

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102665861 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201080053779. 3

(22) 申请日 2010. 09. 29

(30) 优先权数据

61/246, 896 2009. 09. 29 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 05. 28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/050649 2010. 09. 29

(87) PCT申请的公布数据

W02011/041361 EN 2011. 04. 07

(71) 申请人 氟石科技公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 J. 马克 R. B. 尼尔森

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 林毅斌 杨思捷

(51) Int. Cl.

B01D 53/14 (2006. 01)

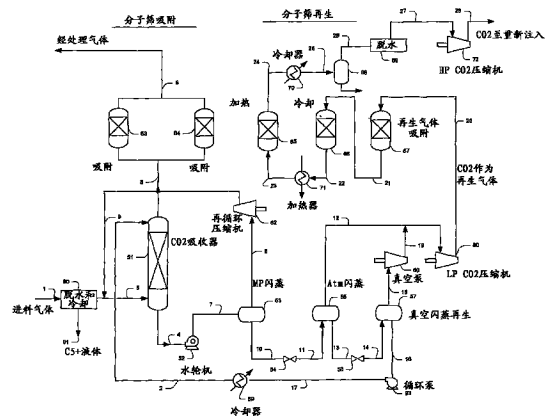
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

气体纯化结构和方法

(57) 摘要

在吸收器中从进料气去除酸气体, 所述吸收器产生经处理的进料气和富溶剂。使经处理的进料气通过 H₂S 清除剂床, H₂S 清除剂床用从富溶剂闪蒸的贫 H₂S 酸气体再生。最优选将来自再生床的废气注入地层中。



1. 一种处理包含 CO₂ 和 H₂S 的进料气的方法,所述方法包含:
在吸收器中用经闪蒸的贫物理溶剂从进料气去除 CO₂,以因此形成经处理的气体和富溶剂;
用分子筛床从经处理的气体去除 H₂S,从而形成负荷 H₂S 的分子筛床;
闪蒸富溶剂,以产生经闪蒸的贫溶剂和富 CO₂ 流;并且
用富 CO₂ 流再生负荷 H₂S 的分子筛床,从而形成富 H₂S 的 CO₂ 产物。
2. 权利要求 1 的方法,其中在用另外的分子筛床再生负荷 H₂S 的分子筛床的步骤之前从富 CO₂ 流去除 H₂S。
3. 权利要求 1 的方法,所述方法进一步包含从富 H₂S 的 CO₂ 产物去除水的步骤。
4. 权利要求 3 的方法,所述方法进一步包含压缩和重新注入富 H₂S 的 CO₂ 产物的步骤。
5. 权利要求 1 的方法,所述方法进一步包含加热用于再生负荷 H₂S 的分子筛床的步骤的富 CO₂ 流的步骤。
6. 权利要求 1 的方法,其中闪蒸富溶剂的步骤包含真空闪蒸的步骤。
7. 权利要求 1 的方法,其中闪蒸富溶剂的步骤在多个闪蒸阶段进行,其中所述多个闪蒸阶段的至少一个阶段产生富烃的蒸气。
8. 权利要求 7 的方法,所述方法进一步包含压缩富烃的蒸气和使经压缩的富烃的蒸气与进料气组合的步骤。
9. 权利要求 1 的方法,其中基本全部富 CO₂ 流从富溶剂不用加热富溶剂而形成。
10. 权利要求 1 的方法,其中使进料气脱水并冷却,以从进料气冷凝并去除 C₅+ 烃。
11. 一种再生负荷 H₂S 的分子筛床的方法,所述方法包含:
使分子筛床与已从中去除 CO₂ 的经处理的进料气接触,以因此形成负荷 H₂S 的分子筛床;并且
使负荷 H₂S 的分子筛床与 CO₂ 接触,从而再生分子筛床,并形成富 H₂S 的 CO₂ 产物。
12. 权利要求 11 的方法,其中在使负荷 H₂S 的分子筛床与 CO₂ 接触的步骤之前 H₂S 已用另外的分子筛床从 CO₂ 去除。
13. 权利要求 11 的方法,所述方法进一步包含从富 H₂S 的 CO₂ 产物冷凝并去除水的步骤。
14. 权利要求 11 的方法,所述方法进一步包含重新注入富 H₂S 的 CO₂ 产物的步骤。
15. 一种酸气体处理设备,所述设备包含:
吸收器,所述吸收器配置成允许用经闪蒸的贫物理溶剂从进料气吸收 CO₂ 和 H₂S,以因此允许产生经处理的气体和富溶剂;
第一容器,所述第一容器包含分子筛床,并耦合到吸收器,以允许从经处理的气体吸附 H₂S 和水;
闪蒸器,所述闪蒸器耦合到吸收器并配置成接收富溶剂,并产生富 CO₂ 流和经闪蒸的贫溶剂;和
第二容器,所述第二容器包含负荷 H₂S 的分子筛床,并流体耦合到闪蒸器,以接收富 CO₂ 流,从而产生富 H₂S 的 CO₂ 产物和经再生的分子筛床。
16. 权利要求 15 的酸气体处理设备,所述设备进一步包含在闪蒸器和第二容器之间

流体偶合并配置成允许加热富 CO₂ 流的加热器。

17. 权利要求 15 的酸气体处理设备,所述设备进一步包含在吸收器和闪蒸器之间流体偶合并配置成产生烃再循环流的中等压力闪蒸器。

18. 权利要求 17 的酸气体处理设备,所述设备进一步包含配置成允许烃再循环流与进料气组合的再循环导管。

19. 权利要求 15 的酸气体处理设备,所述设备进一步包含包括另外的分子筛床并且配置成从富 CO₂ 流去除 H₂S 的第三容器。

20. 权利要求 15 的酸气体处理设备,所述设备进一步包含流体偶合吸收器上游并配置成使进料气冷却到允许从进料气冷凝和去除水和 C₅+ 烃的温度的冷却器。

气体纯化结构和方法

[0001] 本申请要求 2009 年 9 月 29 日提交的序列号为 61/246896 的美国临时专利申请的优先权。

发明领域

[0002] 本发明的领域是从进料气去除酸气体,特别涉及从具有高 CO₂ 和 H₂S 含量的高压气体去除酸气体和生产管道品质产品气体和用于重新注入的浓 CO₂ 流。

[0003] 发明背景

由于低硫天然气田正在耗尽,从酸气田生产气体正变得越来越普遍,以满足当今的能量需求。从这些酸气田去除酸气体,尤其从高酸气田去除,需要相当大资本投资和操作成本。虽然这些设备必须显示它们的经济性,但它们也必须符合当今的气体管道规范,所述规范对能量效率和排放标准的要求越来越严格。与这些挑战相结合的是,这些气田的酸气体含量经常随时间增加,这经常使常规酸气体去除设备不能有效地生产符合目前用户气体管道规范的产品。

[0004] 酸气体可用常规胺方法去除,然而,这些方法一般不经济,因为胺溶剂循环必须与进料气酸气体含量成比例增加,从而在溶剂再生中需要较高蒸汽加热负荷,并因此有较高温室气体排放。另外,酸气体负荷能力也有上限(即,酸气体摩尔数/摩尔胺),这主要由胺和酸气体之间的化学平衡控制。为了克服这些问题的至少一些,可利用在亨利定律的原理上操作的物理溶剂,其中溶剂的酸气体负荷随酸气体含量和分压而增加。因此且至少在概念上酸气体的物理溶剂吸收对高酸气田相对具有吸引力。可通过闪蒸再生至少在一定程度上完成溶剂再生,这排除加热需要,并因此减少温室气体排放。然而,不用外部加热,可只部分再生物理溶剂,因此,常常不适用于处理酸气以产生满足管道气体规范(例如,1mol% CO₂,4ppmv H₂S)的产物。例如,在常规物理溶剂方法用于处理具有高 H₂S 含量(例如,≥100ppmv)的进料气时,它们一般超过对于经处理的气体的 H₂S 限度。为了改善气体品质,可用硫清除剂床吸附进料气或产物中的 H₂S。然而,这种解决方法是临时的,在大多数情况下,需要硫设备的存在。另外,处置和处理废硫污染床通常在环境上不可接受。

[0005] 因此,虽然已知不同结构和方法从进料气去除酸气体,但它们全部或几乎全部有一个或多个缺点。除别的以外,经处理的气体中的 H₂S 含量通常高,不施热而使用物理溶剂不适用于产生满足气体管道规范的经处理的气体。因此,仍需要提供用于酸气体去除的改进的方法和结构。

[0006] 发明概述

本发明的主题接近于从进料气去除酸气体的系统、结构和方法,其中用物理溶剂吸收方法来产生经处理的气体 and 富 CO₂ 流。H₂S 用一个或多个分子筛从经处理的气体去除,分子筛然后用富 CO₂ 流再生,以因此产生富 H₂S 的 CO₂ 产物,优选将其脱水并重新注入。

[0007] 在本发明主题尤其优选的方面,处理含有 CO₂ 和 H₂S 的进料气的方法包括一个在吸收器中用经闪蒸的贫物理溶剂从进料气去除 CO₂,以形成经处理的气体 and 富溶剂的步骤。在另一个步骤,H₂S 用分子筛床从经处理的气体去除,以形成负荷 H₂S 的分子筛床,在另一

个步骤,将富溶剂闪蒸,以产生经闪蒸的贫溶剂(重新引入吸收器),并进一步产生富 CO₂ 流。然后用富 CO₂ 流再生负荷 H₂S 的分子筛,从而形成富 H₂S 的 CO₂ 产物。

[0008] 最一般在用另外的分子筛床再生负荷 H₂S 的分子筛的步骤之前从富 CO₂ 流去除 H₂S,和/或从富 H₂S 的 CO₂ 产物去除水。一般更优选将富 H₂S 的 CO₂ 产物压缩,并重新注入用于隔离或强化石油回收的地层(formation)或其它适合位置。另外,对于再生负荷 H₂S 的分子筛床的步骤,优选加热富 CO₂ 流。

[0009] 在预期的方法中,一般优选闪蒸富溶剂的步骤包括真空闪蒸的步骤,和/或闪蒸富溶剂的步骤在多个闪蒸阶段进行,其中多个闪蒸阶段的至少一个阶段产生富烃的蒸气,最优选将其压缩并且与进料气组合。虽然不限于本发明的主题,一般优选基本所有(即,至少 80%,更一般至少 90%,最一般至少 95%)富 CO₂ 流从富溶剂不用加热富溶剂而形成。类似地,优选使进料气脱水并冷却,以从进料气冷凝并去除 C₅+ 烃。

[0010] 因此,从不同观点看,预期一种再生负荷 H₂S 的分子筛床的方法,其中在一个步骤中,使分子筛床与已从中去除 CO₂ 的经处理的进料气接触,以因此形成负荷 H₂S 的分子筛床。在另一个步骤中,使负荷 H₂S 的分子筛床与 CO₂ 接触,从而再生分子筛床,并形成富 H₂S 的 CO₂ 产物。在此方法中,一般优选在使负荷 H₂S 的分子筛床与 CO₂ 接触的步骤之前已用另外的分子筛床从 CO₂ 去除 H₂S,和/或从富 H₂S 的 CO₂ 产物使水冷凝并去除。期望时,将富 H₂S 的 CO₂ 产物重新注入地层或其它适合位置。

[0011] 鉴于前述,发明人也预期一种酸气体处理设备,所述设备包括吸收器,其中经闪蒸的贫物理溶剂从进料气吸附 CO₂ 和 H₂S,以产生经处理的气体和富溶剂。包含分子筛床的第一容器耦合到吸收器,以允许从经处理的气体吸附 H₂S 和水,同时使闪蒸器耦合到吸收器,并配置成接收富溶剂,并且产生富 CO₂ 流和经闪蒸的贫溶剂。包含负荷 H₂S 的分子筛床的第二容器流体耦合到闪蒸器,以接收富 CO₂ 流,从而产生富 H₂S 的 CO₂ 产物和经再生的分子筛床。

[0012] 预期的设备优选进一步包括在闪蒸器和第二容器之间流体偶合并加热富 CO₂ 流的加热器,和/或在吸收器和闪蒸器之间流体偶合以产生烃再循环流的中等压力闪蒸器。更优选提供再循环导管,以允许烃再循环流与进料气组合。最一般地,预期的设备也包括具有另外的分子筛床并且从富 CO₂ 流去除 H₂S 的第三容器。在期望或需要时,在吸收器上游流体偶合冷却器,以使进料气冷却到从进料气冷凝和去除水和 C₅+ 烃的温度。

[0013] 从以下本发明优选实施方案的详细描述,本发明的不同目的、特征、方面和优点将变得更加显而易见。

[0014] 附图简述

图 1 为对于本发明主题的设备用物理溶剂去除酸气体的示意图。

[0015] 发明详述

本发明涉及用二阶段去除方法从进料气去除 CO₂ 和 H₂S 的结构和方法,其中在第一步骤用常规物理溶剂吸收方法去除酸气体,其中在第二步骤用一个或多个分子筛床从经处理的气体去除残余酸气体,特别是 H₂S 和水。

[0016] 最优选从第一去除步骤产生的富 CO₂ 流再生负荷 H₂S 的分子筛床。因此,应意识到,可从进料气去除两种不同的污染物,其中一种污染物在分子筛床中吸附,另一种污染物用于再生分子筛床,从而形成具有两种污染物的废气和具有期望特征的经处理气体(例

如,经处理气体符合管道规范)。

[0017] 在本发明主题的一个特别优选方面,用物理溶剂装置从进料气去除大量酸气体,因此形成的富物理溶剂优选在多阶段闪蒸再生分离器中再生,同时回收和再循环烃内容物。优选烃损失由再循环回路减少到小于5%,更优选小于4%,最优选小于2%,同时允许从最后闪蒸阶段产生酸气体用于再生分子筛床。来自最后闪蒸阶段的酸气体最优选经过H₂S去除步骤,一般使用另外的分子筛床。

[0018] 在尤其优选的方面,分子筛吸附阶段包括至少两个吸附床,优选四个,甚至更多个吸附床,这些床吸附来自物理溶剂吸收步骤的经处理的气体的残余H₂S内容物,从而产生具有小于4ppmv(更优选小于2ppmv)的H₂S和/或水含量的经处理的气体。如上提到,来自闪再生阶段的至少一部分富CO₂流通过一个或多个分子筛床,以产生贫H₂S的CO₂流,该流然后用于再生负荷H₂S的分子筛床,一般使用冷却和加热循环(例如,在400至600°F和400至600psig)。

[0019] 根据本发明的主题的一种示例性设备结构显示于图1中。进料气流1,一般在约100°F和约1200psig具有12mol%CO₂和约100ppmv H₂S,在装置90中干燥和冷却,产生C₅₊液体流91。在本文中数字结合使用的术语“约”是指该数字的+/-10%(含)范围。为了避免在CO₂吸收器51中生成水合物,干燥步骤一般是必要的。另外,干燥和冷却步骤也允许回收C₅₊烃产物。然后使经干燥的气体与再循环气流9混合,形成流5,在约-15°F通过经闪蒸的贫溶剂流2逆流洗涤,产生约-10°F的经处理的气流3,和约-1°F的富溶剂流4。最一般地,吸收器含有接触装置,包括填料或塔盘,或用于酸气体吸收的其它适合介质。经处理的气流3含有约2mol%CO₂和约6至10ppmv H₂S(或甚至更高),并进料至分子筛床63和64,以使其H₂S含量进一步减小到低于4ppmv(优选低于1ppmv),水含量减小到低于2ppmv,以满足作为产物流6的销售气体管道规范。

[0020] 使富溶剂流4通过水轮机52压力下降到约350至750psig,形成-8°F的流7。然后在分离器53中分离下降的流,产生经闪蒸的富烃的蒸气流8和经闪蒸的液体流10。富烃的蒸气流8通过再循环气体压缩机62压缩到进料气。

[0021] 富CO₂的流20然后在用于H₂S吸附的另外的分子筛床67中处理,产生贫H₂S的富CO₂流21,流21用于冷却分子筛床66,产生经加热的富CO₂流22,流22进一步在加热器71中加热到约500至600°F,以因此形成流23,然后流23用于再生负荷H₂S的分子筛床65。富H₂S的CO₂产物流24在冷却器70中冷却到约90°F,形成流25。流25的水冷凝物在分离器68中分离和去除,而蒸气26在脱水装置69中干燥,产生经干燥气体27,气体27进一步通过HP CO₂压缩机72压缩到约4000psig,形成流28用于CO₂重新注入。

[0022] 因此,应理解,预期处理含有CO₂和H₂S的进料气的方法,其中在吸收器中用经闪蒸的贫物理溶剂从进料气去除CO₂,以因此形成经处理的气体和富溶剂。然后用分子筛床从经处理的气体去除H₂S,从而形成负荷H₂S的分子筛床,该分子筛床用至少一部分富CO₂流再生,从而形成富H₂S的CO₂产物,其中富CO₂流通过闪蒸富溶剂产生。

[0023] 当然,应理解,可在不脱离本文提出的发明概念的情况下实施图1的示例性设备的很多变体。例如,虽然图1中的所有分子筛床作为固定装置描绘,但应注意到,预期其中分子筛床的输入和输出可以完全自动化方式用适合的控制装置、阀和导管切换的结构和方法。因此,可以连续方式从经处理的气流去除H₂S,使得一个床流体偶合到吸收器,以接收

经处理的气体,而另一个床流体偶合到另外的分子筛床的出口。因此,尤其优选的结构是,其中吸附部分中的至少一个分子筛床(例如,并联或串联更换 63 或 64)可流体偶合到再生部分中的至少一个位置(例如,并联或串联更换 65、66 或 67)。因此,优选布置并偶合多余的分子筛床,以允许经处理的气体和/或富 H₂S 的 CO₂ 产物(未显示)连续流动,同时将负荷 H₂S 的分子筛床变为经再生的分子筛床。或者,可手动使流在不同容器之间切换。在更进一步预期的结构中,可物理交换一个或多个容器,以更换再生和/或饱和的容器。

[0024] 关于适合的进料气,应理解,这些气体的压力可显著变化,并且气体的性质至少部分决定压力。然而,特别优选进料气具有至少 400psig 的压力,更一般至少 1000psig,最一般至少 1200psig。类似地,相信很多进料气组合物适合与本文提出的教导结合使用。然而,尤其优选进料气包含至少 10mol%(最优选 30mol% 和更高)CO₂ 和至少 100ppmv(最优选至少 1000ppmv)H₂S,而来自物理溶剂装置的经处理的气体一般含有 2% CO₂ 和 10ppmv 或更高 H₂S。在使经处理的气体通过 H₂S 清除剂床后,优选 H₂S 浓度等于或小于 5ppmv,更优选等于或小于 3ppmv,最优选等于或小于 1ppmv。

[0025] 也应认识到,溶剂的性质可显著变化,相信所有物理溶剂及其混合物在本文中适用。本领域已知很多物理溶剂,示例性优选的物理溶剂包括 FLUOR SOLVENT™(丙烯碳酸酯)、NMP(正甲基吡咯烷酮)、SELEXOL™(聚乙二醇的二甲基醚)和 TBP(磷酸三丁酯)和/或不同的聚乙二醇二烷基醚。或者,可用具有类型性质的其它溶剂作为物理溶剂,包括增强的叔胺(例如,哌嗪)或其它溶剂或溶剂的混合物。

[0026] 闪蒸富溶剂可用很多装置进行,一般预期所有减压装置适用于本文。然而,与减压量相关,一般优选富溶剂(在提供功和/或冷却后)首先压力下降到足以释放具有约 20 至 70% 的甲烷含量的经闪蒸的蒸气的压力。这些蒸气最优选再循环到吸收器,使甲烷损失最小化到小于 5%,最优选小于 1%。在这样的减压后,然后优选使溶剂的压力降低到大气压或亚大气压,最一般在至少两个阶段中。如此从(真空)闪蒸阶段产生的 CO₂ 流一般含有小于 5mol%(更一般小于 2.5mol%)C₄₊ 烃,这使这些富 H₂S 的 CO₂ 产物适用于 EOR。期望时,用冷凝和/或已知的脱水装置从富 H₂S 的 CO₂ 产物去除水。

[0027] 应注意到,在预期的结构和方法中,在通过膨胀和闪蒸酸气体内容物产生制冷冷却时,水轮机起能量有效装置的作用,同时提供轴功以提供功(例如,驱动溶剂循环泵或产生电力)。还应认识到,多级分离器可用于进一步提高效率,并且可配置成堆叠的分离器,以使规划空间覆盖区和设备成本最小化,得到甚至更有效的设计。

[0028] 因此预期与包括胺或其它物理溶剂或膜的常规酸气体去除方法比较,本发明主题的结构将显著减小去除高酸气体的总能量消耗和资本成本。另外,预期的结构和方法一般不需要外部热源,并且如果需要,由进料气或来自制冷和/或进料气压缩系统的压缩热提供热,以因此进一步减小能耗和对环境的不利影响。另外,强化石油回收项目通常遇到在进料气中酸气体浓度增加,一般从 10% 直至高达 60%。预期的结构和方法可以基本相同的溶剂循环适应这些变化。

[0029] 预期的方法 and 结构的另一个优点是它们需要较少支持性装置外和功用系统(例如,常规硫清除剂床的废固体废物的处理)的简单性,从而极大减小环境影响。适用于本文的其他方面、方法和结构描述于我们共同拥有的美国专利号 7,192,468(作为美国专利申请号 2005/0172807 公开的共同待审美国专利申请)和序列号为 PCT/US10/49058 的我们的

国际专利申请,所有这些专利通过引用结合到本文中。

[0030] 因此,已公开了具体的酸气体去除的组成和方法。然而,对本领域技术人员应显而易见,在不脱离本文的发明概念的情况下,除已经描述的那些之外的更多修改是可能的。因此,除了附加权利要求的精神外,本发明的主题不受限制。另外,在解释说明书和权利要求两者时,所有术语应以与上下文一致的最宽可能方式解释。具体地讲,术语“包含”应解释为以非排他性方式指元素、组件或步骤,表示所引用的元素、组件或步骤可与未明确引用的其他元素、组件或步骤一起存在、或利用或组合。另外,在通过引用结合到本文的参考文献中术语的定义或使用与本文提供的术语的定义不一致或相反时,本文提供的术语的定义适用,而在参考文献中术语的定义不适用。

