



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101799236 A

(43) 申请公布日 2010.08.11

(21) 申请号 201010124568.6

(22) 申请日 2010.03.16

(71) 申请人 中国科学院过程工程研究所

地址 100190 北京市海淀区中关村北二条 1 号

(72) 发明人 陈洪章 李宏强

(51) Int. Cl.

F26B 17/14 (2006.01)

F26B 3/02 (2006.01)

F26B 21/04 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种热泵载气穿流式连续干燥设备

(57) 摘要

本发明公开了一种热泵载气穿流式连续干燥设备,其结构由:干燥塔、热泵系统和循环系统组成。通过循环系统将连续进出料的干燥塔和热泵系统耦合为一个可以连续操作的整体,物料在从干燥塔顶部和底部的高压旋转阀连续流进流出的过程中被热泵系统加热的循环载气干燥。本发明利用热泵系统为干燥过程提供热源,有效地降低了能耗,提高了设备运行的经济性。本设备在运行过程中可通过热泵系统对载气进行冷却,可以将干燥物料中所含有的高价值挥发性组分进行回收,增加了设备的应用范围。

1. 一种热泵载气穿流式连续干燥设备:由干燥塔4、热泵系统8,9和连接两者的载气循环系统7耦合而成,通过安装在干燥塔顶部和底部的串联高压旋转阀3,被干燥的物料连续从顶部进入,被热泵系统加热的载气所干燥,干燥后从底部连续出料,在干燥过程中使用的载气在热泵系统中的蒸发塔8中被冷却除水后进入热泵系统的冷却塔9中加热再次进入干燥塔4中循环工作。

2. 如权利要求1所述的热泵载气穿流式连续干燥设备,其特征在于,所述的干燥塔为柱状,高径比为5:1-20:1。

3. 如权利要求1所述的热泵载气穿流式连续干燥设备,其特征在于,所述的干燥塔内设折流板,折流板的数量为3-15块,折流板和干燥器的轴线以 30° - 45° 的夹角进行布置。

4. 如权利要求1所述的热泵载气穿流式连续干燥设备,其特征在于,所述的干燥器顶部和底部安装1个或以串联方式安装2-3个高压旋转阀以保持干燥塔在干燥过程中的密闭性。

5. 如权利要求1所述的热泵载气穿流式连续干燥设备,其特征在于,所述的载气为空气、二氧化碳、氮气或上述气体的组合。

6. 如权利要求1所述的热泵载气穿流式连续干燥设备,其特征在于,所述的载气循环系统由罗茨风机进行驱动。

7. 如权利要求1所述的热泵载气穿流式连续干燥设备,其特征在于,所述的载气温度为 40°C - 90°C 。

一种热泵载气穿流式连续干燥设备

技术领域

[0001] 本发明属于化工领域,特别涉及一种适用于颗粒状或粉末状物料的热泵载气穿流式连续干燥设备。

背景技术

[0002] 在化工生产中,干燥通常指用热空气、烟道气、微波以及红外线等加热湿固体物料,使其中所含的水分或溶剂汽化而除去,是一种属于热质传递过程的单元操作。干燥操作广泛应用于化工、食品、轻工、纺织、煤炭、农林产品加工和建材等各部门。干燥操作需要很大的能耗,意大利科学家的研究显示,水稻干燥加工的能源消耗占水稻生产加工总能耗的64%。随着全球能源、资源问题的日益严重,对于干燥操作的节能研究越来越受到重视。热泵干燥技术就是在这种背景下发展起来的一种新型干燥技术。

[0003] 热泵干燥技术和其他干燥技术相比具有显著的节能特性。热泵干燥技术的另外一个显著特点是其干燥温度低,具有独特的低温除湿功能,可以在较低的温度下对物料进行干燥可使物料的最终含水率降到极低的水平,特别适用于一些热敏性产品的干燥加工。专利号 ZL200820220667.2 的实用新型公开了一种热泵型真空连续干燥设备。该发明将热泵系统用于粮食的连续干燥过程,降低了能耗,实现了干燥过程的连续操作,但是该设计是将热泵的工作介质通过到干燥塔中的盘管中通过接触传热的方式对物料进行干燥操作。这种设计需要使用大量的热泵工作介质,盘管使用量大,结构复杂,不利于设备的维护和维修,同时使干燥器的有效工作体积降低,增加干燥塔的体积。

发明内容

[0004] 【发明目的】干燥是一种耗能极大的单元操作,为了降低干燥能耗,开发利用新的干燥技术非常必要。热泵技术就是一种很有潜力的节能技术。本发明将热泵技术和干燥工艺通过循环载气巧妙地结合起来,既有效地利用热泵技术的节能优势,又继承传统干燥工艺的特点,使干燥过程达到节能、使用范围广和操作连续的要求。

[0005] 【本发明的构思】传统的干燥设备一般有厢式干燥器、带式干燥器、气流干燥器、流化床干燥器、转筒干燥器、喷雾干燥器和滚筒干燥器等。适用于颗粒状物料干燥的干燥器有气流干燥器、转筒干燥器、沸腾床干燥器和厢式干燥器。这些干燥器的干燥效果虽然较好,但是能耗一般偏高。而将热泵技术和干燥工艺相结合则有可能有效的降低干燥的能耗,但是如何将热泵和干燥工艺相结合却是所形成的干燥设备的效率高低的决定性因素。本发明结合了热泵技术、气提蒸馏技术和气流干燥器的优势,使干燥过程连续、可回收挥发性物质,同时节能降耗。

[0006] 【本发明技术方案】本发明的基本构造如附图 1:

[0007] 待干燥的物料从提升机 6 提升到进料口 1 通过高压旋转阀 3 进入干燥塔中进行干燥,高压旋转阀 3 安装在干燥塔 4 的进口和出口,为了保持干燥塔 4 的气密性,通过串联的方式,可以在进口和出口分别安装两个高压旋转阀 3,所安装的高压旋转阀 3 保持适当的转

速以保证进料速度和出料速度的协调。物料进入干燥塔 4 中后,受到折流板 5 的控制而在干燥塔中进行 z 形流动,从塔顶流到塔底,在流动的过程中从热泵冷凝器 9 输送过来加热载气将物料加热,使物料中所含有的水分蒸发,从而干燥物料。湿度增加的载气从干燥塔 4 的顶部被罗茨风机 7 抽走并送入热泵蒸发器 8 中进行冷却,载气中的水分和其他易挥发性成分在热泵蒸发器 8 中冷却得到冷却液 12,根据冷却液 12 的成分,冷却液 12 可以被作为干燥的副产品或者被排放。冷却后的载气随后进入热泵冷凝器 9 进行加热,而又循环进入干燥塔 4 的底部用于物料的干燥。根据物料的热敏性和含水量的多少,通过调节热泵压缩机 10 和节流阀 11 的工作参数来调节载气的温度,通过调节罗茨风机 7 来调节载气的流量,通过这些调节就可以很好的适应不同的物料。

[0008] 本发明具有以下特点和优势:

[0009] 1. 干燥塔结构简单,内部不存在机械运动部件,增加了设备的整体可靠性,通过串联的高压旋转阀进料和出料,真正实现了干燥过程的连续性;

[0010] 2. 干燥塔中通过折流板的设计,使物料在干燥塔中的流动过程中和载气的接触更为均匀,同时干燥介质(载气)直接在待干燥物料中流动的设计使两者的传热系数更大,增加了传热效率,载气的温度可以在较大的范围内自由调节,从而可以适应多种物料的干燥;

[0011] 3. 通过热泵技术、气提蒸馏技术和干燥工艺的耦合使干燥过程实现了连续、节能和高效,气体蒸馏概念的引入使干燥过程兼负高价挥发性物质回收的作用,进一步降低了干燥操作的操作成本,干燥过程中只使用电能,整个过程中无污染物释放,改善了过程的经济性,对环境的影响极小。

附图说明

[0012] 图 1 热泵连续干燥设备结构示意图,1,进料口;2,出料口;3,高压旋转阀;4,干燥塔;5,折流板;6,提升机;7,罗茨风机;8,热泵蒸发器;9,热泵冷凝器;10,热泵压缩机;11,节流阀;12,冷却液。

具体实施方式

[0013] 下面通过实施例对本发明做进一步说明。

[0014] 实施例 1

[0015] 用本发明所公开的设备进行酒糟的干燥。酒糟是白酒生产的一个重要副产物,据统计酒糟的产量达到了 1500 万吨。面对数量如此巨大的资源,我国对此进行了大量的研究,例如,利用酒糟培养食用菌、提取复合氨基酸及微量元素,提取植酸和植酸钙,提取蛋白质、生产淀粉酶或纤维素酶,利用酒糟厌氧发酵回收沼气,生产饲料蛋白,生产 γ -氨基丁酸等。尽管有这么多方法,但目前酒糟的利用率仍然不高,限制酒糟资源充分利用的一个限制性因素是鲜丢糟的 pH 较低,水分含量高(60%以上),容易腐败变质,不利于保存和长途运输。将酒糟干燥将对酒糟的利用产生重要的影响。而传统的干燥方式多多采用烟道气等进行干燥,热效率较低。除此之外酒糟中还含有一些有价值的成分,这些成分就包括白酒酿造过程中产生的香味物质。在酒醅中发酵产生的酒体香气成分主要是己酸乙酯,但传统的蒸馏方法对香味物质的收成率低,以浓香曲酒生产为例,其蒸馏对己酸乙酯的收成率低于

10%，因此对这些物质进行回收将是非常有必要的。

[0016] 用体积为 5m^3 的热泵载气穿流式连续干燥设备对含水 60% 的酒糟进行干燥，所采用的干燥塔直径为 1m，高度为 6.5m，内部安装 6 块折流板，安装角度为 30° ，配置 SL80WD 罗茨风机（电机功率 7.5kw），载气流量为 $15\text{m}^3/\text{min}$ ，配备相应的热泵系统，调节载气（二氧化碳）的进口温度为 $80\text{--}85^\circ\text{C}$ ，冷却温度为 $4\text{--}6^\circ\text{C}$ ，物料的干燥速度为 1 吨湿酒糟 / 天，热泵系统的功率为 10kW/h，出口物流的含水量为 15%。酒糟在干燥过程中同时回收酒糟中的低浓度酒精和香味物质，1 吨酒糟可以回收 0.53 吨的酒糟酒。

[0017] 实施例 2

[0018] 用本发明所公开的设备进行小麦的干燥。用体积为 5m^3 的热泵载气穿流式连续干燥设备对含水 17% 的小麦进行干燥，所采用的干燥塔直径为 1.14m，高度为 5m，内部安装 5 块折流板，安装角度为 35° ，配置 SL80WD 罗茨风机（电机功率 7.5kw），载气流量为 $15\text{m}^3/\text{min}$ ，配备相应的热泵系统，调节载气（空气）的进口温度为 $47\text{--}50^\circ\text{C}$ ，冷却温度为 $4\text{--}6^\circ\text{C}$ ，物料的干燥速度为 15 吨小麦 / 天，热泵系统的功率为 5kW/h，出口小麦的含水量为 12.5%。

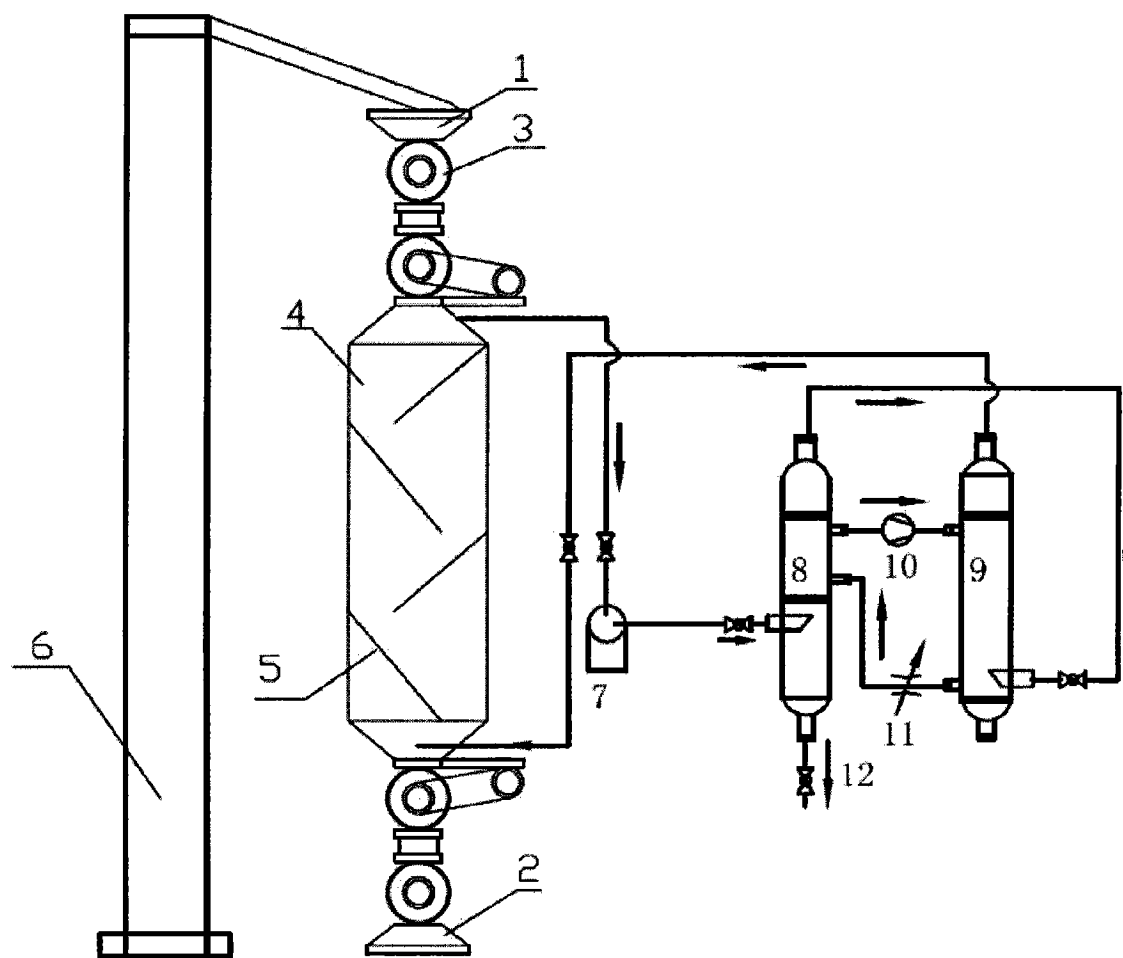


图 1