



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104321538 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 28

(21) 申请号 201380020010. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 04. 02

F04D 13/14 (2006. 01)

(30) 优先权数据

F04D 29/58 (2006. 01)

1253464 2012. 04. 16 FR

F25J 3/02 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 10. 16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2013/050720 2013. 04. 02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/160577 FR 2013. 10. 31

(71) 申请人 乔治洛德方法研究和开发液化空气有限公司

地址 法国巴黎

(72) 发明人 A·达德 C·德费耶 T·莫雷尔

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247

代理人 马利蓉 吴鹏

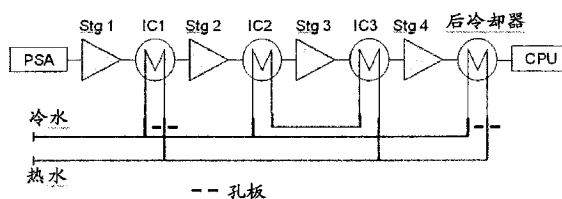
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

用于压缩湿气流的装置

(57) 摘要

用于压缩含有至少 0.1 体积%的水的气流的压缩设备,其包含具有 N 个压缩级的压缩机,其中,每个压缩级包括压缩装置和直接或间接与冷却水回路 (C) 连接的交换器;和第一和第二相继或不相继的压缩级的至少第一交换器 (IC2) 和第二交换器 (IC3) 串联连接至冷却水回路 (C),没有串联连接至冷却水回路的交换器在其水-冷却剂出口包括允许形成压降的装置。使用该压缩设备来压缩包含至少 0.1% 的水和至少 20% CO₂ 的气流的方法。



1. 一种用于压缩含有至少 0.1 体积%的水的气流的压缩设备,其包含具有 N 个压缩级的压缩机,其中:

- 每个压缩级包括压缩装置和直接或间接与冷却水回路 (C) 连接的交换器;和

- 第一和第二相继或不相继的压缩级的至少第一交换器 (IC2) 和第二交换器 (IC3) 串联地连接到冷却水回路 (C),

其特征在于:没有串联连接至冷却水回路的交换器在其冷却水出口包括使得能够形成压降的装置。

2. 如权利要求 1 所述的压缩设备,其特征在于:位于压缩机的供应侧的 n 个第一压缩级的交换器的壳体由含有重量含量少于 11%的铬并且没有不锈钢涂层的钢制成, $n \leq N-1$ 。

3. 如权利要求 1 所述的压缩设备,其特征在于:位于压缩机的供应侧的 n 个第一压缩级的交换器的壳体由碳钢制成, $n \leq N-1$ 。

4. 如权利要求 1-3 中任一项所述的压缩设备,其特征在于:第二交换器 (IC3) 也直接与冷却水回路 (C) 连接,并且温度调节系统使得能够控制来自第一交换器的冷却水和直接来自冷却水回路 (C) 的冷却水的混合。

5. 如权利要求 1-4 中任一项所述的压缩设备,其特征在于:没有串联连接至冷却水回路的交换器在其冷却水出口包括使得能够形成压降的装置。

6. 如权利要求 1-5 中任一项所述的压缩设备,其特征在于:位于压缩机的产出侧的最后压缩级的交换器由不锈钢制成。

7. 如权利要求 1-6 中任一项所述的压缩设备,其特征在于:所述使得能够形成压降的装置包括孔板或阀。

8. 一种使用如权利要求 1-7 之一所述的压缩设备来压缩包含至少 0.1%的水和至少 20% CO₂ 的气流的压缩方法。

9. 如权利要求 8 所述的压缩方法,其特征在于:

- 测量冷却回路 (C) 的冷却水的温度 T_w ;

- T_w 与进入第二交换器 (IC3) 的气流的露点 T_d 相比较,第二交换器属于位于压缩机的供应侧的 N-1 个压缩级中的一个;

并且,如果冷却回路的水温 T_w 满足 $T_w - T_d < 10^\circ\text{C}$:

- 所述交换器的冷却水入口与第一交换器 (IC2) 的冷却水出口连接,第一交换器属于所述 N-1 个压缩级,位于压缩机的供应侧,和 / 或

- 位于所述压缩设备外部并且具有温度 $T_s > T_w$ 的水被直接引入冷却水回路 (C) 或直接引入所述交换器,

使得进入所述交换器的水的温度 T_{exch} 满足 $T_{\text{exch}} - T_d \geq 10^\circ\text{C}$ 。

10. 如权利要求 8 或 9 所述的压缩方法,其特征在于,所述气流是由 H₂PSA、CO₂PSA、薄膜分离工艺、燃气涡轮机、富氧燃料燃烧工艺、水泥生产工艺、鼓风机、氢生产工艺或精炼工艺产生的流。

11. 一种用于起动物如权利要求 1-7 中任一项所述的压缩设备的起动物方法,其中:

- 在高于待被压缩的气流的露点 T_d 的温度 T_g 下的干燥气体在具有 N 个压缩级的压缩机中压缩,直到位于压缩机的供应侧的与气流接触的 n 个第一压缩装置和 n 个第一交换器的表面温度和来自冷却水回路 (C) 的水的温度高于待被压缩的气流的露点 T_d , $n \leq N-1$,

- 干燥气体由所述待被压缩的气流替代。

12. 如权利要求 11 所述的起动方法,其特征在于:所述气流包含至少 0.1%的水和至少 20%的 CO₂。

13. 如权利要求 11 或 12 所述的起动方法,其特征在于:所述干燥气体是氮或二氧化碳。

14. 一种用于停止如权利要求 1-7 之一所述的压缩设备的方法,其中所述压缩机用干燥气体冲刷和吹扫。

用于压缩湿气流的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于压缩气流的设备,该气流包含至少 0.1%的水,代表性的是至少 0.1%的水和至少 20% CO₂,以及使用此设备的压缩方法。

背景技术

[0002] 为了降低来源于人类的 CO₂ 到大气中排放,已研发了用于捕获在给定工艺中产生的 CO₂ 的方法。问题在于:从通过此工艺产生的气体中提取 CO₂、可选择地净化它并且最后,通常,将其压缩以在管道中传输。

[0003] 用于处理 CO₂ 的一个方法在于:在低温净化单元中蒸馏富含 CO₂ 的气流。

[0004] 在这种单元中,需要压缩引入的气体:引入的气体可能是从工艺例如吸附净化工艺或鼓风机工艺中产生的烟道气体。

[0005] 对于处理湿(也就是说包含至少 0.1%的水)的 CO₂ 的应用,推荐使用不锈钢压缩机,因为湿的 CO₂ 的冷凝物形成碳酸——其对于碳钢具有高度腐蚀性。

[0006] 但是,使用不锈钢压缩机导致设备成本高。

[0007] 进一步,文献 FR-A-1412608 教导了一种用于压缩气体的中间冷却的设备,其包含与换热器关联的压缩机和冷却水回路。连续的换热器串联连接至冷却水回路。相似的教导由文献 WO-A-2011/088527, US-A-2011/000227 和 US-A-7269956 给出。

发明内容

[0008] 因此,面临的一个问题是提供一种较低成本的用于供应低温蒸馏塔的设备。

[0009] 本发明的一个解决方式是用于压缩含有至少 0.1 体积%的水的气流的设备,其包含具有 N 个压缩级的压缩机,其中:

[0010] - 每个压缩级包括压缩装置和直接或间接与冷却水回路 C 连接的换热器;和

[0011] - 第一和第二相继或不相继的压缩级的至少第一换热器 IC2 和第二换热器 IC3 串联连接至冷却水回路 C,

[0012] 其特征在于:没有串联连接至冷却水回路的换热器在其冷却水出口包含使得能形成压降的装置。

[0013] 根据情况,本发明的设备可有一个或多个下面的特征:

[0014] - 位于压缩机的供应侧的 n 个第一压缩级的交换器的壳体由含有重量含量少于 11%的铬并且没有不锈钢涂层的钢组成,而且 $n \leq N-1$ 。

[0015] - 位于压缩机的供应侧的 n 个第一压缩级的交换器的壳体由碳钢制成,并且 $n \leq N-1$ 。

[0016] - 第二换热器 IC3 也直接与冷却水回路 C 连接,并且温度调节系统使得能够控制来自第一交换器的冷却水和直接来自冷却水回路 C 的冷却水的混合(例如,附图 4)。

[0017] - 没有串联连接至冷却水回路的换热器在其冷却水出口包含使得能形成压降的装置,该压降对应于由串联的换热器引起的压降。

- [0018] - 位于压缩机的产出侧的最后压缩级的换热器由不锈钢制成；
- [0019] - 在本发明中，优选 $n = N-1$ 。
- [0020] - 使得能形成压降的装置包括孔板或阀，通常具有 1bar 数量级（如果需要或者更多）的压降。
- [0021] - 供应设备向低温蒸馏塔供应气流。
- [0022] 本发明的另一方面是使用根据本发明的压缩设备来压缩包含至少 0.1% 的水和至少 20% CO_2 的气流的方法。
- [0023] 优选地，根据本发明的压缩方法，其特征在于：
- [0024] - 测量冷却回路 C 的冷却温度 T_w ；
- [0025] - T_w 与进入第二换热器 IC3 的气流的露点 T_d 相比较，第二换热器属于位于压缩机的供应侧的 $N-1$ 个压缩级中的一个；
- [0026] 并且，如果冷却回路的水温 T_w 满足 $T_w - T_d < 10^\circ\text{C}$ ；
- [0027] - 所述换热器的冷却水入口与第一换热器 IC2 的冷却水出口连接，第一换热器属于位于压缩机的供应侧的所述 $N-1$ 个压缩级，和 / 或
- [0028] - 位于所述压缩设备外部并且具有温度 $T_s > T_w$ 的水被直接引入冷却水回路 C 或直接引入所述换热器，
- [0029] 使得进入所述交换器的水的温度 T_{exch} 满足 $T_{\text{exch}} - T_d \geq 10^\circ\text{C}$ 。
- [0030] 最好，气流是由 H_2PSA （变压吸附）、 CO_2PSA 、薄膜分离工艺、燃气涡轮机、富氧燃料燃烧工艺、水泥生产工艺、鼓风机、氢生产工艺或炼制工艺产生的流。
- [0031] 本发明所提出的技术方案通过避免湿（也就是说包含至少 0.1% 的水）的 CO_2 在压缩机中冷凝使得能够降低机器的价格，使得能选择更便宜的材料，典型地为碳钢。
- [0032] 根据本发明的设备和方法将通过附图 1-3 更详细地描述。
- [0033] 首先需要注意的是，待被压缩的气流的组成并不是恒定的，并且随着 PSA 或鼓风机的操作阶段而变化，其露点值变化。

附图说明

- [0034] 附图 1 给出了来自处于生产阶段的 PSA 的气流组成的实施例。
- [0035] 附图 2 给出了针对气流的不同温度的露点曲线。

具体实施方式

- [0036] 在换热器中的气体的最低温度被认为等于冷却水的入口温度，对应于冷却水在其中循环的换热器管路的表面温度。换句话说，换热器中的气流的最低温度将能通过冷却水入口温度来控制。
- [0037] 因此，为了避免在热换热器中冷凝的风险，在气流和其露点状态之间将恒定地保持一差额。为了保持该差额，使用本发明的设备。
- [0038] 本发明将以这样的压缩设备为例来详细描述，该压缩设备包括四个压缩级（例如，附图 3），其向低温蒸馏塔供应压缩气流。
- [0039] 第二和第三压缩级的换热器 IC2 和 IC3 串联（附图 3）。第三压缩级的换热器 IC3 将作为本发明的第二交换器，而第二压缩级的换热器 IC2 将作为本发明的第一交换器。

[0040] 换句话说,第三压缩级的交换器由从第二压缩级的交换器产生的热水返流(经在第二压缩级的交换器中加热的冷却水)供应,因此允许在第三压缩级的交换器的露点中有足够差额,并且因此避免冷凝的危险。在交换器的入口和出口之间的水的温差一般为 10°C 。

[0041] 第二和第三压缩级的交换器 IC2 和 IC3 必须设计用于同样的冷却水流。装置(例如孔板或者阀)必须安装在第一压缩级的交换器 IC1 和第四压缩级的冷却器的出口,以形成额外的压降(通常为 1bar),其对应于由通过串联组合第二和第三压缩级的交换器 IC2 和 IC3 引起的压降。

[0042] 可以安装用于测量气流的温度、压力和水含量,以及在第三压缩级的交换器入口处的冷却回路的水温的装置,以计算气流温度和其露点之间的差。

[0043] 其它的装置也可以用于向第三压缩级的交换器供应较高温度的水,例如通过恒温阀的混合冷热水,特别是当观察的差额不够时。

[0044] 需要注意的是,一般位于压缩机的供应侧的第一压缩级的第一交换器或者交换器不需要接收较高温度的水,并且直接与冷却水回路连接。实际上,由于气流处于较低压力,其露点更低,并且因此远离冷却水的名义温度。当气流压力增加时,它的露点接近冷却水,并且为了保持足够的差额,本发明提出在至少两个交换器中至少部分串联地循环冷却水。

[0045] 关于用于压缩头三个压缩级的装置,压缩机的螺旋形外壳由碳钢制成,如用于标准压缩机一样。叶轮由马氏体不锈钢材料制成,如用于标准压缩机一样。选择精确的等级,以符合 API617 标准(用于机械的美国标准)以用于带含氢气体的应用场合。

[0046] 头三个压缩级的交换器最好是壳-管式交换器。它们的壳体如同标准的一样由碳钢制成。管一般由铜基材料制成。由于这种具有闭合的冷却水回路(包含腐蚀抑制剂)和湿气体的应用,管由碳钢制成。对于开放式的或半开放式的冷却水回路,管必须由不锈钢或铜制成以防止水侧的腐蚀。

[0047] 最好地,铝翅片安装在管上,以提高热传递,并且因此减小交换器的尺寸。管板由锻造碳钢制成。为了避免从冷却水侧到处理侧的泄漏(其导致冷凝,然后腐蚀处理侧)的危险,推荐加强管/管板连接部的焊缝。这些焊缝通过氦泄漏实验以基于低泄漏量的可接受的标准来检测。为了降低气体进入交换器的速度,加装了“速度限制器”板。交换器的所有其它气体侧部件由碳钢制成。这些部件可被镀锌。

[0048] 在有冷凝的情况(在例如管断裂的情况)下,在低点安装排水系统。在这些低点的液位检测器使得能够检测到交换器中的液体的存在。在每个交换器的出口处安装水分离器以在有冷凝的情况(在例如管断裂的情况)下阻止任何液滴进入叶轮。不需要自动冷凝物捕集器。当检测到液体时,在排水系统中仅安装有手动阀。在压缩级的进气管中的温度探针使得能够检测到冷凝物并停机。

[0049] 第四压缩级的交换器(冷却器)完全由不锈钢(等级 304L 是好的折衷选择)制成,因为它遭受更多的冷凝。水分离器和自动冷凝物捕集装置使得能从气体中移除冷凝的水(具有高含量的碳酸)。这些装置必须适合于碳酸。

[0050] 本发明的另一个主题是根据本发明的用于起动压缩设备的方法,其中:

[0051] - 在高于待被压缩的气流的露点 T_d 的温度 T_g 下的干燥气体在具有 N 个压缩级的压缩机中压缩,直到位于压缩机的供应侧的与气流接触的 n 个第一压缩装置和 n 个第一交换器的表面温度并且来自冷却水回路 C 的水的温度高于待被压缩的气流的露点 T_d , $n \leq N-1$ 。

[0052] 干燥气体由所述待被压缩的气流替代。

[0053] 优选地,所述气流包含至少 0.1%的水和至少 20% CO₂,并且干燥气体是氮或二氧化碳。

[0054] 这种起动过程使得能够加热压缩机的与气流接触的部件(螺旋形壳体、管、交换器等),以避免二氧化碳冷凝并且因此避免腐蚀这些部件。

[0055] 在冬天,冷却水可能太冷,并且可能引起在换热器中发生冷凝。氮起动阶段也使得能够将冷却水的温度加热到足够水平。冷却水的温度被监测,并且满足用工艺气体替换氮所必须的条件和用于控制和优化水系统(冷却系统风扇的运行/停止)的冷却容量的条件。当相对于工艺气体中的水含量而言水太冷时,降低冷却风扇的冷却水的功率。

[0056] 最后,本发明的另一个主题是根据本发明的用于停止供应设备的方法,其中压缩机用干燥气体冲刷和吹扫。

组成		
CO ₂	摩尔%	45.77
N ₂	摩尔%	1.06
CO	摩尔%	13.28
H ₂	摩尔%	22.53
H ₂ O	摩尔%	0.37
CH ₃ OH	摩尔%	0.20
CH ₄	摩尔%	16.78
NH ₃	ppmv	9.4
C ₂ H ₆	ppmv	52.7
C ₂ H ₄	ppmv	2.6
C ₃ H ₈	ppmv	6.7
C ₃ H ₆	ppmv	3.4
C ₅ H ₆	ppmv	1.5
Hg	μg/Nm ³	1.2
颗粒 (<10μm)	μg/Nm ³	130

图 1

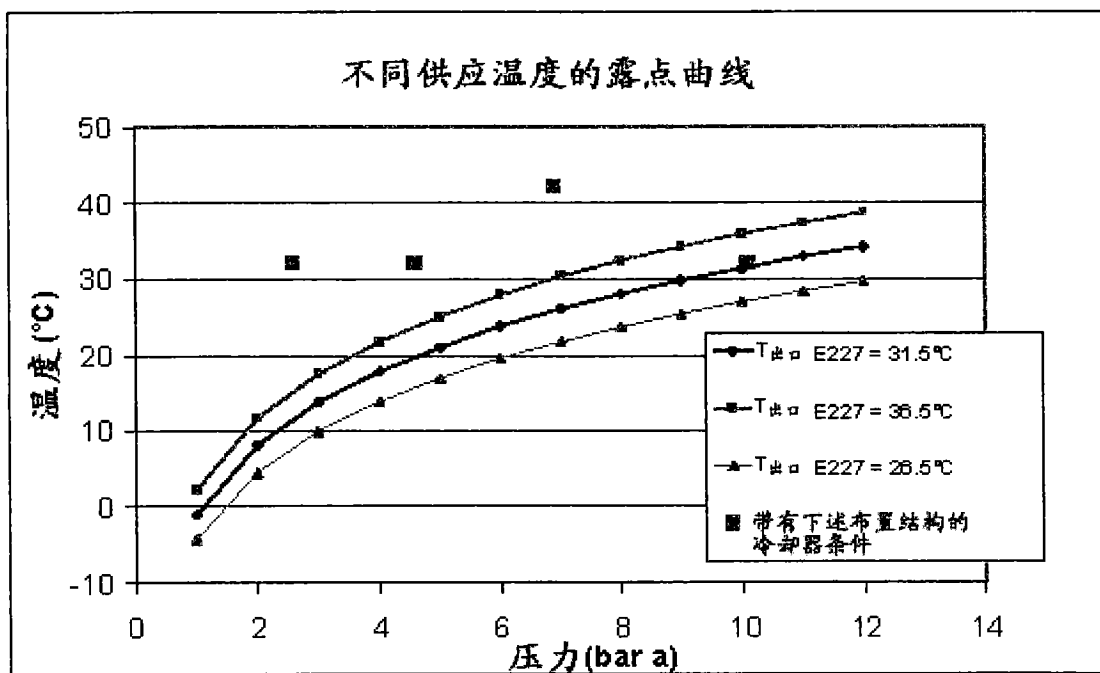


图 2

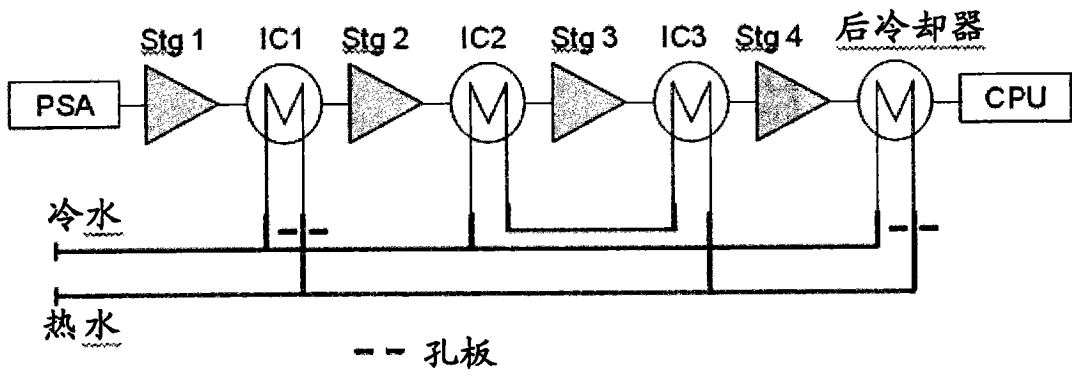


图 3

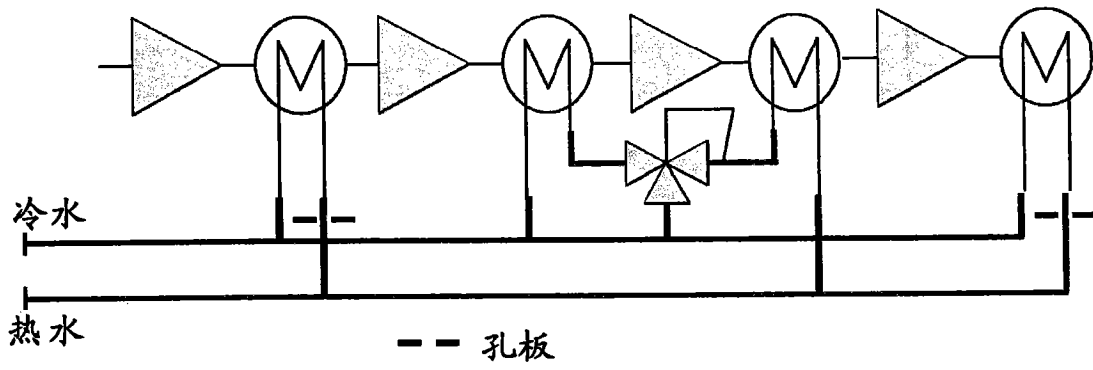


图 4