(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102099647 A
(43)申请公布日 2011.06.15

(21)申请号 200880015948.7

(22)申请日 2008.04.02

(30)优先权数据
0754462 2007.04.13 FR

(85)PCT申请进入国家阶段日
2009.11.13

(86)PCT申请的申请数据
PCT/FR2008/050575 2008.04.02

(87)PCT申请的公布数据
WO2008/139085 FR 2008.11.20

(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 P·科特 A·埃尔南德斯 C·莫内罗

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
代理人 吴鹏 牛晓玲

(51)Int.Cl.
F25J 3/02(2006.01)

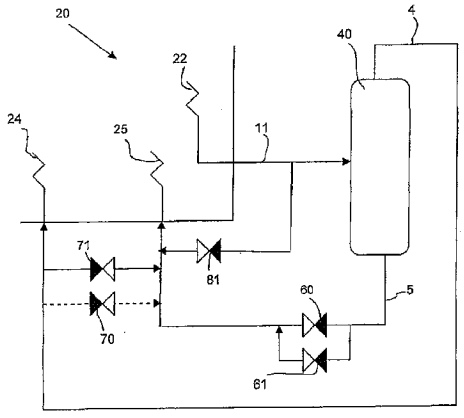
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54)发明名称

用于冷却低温交换管路的方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于使用热交换管路进行流体的低温分离、制冷或液化的方法，该方法包括：从所述热交换管路提取至少一种两相流体(11)，在分相器(40)中将所述两相流体分离成至少一个蒸汽部分(4)和一个液体部分(5)，通过第一膨胀装置(60,90)使所述液体部分(5)的至少一份膨胀，将所述膨胀的液体部分再次注入所述热交换管路并使其在该热交换管路中被再加热和至少部分蒸发，所述第一膨胀装置是阀，其中在所述热交换管路冷却期间，从所述热交换管路和/或从分相器(40)中提取出的流体的至少一部分(2,4或5)在与第一膨胀装置(60)并行的第二膨胀装置(61,71,81,91)中膨胀，而在正常操作期间，第二膨胀装置基本被关闭。



CN 102099647 A

1. 一种借助于热交换管路进行流体的低温分离、制冷或液化的方法，该方法包括：

• 从所述热交换管路提取至少一种两相流体；

• 在分相器 (40) 中将所述两相流体分离成至少蒸汽部分 (4) 和液体部分 (5)；

• 通过第一膨胀装置 (60,90) 使所述液体部分 (5) 的至少一份膨胀；和

• 将所述膨胀的液体部分再次注入所述热交换管路并使其在该热交换管路中被加热和至少部分蒸发，

其特征在于：

• 所述第一膨胀装置是阀；

• 当所述热交换管路被冷却时，从所述热交换管路和 / 或从所述分相器 (40) 中提取出的流体的至少一部分 (2,4 或 5) 在与所述第一膨胀装置 (60) 并行的第二膨胀装置 (61,71,81,91) 中膨胀；且

• 在正常操作中，所述第二膨胀装置基本被关闭。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一和第二膨胀装置 (60,61,71,81,90,91) 中的至少一个是阀。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述第一和第二膨胀装置 (60,61,71,81,90,91) 并行安装。

4. 根据前述权利要求中的任何一项所述的方法，其特征在于，将蒸汽 (4) 从所述分相器 (40) 输送至第三膨胀装置 (70)，且当所述热交换管路被冷却时，该蒸汽的至少一份在与该第三膨胀装置 (70) 并行的第二膨胀装置 (71) 中膨胀。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，将来自所述第三膨胀装置 (70) 的蒸汽输送至来自所述分相器 (40) 的液体 (5) 中。

6. 根据前述权利要求中的任何一项所述的方法，其特征在于，所述第二膨胀装置 (61,71,81,91) 的 HP 等于所述第一膨胀装置 (60,90) 的 HP 的三倍，优选为五倍。

7. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述第二膨胀装置 (71) 的 HP 等于所述第三膨胀装置 (70) 的 HP 的三倍，优选为五倍。

8. 根据前述权利要求中的任何一项所述的方法，其特征在于，在冷却期间，手动控制所述第二膨胀装置 (61,71,81,91) 或调节原料气体的压力。

9. 根据前述权利要求中的任何一项所述的方法，其特征在于，所述低温分离是用于烃的分离或用于生产纯度优选在 90％至 98％的氢，或用于生产纯度优选大于 95％，且甚至更优选地大于 98％的 CO_2 的工艺，或者是用于从较重的馏分中去除氮或氩的工艺，或者所述液化是天然气的液化。

用于冷却低温交换管路的方法

[0001] 本发明涉及一种热交换管路，并涉及一种冷却这种热交换管路的方法。

[0002] 已知使用低温技术将气流分馏成至少两种包括不同成分的流体，通常分馏成所谓的轻流体和所谓的重流体，该轻流体也就是一种主要包括较易挥发组分的流体，该重流体主要包括较易凝结的组分。为此，待分馏的混合物在称为热交换管路的一个热交换器或多个热交换器中冷却，直到获得从所述热交换管路提取的并在液体 / 蒸汽分离器中分离的液体 / 蒸汽两相混合物为止。蒸汽可进一步被冷却，直到新的两相状态被获得和再次分馏为止。

[0003] 列举示例，烃 / 碳氢化合物 (C_1、C_2、...、C_i、C_{i+1}、...C_n) 流被分馏成主要包含较轻的烃 (甲烷 C_1、乙烷 C_2、...C_i) 的流体和主要包含较重的烃 (C_{i+1}、...C_n) 的第二流体。术语“主要”用于表示通常在重的馏分中会出现小部分较轻的化合物，相反，通常在蒸汽馏分中会出现小部分较重的化合物。

[0004] 可通过在两相分离系统中插入塔板，和通过添加再沸塔段和 / 或汽提塔段以便从液体馏分去除轻的成分和 / 或冷凝器，和 / 或通过增加回流以便从蒸气馏分去除重的成分来改进这种分离。这些方法对于本领域技术人员来说是已知的，在本发明中不再讨论。在下文中，表达“液体 / 蒸汽分离器”将用于覆盖从至少一种两相原料中生产至少一种液态输出和至少一种气态输出的所有设备。此设备可以是装有或不装有除雾装置 (dévésiculeur) 的水平或竖直重力式分离器类型，可以是旋流器或蒸馏塔类型等。

[0005] 液态输出可包括被液体的速度 (vitesse) 夹带的少量气泡，同样，蒸汽输出可包括液体悬浮颗粒 (aérosol liquide) 或液滴而不会脱离本发明的范围。

[0006] 其它的应用包括从富含各种烃的源中回收富含甲烷的流体和贫含甲烷的流体。从而还可获得多种流体，例如富含甲烷的馏分、富含乙烷或富含乙烯的馏分和 C_{3+} 馏分。这种类型的方法特别能够从包括氢和烃的混合物中回收纯度约为 95％的氢，以及去除富含烃的气体中包含的一部分氮。还能够回收高度富含 CO_2 的馏分以及包含诸如 N_2、氩、O_2 等的较轻的成分的废气。

[0007] 这种分馏本身可能并不是目的，而仅仅是一种输送用于使例如天然气的其它流体液化的制冷功率 (puissance frigorifique) 的方法 / 手段。在这种情况下，各种分离的流体在被加热后重新组合，重新压缩并再次喷射至热交换管路。这从而称为制冷循环。

[0008] 这些应用已导致在工艺和技术上的许多改进。特别地，热交换器可以是卷绕类型的，例如管 / 壳式热交换器，或优选地可以是板式热交换器类型。在后一种情况下，已经在热交换波纹和将流体特别是两相流体喷射至这些热交换器方面进行了许多改进以便使得热传导最佳。

[0009] 下文中提及的所有百分数是摩尔百分数。

[0010] 下面结合图 1 描述这些单元的一个示例。此示例涉及从包含约 70％的氢、18％的甲烷和 12％的重烃的加压气体混合物中生产纯度为 95％的加压氢。

[0011] 待分离的混合物 1 以环境温度和 40bar 的绝对压力喷射至板式热交换器 10 中以便通过热交换通道 11 在板式热交换器中冷却。在取决于最重的烃的成分和取决于压力的

第一温度水平（通常在-40℃和-120℃之间）下，将流体1——此时为两相流体——从该热交换器中提取出，且在液体/气体分离器30中分离成其蒸汽部分2和其液体部分3。液体部分3通过膨胀阀50膨胀至低压，并通过热交换通道13在热交换管路中再蒸发。

[0012] 富含氢和甲烷的蒸气相2通过通道22在热交换器20中再次冷却，部分地冷凝且在约-160℃下被提取出。来自分离器40的蒸汽部分4形成氢含量为95mol%的产物。然后该产物在热交换器20的通道24中然后在热交换器10的通道14中被加热。

[0013] 主要包括甲烷的液体部分5在阀60中膨胀至低压，在热交换器20（通道24）中再次蒸发，并在热交换器10（通道14）中被加热。

[0014] 分别和热交换器20和10相关联的流体6和7可选地用作补充制冷。该流体可以是外部流体，例如来自储罐或相邻的空气分离单元的液氮，或者是该方法内部的流体，例如产生的一部分氢，该氢被部分加热，然后在膨胀涡轮机中膨胀并再次喷射进热交换器20的冷端。

[0015] 也可以通过注入小部分氢产品而促进甲烷5的蒸发。这由包括膨胀阀70的可选的回路表示。

[0016] 应当注意膨胀阀50和60用于使液体从高压（在此为40bar abs）膨胀至低压。因此它们是小型阀。

[0017] 当提到阀的尺寸时通常使用HP（马力）的概念。许多研究或文献一方面给出计算方法，另一方面给出商业上可获得的阀的HP。在后一种情况下，通常表示处于完全打开位置的HP，这使得能够确定在给定的操作条件下能够通过阀的流体的最大流率。作为举例，但不希望进行计算，对于量级为10000Nm^3/h的气体供给流率，这些阀的HP将小于1。

[0018] 这同样适用于使得所产生的氢的很小一部分（至多几个百分数）膨胀的可选的阀70。

[0019] 通常，这种分离单元通过待处理的气体的自由膨胀或更一般地使用外部补充制冷而冷却。

[0020] 此处所说的热交换管路的冷却是用于获得正常操作条件（这里是指热交换器10和20之间的第一截止温度（température de coupure），例如-80℃，以及-160℃的冷端处的温度）的过程，以便在热交换管路没有时间达到环境温度时从在低温/低于室温的环境中运行的设备中获得期望的纯度。

[0021] 仅使用待处理气体在膨胀阀50、60和可选的70中的自由膨胀来冷却的问题是总的膨胀流量非常小且因此获得的制冷功率本身非常低。但是，此制冷功率用于冷却热交换管路和辅助设备，例如分离器，以及用于补偿热损失，例如与外部介质的热交换。这种冷却过程可花费数十小时且可能甚至达不到期望的操作点/操作温度。

[0022] 特别在冷端处达到的某一温度水平下，如果热损失等于自由膨胀产生的制冷功率时会发生这种情况。在这一点处，冷却停止且不能够进一步冷却。

[0023] 为此，通常使用例如补充制冷回路6和7以便加速冷却。通道26和17可持久使用或仅在冷却阶段期间临时使用。如上所述，常规使用低压或优选地中压液氮加速该过程以用于获得需要的温度水平。

[0024] 但是，明显的是在工艺膨胀阀（在这里是50、60以及可能为70）中仅有简单的自由膨胀，使用外部制冷补充不是令人满意的方案。

[0025] 这是因为进入仍然较热且其中特别是很少的流体在通常大量使用的通道，即液体再蒸发通道（在此特别是通道 13 和 25）中流动的热交换管路的制冷补充，导致热交换通道之间和进口 / 出口箱中的热冲击和高应力。这些冲击和应力易于在热交换器的构成部件之间的钎焊或焊接连接处迅速引发机械问题。

[0026] 这对于钎焊铝板式热交换器来说尤其是这样——目前用于低温分离或气体液化单元的大多数热交换管路都使用这种技术。

[0027] 根据本发明的另一方面，提供一种用于通过热交换管路进行流体的低温分离、制冷或液化的方法，该方法包括：

[0028] • 从所述热交换管路提取至少一种两相流体；

[0029] • 在分相器 / 相分离器中将所述两相流体分离成至少一蒸汽部分和一液体部分；

[0030] • 通过第一膨胀装置使所述液体部分的至少一份膨胀；和

[0031] • 将所述膨胀的液体部分再次注入所述热交换管路并使其在该热交换管路中被加热和至少部分蒸发，

[0032] 其特征在于：

[0033] • 第一膨胀装置是阀；

[0034] • 当所述热交换管路被冷却时，从所述热交换管路和 / 或从所述分相器中提取出的流体的至少一部分在与第一膨胀装置并行的第二膨胀装置中膨胀；且

[0035] • 在正常操作中，第二膨胀装置基本被关闭。

[0036] 可选地：

[0037] - 第一和第二膨胀装置中的至少一个是阀；

[0038] - 第一和第二膨胀装置并行安装；

[0039] - 将蒸汽从所述分相器输送至第三膨胀装置，且当所述热交换管路被冷却时，该蒸汽的至少一份在与第三膨胀装置并行的第二膨胀装置中膨胀；

[0040] - 将来自第三膨胀装置的蒸汽输送至来自所述分相器的液体中；

[0041] - 第二膨胀装置的 HP 等于第一膨胀装置的 HP 的三倍，优选为五倍；

[0042] - 第二膨胀装置的 HP 等于第三膨胀装置的 HP 的三倍，优选为五倍；

[0043] - 在冷却期间，手动控制第二膨胀装置或调节原料气体的压力；

[0044] - 所述低温分离是用于烃的分离或用于生产纯度优选在 90％至 98％的氢，或用于生产纯度优选大于 95％，且甚至更优选地大于 98％的 CO_2 的工艺，或者是用于从较重的馏分中去除氮或氩的工艺，或者所述液化是天然气的液化。

[0045] 下面参考图 2 描述本发明提出的技术方案。

[0046] 此附图示出对上述热交换管路的冷端所作的修改。也可在第一分离器罐 30 且更一般地在液体部分的各个膨胀点处进行这些修改。

[0047] 本发明在于向对应于正常稳定状态操作的方案添加膨胀阀——在此称为冷却膨胀阀，该冷却膨胀阀仅（或主要）在单元启动时使用。

[0048] 此阀的目的是双重的。首先，该阀允许大的气体流量膨胀，从而显著增加单元自身产生的制冷功率，即能够使冷却时间缩短且通常使得自身能够达到期望的温度水平。

[0049] 其次，在利用外部制冷功率补充例如使用液氮非常快速地启动的情况下，此阀首先允许设备被部分冷却且相应地限制热冲击，但是特别地通过使大量流体通过再蒸发通道

25 和 13 而使得热交换管路再平衡。

[0050] 因此，这种新型阀必须允许高压气体（此处是流体 2）的一大部分膨胀且使得此膨胀流体被引入通道 25，该通道 25 通常保留用于液体部分 5。

[0051] 此阀优选地安装成用于膨胀阀 60 的旁路且因此约 10 倍大——这在图 2 中示出为阀 61。

[0052] 作为替代，还可以在流体 2（即热交换器的出口和分离器罐 40 之间）与通道 25 的入口之间添加阀——此处为阀 81。

[0053] 流的部分 4 也可通过阀 71 膨胀。

[0054] 在所有情况下，附加的膨胀阀 61、71 或 81 可通过量级比可在阀 60 或 70 中膨胀的流量至少大 10 倍的流量。

[0055] 当进一步冷却时，特别是在交换器出口处出现液体时，此附加的阀将逐渐关闭。

[0056] 可推知在正常运行下所述阀将完全关闭。

[0057] 通常可手动控制 (HIC) 该阀，但是也可通过维持高压 (PIC) 控制该阀。

[0058] 在所有这些情况下，附加的阀 (61、71 或 81) 因此是和膨胀阀 60 并行的。

[0059] 在此方面应当注意的是，大多数商业上可购得的阀不能够既用于通过大气体流量（即，在完全打开时具有 10 或更大的 HP），又然后能调节到对应于 HP 约为 0.3 的开度。常规情况下使用（开度）系数为 5，优选为 3 的开度范围内的阀，即，例如 HP 为 0.1 至 0.5 或 0.1 至 0.3，但不超过此范围。（开度）系数为 5（或 3）通常使得能够执行额定操作或低流率操作 (marches réduite)（具有减小的流率）而没有任何特殊的调节问题。在处于正常操作的图 1 或图 2 所示示例的情况下，膨胀阀 60 能够维持分离器罐 40 中的液位。因此，膨胀阀 60 控制在热交换管路中已膨胀和再蒸发的液体的流量。由于此流是用于热交换器 20 的主要制冷原料，应当理解其调节是关键的。完全不能够利用尺寸过大的阀，更不必说比所需（尺寸）大 10 倍的阀。

[0060] 如上所述，待处理的大流量气体的附加膨胀因此必须通过辅助装置来进行，该辅助装置在正常运行中不再使用或将至少部分地关闭，从而使得所述单元令人满意地运行。

[0061] 最后，应当注意，从原料气体的较大一部分经由回路 25 中附加的阀膨胀的时刻开始，还可以向此回路中注入制冷补充流，例如液氮流，而不产生过大的应力。根据具体情况，在正常运转过程中，此补充流可至少部分地被消除或被维持，而附加膨胀阀将被关闭或基本关闭。

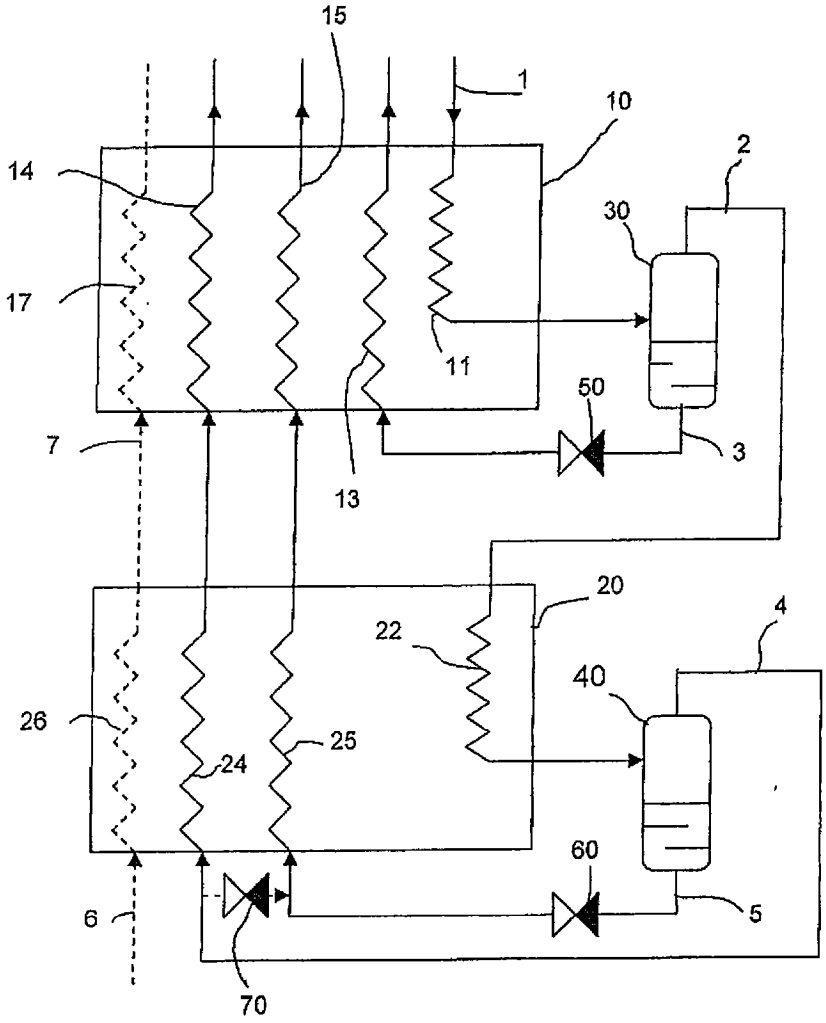


图 1

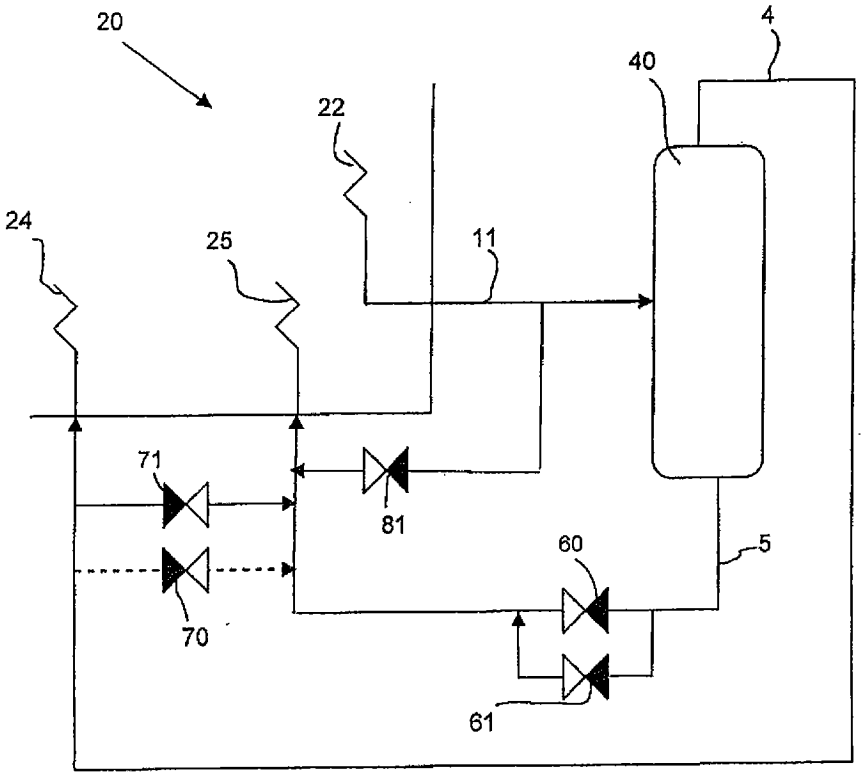


图 2