



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104781621 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201380051743. 5

代理人 童锡君

(22) 申请日 2013. 07. 16

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

1257562 2012. 08. 02 FR

F25B 30/02(2006. 01)

F25B 27/02(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 04. 02

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2013/051701 2013. 07. 16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/020255 FR 2014. 02. 06

(71) 申请人 法国电力公司

地址 法国巴黎

(72) 发明人 金 - 劳伊斯 · 珀勒克斯

阿利 · 鲍里格 阿萨德 · 佐格海布

卡里姆 · 贝斯贝斯

(74) 专利代理机构 上海天协和诚知识产权代理

事务所 31216

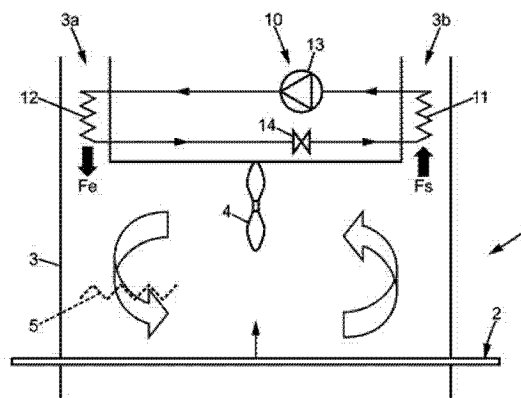
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种包括用大的温差加热外部流体的热泵的设备

(57) 摘要

本发明涉及包括热泵的设备,用于以大温差加热外部流体,所述热泵(10)包括:第一(11)和第二(12)热交换器;冷却剂循环包括压缩单元(13),其链接至第一热交换器(11)的出口,以及第二热交换器(12)的入口,并且扩充单元(14)连接至第二热交换器(12)的出口以及第一热交换器(11)的入口,其中,冷却剂从氢氟碳冷却剂和氢氟烯烃冷却剂进行选择,并且其中第二热交换器(12)和冷却剂循环适用于在跨临界循环中循环冷却剂。



1. 一种包括热泵的设备 (1), 所述热泵 (10) 通过大的温差, 用源流体 (FS) 加热外部流体 (Fe), 所述热泵 (10) 包括:

- 第一热交换器 (11) 和第二热交换器 (12), 分别用于与位于第一热交换器 (11) 周围的源流体 (Fs) 和第二热交换器 (12) 周围的外部流体 (Fe) 进行热交换, 第一热交换器和第二热交换器都有各自的进口和出口,

- 冷却剂, 从氢氟化碳冷却剂和氢氟烯烃冷却剂中选择,

- 冷却剂循环, 适用于在第一 (11) 和第二 (12) 热交换器间循环冷却剂, 所述冷却剂循环包括压缩单元 (13), 其进口连接至第一热交换器 (11) 的出口, 其出口连接至第二热交换器 (12) 的进口, 以及扩充单元 (14), 其进口连接至第二热交换器 (12) 的出口, 并且其出口连接至第一热交换器 (11) 的进口,

其中, 第二热交换器 (12) 和热泵 (10) 的冷却剂循环适用于在跨临界制冷循环中循环制冷剂,

所述设备 (1), 其特征在于, 所述热泵适用于以 20°C 以上的温差, 优选以 30°C 以上的温差, 特别是以 40°C 以上的温差, 最优选以 60°C 以上的温差, 并且允许达到的高目标温度 T_c , T_c 为高于 90°C 的温度。

并且其中, 所述设备还包括:

- 腔室 (3), 其具有进口 (3a) 和出口 (3b), 第一 (11) 和第二 (12) 热交换器分别设置在腔室 (3) 出口 (3b) 和进口 (3a) 附近

- 处理系统 (2) 位于腔室 (3) 中, 腔室 (3) 的进口 (3a) 和出口 (3b) 分别设置在处理系统 (2) 的上游和下游处

- 外部流体的循环 (4), 适用于在第二热交换器 (12) 附近以及处理系统 (2) 附近连续循环外部流体 (Fe), 所述外部流体循环 (4) 还适用于循环处理系统 (2) 外部流体下游, 以及在热交换器 (11) 附近循环, 如源流体, 使得外部流体 (Fe) 进行热量传递, 由于其通过处理系统 (2), 在处理系统 (2) 的外部流体上游和处理系统 (2) 外部流体下游之间有着大的温差。

2. 根据权利要求 1 所述的设备 (1), 其特征在于, 所述冷却剂具有关于临界温度和临界压力的临界点, 并且其中压缩单元 (13) 适用于压缩冷却剂, 所述冷却剂在压缩单元 (13) 的出口和第二热交换器 (12) 的进口同时出现, 超临界的压力大于临界压力, 并且超临界的温度大于临界温度。

3. 根据权利要求 2 所述的设备 (1), 其特征在于, 第二热交换器是气体冷却器 (12), 适用于以超临界液体状态冷却冷却剂, 由于所述冷却剂进入气体冷却器 (12), 所述冷却剂同时使得超临界压力大于临界压力, 并使得超临界温度大于临界温度, 并且所述冷却剂的冷却过程在恒定的超临界压力中发生。

4. 根据权利要求 1 至 3 任一所述的设备 (1), 其特征在于, 所述冷却剂为氢氟碳冷却剂 R-32。

5. 根据权利要求 1 至 4 任一所述的设备 (1), 其特征在于, 所述热泵 (10) 位于腔室 (3) 内。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一所述的设备 (1), 其特征在于, 所述处理系统为干燥器

(2),用于接收待干燥的物质,所述外部流体循环(4)适用于在第二热交换器(12)附近、在干燥器(2)附近、以及第一热交换器(11)附近连续循环气体。

7. 根据权利要求1至6任一所述的设备(1),进一步包括热存储单元,适用于从外部流体(Fe)中存储热量,所述外部流体(Fe)在第二热交换器(12)附近进行循环。

8. 根据权利要求1至7任一所述的设备(1),进一步包括,设置在处理系统(2)上游的附加加热装置。

9. 使用在设备(1)中热泵(10)的方法,用于以大温差由源流体(Fs)加热外部流体,所述温差大于20°C,优选的大于30°C,更优选的大于40°C,最优选的大于60°C,并且允许其达到大于90°C高目标温度 T_c ,

所述热泵(10)包括:

- 第一热交换器(11)和第二热交换器(12),分别用于与位于第一热交换器(11)周围的源流体(Fs)和第二热交换器(12)周围的外部流体(Fe)进行热交换,第一热交换器和第二热交换器都有各自的进口和出口,

- 冷却剂,从氟化碳冷却剂和氢氟烯烃冷却剂中选择,

- 冷却剂循环,适用于在第一(11)和第二(12)热交换器间循环冷却剂,所述冷却剂循环包括压缩单元(13),其进口连接至第一热交换器(11)的出口,其出口连接至第二热交换器(12)的进口,以及扩充单元(14),其进口连接至第二热交换器(12)的出口,并且其出口连接至第一热交换器(11)的进口,

其中,第二热交换器(12)和热泵(10)的冷却剂循环适用于在跨临界制冷循环中循环制冷剂,

并且其中,所述设备(1)还包括:

- 腔室(3),其具有进口(3a)和出口(3b),第一(11)和第二(12)热交换器分别设置在腔室(3)出口(3b)和进口(3a)附近,

- 处理系统(2)位于腔室(3)中,腔室(3)的进口(3a)和出口(3b)分别设置在处理系统(2)的上游和下游处,

- 外部流体的循环(4),适用于在第二热交换器(12)附近以及处理系统(2)附近连续循环外部流体(Fe),所述外部流体循环(4)还适用于循环处理系统(2)外部流体下游,以及在热交换器(11)附近循环,如源流体,使得外部流体(Fe)进行热量传递,由于其通过处理系统(2),在处理系统(2)的外部流体上游和处理系统(2)外部流体下游之间有着大的温差。

10. 根据权利要求9所述的设备(1)中热泵(10)的使用方法,用于干燥待干燥物质,所述处理系统为干燥器(2),用于接收待干燥物质,所述外部流体循环(4)用于在第二热交换器(12)附近,干燥器(2)附近,以及第一热交换器(11)附近连续循环气体。

一种包括用大的温差加热外部流体的热泵的设备

[0001] 本发明涉及一种包括用大的温差加热外部流体热泵的设备。

[0002] 在工业领域中,有这样的需求,在 60°C 至 150°C 的范围中进行加热,在其他物体中,对应于与以通过初始温度和最终温度之间的大的温差来加热外部流体(液体或气体)。所述源流体作为热源使用,所述源流体释放热量,通常是液态或气态废弃物。所述温差因为这些废弃物的流速而变化。

[0003] 本发明特别适用于:

[0004] - 液体的加热,例如在加热系统或其它系统中的水、洗涤液、或其他的处理用水;

[0005] - 用于工业干燥、房间加热或其他用途的气体加热;

[0006] 具体的,不超出本发明的可以限制于这样的应用中,可以广泛使用在干燥应用中,以及许多其他领域中:造纸、食品加工、污水处理、化纤、木材、印染等。在法国与干燥相关的能源消耗如下:造纸/纸板(paper/cardboard)行业为 39%、农业部分为 23%、化工产业为 13%、材料产业为 11%、冶金为 2%、化纤为 2%,以及其他产业为 10%。估计在法国有超过 13000 个工业用干燥设备,它们使用着大量不同的技术。在工业中,对流干燥是最常使用的方法。该方法包括将尽可能热和干燥的气流在待干燥物体上进行循环。所述气流,通常为气体,以提供热量,用于蒸发包含在所述物体中的液体,并且将其形成的水蒸气(水分)带走。所述气体在其进入和排出干燥设备之间冷却并获得水汽,同时逐渐干燥的物体变得越来越温暖。

[0007] 一个当加热外部流体而达到大温差的解决方案是从源流体处收集热量,所述源流体为干燥时由干燥设备产生的潮湿气体。

[0008] 为此目的,总所周知的是使用热交换器,例如具有管状的热交换器、具有中间介质的翅片管热交换器,热管换热器,膜片式热交换器或者螺旋式热交换器。由热交换器生产厂家提供的说明书中表示热效率在 40% 至 90% 之间。但是,这个效率不意味着在热(和潮湿)废弃物中的能量可以恢复这样的效果(recovered at such a yield)。在干燥过程中,例如,在获取的潮湿气体与进入的干燥气体之间的简单的交换,仅恢复了少量的热能量,所述了热能量是从潮湿气体处获取的,用以增加进入的干燥气体的温度。对于高干燥温度,其示出介入干燥设备中的能量小于 8%。

[0009] 为了减少能量的使用和 CO₂ 的排放量,热泵(HP)领域的发展对于加热外部流体是非常引人注目的技术领域。

[0010] 热泵通常包括第一热交换器,由蒸发器构成,其出口连接着第二热交换器的进口,由冷凝器构成,在两者之间有压缩单元。冷凝器的出口通过扩充单元连接至蒸发器的进口。因此,冷却剂能够在蒸发器和冷凝器之间流动,在蒸发器处获取源流体的热量,并且将热量在冷凝器处传递给外部流体。在干燥过程中,获取的气体能够通过热泵的蒸发器进行冷却(通过水汽的冷凝),并且进入的气体通过冷凝器进行加热,使气体达到预期的温度。

[0011] 在法国所记录的干燥设备(用于干燥木材和污泥)证明了热泵能够降低能耗。

[0012] 但是,传统的热泵仅能达到局限于 60°C 的目标温度。此外,由热泵执行的传统的热力循环不能在不破坏热泵性能的情况下达到非常高的冷凝的温度。现有热泵的性能因此受

到大温差加热的限制,并且在实际操作中,这样的方式不是非常经济。

[0013] 通过使用大温差来增加热泵的性能,特别是在住宅和中小企业中生产热水的过程中的,使用跨临界循环的 CO₂ 热泵。该解决方案有效的能达到 90°C,因为相对应的非常高的压力。

[0014] 在跨临界循环中使用氢氟碳 (HFC) 冷却剂的热泵在一篇名为“A Thermodynamic analysis of a transcritical cycle with refrigerant mixture R32/R290 for a small heat pump water heater,” Yu et al, Vol. 42, No. 12, p. 2431-2436, December 1, 2010, ”, 其文献号为 DE 103 27 953。类似于在跨临界循环中的 CO₂ 热泵,这些热泵用于本地的应用中,例如热水加热,温度不超过 90°C 的温度。但是,这样的热泵不适合工业应用,因为工业应用的所需的温度需要达到一定的高度,具体地是 90°C,优选的为 100°C,最优选的是 120°C,例如达到 150°C。

[0015] 例如文献 DE 10 2008 047 753 所述,以阶梯式排列使用的热泵。这个排列方式提供了增加总体性能的方法,因为减少了从每个热泵的温差,而且尽可能的优化了各个热泵的冷却剂。系统越离散,其性能越良好。而经济可行性的表准限制了系统具有两个热泵。

[0016] 因此,需要用于高温干燥应用的设备,并且通常更高温度的加热应用,伴随着更高温差,该设备能够提供令人满意的性能以及经济可行性。

[0017] 本发明旨在克服上述的问题。

[0018] 为此目的,本发明的第一目的在于提供了包括热泵的设备,其用于以大的温差从源流体处加热外部流体,所述热泵包括:

[0019] - 第一和第二热交换器,分别适用于与位于第一热交换器附近的源流体,和位于第二热交换器附近的外部流体交换热量,所述第一和第二热交换器各自具有进口和出口,

[0020] - 冷却剂,从氢氟碳冷却剂和氢氟烯烃冷却剂中选择,

[0021] - 冷却剂循环,适用于在第一和第二热交换器之间循环冷却剂,所述冷却剂循环包括压缩单元,其进口连接至第一热交换器的出口,其出口连接至第二热交换器的进口,并且扩充单元,其进口连接至第二热交换器的出口,其出口连接至第一热交换器的进口。

[0022] 其中,第二热交换器和热泵的冷却剂的循环适用于跨临界循环中循环冷却剂。

[0023] 其中,热泵适用于,以大于 20°C 的温差的加热,优选的大于 30°C,最好大于 40°C,更好的是大于 60°C 进行加热,并且允许最高目标温度 T_c 大于 90°C,

[0024] 并且,其中所述设备进一步包括:

[0025] - 腔室,其具有进口和出口,第一和第二热交换器分别设置在腔室的出口和进口附近,

[0026] - 位于腔室中的处理系统,腔室的进口和出口分别设置在处理系统的上游和下游,

[0027] - 外部流体循环,适用于在第二交换器附近以及热处理系统附近连续的循环外部流体,所述外部流体的循环进一步适用于循环处理系统的外部流体下游,并且在第一热交换器附近,由于源流体,使得外部流体传输热量,因为其通过了处理系统,其在处理系统的外部流体上游与处理系统的外部流体下游之间有大的温差,

[0028] 在跨临界循环中使用氢氟碳 (HFC) 冷却剂或氢氟烯烃 (HFO) 冷却剂提供了两个主要的优势。一方面,特别值得注意的是例如,当从冷凝状态恢复热量时,冷却剂在第一热交换器的蒸发阶段保持一个恒定的温度。另一方面,由于通过第二热交换器的冷却剂的通道

可以处于跨临界的系统中,因此,所有沿着第二热交换器的温度变化为在外部流体重新加热的镜像。可选地是,同时使用冷却剂和特定的应用优化了热泵的效率,而效率是决定经济可行性的决定性要素之一。因此,可以认为热泵的性能得到了大大的改善。

[0029] 此外,在根据本发明所述的设备中使用热泵,大大改善了热能的产生能力,特别是超过 100kW,其从中等温度的源流体中,具体的在超过 40°、更具体为超过 50°C,并且例如高达 70°C 时,从而允许达到更高的温度,具体的例如 90°C,更具体的例如 100°C,优选的为 120°C,并且例如高达 150°C。结合了能够在有关腔室中的外部流体循环的处理系统的特别设置以及第一和第二热交换器的能力,使得所述设备非常适合用于工业应用,特别是运用于工业干燥设备中。

[0030] 冷却剂具有关于临界温度和临界压力的临界点。压缩单元适用于压缩冷却剂,使得所述冷却剂在压缩单元的出口和第二热交换器的进口同时出现,超临界的压力大于临界压力,并且超临界的温度大于临界温度。

[0031] 此外,第二热交换器是气体冷却器,适用于以超临界液体状态冷却冷却剂,由于所述冷却剂进入气体冷却器,所述冷却剂同时使得超临界压力大于临界压力,使得超临界温度大于临界温度,并且所述冷却剂的冷却过程在恒定的超临界压力中进行。

[0032] 在一个特定的实施例中,所述冷却剂为氢氟碳冷却剂 R-32。

[0033] 所述热泵位于腔室内。

[0034] 所述处理系统为干燥器,用于接收待干燥的物体,所述外部流体循环适用于在第二热交换器附近、干燥器附近以及在第一热交换器附近连续循环气体。

[0035] 在干燥装置中使用如上文所定义热泵使得引入了大量的干燥器的在上游的能量,用于对进入的气体进行加热和除湿,或者在对材料的脱水过程中使用。此外,该实施例使用了被排出的潮湿气体中的能量。在被排出的潮湿气体中存在的能量,称为余热,对于节能而言是非常值得关注的并且具有很大的潜力,通过增加在干燥过程中的能效,即减少了成本。

[0036] 所述设备进一步包括热存储单元,适用于从外部流体中存储热量,所述外部流体在第二热交换器附近进行循环。

[0037] 所述设备还包括设置在处理系统上游的附加加热装置。

[0038] 本发明的第二方面涉及在设备中使用热泵,用于通过大的温差以源流体来加热外部流体,所述温差可以大于 20°C,具体的大于 30°C,优选的大于 40°C,更优选的大于 60°C,并且使得能使高目标温度 T_c 大于 90°C。

[0039] 所述热泵包括:

[0040] - 第一和第二热交换器,适用于分别与在第一热交换器附近的源流体和第二热交换器附近的外部流体进行热交换,所述第一和第二热交换器具有进口和出口。

[0041] - 冷却剂,从氢氟碳和氢氟烯烃中进行选择

[0042] - 冷却剂循环,适用于在第一和第二热交换器间循环冷却剂,所述冷却剂循环包括压缩单元,其进口连接至第一热交换器的出口,其出口连接至第二热交换器的进口,以及扩充单元,其进口连接至第二热交换器的出口,并且其出口连接至第一热交换器的进口,

[0043] 其中第二热交换器和热冷却剂循环适用于在跨临界制冷循环中循环制冷剂,

[0044] 所述设备还包括:

[0045] - 腔室,其具有进口和出口,第一和第二热交换器分别设置在腔室出口和进口处,

[0046] - 处理系统,位于腔室中,腔室的进口和出口分别设置在处理系统上游和下游处

[0047] - 外部流体的循环,适用于在第二热交换器附近以及处理系统附近连续循环外部流体,所述外部流体还适用于在处理系统的外部流体下游以及在热交换器附近循环,由于源流体,使得外部流体进行热量传递,由于其通过处理系统,在处理系统的外部流体上游和处理系统外部流体下游之间有着大的温差。

[0048] 具体的,热泵可以用于干燥待干燥物体,所述处理系统为干燥器,用于接收待干燥的物体,所述外部流体循环用于在第二热交换器附近,干燥器附近,以及热交换器附近连续循环气体。

[0049] 本发明的其他特征和优点通过下述的非限制性实施例的展示将变得更加明晰,下文的阐述请参考如下附图:

[0050] - 图 1 示出根据本发明实施例所示的热泵的示意图,所述热泵在跨临界循环中使用从氢氟碳冷却剂和氢氟烯烃冷却剂中选择的冷却剂,以大的温差用源流体加热外部流体,

[0051] - 图 2 示出使用图 1 所示的热泵的干燥设备的图示,

[0052] - 图 3 示出了在图 1 的热泵中气体冷却器与外部流体传输热量的透视图,

[0053] - 图 4 示出了在图 1 的热泵中蒸发器从源流体收集热量的透视图。

[0054] - 图 5a 和图 5b 为温度—焓图,分别示出了在图 1 热泵中的氢氟碳冷却剂 R-32 的临界热力循环,以及在传统热泵中氢氟碳冷却剂 R-245fa 的亚临界热力循环。

[0055] 在这些附图中,相同的附图标记用于表示相同或相似的元素。

[0056] 图 1 示出热泵 10,用于以大的温差,由源流体 F_s 加热外部流体 F_e 。不受该实施例的限制,所述图 1 的热泵 10 被用于这样的应用中,其中干燥气体为外部流体 F_e ,由初始温度 T_i 进行加热,例如以 60°C 加热至目标温度 T_c ,例如 120°C ,通过例如源温度为 T_s ,例如 50°C 的潮湿气体的源流体进行操作。

[0057] 根据所述的应用,所述外部流体可以为不同于干燥气体以外的任何流体,并且源流体可以为不同于潮湿气体以外的任何流体。此外,外部流体的初始温度和目标温度之间的温差可以和上述的差值不同,并且特别是可以任一差值,包括大温差,即温差大于 20°C ,优选的大于 30°C ,特别的大于 40°C ,更加体别的大于 60°C ,并且允许其达到高目标温度 T_c ,大于 90°C ,特别的大于 100°C ,更特别的大于 120°C ,并且例如高达 150°C ,而源温度特别大于 40°C ,优选的大于 50°C ,并且例如高达 70°C 。

[0058] 热泵 10 包括第一热交换器 11,潮湿气体可以作为源流体 F_s 通过第一热交换器 11,并且干燥气体可以通过第二热交换器 12 作为外部流体 F_e 。第一 11 和第二 12 热交换器通过冷却剂回路相互连接,其包括:

[0059] - 压缩单元 13,具有连接至第一热交换器 11 出口的进口,并且连接至第二热交换器 12 进口的出口;

[0060] - 扩展单元 14,具有连接至第二热交换器 12 的出口的进口,以及连接至第一热交换器 11 进口的出口。

[0061] 冷却剂因此可以流入冷却剂循环中,其在第一热交换器 11 和第二热交换器 12 之间。第一热交换器 11 构成蒸发器,其中冷却剂从源温度为 T_s 的潮湿气体出获取热量,并且第二热交换器 12 构成冷凝器或气体冷却器,其中所述冷却剂对干燥气体释放热量,以将它

的温度从初始温度 T_i 升高至目标温度 T_c 。

[0062] 根据本发明的实施例,冷却剂可以为氢氟碳冷却剂。特别地,选择的氢氟碳冷却剂为二氟甲烷 (R-32)。

[0063] 可选择地是,所述冷却剂可以从四氟丙烯中进行选择。

[0064] 冷却剂具有临界温度和临界压力的临界点。为了保证以大的温差进行加热,压力单元 13 用于压缩冷却剂,使得其同时在压力单元 13 的出口以及气体冷却器 12 的进口处出现,超临界压力大于临界压力,并且超临界温度大于临界温度。

[0065] 此外,气体冷却器 12 用于以超临界流体状态冷却冷却剂。所述冷却剂,由于进入气体冷却器 12,因此同时使得超临界压力大于临界压力,并且超临界温度大于临界温度。气体冷却器 12 用于根据超流体状态的冷却剂的特性进行设置,允许在外部流体中达到目标温度。确定气体冷却器 12 的结构(类型、交换表面面积、形状、通道数量等),能将冷却剂和待加热外部流体的演化温度 (evolving temperatures) 维持在固定的最小的温差。该温差根据经济标准进行设定。

[0066] 由于可以从下文的阐述中明晰,因此冷却剂可以在跨临界循环中的热泵 10 中循环。

[0067] 如图 2 所示,上述热泵 10 可以在设备 1 中使用,其包括设置在上游的具有气体冷却器 12 的处理系统 2,以及外部流体循环用于在气体冷却器 12 附近以及处理系统 2 附近连续循环外部流体 F_e 。

[0068] 处理系统 2 为普通的系统,其中处理使用使外部流体 F_e 通过气体冷却器 12 获取的热量。外部流体 F_e 由于通过处理系统 2 而释放热量,通过在处理系统 2 的上游外部流体与处理系统 2 的下游外部流体 2 之间的大温差。

[0069] 在图 2 中所示的实施例中,热泵 10 用于干燥装置 1 中。以高温进行干燥,对于不是高温敏感性的产品而言,具有很多优点(增加干燥速度、减少生产驻留时间、减小干燥器的尺寸、热量损失、降低投入等)。为了干燥材料,最常见的方法是将干燥的热气吹入腔室 3 中。这样的含有水分的热气体然后被排出腔室 3。在上游加热或干燥进入的干燥气体,或在产品的脱水阶段,干燥处理需要提供大量的能量。此外,涉及在工业领域中的与干燥处理有关的热损耗总计为 40TWh。考虑从干燥器处使潮湿的废气恢复热量的能量问题是非常重要的。

[0070] 如图 2 所示,干燥设备 1 包括腔室 3,在其中设置了处理系统 2,其构成了接收待干燥物体的干燥器。腔室 3 具有分别设置在干燥器 2 上游和下游的进口 3a 和出口 3b。

[0071] 热泵 10 位于腔室 3 中,具有设置在腔室 3 的出口 3b 和进口 3a 处的蒸发器 11 和冷却器 12。图 2 中,腔室 3 的进口 3a 和出口 3b 包括导管,其中设置了对应的热交换器。可选择地,热泵 10 可以放置在腔室 3 的外部。

[0072] 外部流体循环 4,特别的包括风扇,能将进入的干燥气体作为外部流体 F_e ,从腔室 3 的进口 3a 处,干燥器 2 的上游,通过气体冷却器 12 通向干燥器 2,其中通过附加的加热装置,例如电阻器 5。外部流体循环还可以循环获取的潮湿气体,其已经作为源流体 F_s 通过了待干燥的物体,由干燥器 2 的下游至蒸发器 11。蒸发器 11 从获取的潮湿气体 F_s 中恢复热量,并且气体冷却器 12 加热进入干燥气体 F_e 。

[0073] 在跨临界循环中使用氢氟碳 (HFC) 冷却剂或氢氟烯烃 (HFO) 冷却剂的热泵 10,通

过冷却获取的潮湿气体 Fs 至足够低的温度,以凝结在气体中大量的水,来恢复最大部分的能量损失,然后使用热泵 10 来转移温度,以便将热能传输至腔室 3 中。

[0074] 在跨临界循环中使用氢氟碳 (HFC) 冷却剂或氢氟烯烃 (HFO) 冷却剂的使用适用于由大的温差应用所使用的温度范围,能够很好的提高热泵 10 的性能。热力循环为具有热泵的干燥设备 1 的总体吸性能最重要的确定因素。

[0075] 在跨临界循环中使用 HFC R-32 冷却剂的上述热泵 10 的具体设计尺寸通过非限制性实施例给出,在通过在 50°C 饱和的潮湿气体的热力恢复中,将干燥气体从 60°C 增加至 120°C。这样的实施例对应于上文所述的干燥的应用。

[0076] 气体冷却器 12

[0077] 图 3 示出一种可以使用的气体冷却器的结构。

[0078] 基于通过环状翅片管状气体冷却器 12 的通道模型能够为所讨论的实施例提供这样的结构。气体冷却器 12 沿着纵轴 12a 延伸。其形成了由其末端与弯部 12c 相连接的轴向管道 12b 构成的螺旋结构。翅片管 12d 以垂直方式从所述管道 12b 处延伸。

[0079] 在该实施例中,我们讨论大约 40kW 的热交换能力。在气体冷却器 12 中,所述压力维持在 80bar,并且所述冷却剂逆流至气体处。

[0080] 在表 1 中示出了结构的概述。

[0081]

导管结构		翅片管结构	
内径	1.8 cm	翅片管的类型	环状
管壁厚度	1 mm	翅片管直径	10 cm
管长	3 m	翅片管的壁厚	1 mm
每行的通道数量	3	散热片距	6 mm
行数	5	每行的翅片管数量	500
通道数量	15		
总管长度	45 m		

[0082] 表 1

[0083] 压缩单元 13

[0084] 压缩单元 13 包括,特别是将 R-32 作为冷却剂,现有的高压压缩器的技术,例如 GEA HAX2 CO2 T 压缩器的技术(半封闭式双缸往复压缩器)。

[0085] 也可以使用其它高压压缩器技术,例如用于最高能力的赫亚格拉索螺杆压缩机 (GEA Grasso screw compressor)

[0086] 蒸发器 11

[0087] 图 4 示出可能的蒸发器 11 的结构。

[0088] 基于具有环状翅管的蒸发器 11 的通道模型可以用于所讨论的实施例中的结构。蒸发器 11 具有类似于气体冷却器 12 的结构。特别地,蒸发器 11 沿着纵轴 11a 延伸,

并且形成了由末端连接至弯部 11c 的轴向管构成的螺旋结构。翅状管 11d 从管道 12b 处垂直延伸。

[0089] 所述蒸发器,热交换能力在 35kW。流动方向是逆向的并且压力为 25bar。

[0090] 在表 2 中示出了结构的概述。

[0091]

导管结构		翅片管结构	
内径	1.8 cm	翅片管的类型	环状
管壁厚度	1 mm	翅片管直径	10 cm
管长	2 m	翅片管的壁厚	1 mm
每行的通道数量	5	散热片距	3 mm
行数	4		
通道数量	20		
总管长度	40 m		

[0092] 表 2

[0093] 在具有气体冷却器 12 的热泵 10 中冷却剂 R-32 的超临界热力循环,压缩单元 13,以及蒸发器 11 在图 5a 中示出,以构成温熵图。该图对压缩单元 13 释放处以及气体冷却 12 的进口处的数值范围高亮标出。其特别示出了位于饱和曲线上方所获得的数值。

[0094] 在表 3 中示出了所具有性能的概述。

[0095]

$Q_{\text{冷凝器}}$ [W]	45118
$Q_{\text{压缩机}}$ [W]	10412
$Q_{\text{蒸发器}}$ [W]	33788
$Q_{\text{风扇}}$ [W]	118.35
$Q_{\text{风扇}}/Q_{\text{压缩机}}$	1.1%

[0096] 表 3

[0097] 在表 4 中,热泵 HP 的热力性能由在超临界的使用 HFC R-32 的循环进行计算,并且与使用 HFC R-245fa 亚临界循环做比较,在图 5b 中示出,在类似的实施例中,将干燥气体从 60°C 加热到 120°C,使用 50°C 速率为 1kg/s 的含水饱和的气体。

[0098]

	释放速率 (kg/s)	所需速率 (kg/s)	COP Actual	COP Carnot	效率 (%)
HFC-245a 的 亚临界循环	1	1	2.18	4.98	44
HFC R-32 的 跨临界循环	1	1	4.06	6.27	65

[0099] 表 4

[0100] 因此,热泵从 50°C 饱和的潮湿气体中恢复热能,用于将热干燥气体从 60°C 加热至 120°C (即工业干燥应用),在跨临界循环中使用二氟甲烷 (R-32) 将 COP 从大约为 2 变化至超过 4。在超临界条件下中使用 HFC R-32 适用于由干燥应用提供的温度范围,以与使用纯物质亚临界的传统的热力循环 (例如 HFC-R245fa) 相比,以因子 2 减少了能量消耗 (例如 HFC-R245fa)

[0101] 有关于干燥设备 1 的本发明具有其他的实施例,特别是在合适使用在处理系统的气体处理设备中。

[0102] 基于所讨论的实施例,所述设备可以包括从外部流体环道中的隔离的源流体环道,并且在蒸发器 11 附近和处理系统附近连续循环气体。此外,当有间断性加热的需求时,设备可以包括用于从外部流体中存储热量的热存储单元,所述外部流体在气体冷却器 12 附近循环。

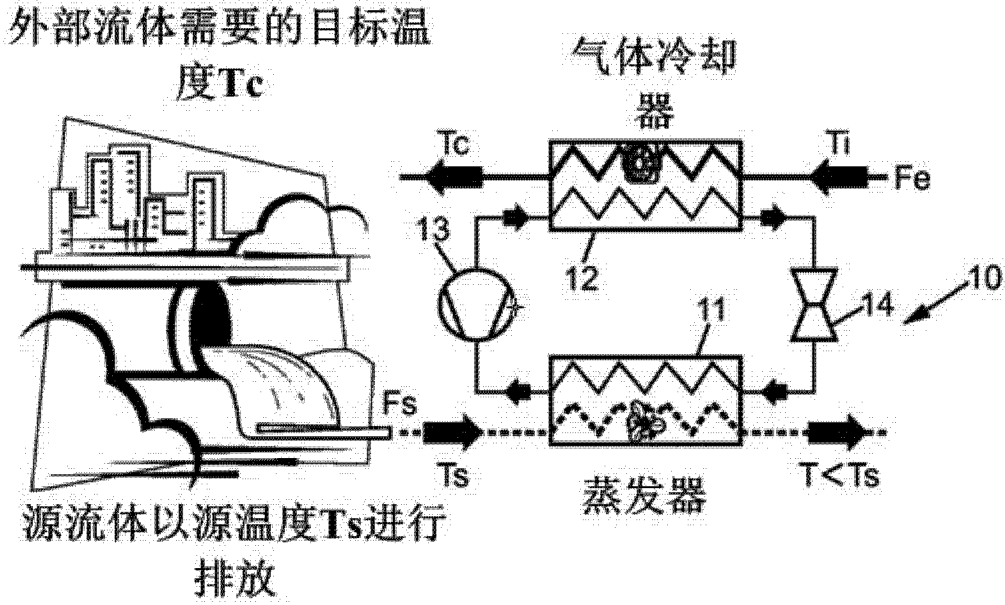


图 1

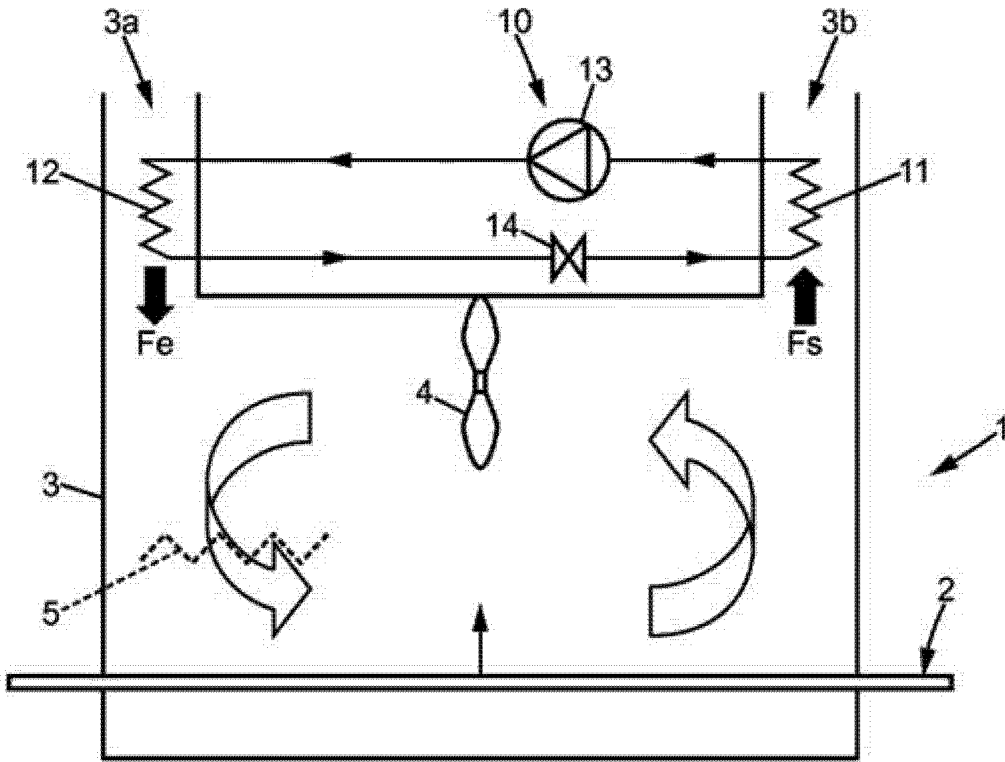


图 2

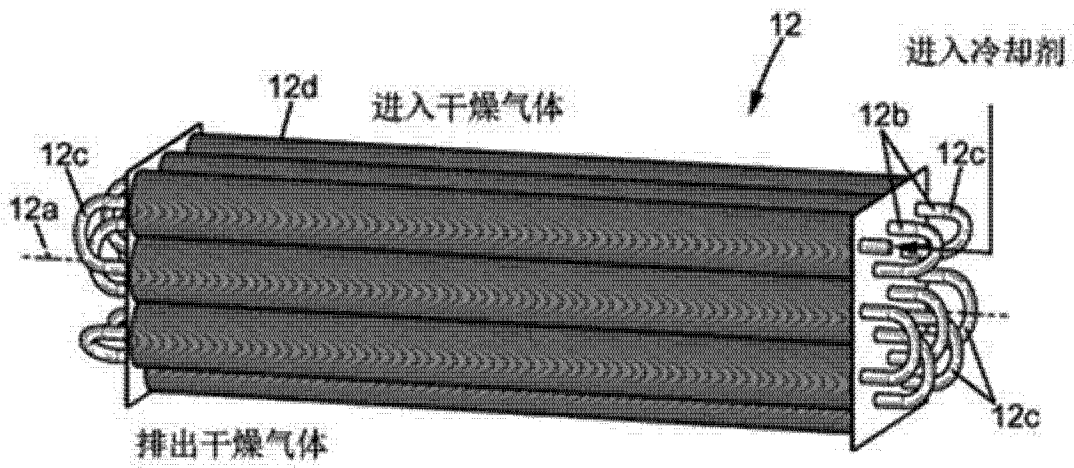


图 3

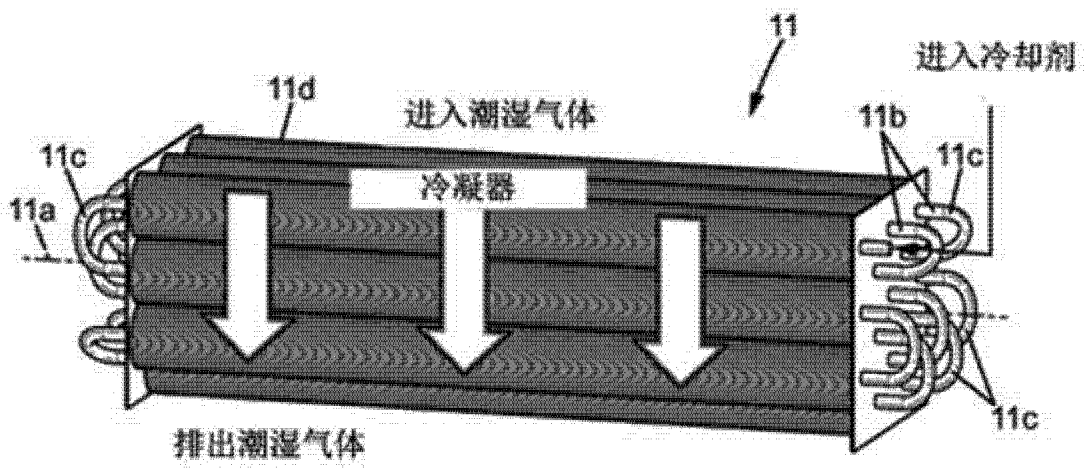


图 4

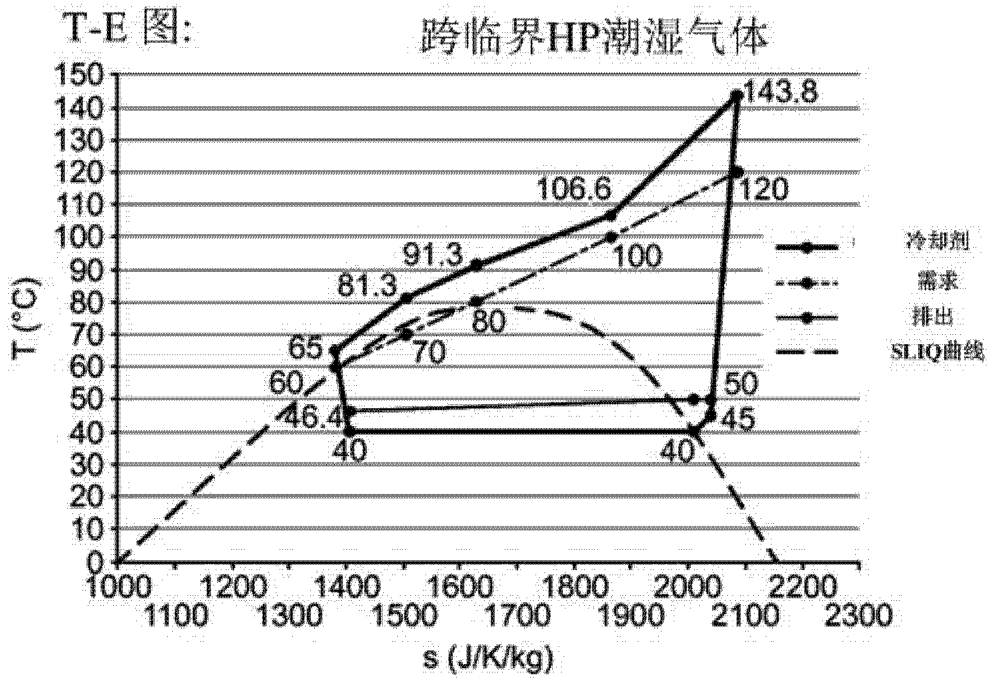


图 5a

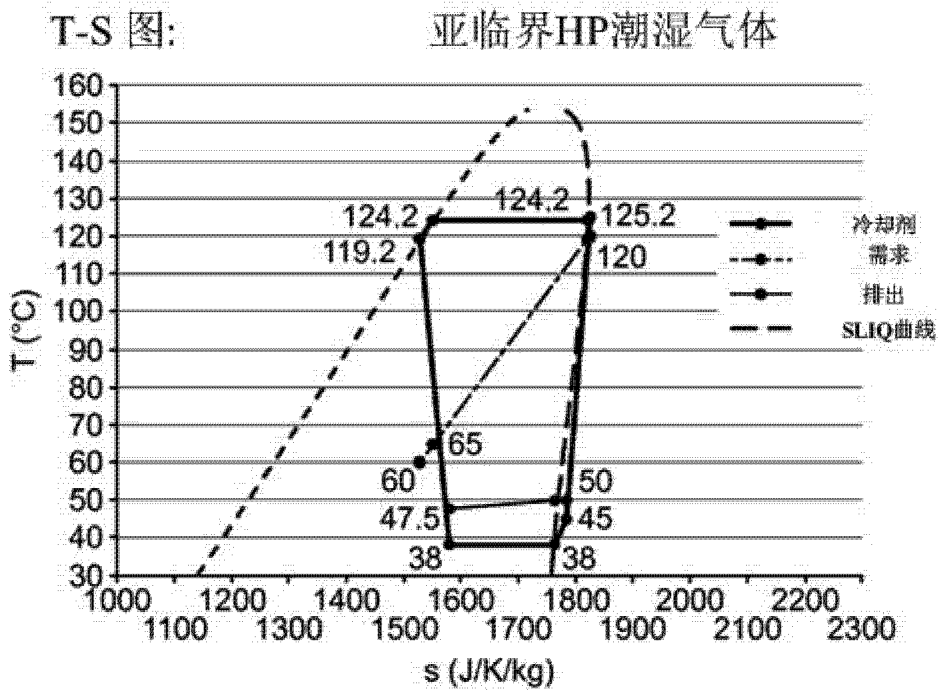


图 5b