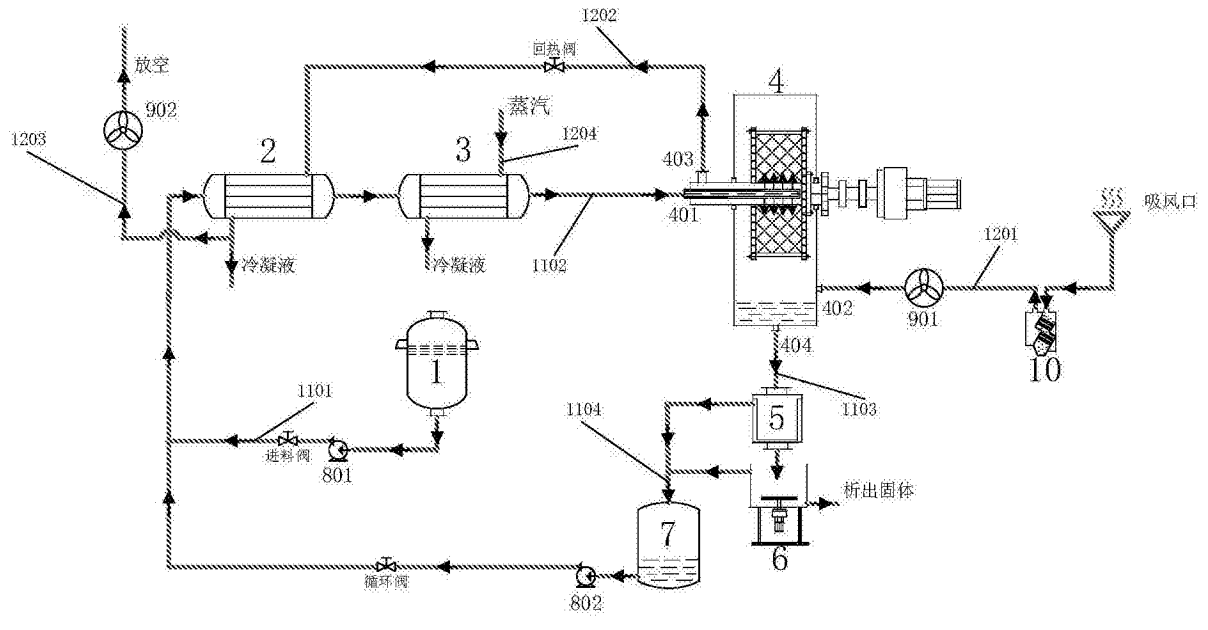


图3