



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106457131 B

(45)授权公告日 2019.05.21

(21)申请号 201580024229.1

(22)申请日 2015.05.04

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106457131 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(30)优先权数据
2014/0343 2014.05.09 BE
2014/0348 2014.05.09 BE
2014/0344 2014.05.09 BE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.11.09

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/BE2015/000019 2015.05.04

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/168755 EN 2015.11.12

(73)专利权人 阿特拉斯·科普柯空气动力股份
有限公司
地址 比利时维尔赖克

(72)发明人 J·H·R·德赫尔特
F·C·A·巴尔图斯 M·库伊曼
F·J·E·鲁兰茨

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038
代理人 王其文

(51)Int.Cl.
B01D 53/26(2006.01)
F25B 49/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 1307499 A,2001.08.08,
CN 1298085 A,2001.06.06,
CN 1344577 A,2002.04.17,
CN 1840994 A,2006.10.04,
US 5236474 A,1993.08.17,
US 5403569 A,1995.04.04,
US 2010251887 A1,2010.10.07,
US 6516622 B1,2003.02.11,

审查员 徐汝隆

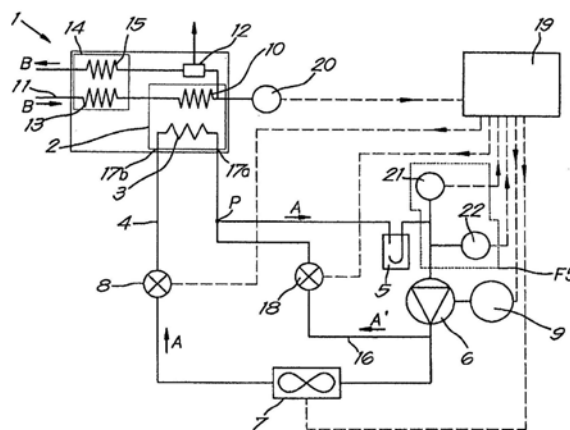
权利要求书4页 说明书11页 附图4页

(54)发明名称

使气体冷却干燥的方法和装置

(57)摘要

一种使气体冷却干燥的方法,其中,冷却干燥器的特征在于各曲线,所述曲线示出了随最低气体温度(LAT_{set})而变的相对于负载(C)的蒸发器温度(T_{evaporator})或蒸发器压力(p_{evaporator})的设定值,其中,该方法包括以下步骤:-确定随将气体冷却到LAT_{set}所需的负载(C)而变的曲线和T_{set}或p_{set};-控制冷却剂从压缩机(6)到膨胀设备(8)下游和压缩机(6)上游的注入点(P)的供应,以便使蒸发器温度(T_{evaporator})或蒸发器压力(P_{evaporator})等于T_{set}或p_{set}。



1. 一种用于使气体冷却干燥的方法,其中,所述气体中的水蒸汽通过将所述气体引导通过换热器(2)的次级部分(10)来冷凝,所述换热器的初级部分形成闭合冷却回路(4)的蒸发器(3),冷却剂能够借助于压缩机(6)在所述闭合冷却回路中循环,所述压缩机安装在所述蒸发器(3)下游的冷却回路(4)中,且所述压缩机后面有冷凝器(7)和膨胀设备(8),冷却剂能够循环通过所述冷凝器和膨胀设备,其中,冷却干燥器的特征在于一系列曲线,所述曲线示出了随所期望的最低气体温度(LAT_{set})而变的针对所述冷却回路(4)的某一负载(C)的蒸发器温度(T_{evaporator})或蒸发器压力(P_{evaporator})的设定值,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

-确定所述蒸发器温度(T_{evaporator})和/或所述蒸发器压力(P_{evaporator});

-确定所述冷却回路(4)的负载(C);

-确定随所述某一负载(C)而变的相应曲线,并且针对所述曲线确定能将待干燥的所述气体冷却到期望的最低气体温度(LAT_{set})所需的蒸发器温度的设定值(T_{set})或蒸发器压力的设定值(p_{set});

-对冷却剂从所述压缩机(6)的出口到在所述膨胀设备(8)下游和所述压缩机(6)上游的冷却回路(4)中的注入点(P,Q)的供应进行控制,以使所述蒸发器温度(T_{evaporator})或蒸发器压力(P_{evaporator})等于或实际上等于所述蒸发器温度的设定值(T_{set})或蒸发器压力的设定值(p_{set})。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,为了冷却剂的供应而利用将所述压缩机(6)的出口连接到所述注入点(P,Q)的旁通管(16),其中,所述旁通管(16)设置有电子热气旁通阀(18),所述电子热气旁通阀基于所述蒸发器温度(T_{evaporator})与所述蒸发器温度的设定值(T_{set})之间的差或蒸发器压力(P_{evaporator})与所述蒸发器压力的设定值(p_{set})之间的差来进行控制。

3. 如前述权利要求中的任意一项所述的方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:确定待干燥的所述气体的最低气体温度(LAT),并且为了确定所述负载(C)而利用特性曲线,每条所述特性曲线示出了在某一负载的情况下所述最低气体温度(LAT)与所述蒸发器温度(T_{evaporator})或蒸发器压力(P_{evaporator})之间的关系。

4. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,当待干燥的所述气体的最低气体温度(LAT)大于预设值(A)时,示出了随所述蒸发器温度(T_{evaporator})或所述蒸发器压力(P_{evaporator})的设定值而变的针对所述冷却回路(4)的某一负载所期望的最低气体温度(LAT_{set})的所述曲线由下式确定:

$$T_{set} = \text{Max}(B, (LAT_{set} - A) / S + B + C);$$

式中B和S是由液体冷却剂确定的参数。

5. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,当待干燥的所述气体的最低气体温度(LAT)小于预设值(A)时,示出了随所述蒸发器温度(T_{evaporator})或所述蒸发器压力(P_{evaporator})的设定值而变的针对所述冷却回路(4)的某一负载所期望的最低气体温度(LAT_{set})的所述曲线由下式确定:

$$T_{set} = (LAT - A) / S + B + \text{maximum}(0, C);$$

式中B和S是由液体冷却剂确定的参数。

6. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述蒸发器温度的设定值(T_{set})或蒸发器

压力的设定值 (p_{set}) 不被选择为低于预设值。

7. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述负载 (C) 根据预设时间间隔周期性地确定。

8. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,所述注入点 (P,Q) 位于所述蒸发器 (3) 的出口 (17a) 的上游。

9. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,所述注入点 (P,Q) 位于所述蒸发器 (3) 的入口 (17b) 的上游。

10. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述膨胀设备 (8) 由可调节的电子膨胀阀形成。

11. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,待干燥的所述气体来自压缩机。

12. 一种用于使气体冷却干燥的装置,其中,所述气体中的水蒸汽通过冷却所述气体而冷凝,其中,所述装置 (1) 设置有换热器 (2),所述换热器具有次级部分 (10),待干燥的所述气体被引导通过所述次级部分以便冷却所述气体,所述换热器还具有初级部分,所述初级部分形成闭合冷却回路 (4) 的蒸发器 (3),冷却剂能够借助于所述蒸发器 (3) 下游的压缩机 (6) 在所述闭合冷却回路中循环,其中,在所述压缩机 (6) 与所述蒸发器 (3) 之间顺流而下,所述冷却回路 (4) 依次包括冷凝器 (7) 和膨胀设备 (8),所述冷却剂能够循环通过所述冷凝器和膨胀设备,其特征在於:

-提供设备 (21、22) 以确定蒸发器温度 ($T_{evaporator}$) 和/或所述蒸发器压力 ($P_{evaporator}$),其中,所述设备 (21、22) 连接至用于控制所述膨胀设备 (8) 的控制单元 (19),

-所述控制单元 (19) 构造成储存一系列特性曲线,所述特性曲线示出了随所期望的最低气体温度 (LAT_{set}) 而变的针对所述冷却回路 (4) 的某一负载 (C) 的蒸发器温度 ($T_{evaporator}$) 或蒸发器压力 ($P_{evaporator}$) 的设定值,

-所述控制单元 (19) 还构造成确定随所述某一负载 (C) 而变的相应曲线,并且针对所述曲线确定能将待干燥的所述气体冷却到期望的最低气体温度 (LAT_{set}) 所需的蒸发器温度的设定值 (T_{set}) 或蒸发器压力的设定值 (p_{set}),和

-所述装置 (1) 还设置有旁通管 (16),所述旁通管将压缩机 (6) 的出口连接至在所述膨胀设备 (8) 的下游和所述压缩机 (6) 的上游的冷却回路 (4) 中的注入点 (P,Q),以便使所述蒸发器温度 ($T_{evaporator}$) 或蒸发器压力 ($P_{evaporator}$) 等于或实际上等于所述蒸发器温度的设定值 (T_{set}) 或蒸发器压力的设定值 (p_{set}),其中,电子热气旁通阀 (18) 设置在所述旁通管 (16) 中,所述电子热气旁通阀能够无级调节或者能够通过数个档位调节。

13. 如权利要求12所述的装置,其特征在于,所述注入点 (P,Q) 位于所述蒸发器 (3) 的出口 (17a) 的上游。

14. 如权利要求13所述的装置,其特征在于,所述注入点 (P,Q) 位于所述蒸发器 (3) 的入口 (17b) 的上游。

15. 如前述权利要求12至14中的任意一项所述的装置,其特征在于,所述控制单元 (19) 根据从设备 (20、21、22) 接收的信号来控制所述电子热气旁通阀 (18),以确定所述气体和/或所述冷却剂的温度和/或压力。

16. 如权利要求15所述的装置,其特征在于,所述设备 (20、21、22) 至少包括用于确定所述换热器 (2) 的次级部分 (10) 中的气体的“最低气体温度” (LAT) 或露点的设备 (20),和/或

至少包括用于确定所述蒸发器 (3) 中的冷却剂的温度或压力的设备 (21、22)。

17. 如前述权利要求12至14中的任意一项所述的装置,其特征在于,所述膨胀设备 (8) 由可调节的电子膨胀阀形成。

18. 如前述权利要求12至14中的任意一项所述的装置,其特征在于,所述装置被应用于如前述权利要求1或2所述的方法中。

19. 一种用于使气体冷却干燥的方法,其中,利用了如前述权利要求12至14中的任意一项所述的装置 (1),其中,所述方法包括以下步骤:

-驱动所述压缩机 (6);

-确定所述换热器 (2) 的次级部分 (10) 中的气体的最低气体温度 (LAT) 或露点和/或确定所述蒸发器 (3) 中的冷却剂的温度或压力;

-基于所述确定,调节所述电子热气旁通阀 (18),所述电子热气旁通阀能够无级调节或者能够通过数个档位调节,用于将适宜量的冷却剂从所述压缩机 (6) 的出口注入在所述膨胀设备 (8) 与所述压缩机 (6) 之间的冷却回路 (4) 中的注入点 (P,Q),使得所述最低气体温度 (LAT) 不低于特定的预设值。

20. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

-测量所述蒸发器温度 ($T_{\text{evaporator}}$);

-基于所测蒸发器温度 ($T_{\text{evaporator}}$) 对所述膨胀设备 (8) 进行控制;

其中,所述蒸发器温度 ($T_{\text{evaporator}}$) 直接在所述冷却剂流中测量。

21. 如权利要求20所述的方法,其特征在于,除所述蒸发器温度 ($T_{\text{evaporator}}$) 以外,还测量所述蒸发器压力 ($P_{\text{evaporator}}$),并且基于所述蒸发器温度 ($T_{\text{evaporator}}$) 和所述蒸发器压力 ($P_{\text{evaporator}}$) 来控制所述膨胀设备 (8),其中,所述蒸发器温度 ($T_{\text{evaporator}}$) 和所述蒸发器压力 ($P_{\text{evaporator}}$) 在所述冷却回路 (4) 中的相同位置处进行测量。

22. 如权利要求20所述的方法,其特征在于,控制所述膨胀设备 (8) 以在所述压缩机 (6) 的输入处获得期望的冷却剂过热。

23. 如权利要求22所述的方法,其特征在于,所述膨胀设备 (8) 由电子膨胀阀形成,所述电子膨胀阀根据所测蒸发器温度 ($T_{\text{evaporator}}$) 和蒸发器压力 ($P_{\text{evaporator}}$) 来进行控制,以便获得期望的过热。

24. 如权利要求22所述的方法,其特征在于,在控制单元 (19) 中设定期望的过热,所述期望的过热被设定为尽可能低以实现过热,其中,所述冷却剂过热小于 15°C 。

25. 如前述权利要求12至14中的任意一项所述的装置,其特征在于,用以测量所述蒸发器温度 ($T_{\text{evaporator}}$) 的设备 (21) 的至少测量部分 (25) 直接固定在冷却剂流中。

26. 如权利要求25所述的装置,其特征在于,确定所述蒸发器压力 ($P_{\text{evaporator}}$) 的设备 (22) 与用以测量所述蒸发器温度 ($T_{\text{evaporator}}$) 的设备 (21) 在所述冷却回路 (4) 中处于相同的位置,其中,确定蒸发器压力 ($P_{\text{evaporator}}$) 的设备 (22) 连接到用于基于所测的蒸发器温度 ($T_{\text{evaporator}}$) 和蒸发器压力 ($P_{\text{evaporator}}$) 来控制所述膨胀设备 (8) 的控制单元 (19) 上。

27. 如权利要求25所述的装置,其特征在于,所述控制单元 (19) 使得所述膨胀设备 (8) 被控制,以在所述压缩机 (6) 的输入处获得期望的冷却剂过热。

28. 如权利要求27所述的装置,其特征在于,所述膨胀设备 (8) 由电子膨胀阀形成,其中,所述控制单元 (19) 使所述电子膨胀阀根据所测的蒸发器温度 ($T_{\text{evaporator}}$) 和蒸发器压力

(Pevaporator) 来进行控制,以获得期望的过热。

29. 如权利要求27所述的装置,其特征在于,所述控制单元(19)设定期望的过热以实现最低可能过热,其中,所述冷却剂过热小于15℃。

使气体冷却干燥的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于使气体冷却干燥的方法和装置。

[0002] 更具体地,本发明旨在用于使气体冷却干燥,其中,气体中的水蒸汽通过将气体引导通过换热器的次级部分来冷凝,换热器的初级部分形成闭合冷却回路的蒸发器,冷却剂可借助压缩机在该闭合冷却回路中循环,压缩机安装在蒸发器之后的冷却回路中,且压缩机后面有冷凝器和膨胀设备,冷却剂可通过所述冷凝器和碰撞装置循环。

背景技术

[0003] 众所周知,冷却干燥基于以下原理:通过降低气体温度,气体中的水分冷凝,然后凝结水在液体分离器中分离,然后气体再次被加热,使得此气体不再饱和。

[0004] 公知的是在大多数情况下,由例如压缩机供应的压缩空气处于水蒸汽饱和状态,换言之,其具有100%的相对湿度。这意味着万一温度下降到“露点”以下就发生凝结。由于冷凝水的腐蚀发生在将压缩空气从压缩机抽出的工具和管道中,设备可能出现过早磨损。

[0005] 因此有必要使此压缩空气干燥,这可通过冷却干燥以上述方式进行。除压缩空气以外的空气或其它气体也可用此法干燥。

[0006] 当使压缩空气干燥时,换热器中的空气不能过度冷却,否则凝结水可能冻结。通常,干燥的压缩空气具有这样的温度,其等于零上二到三度或比环境温度低20°C。为此,蒸发器中的冷却剂温度保持在15°C与-5°C之间。

[0007] 为了防止凝结水冻结,如公知的那样,根据所测得的最低气体温度LAT来控制压缩机速度。LAT是被引导通过上述换热器的次级部分的待干燥气体的最低发生温度。

[0008] 如果例如由于气体流量减小而使LAT降低且凝结水有冻结的危险,则压缩机速度被降低,以使LAT再次增加。

[0009] 如果例如由于气体流量增加而使LAT增加,则压缩机速度被提高,使得蒸发器温度下降并且LAT也将下降。

[0010] 基于LAT的控制的缺点在于:蒸发器温度可能变得太低,使得冻结可能发生在蒸发器中。

[0011] 基于蒸发器压力(换言之,蒸发器中的压力)来控制也是公知的。在这种情况下,压缩机速度被控制为使得蒸发器压力保持在一定的限度之间。

[0012] 上述控制的缺点是,万一冷却回路负载低下,或者例如在供气流量低下时,凝结水可能冻结。

[0013] 通过控制压缩机的速度来控制的另一个缺点是,总是必须使用其速度可调的压缩机。

[0014] 此外,这种压缩机的速度必须始终保持在某些限度内,使得在某些情况下不能防止冷凝水的冻结。

[0015] 为了确保例如在冷却干燥器的可变负载的情况下换热器中的空气不会冷却过度,另一种已知的方法由以下所述组成:通过为该装置提供至少一个跨过该压缩机的旁通管来

保持冷却剂温度受控。上述旁通管中的机械控制阀使一定量的冷却剂必要时能以热气体的形式从冷却回路中分出,然后被驱动通过跨过压缩机的上述旁通管。这样,该装置的冷却能力可能被降低并且可能防止凝结水在换热器中冻结或冷却剂的温度下降得太大。

[0016] 机械控制阀由此由控制单元控制,该控制单元以公知的方式连接到一个或多个传感器,凭借这些传感器来确定LAT。

[0017] 当上述传感器记录到可能发生凝结水的冻结的最低气体温度(LAT)时,控制单元将信号发送到机械控制阀,以便开启机械控制阀。这样,一定量的冷却剂经由上述旁通管被引导跨过压缩机,使冷却回路的冷却能力降低。

[0018] 如果最低气体温度(LAT)高于零上二到三度,则机械控制阀关闭,使冷却回路的全部容量用来充分冷却待干燥的气体。

[0019] 但是,这种公知的安装法也存在缺点,即机械控制阀只可设置为全开或全闭的状态。

[0020] 因此,冷却剂的供应以及因此冷却能力的降低无法被调节适应当时的具体情况或该时刻的负载。

[0021] 此法的缺点在于,有可能的是,冷却剂温度增加过多,使冷却能力降低过多,并使机械控制阀重复地开启和关闭。

[0022] 此外,由于使用机械控制阀,冷却剂的温度出现大幅波动,致使露点或最低气体温度出现波动。

[0023] 在用于冷却干燥的公知方法中,上述膨胀设备基于蒸发器压力和蒸发器温度的测量值来控制。

[0024] 如公知的那样,膨胀设备的功能由以下所述组成:膨胀刚刚够用的冷却剂,使得冷却剂总是以期望的过热度进入冷却压缩机。

[0025] 由于这种过热,存在的液体冷却剂可在被引导到冷却压缩机之前被蒸发,以便为冷却压缩机提供最佳保护,以抵抗液体冷却剂。

[0026] 冷却剂的过热可基于蒸发器压力和蒸发器温度的测量值来确定,并且能够确定膨胀阀是否必须或多或少地开启,以便能控制冷却剂的过热。

[0027] 为了对过热进行精确的计算,两个测量必须在完全相同的位置进行。这样,冷却回路中的压力损失和/或冷却回路的弯道对压力测量值没有影响。

[0028] 蒸发器温度以公知的方式在冷却回路的外部测量。

[0029] 因此,这种公知的安装方式存在以下缺点:测量非常缓慢,跟不上蒸发器温度的可能变化。

[0030] 这具有以下缺点:对过热的计算也缓慢且不准确,因为无法立即检测到过热的变化。因此,膨胀阀的控制不良且不够快,难以控制冷却剂的过热。

发明内容

[0031] 本发明的目的是为上述缺点和其他缺点中的至少一个提供解决方案。

[0032] 本发明的目的在于一种使气体冷却干燥的方法,其中,气体中的水蒸汽通过将该气体引导通过换热器的次级部分来冷凝,换热器的初级部分形成闭合冷却回路的蒸发器,冷却剂可借助压缩机在该闭合冷却回路中循环,压缩机设置在蒸发器下游的冷却回路中,

且压缩机后面有冷凝器和膨胀设备,冷却剂可循环通过所述冷凝器和膨胀设备,其中,冷却干燥器的特征在于一系列曲线,所述曲线示出了随期望的最低气体温度 (LAT_{set}) 而变的针对冷却回路的某一负载的蒸发器温度或蒸发器压力的设定值,其中,该方法包括以下步骤:

[0033] -确定蒸发器温度和/或蒸发器压力;

[0034] -确定冷却回路的负载;

[0035] -确定随某一负载而变的相应曲线,并针对该曲线确定能将待干燥的气体冷却到期望的最低气体温度 (LAT_{set}) 所需的蒸发器温度的设定值或蒸发器压力的设定值;

[0036] -对冷却剂从所述压缩机的出口到在所述膨胀设备下游和所述压缩机上游的冷却回路中的注入点的供应进行控制,以使所述蒸发器温度或蒸发器压力等于或实际上等于所述蒸发器温度的设定值或蒸发器压力的设定值。

[0037] 在本发明的方法中,确定蒸发器温度或蒸发器压力的设定值,该设定值是将所供气体冷却到期望的最低气体温度 (LAT_{set}) 所需的。

[0038] 当负载因所供气体中的参数(如流量、湿度、压力或温度)的变化而变化时,将气体冷却到期望的最低气体温度 (LAT_{set}) 所需的蒸发器温度或蒸发器压力的设定值也改变。

[0039] 通过将电子热气旁通阀开启或关闭得更多,蒸发器温度或蒸发器压力可分别增大或减小,以确保达到蒸发器温度或蒸发器压力的设定值。

[0040] 以上所述还意味着,没有任何能量被不必要地消耗,因为蒸发器温度或蒸发器压力保持时间不长于绝对必要值。

[0041] 显然,对于期望的最低气体温度 (LAT_{set}) 来说,当冷却回路更少地加载或待干燥气体的流量减小时,蒸发器温度或蒸发器压力的设定值增加。这样,根据本发明的方法利用最少的能量将一定的气流冷却到期望的最低气体温度 (LAT_{set})。另一个优点是,使用电子热气旁通阀将冷却剂供到注入点可在最小值与最大值之间无级调节,最小值对应于无冷却剂供应,最大值对应于所有或几乎所有从压缩机出口引导到注入点的冷却剂。

[0042] 这具有以下优点:蒸发器温度或蒸发器压力可在大范围内调节,使得不管冷却回路的负载如何,待干燥的气体总是被冷却到期望的最低气体温度 (LAT_{set}),以致凝结水的冻结无法发生。

[0043] 由于蒸发器温度与蒸发器压力之间存在明确的关联,所以二者之一的测量足以与所测的最低气体温度 (LAT) 结合起来确定负载。

[0044] 显然,本发明的方法的步骤可由控制单元或“控制器”执行。

[0045] 优选地,该方法包括确定待干燥气体的最低气体温度 (LAT) 的步骤,并且为了确定负载而利用特性曲线,每条所述特性曲线示出了在某一负载的情况下所述最低气体温度 (LAT) 与所述蒸发器温度或蒸发器压力之间的关系。

[0046] 这具有以下优点:冷却回路的负载的水平仅基于两个测量值(亦即最低气体温度 (LAT) 和蒸发器温度或蒸发器压力)来确定。无需外部数据(如流量、温度、压力、相对湿度、自由水等)亦能按负载调节冷却回路。

[0047] 这种方法具有以下优点:例如,通过事先在控制器中输入这些曲线能够容易地实施该方法。

[0048] 优选地,蒸发器温度或蒸发器压力的设定值不被选择为低于预设值。

[0049] 其优点是在任何情况下冻结都无法发生在蒸发器中。有可能的是,此预设值取决

于冷却回路的负载。

[0050] 优选地,该方法包括以下步骤:

[0051] -测量蒸发器温度;

[0052] -基于所测蒸发器温度对膨胀设备进行控制;

[0053] 其特征在于,蒸发器温度直接在冷却剂流中测量。

[0054] 优点是此测量是精确的,并且也没有延迟。

[0055] 这具有额外的优点,即过热的变化可立即被检测到,使膨胀阀快速、准确地调整。

[0056] 其结果是,期望的过热(亦即冷却剂将受控的过热度)可选得更低。

[0057] 优选地,在相对于冷却剂的饱和点具有有限的安全裕度的情况下,期望的过热保持为尽可能低。

[0058] 这意味着压缩机具有较低的出口温度,使冷却系统更为有效,而能量可得到节省。

[0059] 本发明还涉及一种用于使气体冷却干燥的装置,其中,气体中的水蒸汽通过冷却该气体而冷凝,其中,此装置设置有换热器,所述换热器具有次级部分,待干燥的气体被引导通过该次级部分以冷却该气体,并其所述换热器具有初级部分,所述初级部分形成闭合冷却回路的蒸发器,冷却剂可借助于蒸发器下游的压缩机在该闭合冷却回路中循环,其中,在压缩机与蒸发器之间顺流而下,冷却回路依次包括冷凝器和膨胀设备,冷却剂可循环通过所述冷凝器和膨胀设备,其中,该装置设置有旁通管,该旁通管将压缩机出口连接到在膨胀设备与压缩机之间的冷却回路中的注入点,其中,电子热气旁通阀设置在此旁通管中,所述电子热气旁通阀可无级地调节或通过数个档位来调节。

[0060] 一个优点是,电子热气旁通阀可或多或少地开启。因此,通过旁通管注入的冷却剂的量可基于最低气体温度(LAT)、例如冷却干燥器的负载或冷却剂的温度来调节。

[0061] 这具有额外的优点,即该装置更稳定,气体和冷却剂的温度出现大幅波动的情况减少。

[0062] 另一个优点是,电子热气旁通阀使冷却剂能在换热器出口上游再次注入冷却回路。

[0063] 这具有以下优点:由压缩机所供的冷却剂流体被完全驱动通过换热器,使得回流到冷却压缩机的油始终得到保证。

[0064] 结果,在部分负载期间换热器的控制更为稳定,因为可变的液体与气体冷却剂的混合物可代替单纯液体冷却剂的液流来使用。

[0065] 此外,在换热器之中或之前注入的热气体将具有更多的时间来蒸发和加热该液体冷却剂,直到换热器之后的过热测量得到执行,这样此测量更为稳定且更为准确。

[0066] 优选地,膨胀设备由可调节的电子膨胀阀形成。

[0067] 在这里,“可调节”意味着膨胀阀可在最小与最大状态之间通过不同步骤来调节,或者可在上述最小与最大状态之间无级调节。

[0068] 这具有以下优点:液体冷却剂朝蒸发器的膨胀可根据例如负载给得非常精确,从而获得更稳定的装置。例如,电子膨胀阀可基于上述过热测量等来控制。

[0069] 此外,电子膨胀阀的控制范围大于传统的机械变型,使得该装置可在范围更大的条件下使用。

[0070] 优选地,提供了一种用以确定蒸发器温度的装置,其中,上述装置连接到用于控制

膨胀设备的控制单元,其特征在于,用于测量蒸发器温度的设备的至少测量部分直接固定在冷却剂的流体中。

[0071] 这具有下述优点:此测量是准确的,而且没有延迟。

[0072] 本发明还涉及一种用于使气体冷却干燥的方法,其中,可利用根据本发明的装置,并且其中,该方法包括以下步骤:

[0073] -驱动该压缩机;

[0074] -确定在换热器的次级部分中的气体的最低气体温度(LAT)或露点和/或确定蒸发器中的冷却剂的温度或压力;

[0075] -调节电子热气旁通阀,所述电子热气旁通阀可无级调节或者可通过数个档位来调节,基于该确定,用于将适宜量的冷却剂从压缩机出口注入到在膨胀设备与压缩机之间的冷却回路中的注入点,使得最低气体温度(LAT)不低于某个预设值。

[0076] 上述方法的优点类似于与根据本发明的装置相关的优点。

附图说明

[0077] 为了更好地示出本发明的特征,下面参照附图、以不具有任何限制性的示例方式来描述根据本发明的使气体冷却干燥的方法的几个优选应用,附图中:

[0078] 图1示意性地示出了根据本发明的用于使气体冷却干燥的装置,能够使用该装置来应用根据本发明的方法;

[0079] 图2示出了为将待干燥的气体冷却到期望的最低气体温度(LAT_{set})而用根据本发明的方法计算的蒸发器温度的设定值;

[0080] 图3和图4示出了图1的装置的替代实施例;

[0081] 图5以放大比例示意性地示出了图1中由F5标示的部分;

[0082] 图6示意性地示出了冷却剂的T-s图。

具体实施方式

[0083] 图1所示的用于冷却干燥的装置主要由换热器2组成,换热器2的初级部分形成闭合冷却回路4的蒸发器3,第一液体分离器5、压缩机6、冷凝器7和膨胀设备8也接连地布置于闭合冷却回路4中。

[0084] 在这种情况下,压缩机6由马达9驱动,并用于使冷却剂如箭头A所示通过冷却回路4来循环。压缩机6可以例如为容积式压缩机,而马达9举例是电动马达。

[0085] 冷却剂可以是R404a,但是本发明当然不限于此。

[0086] 在这种情况下,膨胀设备8由(但并不是必须地)可调节的电子膨胀阀形成。在这种情况下,膨胀阀8可在最小状态与最大状态之间无级地调节。

[0087] 换热器2的次级部分10形成用于待干燥的湿空气的管11的一部分,所述湿空气的流动方向由箭头B标示。此管11的入口可例如连接到压缩机的出口,其用于供应起源于压缩机的待干燥的压缩空气或待干燥的另一种气体。

[0088] 在换热器2的次级部分10之后,更具体地在其输出部处,第二液体分离器12安装在管11中。

[0089] 在这种情况下,此管11的部分13在其到达换热器2的次级部分10之前延伸通过预

冷却器或回收换热器14。在次级部分10之后,此管11的部分15也延伸通过此回收换热器14,具有与上述部分13相反的流动方向。

[0090] 上述管11的输出部可以连接到例如压缩空气网络(图中未示出)上,压缩空气消耗器(如由压缩空气驱动的工具)连接到所述压缩空气网络上。

[0091] 在这种情况下,压缩机6被一个旁通管16旁通,旁通管16将压缩机6的出口连接到注入点P,在这种情况下,注入点P在蒸发器3的出口17a的下游。

[0092] 旁通管16构造有电子热气旁通阀18,用于从冷却回路4分出冷却剂。

[0093] 在这种情况下,电子热气旁通阀18可在最小或关闭状态与该旁通阀其中而完全开启的最大状态之间无级地调节。

[0094] 电子热气旁通阀18连接到控制单元19,在这种情况下,数个设备20、21和22也连接到控制单元19,以便确定气体和/或冷却剂的温度和/或压力。

[0095] 第一设备20位于换热器2的次级部分10中,以确定最低气体温度(LAT)。

[0096] 第二设备21和第三设备22安装在蒸发器3之后,分别用于确定蒸发器3中的冷却剂的蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 和蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$ 。

[0097] 显然,鉴于蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 与蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$ 之间的明确关联,没必要同时设置设备21和22二者。

[0098] 还显然的是,没必要同时设置所有的设备20、21和22,并且这些设备能够以不同的方式实施。

[0099] 控制单元19还连接到冷凝器7、膨胀阀8和马达9,用于对它们进行控制。

[0100] 借助于如图1所示的装置1的冷却干燥方法非常简单,并且如下所述。

[0101] 待干燥的空气如箭头B所示被携带通过管道11、从而通过换热器2的次级部分10。

[0102] 在此换热器2中,湿空气在流过换热器2的初级部分(或者因此流过冷却回路4的蒸发器3)的冷却剂的影响下被冷却。

[0103] 结果形成了凝结水,凝结水在第二液体分离器12中分离。

[0104] 在此第二液体分离器12之后包含较少水分(绝对量)、但仍具有100%的相对湿度的冷空气在新供给的待干燥空气的影响下在回收换热器14中被加热,使得相对湿度优选地落到50%以下,而待干燥的新空气在被输送到换热器2之前已在回收换热器14中被部分地冷却。

[0105] 因此,在回收换热器14的输出部处的空气比在换热器2的输入部处的空气干燥。

[0106] 为了能够冷却在换热器的次级部分10中的待冷却的湿空气,冷却剂沿箭头A的方向被引导通过冷却回路的蒸发器3、或者换热器2的初级部分。

[0107] 从蒸发器3出来的热的冷却剂处于气相,并将由压缩机6升到更高的压力,然后在冷凝器7中冷却并冷凝。

[0108] 然后,冷的液态冷却剂在被驱动到蒸发器3以便在那里冷却待干燥的空气之前将由膨胀阀8膨胀并进一步冷却。

[0109] 在传热的影响下,冷却剂将在蒸发器3中加热,蒸发并再次被引导到压缩机6。

[0110] 任何在蒸发器3之后仍然存在的液体冷却剂将由第一液体分离器5滞留。

[0111] 为了防止凝结水的冻结,所供压缩空气在换热器2中不被冷却到2至3°C以下。

[0112] 根据本发明的方法用下法将所供压缩空气冷却到期望的最低气体温度 LAT_{set} : 确

定蒸发器温度的设定值 T_{set} 或蒸发器压力的设定值 p_{set} ,并控制电子热气旁通阀,使蒸发器温度 $T_{evaporator}$ 或蒸发器压力 $P_{evaporator}$ 等于或实际上等于上述设定值 T_{set} 或 p_{set} 。

[0113] 这通过在第一步骤中确定冷却回路4的负载C来进行。

[0114] 在这种情况下,负载C由控制单元19确定,数个特性曲线存储在控制单元19中,每个特性曲线给出在某一负载C处的最低气体温度LAT和(在这种情况下)蒸发器温度 $T_{evaporator}$ 之间的关联。

[0115] 这样的特性曲线可通过实验确定。示出该关联的可能的但非限制性的公式例如可以是:

$$[0116] \quad T_{20} = (LAT - A) / S + B + C;$$

[0117] 式中,B和S是由冷却剂确定的参数,A是预设值。

[0118] 由来自设备20和设备21的信号,控制单元可确定装置1处于哪个特性曲线中,并因此确定该负载C。

[0119] 一系列曲线也存储在控制单元19中,它们针对冷却回路4的某一负载C将蒸发器温度 $T_{evaporator}$ 的设定值示出为期望的最低气体温度 LAT_{set} 的函数。

[0120] 图2示出了数个作为非穷举示例的这类曲线。

[0121] 顶部曲线 C_{min} 对应于冷却回路4的最低可能负载C,底部曲线 C_{max} 在负载C为最大值时使用。

[0122] 顶部曲线 C_{min} 与底部曲线 C_{max} 之间的曲线 C' 计算用于负载C,其在冷却回路4的最小与最大负载C之间变化。

[0123] 基于所确定的负载C和所测的最低气体温度LAT和蒸发器温度 $T_{evaporator}$,设备20或21可分别确定该装置当时在哪个曲线上和在曲线上的什么设定值处。在图2的示例中,装置1位于曲线 C' 的点X处。

[0124] 当控制单元18已确定当时的适用曲线 C' 时,控制单元19将基于所指定的期望的最低气体温度 LAT_{set} 确定蒸发器温度的设定值 T_{set} 。

[0125] 在图2中,这由具有期望的最低气体温度 LAT_{set} 的点Y示出。

[0126] 蒸发器温度的设定值 T_{set} 对应于此期望的最低气体温度 LAT_{set} 。

[0127] 然后,基于 $T_{evaporator}$ 与 T_{set} 之间的差异,控制单元19将控制电子热气旁通阀18,并且在这种情况下使阀18开启得更多,使得更多的冷却剂可根据箭头A'经旁通管16流到注入点P。

[0128] 这样, $T_{evaporator}$ 将上升,直到其等于或实际上等于设定值 T_{set} ,这样冷却回路4将冷却该压缩空气,直到压缩空气具有对应于 LAT_{set} 的最低气体温度LAT。

[0129] 优选地,控制单元19根据预设的时间间隔周期性地确定该负载。

[0130] 这具有以下优点:负载C的波动或变化是可调适的,因为控制单元19将确保电子热气旁通阀18将在随后的时间间隔期间发现负载C以及蒸发器温度的设定值 T_{set} 已经改变时或多或少地开启。

[0131] 用于确定蒸发器温度的设定值 T_{set} 的图2的曲线的形状可通过实验确定,并且取决于所使用的冷却剂和冷却回路4以及装置1的性质。

[0132] 优选地,所述曲线通过以下公式来描述:

$$[0133] \quad T_{set} = \text{Max} (B, (LAT_{set} - A) / S + B + C),$$

[0134] 式中,B和S是由冷却剂确定的参数。A是预选参数,并在图2的示例中设定在3℃。

[0135] 上述公式在最低气体温度LAT大于A时是适用的。

[0136] 当所测量的最低气体温度LAT小于A(在这种情况下即3℃)时,那么该曲线具有以下公式:

[0137] $T_{\text{set}} = (\text{LAT} - A) / S + B + \text{maximum}(0, C)$;

[0138] 使得曲线在对应于LAT=3℃的点Z的水平之处呈现转折点。

[0139] 当所测量的最低气体温度LAT低于A时,曲线将升高,使得蒸发器温度的更高设定值 T_{set} 由控制单元19确定。这样,最低气体温度LAT将不会进一步下降,因而将防止凝结水的冻结。

[0140] 从图2中可看出,底部曲线是有下界的,使得在任何情况下蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 的设定值都不能低于最小允许蒸发器温度,所述最小允许蒸发器温度在该情况下设定为等于-5℃。这样,换热器中的冻结得到防止。

[0141] 尽管在所描述的示例中利用了示出蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 与最低气体温度LAT之间的关联的曲线和公式,但不排除的是,可使用拟合曲线和公式,其示出了在考虑到蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 与蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$ 之间的明确关联的情况下的蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$ 与最低气体温度之间的关系。

[0142] 出于相同的原因,为了确定负载C,也有可能的是,利用这样的特性曲线,所述特性曲线示出了蒸发器压力 p_{21} 与最低气体温度LAT之间而不是蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 与最低气体温度LAT之间的关系。

[0143] 借助如图1所示的装置1进行冷却干燥的本发明的替代方法非常简单,并且如下所述。

[0144] 如已经说明的那样,为了防止换热器2中的凝结水冻结,换热器2中的空气不被冷却到LAT以下,其中,此LAT通常为2至3℃,或比环境温度低20℃。

[0145] 但是,如果LAT太高,则冷却不足,因此对充分干燥空气而言,水分的冷凝是不充分的。

[0146] 上述LAT条件由控制单元19来满足,控制单元19基于由设备20确定的最低气体温度LAT来控制电子热气旁通阀18,使得一定量的冷却剂根据箭头A'被驱动通过跨过压缩机6的旁通管16。这样,冷却回路4的冷却能力可被改变或设定,而LAT可调节到期望的水平。

[0147] 注入的冷却剂的量可通过或多或少地开启电子热气旁通阀18来调节,使得适宜的量被注入,因而能够防止LAT的大幅波动。结果,装置1的负载的变化可调适,并且可防止大幅波动。

[0148] 在这种情况下,控制单元18还可分别基于由装置21和22确定的蒸发器3中的冷却剂的温度 $T_{\text{evaporator}}$ 或压力 $P_{\text{evaporator}}$ 来控制电子热气旁通阀18。

[0149] 控制单元19将优选地将这种控制应用于零负荷(即没有或仅有最少的待干燥气体通过换热器之时),以便防止蒸发器3的冻结。

[0150] 实际上,在零负载时,冷却剂的温度太低,通常低于-5℃,在此之后,电子热气旁通阀18被置于开启状态,冷却剂的温度将升高。

[0151] 这样,在零负载时,此举防止了冷却剂的温度变得过低和在蒸发器3中发生冷冻,因为热气态冷却剂被注入蒸发器3中。

[0152] 在图1的示例中,注入点P在蒸发器3的出口17a的下游。

[0153] 但是,此注入点P可位于膨胀阀8下游和压缩机6上游的任何位置。

[0154] 因为电子热气旁通阀18可无级调节,所以也有可能的是,例如将注入点P设置在蒸发器3的出口17a的上游,或者甚至在蒸发器3的入口17b的上游。

[0155] 图3示出了图1的变型,其中,在这种情况下,旁通管16将压缩机6的出口连接到位于蒸发器3的出口17a的上游但在蒸发器3的入口17b之后的位置Q。此外,装置1的操作类似于上述实施例。

[0156] 图4示出了另一变型,其中,在此示例中,旁通管16将压缩机6的出口连接到注入点P,注入点P位于蒸发器3的入口17b的上游,但在膨胀阀8的下游。

[0157] 因为冷却剂通过旁通管16在蒸发器之前的注入点P处注入,所以热气体将有时间在蒸发器3中使液体冷却剂蒸发。这意味着 $T_{\text{evaporator}}$ 和/或 $P_{\text{evaporator}}$ 的确定将是快速而精确的,使得电子热气旁通阀18可被快速和精确地控制。

[0158] 图5更详细地示出了用以确定蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 的设备21和用以确定蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$ 的设备22的优选实施例。设备21和设备22两者都在蒸发器3的下游固定在冷却回路4中。尽管在图1、3和4中,它们位于第一液体分离器5的下游,但是也有可能的是,这些设备21和22在第一液体分离器5的上游和蒸发器3的下游。

[0159] 用于测量蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$ 的设备22可为例如压力传感器23,而用于测量蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 的设备21可为例如温度传感器24。

[0160] 在此实施例中,用于测量蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 的设备21直接固定在冷却剂流中,使得设备21可测量冷却剂流中的温度。

[0161] 两个传感器23、24都固定在冷却回路4中的弯曲部位置处,使得蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 和蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$ 传感器在相同位置处测量。

[0162] 温度传感器24具有测量部分25,其固定在冷却回路4的冷却剂流中,使得测量部分25可直接测量冷却剂流中的冷却剂温度。

[0163] 其中,装置1的控制单元19将连接到压力传感器23和温度传感器24。

[0164] 除控制马达9、膨胀阀8、冷凝器7和热气旁通阀18以外,控制单元19还将读出所测蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$ 和蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$,并在此基础上计算冷却剂的过热。

[0165] 如上所述,如果需要,一定量的冷却剂可使用热气旁通阀18跨过压缩机6如箭头A'所示被驱动通过旁通管16,使得冷却回路4的冷却能力可以考虑到装置1的负载的变化而改变或设定。这样,由于换热器2中的空气被过度冷却而造成的大幅波动将得到防止并且换热器2中的凝结水冻结也可得到防止。

[0166] 为了确保尽可能多的冷却剂可蒸发,膨胀阀8将由控制单元19调节,使得正确的冷却剂量被膨胀,以致期望的冷却剂过热在压缩机6的输入处获得,使得仍然存在于换热器2之后的任何液体冷却剂可蒸发。

[0167] 由控制单元19进行的控制分别基于就蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$ 和蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 的压力传感器23和温度传感器24的测量值来进行。

[0168] 更具体地,控制单元19将调整该期望过热,以便获得最低可能过热。

[0169] 因为温度传感器24的测量部分25处于冷却剂流中,所以蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 的测量将是快速和准确的。因此,控制单元19可快速和精确地确定冷却剂的过热,因此也可快速

和精确地调节膨胀阀8。结果,仅需要相对于冷却剂的饱和点而言有限的安全裕度,其中冷却剂优选地过热小于 15°C ,甚至更好地小于 10°C 。

[0170] 这意味着压缩机6具有较低的出口温度,使冷却系统更为有效,而能量可得到节省。

[0171] 图6示意性示出了冷却剂氟利昂R404a的T-s图。三个区域的区别在于:在区域I中,冷却剂是液态的,在区域II中,冷却剂是气态和液态的,而在区域III中,冷却剂是气态的。

[0172] V-W-X-Y-Z循环示出了冷却剂在流过冷却回路4时所遵循的该冷却剂的冷却循环。所示曲线 P_v 适用于蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}=P_v$,而曲线 P_c 适用于压缩机压力 $P=P_c$ 。

[0173] 在压缩机6之后,冷却剂处于图3的点Z,其是气态的,具有压力 P_c 和温度 T_z 。

[0174] 当冷却剂然后流过冷凝器7时,其将冷却到温度 T_v ,其中冷却剂为液态。这里,曲线 P_c 沿着从点Z到点V的路径而行。

[0175] 当冷却剂流过膨胀阀8时,其将膨胀到压力 P_v 。冷却剂其中遵循位于区域II中的从点V到的点W的冷却循环。

[0176] 在蒸发器3中,冷却剂将吸收热量,使得存在的液体冷却剂将蒸发。冷却剂将其中沿着点X的方向朝向右沿曲线 P_v 而行。

[0177] 当达到对应于温度 T_x 的该饱和点X时,所有液体冷却剂将已蒸发。

[0178] 为了确保压缩机6得到保护以防吸入液体冷却剂,必须确保蒸发器3中的冷却剂可吸收足够的热量,使得其可通过曲线 P_v 上的点X,例如直到对应于温度 T_y 的点Y。换言之,冷却剂于是处于区域III中,并且因此是气态和过热的。

[0179] 在这种情况下,通过适当地控制膨胀阀8,控制单元19可将过热设定到相对于 T_x 具有 15°C 的最大安全裕度的温度 T_y ,这是因为冷却剂的过热的测量可快速且准确地进行,使得仅需要小的安全裕度。

[0180] 实际上,因为蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 的温度测量快速而准确,所以控制单元19还可快速确定冷却剂的过热和并基于此控制膨胀阀8,使得期望的冷却剂过热可得到保存。

[0181] 显然,基于压力传感器23和温度传感器24的测量来控制该膨胀阀8以便将期望的过热设定为尽可能低也可应用于其他装置1,特别是具有电子热气旁通阀18而没有旁通管16的装置。

[0182] 尽管在所示的示例中,装置1仅设置有一个换热器2,但是显然也可以设置数个换热器2。

[0183] 还清楚的是,尽管在上述实施例,待干燥的气体是压缩空气,但是每种气体或气体混合物可用本发明的装置1或方法来干燥。

[0184] 本发明也涉及一种用于使气体冷却干燥的方法,其中,气体中的水蒸汽通过将气体引导通过换热器2的次级部分10而冷凝,换热器2的初级部分形成闭合冷却回路4的蒸发器3,冷却剂可借助压缩机6在闭合冷却回路中循环,压缩机6设置在蒸发器3之后的冷却回路中,且压缩机6后面有冷凝器7和膨胀设备8,冷却剂可通过冷凝器和膨胀设备循环,其中,该方法包括以下步骤:

[0185] -测量蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$;

[0186] -基于所测蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 对膨胀设备8进行控制;

[0187] 其中,蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 直接在冷却剂流中测量。

[0188] 优选地,除蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 以外,还测量蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$,并且膨胀设备8基于蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 和蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$ 来控制,其中,蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 和蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$ 在冷却回路中的相同位置处测量。

[0189] 根据一种优选变型,控制膨胀设备8以便在压缩机6的输入处获得期望的冷却剂过热。

[0190] 优选地,膨胀设备8由电子膨胀阀8形成,其根据所测蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 和蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$ 而进行控制,以获得期望的过热。

[0191] 在另一个优选变型中,在控制单元19中设定期望的过热,该控制单元被设定为实现该最低可能过热,其中优选地,冷却剂的过热度小于 15°C ,甚至更好地小于 10°C 。

[0192] 优选地,待干燥的气体来自压缩机。

[0193] 本发明还涉及一种用于将气体冷却干燥的装置,其中,气体中的水蒸汽通过冷却该气体来冷凝,其中,此装置1设置有包括次级部分10和初级部分的换热器2,待干燥的气体被引导通过所述次级部分10以冷却该气体、并且初级部分形成冷却剂可在其中循环的闭合冷却回路4的蒸发器3,其中,在蒸发器3之后,冷却回路依次包括用于循环该冷却剂的压缩机6、冷却剂可通过其循环的冷凝器7和膨胀设备8,其中,设置了设备21以确定蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$,其中,上述设备21连接到用于控制膨胀设备8的控制单元19,其中,用于测量蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 的设备21的至少测量部分25被直接固定于冷却剂流中。

[0194] 在一个优选实施例中,设置了设备22以确定蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$,设备22与用于测量蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 的设备21在冷却回路4中处于相同的位置,其中,上述设备22连接到控制单元19,以便基于所测蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 和蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$ 来控制膨胀设备8。

[0195] 优选地,控制单元19使得膨胀设备8被控制以便在压缩机6的输入处获得期望的冷却剂过热。

[0196] 优选地,膨胀设备8由电子膨胀阀8形成,其中,控制单元19使得电子膨胀阀8根据所测蒸发器温度 $T_{\text{evaporator}}$ 和蒸发器压力 $P_{\text{evaporator}}$ 来进行控制,以获得期望的过热。

[0197] 在另一个优选实施例中,控制单元19设定期望的过热,以便实现最低可能过热,其中,冷却剂优选地过热度小于 15°C ,甚至更好地小于 10°C 。

[0198] 优选地,待干燥的气体来自压缩机。

[0199] 本发明绝不限于作为示例描述的和在附图中示出的实施例,相反这种方法可在不脱离本发明的范围的情况下以不同的变型来实现。

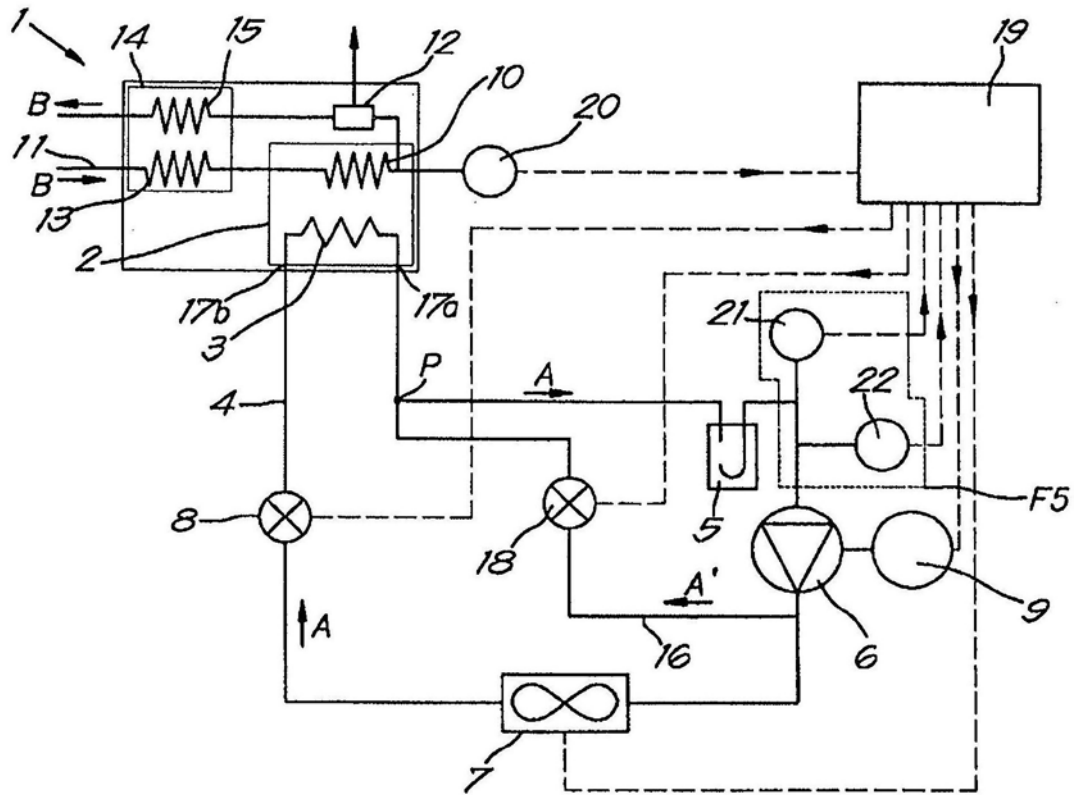


图1

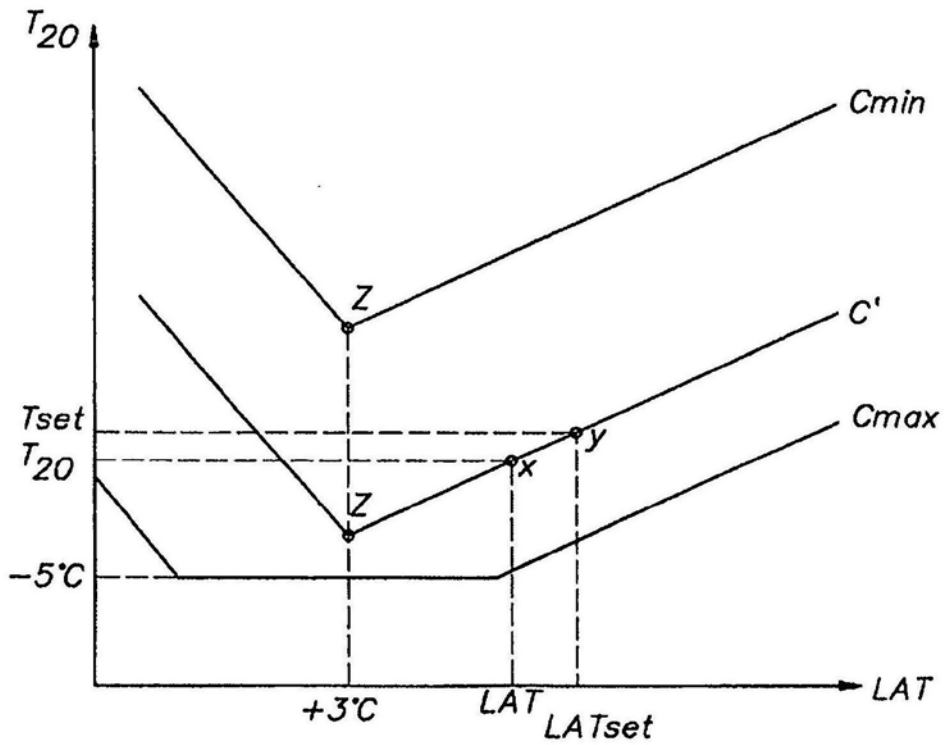


图2

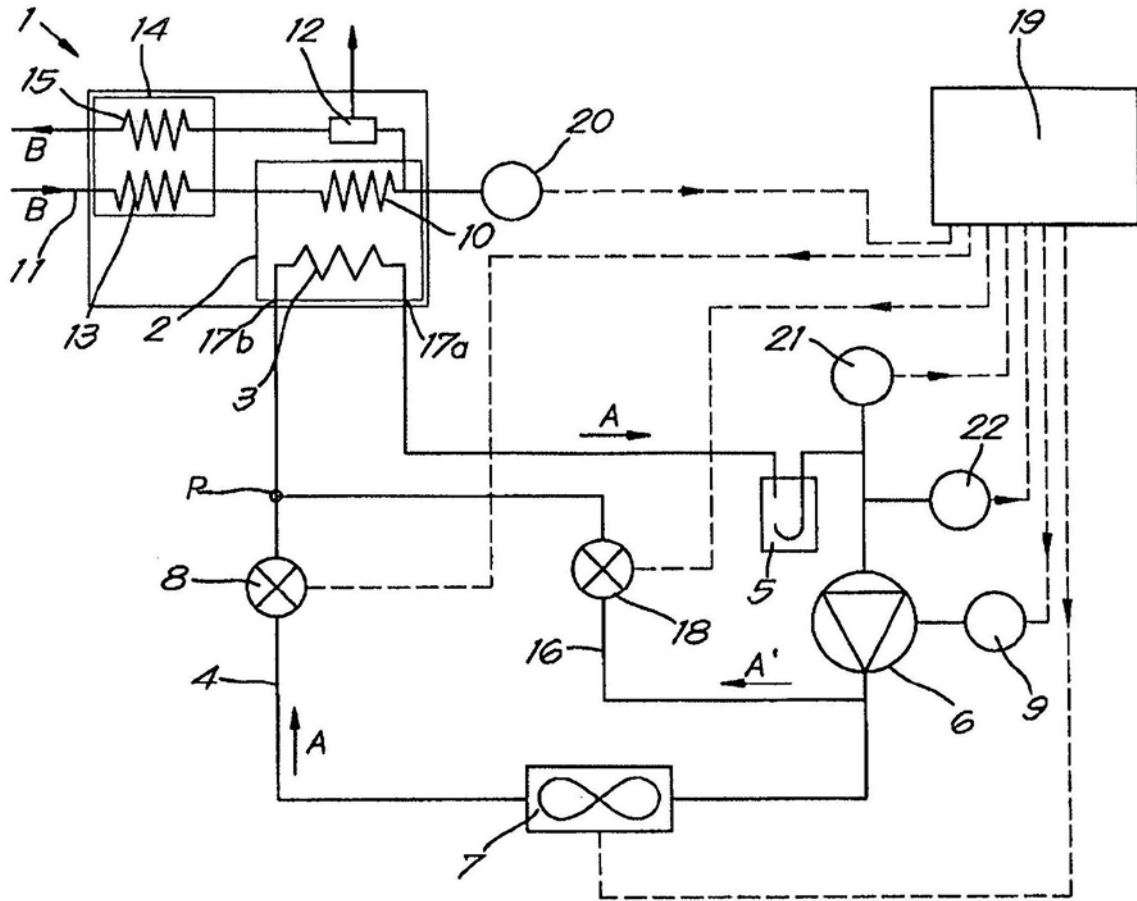


图4

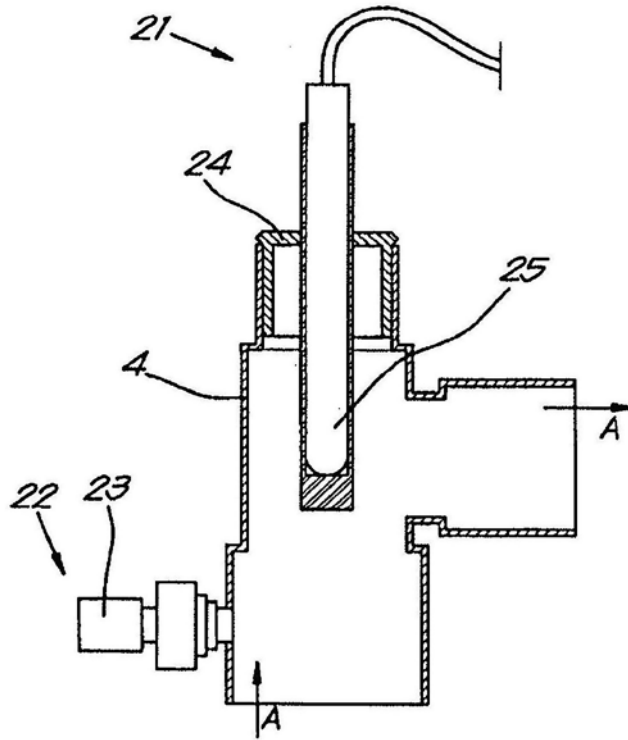


图5

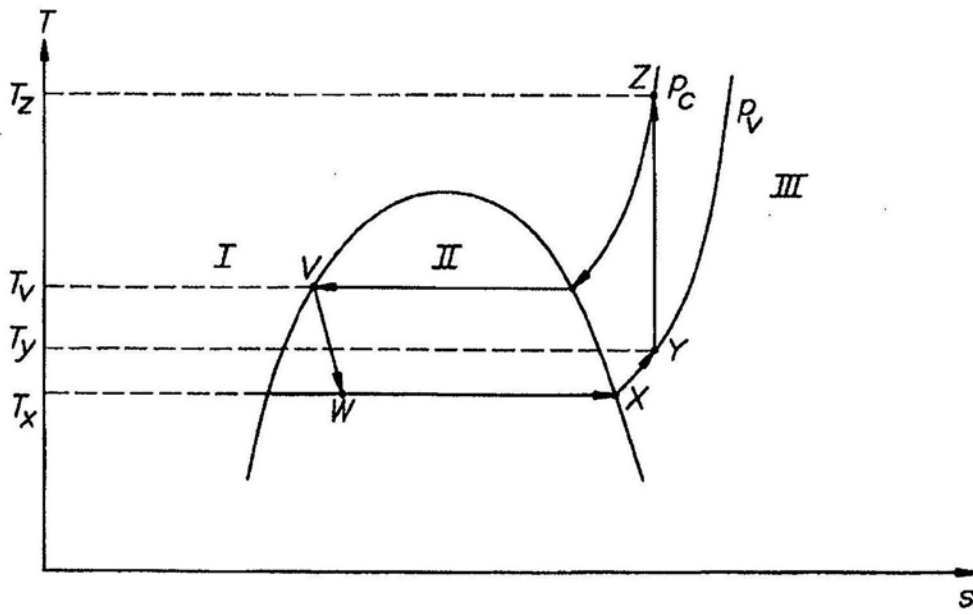


图6