



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101605594 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 25

(21) 申请号 200880004680. 7

(22) 申请日 2008. 01. 23

(30) 优先权数据

102007009759. 1 2007. 02. 27 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 08. 11

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/000491 2008. 01. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02008/104251 EN 2008. 09. 04

(73) 专利权人 奥图泰有限公司

地址 芬兰埃斯波

(72) 发明人 R·布莱 P·希尔图宁 C·克雷特

M·米萨拉 B·里布 L·萨查罗夫

M·斯特罗德 P·斯特姆

(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 柳冀

(51) Int. Cl.

B01J 8/00 (2006. 01)

F23C 10/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1498130 A, 2004. 05. 19, 全文.

US 5269263 A, 1993. 12. 14, 全文.

US 6202576 B1, 2001. 03. 20, 全文.

EP 0599760 A1, 1994. 06. 01, 全文.

CN 1084624 A, 1994. 03. 30, 全文.

审查员 谭兴林

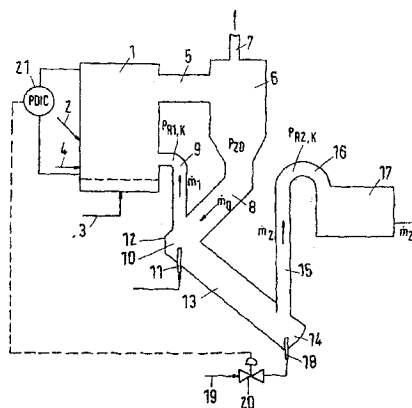
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 2 页

(54) 发明名称

分开固体料流的方法和装置

(57) 摘要

分开从流化床槽中移出的固体料流, 所述固体料流经由第一下料器排出并通过供应流化气体在所述第一下料器的底部流态化, 其中所述固体料流的至少部分经由从所述下料器分叉的第一提升管输送到顶部, 其中所述固体料流的剩余部分经由与所述第一下料器毗连的第二下料器排出并通过供应流化气体在所述第二下料器的底部流态化, 且其中所述固体料流的至少一部分经由从所述第二下料器分叉的提升管输送到顶部。



1. 分开固体料流($\dot{m}_0$)的方法,该固体料流从旋风分离器、流化床槽中移出,其中所述固体料流($\dot{m}_0$)经由第一下料器排出并通过供应输送气体在所述第一下料器的底部流态化,其中所述固体料流($\dot{m}_0$)的至少一部分($\dot{m}_1$)通过所述输送气体经由从所述下料器分叉的第一提升管输送到顶部,其中所述固体料流($\dot{m}_0$)的剩余部分($\dot{m}_2$)经由毗连所述第一下料器的第二下料器排出并通过供应输送气体在所述第二下料器的底部流态化,且其中所述固体料流($\dot{m}_2$)的至少一部分通过所述输送气体经由从所述第二下料器分叉的第二提升管输送到顶部。

2. 权利要求 1 的方法,其特征在于所述输送气体的供应在所述第一和 / 或第二下料器的底部改变。

3. 权利要求 2 的方法,其特征在于使用跨越所述流化床槽的压力差作为供应所述输送气体到所述第一或第二下料器的控制变量。

4. 前述权利要求中任一项的方法,其特征在于所述输送气体的供应在所述第一下料器的底部保持恒定。

5. 权利要求 1 的方法,其特征在于保持所述第一和 / 或第二下料器的底部与顶部之间的压力差小于对应于流化下料器的压力损失。

6. 权利要求 1 的方法,其特征在于保持各下料器底部的压力大于该下料器顶部的压力。

7. 权利要求 1 的方法,其特征在于在所述第一和 / 或第二提升管下方所述输送空气各自经由至少一个向下导向的喷嘴供应。

8. 权利要求 1 的方法,其特征在于将第三气体用作输送气体。

9. 权利要求 1 的方法,其特征在于将惰性气体用作输送气体。

10. 权利要求 1 的方法,其特征在于将氮气用作输送气体。

11. 权利要求 1 的方法,其特征在于为了中断提升管中的固体料流,所述输送气体以小体积流量加入以使得在此提升管中不超出最小流态化速度。

12. 分开从旋风分离器 (6)、流化床槽中移出的固体料流的装置,包括用于输送固体料流的第一下料器 (8);从所述第一下料器 (8) 分叉通到顶部的第一提升管 (9);第一输送气体供应,借助于它将输送气体引入在所述第一提升管 (9) 下方的所述第一下料器 (8) 中,以便输送固体穿过所述第一提升管 (9);在第一流化下方毗连所述第一下料器 (8) 的第二下料器 (13);从所述第二下料器 (13) 分叉通到顶部的第二提升管 (15);和第二输送气体供应,借助于它将输送气体引入在所述第二提升管 (15) 下方的所述第二下料器 (13) 中,以便输送固体穿过所述第二提升管 (15)。

13. 权利要求 12 的装置,其特征在于用于改变所述第二输送气体供应的控制阀 (20)。

14. 权利要求 12 或 13 的装置,其特征在于所述输送气体流的供应各自经由至少一个喷嘴 (11,18) 实现。

15. 权利要求 14 的装置,其特征在于所述至少一个喷嘴 (11,18) 向下倾斜。

16. 权利要求 12 的装置,其特征在于所述下料器 (8,13) 相对于垂直线倾斜不多于 45° 。

17. 权利要求 12 的装置,其特征在于所述提升管 (9,15) 垂直地安排。

18. 权利要求 12 的装置,其特征在于所述提升管 (9,15) 的高度大于相关联的下料器 (8,13) 的高度。

19. 权利要求 12 的装置,其特征在于各下料器 (8,13) 的直径大于或等于各自关联的提升管 (9,15) 的直径。

20. 权利要求 12 的装置,其特征在于各下料器 (8,13) 的直径为所述提升管 (9,15) 的直径的两倍大。

21. 权利要求 12 的装置,其特征在于所述第一提升管 (9) 通向所述流化床槽 (1),在借助于弯管转向后。

22. 权利要求 12 的装置,其特征在于所述第二提升管 (15) 通向排料槽 (17)。

23. 权利要求 12 的装置,其特征在于在所述第一下料器的下游提供有多个另外的下料器 (38,44),在各另外的下料器 (38,44) 的底部供应输送气体,以便经由从所述另外的下料器 (38,44) 分叉的提升管 (39,45) 将所述固体料流的分料流导向顶部。

24. 权利要求 23 的装置,其特征在于所述另外的下料器并联连接。

分开固体料流的方法和装置

[0001] 本发明涉及分开从旋风分离器、流化床槽等中移出的固体料流的方法和装置。

[0002] 在于流化床槽中处理粒状固体如硫化锌矿石、铁矿石、海绵铁或氢氧化铝过程中，固体通过供应流化气体被流态化并对应于所要应用被处理，例如烘焙、煅烧、加热、还原、燃烧、气化或冷却。在循环流化床的情况下，在流化床反应器下游有规律地提供有再循环旋风分离器，烟道气从其中通到顶部，而处理过的向下再循环到该流化床槽中。固体的分料流作为产物或残余物分叉并可能供应到所要的其它处理阶段。

[0003] DE 31 07 711 A1 描述了生产水泥熟料的方法，其中将已在悬浮型换热器中预热的生水泥粉末供应到循环系统以便煅烧。该循环系统包括流化床反应器、再循环旋风分离器和回流管路。在该流化床反应器中，水泥生料粉借助于流化气体流态化并通过穿过喷管引入的燃料的燃烧煅烧。在固体于再循环旋风分离器中分离后，连续的物料流经由孔口阻挡器控制的移出设备移出并供应到第二循环系统，该第二循环系统也包括流化床反应器、再循环旋风分离器和回流管路。在该第二循环系统中，通过用比较少量的燃料加热实现烧结。

[0004] 移出设备中所用的所谓的孔口阻挡器是具有圆锥顶点的喷管形式的机械实心阀，其符合槽壁的对应的圆锥形开口。通过移出喷管或向该开口中插入喷管，增加或减小横截面，以使得可以控制流出量。然而，在固体出口的两侧存在相同的压力，因为孔口阻挡器仅在完全封闭的条件下才能实现压力密封。通常，这将是流化床在固体出口料位处的压力。如果由于工艺和 / 或各自操作条件的转换而得到跨越固体出口的压力差，则必须预计到控制质量的恶化。

[0005] 在EP 0 488 433 B1中，详细描述了用于打开和关闭气体通道的控制孔口阻挡器。

[0006] 所述控制孔口阻挡器在实践中起作用，但它们具有其弱点和缺点。一方面，所述控制孔口阻挡器具有与热固体接触的机械式活动部件。因此，必须通过水冷却将其冷却。此时，必须监测冷却水的流量和在前进流与返回流之间的温差。偶尔，喷管发生损坏。因此，水从喷管中溢出且在最坏情况下流进位于该喷管下方的具有耐火衬层的槽中，由此所述耐火衬层会被损坏。另外，该喷管必须横向移动，驱动器在外部具有环境压力且内部通常具有过压。出于密封目的，使用填料箱。如果填料箱变泄漏，则热固体可能会被排出，这代表了一个安全风险，或者环境空气将进入，这会妨碍该工艺。为了调节经由孔口阻挡器排出的固体料流，需要在喷管的顶端与起到阀座作用的喷嘴底座 (nozzle stone) 之间进行精密调节。在此应该考虑到，在延长的操作时间之后，高温会引起耐火衬层位移，以使得可能失去此精密调节。还会发生的是在长时间关闭孔口阻挡器之后，固体在孔口阻挡器的顶端之前去流态化且不继续前进打开孔口阻挡器。在很多情况下，穿过另一填料箱移动的手动操作的空气喷管因此能用于捅开固体并同时使固体流态化。该捅开的成功或失败通常可通过检查玻璃观察到。当固体热到足以发光时，可以看到一些东西。但是如果它们是冷的，则看不到东西且可以说是在盲目操作。然而，在热固体的情况下，能经受住高温的检查玻璃非常昂贵。此外，采用控制孔口阻挡器，压力密封不能借助于控制设备实现。这会引起气体 / 空气流动穿过（在最坏情况下还相反于固体流动的方向）喷嘴石，由此会限制或甚至完全抑制

该固体流动。

[0007] 此类孔口阻挡器的另一缺点在于它们仅仅在向下方向上起作用,因为需要重力来移动固体水平地穿过喷嘴石的开口。

[0008] 美国专利 6,666,629 描述了输送粒状固体的方法,其中借助于气态介质,将固体从压力为 4-16 巴的第一区经过下降管路输送且随后经由上升管路到达压力比第一区低 3-15 巴的第二区。气态介质的流入通过向上导向的喷嘴实现,在此点处下降管路通向上升管路。

[0009] 从 WO 01/28900 A1 中还得知一种装置,其中固体穿过下料器到达上升管路,它们借助于输送气体输送穿过该上升管路且随后在底部转向后移出。固体在下降管路和在提升管中沿它们的整个长度流态化并由此靠重力在连通管中如流体般输送。

[0010] US 2005/0058516 A1 描述了在受控的流量下运输细粒固体的装置,其中该固体最初由于重力向下流动穿过下料器,且随后通过注入二级气体经由倾斜的转移管路运输到提升管,其中将提升管空气从下面引入,以便输送颗粒到顶部。因此该下料器与该提升管彼此不直接连接。

[0011] 最后提到的方法和装置的共同之处在于固体料流没有被分开。

[0012] 因此,以下本发明的目标是提供固体料流的简单且可靠的分开。同时,应该确保可靠的压力密封。

[0013] 在具有权利要求 1 的特征的本发明的方法中,此目标基本被解决:从流化床槽等中移出的固体料流经由第一下料器排出并通过供应输送气体在第一下料器的底部流态化,其中所述固体料流的至少一部分通过输送气体经由从所述下料器分叉的第一提升管输送到顶部,其中所述固体料流的剩余部分经由毗连第一下料器的第二下料器排出并通过供应输送气体在第二下料器的底部流态化,且其中此固体料流的至少一部分通过输送气体经由从第二下料器分叉的第二提升管输送到顶部。借助于第一下料器/提升管组合(它还被称为“密封罐”),由此实现固体料流的分开而无需与热固体直接接触的装置的移动部件。经由第一提升管输送的分料流可再循环到流化床槽,而剩余的固体料流被排出或供应到其它处理段。

[0014] 根据本发明的一个特别优选的方面,在第一和/或第二下料器底部的输送气体的供应经由控制设备改变。在此,特别重要的是输送气体的供应在第二下料器的底部改变。以这种方法,确定穿过第二提升管排出的固体质量流量。随后自动得到穿过第一提升管的固体质量流量,并且如果完全关掉第二输送路线,则应该设计第一提升管和它的输送气体流量以使得全部固体料流能够排出。当然,另外可以提供在第一下料器底部的输送气体供应的变化性,以使例如输送空气的需要且由此风机功率最小化。或者,还可能仅仅改变第一提升管的流态化,在这种情况下,第二提升管将必须排出没有被第一提升管排出的所有东西。

[0015] 根据本发明可以使用跨越流化床槽的压力差作为到这些下料器之一的输送气体的供应的控制变量。或者,还可以进行固体料位的超声测量或固体槽的重量测量。改变通往第一提升管的输送气体与通往第二提升管的输送气体的体积流量比(例如如果这两个体积流量的和是恒定的)也在本发明的范围之内。

[0016] 在固定的流化床中,流化固体床行为就象流体一样并因此产生流体静压,它与流化床的高度成比例。在循环流化床的情况下,料位没有限定,因为流化床填满整个流化床反

应器。则压力差与流化床反应器的固体总量成比例。根据本发明,使用压力差信号用于经由控制线路启动控制阀且由此决定输送气体的供应。如果流化床槽中的压力差变得太大,则用于第二提升管的输送气体的阀被开得更大且输送气体流量增加,以使得更多固体经由第二提升管从该系统移走,而第一提升管再循环较少固体到流化床中。当压力差降低时,通往第二提升管的输送气体流量减少,这导致在第二提升管中的固体质量流量的相应减少并因此导致流化床中料位的增加。

[0017] 在通过改变通往第二下料器的输送气体的供应来控制流化床反应器中的压力差的情况下,自动控制经由第一提升管排出的质量流量,根据一个优选的实施方案,在第一下料器底部的输送气体的供应可保持恒定。为此目的,当然此输送气体流量必须足量,以便能够输送最大预期的总固体质量流量穿过第一提升管。

[0018] 根据本发明,保持各下料器的底部与顶部之间的压力差小于对应于流化下料器的压力损失。同样如根据本发明所提供的,如果保持第一和 / 或第二下料器底部的压力大于在此下料器顶部的压力,则在该下料器中的固体的行为就象孔隙度接近于固定床的孔隙度的下沉床 (sinking bed) 一样。因此,在下料器中存在非流化的横动移动床。

[0019] 第一下料器的压力差 ΔP_{D1} 在此由下式定义:

$$[0020] \quad \Delta P_{D1} = \Delta P_{R1} + P_{R1, K} - P_{Z0} > 0 \quad (1)$$

[0021] 第二下料器的压力差 ΔP_{D2} 由下式定义:

$$[0022] \quad \Delta P_{D2} = \Delta P_{R1} + P_{R1, K} - \Delta P_{R2} - P_{R2, K} > 0 \quad (2)$$

[0023] 这里, ΔP_{R1} 为跨越第一提升管的压力损失,它取决于输送气体流量和固体质量流量。第一提升管的压力损失作为固体质量流量和输送气体供应的函数而得到。

[0024] $P_{R1, K}$ 为在第一提升管顶部的压力,在固体再循环到流化床的情况下它通常等于在第一提升管与流化床槽连接点处的在流化床中的压力。此压力不必恒定,因为它取决于例如流化床槽的变化的固体总量。该压力也可以比环境压力高得多。如果第二提升管通向膨胀槽 (expansion tank), 则在很多情况下在那里存在环境压力。然而,该压力可以改变,例如当流化通道的废气提取太猛烈并产生负压时。如果在第二提升管的下游提供另一工艺部件,则压力 $P_{R2, K}$ 也可以比环境压力高得多,例如也高于在流化床中的压力。

[0025] 当固体再循环到流化床槽中时,必须另外考虑在第一下料器之后的再循环旋风分离器的锥体部分中的压力 P_{Z0} 。此压力取决于旋风分离器和可能在前面的其它装置的设备行为。因此,经由第一下料器自动得到压力差 ΔP_{D1} 。

[0026] 压力差 ΔP_{D2} 作为来自第一提升管的背压 (第一提升管顶部的压力与穿过第一提升管的压力损失之和) 与第二提升管的压力损失 ΔP_{R2} 的差加上第二提升管顶部的压力 $P_{R2, E}$ 得到。因此,此压力差取决于第一提升管底部和在第二提升管顶部的压力。由于第二提升管的输送气体流量改变,所以第二提升管的压力差作为该输送气体流量的函数而得到。

[0027] 对于这两个下料器来说,如果它们是流态化的,则可以陈述说压力差也不应该变得大于待得到的那些。这将意味着下料器中的孔隙度将增加且来自提升管或者还有来自流化床槽的背压不再能够可靠地密封。这由下式表示:

$$[0028] \quad \Delta P_{Di} < \Delta P_{Di, \max} = (1 - \epsilon_{mf}) \cdot \rho_s \cdot g \cdot H_{Di} \quad (2)$$

[0029] 其中

[0030] ϵ_{mf} = 在固定床条件下固体的孔隙度

[0031] ρ_s = 固体密度

[0032] g = 重力加速度

[0033] H_{di} = 各提升管 i 的高度

[0034] 在这些条件下,下料器中的床充当压力密封,且提升管顶部的压力与该下料器入口处的压力脱离联系。此外,现在可以在第二提升管中通过改变输送空气来调节或控制输送的固体质量流量或在流化床槽中的床高和固体总量。该输送气体,例如空气,大部分在提升管中向上流动且运输对应于与其承载容量那样多的固体到顶部。该输送气体的小部分在下料器中横穿移动床并由此引起下料器中的压力损失。

[0035] 在第一和第二提升管下方,输送空气各自经由至少一个输送气体喷嘴供应。为此目的,原则上可提供任何合适的喷嘴或气体供应,例如盖型喷嘴或向上导向的喷嘴,在其上端可布置例如多孔的可透气的介质如薄膜,输送气体流横穿该介质,或例如适当安装的孔板。

[0036] 根据本发明的一个特别优选的方面,该输送气体经由至少一个向下导向的喷嘴在提升管下方供应。由此,可以可靠地防止喷嘴的堵塞。

[0037] 在某些应用中,在流化床槽中和在第二提升管的排料槽中调节不同气氛可能是必要的。这些气氛的混合通常是不合需要的。为了确保在流化床槽与第二提升管的排料槽之间的气体密封,根据本发明将第三气体优选惰性气体,特别是氮气,用作输送气体。

[0038] 根据本发明的开发,特别是进入到第二下料器中的输送气体流量可以大大减小。在这种情况下,通过在第二提升管中的输送气体流量的大大减小来得到固体质量流量的可靠中断。实验表明,即使在流化床槽与第二提升管顶部之间具有大的压力差,一旦输送气体流量变得小于在提升管中最小流态化所必需的流量,固体也将不再流动。在第二提升管中,则得到横动固定床。这种横动确保了在流化床槽与提升管顶部之间的气氛的分隔,取决于应用这可能是必要的。如果输送气体流被完全中断,则固体又将作为固定床保留在提升管中。然而,可能出现气体从所述槽之一横穿,因为气体会从较高压力流向较低压力。对于各自应用,必须判定这是否是不利的。

[0039] 原则上,可以用根据本发明的安排运输所有可流化的固体。然而,通常,待输送的固体的粒径不应该大于 10mm,优选不大于 3mm,且特别是不大于 0.3mm。加工例如具有高达 10mm 粒度的铁矿石,塑料颗粒优选具有 2-6mm 的粒度,而加工优选具有 < 0.3mm 粒度的氧化铝。

[0040] 本发明还扩展到具有权利要求 10 的特征的用于分开固体料流的装置。

[0041] 根据本发明,经由控制阀实现特别是第二输送气体供应的变化,该控制阀的开启位置用于经由控制线路控制例如跨越流化床槽的压力差。

[0042] 根据本发明,该输送气体流的供应经由至少一个优选向下倾斜的喷嘴实现。或者,该输送气体流的供应经由流化织物或一些其它多孔介质来实现。

[0043] 根据本发明,下料器相对于垂直线倾斜不多于 45° , 以提供固体在下料器中逐渐下降而不流态化。

[0044] 另一方面,提升管优选大致垂直地安排。由此有利于固体经提升管的排料。

[0045] 根据本发明的开发,特别是第二提升管的高度大于相联的下料器的高度或者甚至另外大于第一和第二下料器的总高度。因此,高度还可以借助于本发明得到,即固体可被输

送到顶部。在设备构造中,这是高度有利的,因为多个处理段不再必须一个建造在另一个的顶部,而是还可以一个竖立在另一个旁边。以这种方法,节省了建造高度且由此节省了成本。

[0046] 为了能够调节在提升管中的所要流动方式,这非常类似于密相流化床的情况,下料器的直径应该大于或等于关联提升管的直径。优选下料器的直径应该为提升管直径的1.5-3倍;通常为关联提升管直径的两倍大。两个下料器具有相同直径是没有必要的。较合理地,设计直径比第一下料器小的第二下料器可能是有利的。两个提升管也可以具有不同直径以及不同长度。此外,下料器或提升管没必要总是圆柱形的。椭圆形、角形等的实施方案也是可能的。则该直径始终是指具有相同截面面积的圆形管的当量直径。还可能的是下料器和提升管的直径或形状沿其行进方向而改变。

[0047] 在本发明的一个优选的方面,第一提升管通向流化床槽以便再循环固体料流,可能是在借助于弯管等转向后。

[0048] 取决于应用,第二提升管可以通向排料槽或另一处理段。如果不希望再循环到流化床槽中,则第一提升管也可以通向排料槽或另一处理段。

[0049] 根据本发明,下料器和/或提升管中的固体的温度可受在该下料器中和/或在该提升管中提供的换热器的影响。在内部换热器的情况下,必须调节提升管的直径,以使得在下料器与提升管之间的自由截面面积的比例再次对应于所需要的关系。或者,下料器和/或提升管本身可以构成换热器。

[0050] 根据本发明的开发,在第一下料器的下游提供有多个另外的下料器,在各个另外的下料器的底部供应输送气体,以经由从各自下料器分叉的提升管将部分固体料流通到顶部。这些串联连接的另外的密封罐基本上象第一密封罐那样设计。在此,另外的提升管可以在不同料位或同一料位上从共同的下料器分叉。当在不同料位上分叉时,该共同的下料器的直径则可以对应于各自的固体质量流量逐部分地减小。

[0051] 根据本发明的开发,可以在第一下料器的下游并联提供多个另外的下料器。这可以例如经由Y形件实现,该Y形件将以向下方向离开第一下料器的固体料流分成两个分料流。在这种情况下,借助于本发明则可以控制多个变量。例如,在4个单独的下料器的情况下,一方面可以通过改变通向另外的提升管中的第一个提升管的输送气体的供应来控制流化床槽中的料位,而在第二、第三和第四另外的提升管的排料槽中,控制三个料位和/或混合温度。所有提升管的直径可以全不相同,且所有提升管顶部都可以位于不同的料位上并具有不同的压力。提升管顶部的压力还可以与下料器的入口处的压力不同。另外,流化床槽中的气氛和在4个排料槽中的气氛可以不同,并且在所有5个槽之间可能有气体密封。在此,还可能的是,当超过流化床槽中的临界固体料位时,通常不使用这些下料器中的一个或多个且仅仅使用其作为额外的输送设备。在从流化床排出的固体的不同的接受容器之间的转换至今仅经由机械转换才是可能的。借助于本发明,避免了可移动部件与热固体的接触,并且避免了引起的磨损,该磨损导致控制精确度减小或维护工作增加。

[0052] 本发明的开发、优势和可能的应用还可以从实施方案的以下描述和从图中得到。所描述和/或说明的所有特征本身或以任何组合形成本发明的主题,不管它们是否包含于权利要求书中或背景文献(back-reference)中。

[0053] 在图中,

[0054] 图 1 示意地展示根据本发明的第一实施方案的装置,且

[0055] 图 2 示意地展示根据本发明的第二实施方案的装置。

[0056] 图 1 展示根据本发明的第一实施方案分开固体料流的装置,该固体料流从循环流化床的再循环旋风分离器 6 移出。代替再循环旋风分离器 6,还可以使用另一含有固体的槽。首先,必不可少的是可流化的固体接收在该槽中。

[0057] 流化床槽 1 含有优选具有 10mm 以下、优选 0.1-5mm 且特别是 0.05-1mm 的平均粒度的细粒固体如氧化铝、铁矿石或塑料颗粒的流化床。

[0058] 所述固体经由供应管路 2 引入到流化床槽 1 中。该流化床借助于一次空气流态化,该一次空气经由管路 3 供应到气体分配器中且从下方穿过流化床。燃料经由管路 4 供应。

[0059] 热处理过的固体经由排料管路 5 供应到再循环旋风分离器 6,在那里烟道气被分离并且经由管路 7 通到顶部。

[0060] 在再循环旋风分离器 6 的底部,固体料流 $\dot{m}_0$ 经由相对于垂直线向下倾斜不多于 45° 的第一下降管路排出,该第一下降管路还被称为第一下输管 8 或第一下料器。基本垂直向上导向的第一管路从该第一下料器 8 分叉出来,它还被称第一上升管 9 或第一提升管。该第一提升管延伸回到流化槽 1 中。第一提升管 9 的直径为第一下料器 8 的直径的约一半大。

[0061] 在第一提升管 9 下方,输送气体经由至少一个喷嘴 11 引入在此定义为第一下料器 8 的底部 10 的下料器 8 的区域中,以使固体料流在第一提升管 9 中流态化。原则上,任何合适的输送气体都可以用作流化气体。优选使用第三气体特别是空气或惰性气体如氮气以确保在流化床与提升管的顶部之间的气氛的分隔。为了简化起见,随后将输送气体称为“推进剂空气”。可提供多个喷嘴 11,以供应推进剂空气。喷嘴 11 不局限于举例说明的向上导向喷嘴的形式。更确切地,还可能供应盖型的喷嘴或向下导向的喷嘴或在其末端提供有多孔体的喷嘴,该多孔体将防止喷嘴堵塞。还可能经由布置在下料器底部在此未说明的气体分配器上方的流化织物或其它多孔介质供应输送气体。所属领域的技术人员可使用他所知道的在下料器 6 的底部使固体适当流态化的所有措施。

[0062] 在第一下料器 8 的底部 10 之后,在过渡件 12 之后,提供有第二下料器 13,它同样向下倾斜约 45°。虽然第一下料器 8 由此在底部没有封闭,但在过渡到第二下料器 13 中之前在第一提升管 9 的入口(底部)下方的区域在此被称为第一下料器 8 的“底部”。

[0063] 在第二下料器 13 的底部 14,第二提升管 15 从第二下料器 13 分叉出来,它基本垂直向上延伸。然而,提升管的一定的倾斜也是可能的。第二提升管 15 的直径为第二下料器 13 的直径的约一半大。在经由弯管 16 转向后,第二提升管 15 通向膨胀槽 17 中,它可为流化的。或者,第二提升管 15 可能通向排料槽,固体可以经由斜槽从排料槽排出,或可能将固体料流供应到另一处理段。

[0064] 在第二提升管 15 的底部之下,接近于第二下料器 13 的底部 14,至少一个喷嘴 18 开放用于供应推进剂空气。在为喷嘴 18 供应推进剂空气的管路 19 中,提供控制阀 20 以改变推进剂空气的供应。使用跨越流化床槽 1 的压力差作为控制阀 20 的控制变量,它例如借助于差压传感器 21 确定。然而,流化床槽 1 的固体总量也可以例如通过称量固体槽重量或通过测量支撑钢支架的形变来测量,因此由此得到的值同样可用作控制变量。

[0065] 根据本发明的第一实施方案的装置基本如上所述来设计。随后,将解释它的操作

模式、功能和动作。

[0066] 待处理的固体如氢氧化铝 ($\text{Al}(\text{OH})_3$) 经由固体供应管路 2 供应到流化床槽 1, 该固体通过经由管路 3 供应的一次空气在流化床槽 1 中流态化并通过经由燃料管路 4 供应的燃料的燃烧煅烧。得到的氧化铝 (Al_2O_3) 经由排料管路 5 转移到再循环旋风分离器 6, 其中固体与经由管路 7 排出的烟道气分离。所述固体积聚在再循环旋风分离器 6 的底部并经由第一下料器 8 下沉到该下料器的底部 10。通过在入口开口下方将推进剂或输送空气加入到第一提升管 9 中, 将分料流 $\dot{m}_1$ 输送到提升管 9 的顶部并再循环到流化床槽 1。

[0067] 固体料流的剩余分料流 $\dot{m}_2$ 流动穿过过渡件 12 和第二下料器 13 到达第二下料器 13 的底部 14。通过在入口开口下方将推进剂或输送空气加入到第二提升管 15 中, 将固体输送到第二提升管 15 的顶部并经由弯管 16 排到膨胀槽 17 中。

[0068] 穿过第二提升管 15 输送的固体料流 $\dot{m}_2$ 的量可以通过供应推进剂空气来改变。此供应基于在流化床槽 1 中的压力差借助于控制阀 20 控制。至于没有通过第二提升管 15 移出的固体料流, 它积聚在第二下料器 13 中并形成横动固定床。在经由通过喷嘴 11 供应的推进剂空气流态化后, 剩余固体料流 $\dot{m}_1 = \dot{m}_0 - \dot{m}_2$ 经由第一提升管 9 再循环到流化床槽 1 中。在此, 如果没有固体经由第二下料器 13 和第二提升管 15 移出, 则第一提升管 9 必须经设计使得它还能够使来自第一下料器 8 的全部固体料流 $\dot{m}_0$ 再循环到流化床槽 1 中。因此根据经由第二提升管 15 移出的第二分料流 $\dot{m}_2$ 自动实现分料流 $\dot{m}_1$ 的调节。因此, 该系统仅仅需要对通过在第二提升管 15 下方的喷嘴 18 的推进剂空气的供应进行控制。另一方面, 通过在第一提升管 9 下方的喷嘴 11 的推进剂空气的供应可以保持恒定。

[0069] 下料器中的固体的行为就象具有接近于固定床的孔隙度的孔隙度的下沉床一样。在穿过喷嘴 18 的下沉输送气体流并由此在第二提升管 15 中的下沉固体质量流的情况下, 即使在介于流化床槽 1 与第二提升管 15 的顶部之间具有大的压力差的情况下, 一旦输送气体流量变得小于对应于在第二提升管 15 中最小起流速度的流量, 固体将不再流动。随后在第二下料器 13 中和在第二提升管 15 中, 得到横动固定床。此横动确保了在流化床槽与该提升管顶部之间的气氛的分隔, 取决于应用这可能是必要的。

[0070] 第二提升管 15 中的固体质量流量 (关联第二提升管 15 的输送气体体积流量作为控制流化床反应器 1 的固体总量的控制变量) 与输送气体体积流量本身处于限定关系之下。如果在对应的控制阀 20 之前采用输送气体的流量测量, 则固体质量流量因此可得自于所测量的输送气体体积流量。固体槽的 (也例如流化床反应器的) 固体停留时间从固体含量与固体流量的比值得到。如在图 1 中所示的管路的情况下, 第二提升管 15 的固体质量流量 (除控制偏差以外) 与流化床反应器的固体流量相同, 所以以本发明的方法甚至可以确定并控制固体的停留时间。如果例如引入到流化床反应器中的通常恒定的固体量以具体的倍数加倍, 则流化床反应器中的总量必须也加倍, 如果固体的停留时间应该保持恒定的话。即使没有测量引入到流化床反应器中的固体量, 也可以从第二提升管中固体质量流量的增加推断出系统的流量已加倍。为了保持固体停留时间恒定, 随后使用于反应器总量的控制线路的所需值加倍。一个过渡时期后, 得到两倍的流化床反应器的压力差。因此, 代替流化床中的固体总量, 甚至流化床中固体的停留时间也可以以这种方法控制。

[0071] 在一个备选的未举例说明的实施方案中, 穿过第一喷嘴 11 的空气的供应也可以

另外改变。在再循环旋风分离器 6 与第一下料器 8 之间,布置槽(优选流化槽),其中通过改变穿过喷嘴 11 的气体流量控制固体料位。此槽中的料位的测量可以例如再次通过测量压力差来实现。这包括下料器 8 始终完全填充并容许估算质量流量 $\dot{m}_1$ 的优势:该质量流量越大,在第一提升管 9 中输送它所需的推进剂空气越多。因为质量流量 $\dot{m}_2$ 可经由在第二提升管 15 中的推进剂空气估算,也可以计算循环质量流量 $\dot{m}_0$ 。在工业循环流化床系统中,至今从来不是这样。另外,按目前所需仅加入这么多的推进剂空气。如果推进剂空气流量不由控制阀而是通过风机速度改变,则节省了风机能量。

[0072] 在如图 2 所示的本发明的第二实施方案中,串联排列多个下料器/提升管组件(密封罐)。第一下料器 31 在距气体分配器的规定距离处(即,在高于其料位或在其料位处)从流化床槽 30 分叉,固体质量流量 $\dot{m}_0$ 穿过此第一下料器从流化床槽 30 排出。基本垂直向上延伸的第一提升管 33 在第一下料器 31 的底部 32 附近分叉,它经由弯管 34 通向第一膨胀槽 35。在第一提升管 33 的入口下方,推进剂空气经由第一喷嘴 36 供应,借助于该推进剂空气固体在第一提升管 33 中流态化并运输到顶部。推进剂空气经由第一喷嘴 36 的供应借助于第一控制阀 37 来改变。

[0073] 在第一下料器 31 的底部 32 之后提供第二密封罐 S2,它包括第二下料器 38 和从第二下料器 38 分叉的第二提升管 39,该第二提升管 39 经由弯管 40 通向第二膨胀槽 41。在第二提升管 39 的入口下方,推进剂空气经由第二喷嘴 42 供应,以使固体在第二提升管 42 中流态化并将它们通到顶部。推进剂空气经由第二喷嘴 42 的供应借助于第二控制阀 43 来改变。

[0074] 在第二密封罐 S2 之后提供第三密封罐 S3,它包括毗连第二下料器 38 的底部的第三下料器 44 和从第三下料器 44 分叉的垂直上升的第三提升管 45,该第三提升管 45 经由弯管 46 通向第三膨胀槽 47。在第三提升管 45 的入口下方,推进剂空气经由第三喷嘴 48 供应,它将流态化的固体输送到第三提升管 45 的顶部。推进剂空气经由第三喷嘴 48 的供应借助于第三控制阀 49 来改变。

[0075] 代替膨胀槽 35、41、47,当然可以对应于各自分料流 $\dot{m}_1$ 到 $\dot{m}_3$ 的操作需求提供此设备的其它部件,其中可分别处理各分料流 $\dot{m}_1$ 到 $\dot{m}_3$ 。代替在膨胀槽中的料位,当例如换热器束在膨胀槽中排列时,温度也可以被控制。则,有可能控制在膨胀槽出口处的固体温度或还有在换热器束的管道中流动的介质的出口温度。以这种方法,例如可以借助于部分固体料流的相应的分配,针对不同介质或部分工艺的热量需求来精确调节流出所述槽 30 的固体料流的总热量。

[0076] 穿过喷嘴 36、42 和 48 的推进剂空气的供应例如基于膨胀槽 35、41 和 47 中的料位而改变。此料位可例如借助于跨越槽 35、41 和 47 的压力差来确定。以这种方法,可实现分别穿过提升管 33、39 和 45 的具体质量流量 $\dot{m}_1$ 、 $\dot{m}_2$ 和 $\dot{m}_3$ 。同时,确保在流化床槽 30 与膨胀槽 35、41 和 47 之间的压力密封:各个槽可以处于不同压力水平下。

[0077] 图 3 中所示的串联连接当然可以扩展到任意数目的密封罐 S_1 到 S_n ,它们各自以同样的方式设计。然而,必须确保压力 P_n (在此为最后的下料器 44 底部的 P_d) 大于流化床槽 30 中的压力 P_0 和在槽 35、41 和 47 中的压力 P_1 到 P_{n-1} 。

实施例

[0078] 在流化床应用中,氧化铝是在高温下在流化床炉子中由氢氧化铝产生的。来自产物的热量应该在流化床冷却器中回收以在煅烧过程或另外在氧化铝精炼厂中进一步使用。在如图 2 所示的设备管路中,与图 1 类似,最高的下料器与旋风分离器直接连接。产物是在 480℃ 的温度下得到的并借助于三种介质冷却(热回收)。为此目的,并联连接三个具有浸没管束的流化床冷却器,它们各自与提升管之一连接。在第一冷却器中,用于炉子的一次空气通过间接传热来预热。在第二冷却器中,加热最大 32t/h 的锅炉进水,和在第三冷却器中,加热最大 60t/h 的过滤器洗涤水用于精炼厂的水合物过滤器。所述锅炉进水具有 6 巴的压力且进入具有 25℃ 的温度的第二冷却器的管束;所述过滤器洗涤水进入具有 60℃ 的温度的第三冷却器的管束。最高的下料器具有 0.8m 的直径。通往具有一次空气管束的第一冷却器的第一提升管具有 0.4m 的直径且能够运输约 140t/h 的全部产物料流。在最大加热量下锅炉进水和过滤器洗涤水并不总是可以得到的。因此,用于加热这些介质的热量需求不恒定。另一方面,无论如何也应该防止液体介质沸腾。因此,将在第二冷却器中的管束出口处的锅炉进水温度控制到 140℃ 的温度。相应的控制线路与用于第二提升管的输送空气喷嘴的控制阀相联。如果在管束出口处的锅炉进水具有高于 140℃ 的温度,则略微节流控制阀。因此,更少的氧化铝被运输到第二冷却器中,可得到的热量降低,并且管束出口处的锅炉进水温度相应地降低。然而,如果锅炉进水温度保持在 140℃ 的所要温度之下,则略微开启控制阀,以使得更多的氧化铝穿过第二提升管运输到第二冷却器中,在此可得到的热量相应增加,并且锅炉进水温度增加。即使在改变锅炉进水的质量流量的情况下,也总能调节所要的预热温度。第二提升管具有 0.25m 的直径,以使得可将最大 56t/h 的氧化铝输送到第二冷却器中。在第三冷却器中,应该将所述过滤器洗涤水加热到 95℃ 的所要值。再一次,在管束的出口处控制水的温度,关联的控制线路与用于第三提升管的输送气体的控制阀相联。第三提升管具有 0.15m 的直径,以使得可将最大 32t/h 的氧化铝输送到第三冷却器中。第二下料器的直径为 0.6m,第三下料器的直径为 0.35m。将流到第一提升管的输送气体定量,以使得当提升管二和三没有移出任何固体时,该输送气体运送走全部固体料流。然而,如果对于以最大量加热可以得到锅炉进水和过滤器洗涤水,则由于对锅炉进水的温度和过滤器洗涤水的温度的控制,第一提升管中的固体料流减少,且较少的热量消散到一次空气中。如果不能得到锅炉进水或过滤器洗涤水,则全部产物料流穿过第一提升管进入第一冷却器且热量消散到用于所述炉子的一次空气中。因此,能量可以以任何方式在待加热的介质之间分配。因此可以优化热流的利用。如果随后必须使余热消散,则可以将冷却器的出口与另外的流化床冷却器连接,在那里余热消散到冷却水中。

[0079] 附图标记列表

[0080] 1 流化床槽

[0081] 2 固体供应管路

[0082] 3 一次空气管路

[0083] 4 燃料管路

[0084] 5 排料管路

[0085] 6 旋风分离器

[0086] 7 管路

- [0087] 8 第一下料器
- [0088] 9 第一提升管
- [0089] 10 第一下料器的底部
- [0090] 11 第一喷嘴
- [0091] 12 过渡件
- [0092] 13 第二下料器
- [0093] 14 第二下料器的底部
- [0094] 15 第二提升管
- [0095] 16 弯管
- [0096] 17 膨胀槽
- [0097] 18 第二喷嘴
- [0098] 19 管路
- [0099] 20 控制阀
- [0100] 21 差压传感器
- [0101] 30 流化床槽
- [0102] 31 第一下料器
- [0103] 32 第一下料器的底部
- [0104] 33 第一提升管
- [0105] 34 弯管
- [0106] 35 第一膨胀槽
- [0107] 36 第一喷嘴
- [0108] 37 第一控制阀
- [0109] 38 第二下料器
- [0110] 39 第二提升管
- [0111] 40 弯管
- [0112] 41 第二膨胀槽
- [0113] 42 第二喷嘴
- [0114] 43 第二控制阀
- [0115] 44 第三下料器
- [0116] 45 第三提升管
- [0117] 46 弯管
- [0118] 47 第三膨胀槽
- [0119] 48 第三喷嘴
- [0120] 49 第三控制阀
- [0121] S₁ 到 S₃ 密封罐

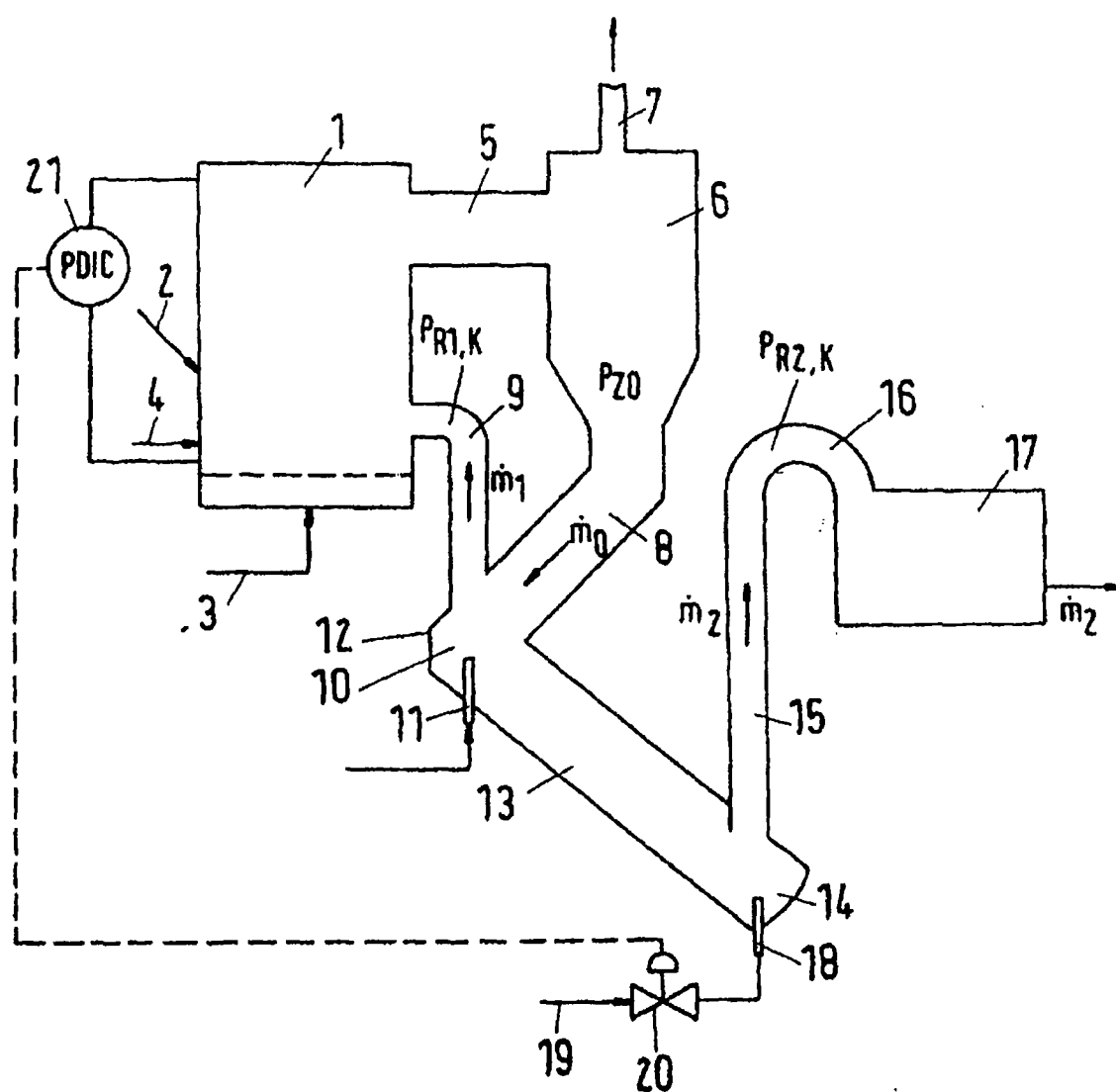


图 1

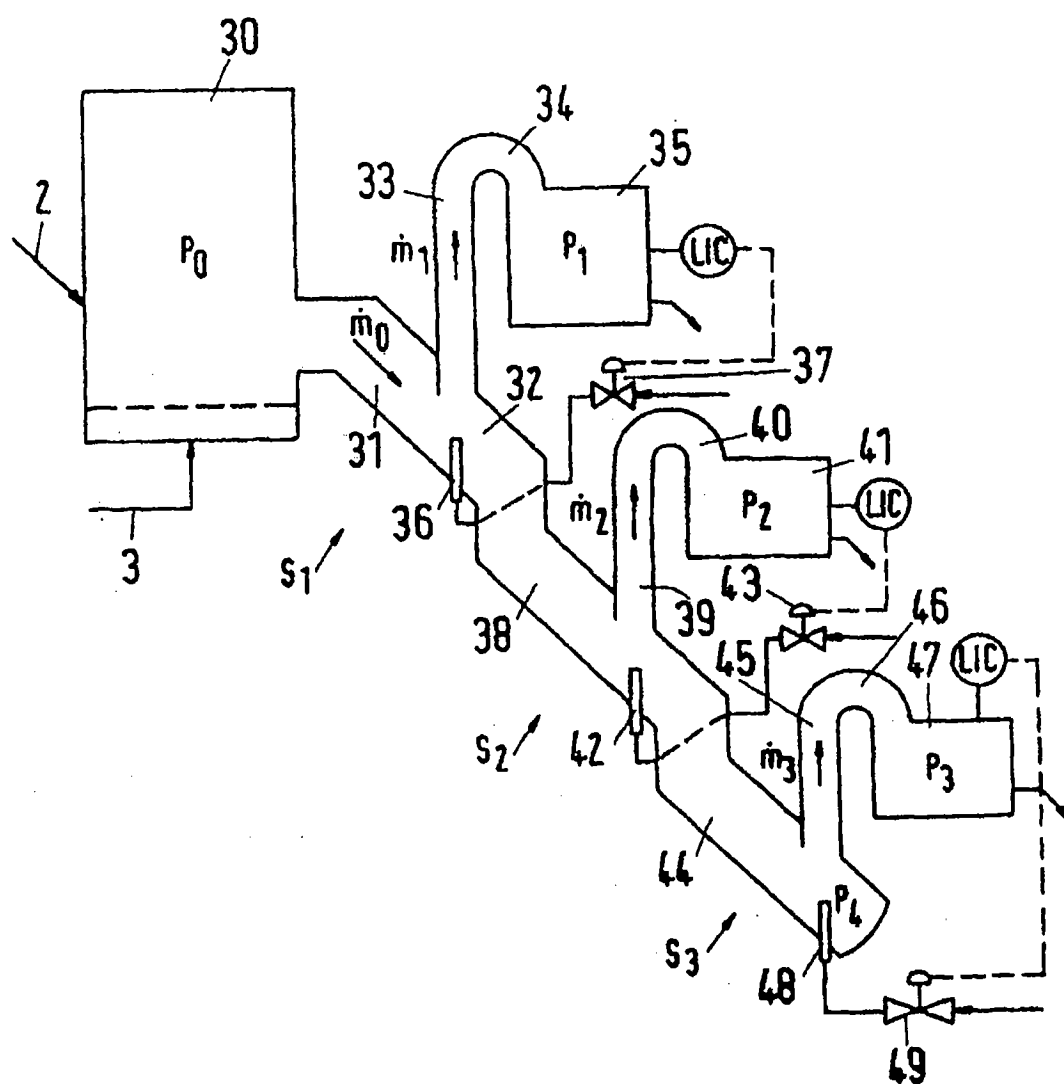


图 2