



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102294124 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 05

(21) 申请号 201010217364. 7

(22) 申请日 2010. 06. 23

(73) 专利权人 中国科学院工程热物理研究所  
地址 100190 北京市北四环西路 11 号

(72) 发明人 梁世强 王涛 陶毓伽 郭朝红  
李玉华 袁达忠 唐大伟 胡学功

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021

代理人 周长兴

CN 2911552 Y, 2007. 06. 13,

CN 2876648 Y, 2007. 03. 07,

CN 201492955 U, 2010. 06. 02,

US 5248387 A, 1993. 09. 28,

US 5480539 A, 1996. 01. 02,

DE 10241447 A1, 2004. 03. 18,

章其鸽. 喷雾干燥塔的尾气余热回收. 《化学工程师》. 2008, (第 6 期), 第 45-46 页.

审查员 张茜

(51) Int. Cl.

B01D 1/18(2006. 01)

B01D 1/30(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201423179 Y, 2010. 03. 17,

CN 1414288 A, 2003. 04. 30,

CN 201173662 Y, 2008. 12. 31,

CN 101650119 A, 2010. 02. 17,

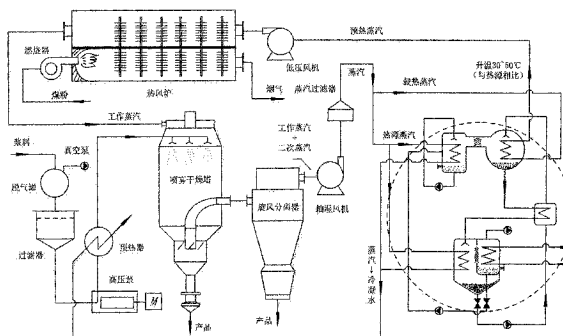
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于吸收式热泵的喷雾干燥方法和装置

(57) 摘要

一种喷雾干燥方法:将浆态物料预热,雾状进入喷雾干燥塔;以高过热度的低压干蒸汽为工作蒸汽与雾状的浆态物料进行接触式换热,工作蒸汽的量和过热度必须要满足在塔内换热接近平衡时工作蒸汽依然处于过热状态,并且其在过程中所释放的热能足够将浆态物料中大部分水分蒸发出来成为二次蒸汽,干燥粉料由塔底流出收集;工作蒸汽与二次蒸汽从干燥塔排出后,被分成两股,分别与吸收式热泵进行换热,其中一股做为热源蒸汽在吸收式热泵输入端的换热器内放热,最终冷凝为液态水,另外一股做为载热蒸汽从吸收式热泵输出端的换热器内吸热;载热蒸汽升温后通过换热设备由外部热源将其再次加热成为工作蒸汽进行循环。本发明还提供了实现上述方法的装置。



CN 102294124 B

1. 一种喷雾干燥方法,其主要步骤如下:

1) 将含水率 30-70%的浆态物料由常温预热至 40-70℃,成雾状进入喷雾干燥塔;

2) 以高过热度的低压干蒸汽做为工作蒸汽与雾状的浆态物料在喷雾干燥塔内进行接触式换热,工作蒸汽的量和过热度须满足在塔内换热接近平衡时工作蒸汽依然处于过热状态,并且在过程中所释放的热能足够将浆态物料中大部分水分蒸发出来成为二次蒸汽,干燥粉料由塔底流出收集;

3) 工作蒸汽与二次蒸汽从喷雾干燥塔排出后,被分成两股,分别与吸收式热泵进行换热,其中一股做为热源蒸汽在吸收式热泵输入端的换热器内放热,最终冷凝为液态水,另外一股做为载热蒸汽从吸收式热泵输出端的换热器内吸热,使载热蒸汽温度提高 30-50℃;

4) 载热蒸汽升温后通过换热设备由外部热源将其再次加热成为工作蒸汽进行循环。

2. 根据权利要求 1 所述的喷雾干燥方法,其中,步骤 1 中的浆态物料需先脱除不凝性气体和固体杂质。

3. 根据权利要求 1 所述的喷雾干燥方法,其中,常温预热至 40-70℃的浆态物料通过高压泵加压喷射成粒径 30-500 微米的雾状进入喷雾干燥塔。

4. 根据权利要求 1 所述的喷雾干燥方法,其中,步骤 2 中的换热过程是在与喷雾干燥塔尾部连接的抽湿风机提供的微负压条件下进行的。

5. 根据权利要求 1 所述的喷雾干燥方法,其中,步骤 3 中的出塔蒸汽需先通过旋风分离器及蒸汽过滤器进行除尘净化。

6. 一种实现权利要求 1 所述方法的装置,主要包括有:

一预热器,用于实现浆态物料与余热的热交换,其中余热热源可以为蒸汽冷凝热水、热风炉烟气或者来自系统外的余热热源;

一喷雾干燥塔,连接一高压泵,使浆态物料形成雾状地进入喷雾干燥塔内;

一热风炉,连接喷雾干燥塔,以供给喷雾干燥塔工作蒸汽;

一旋风分离器,进口与喷雾干燥塔尾气出口连接,以对喷雾干燥塔尾气内的气固成份进行分离;

一抽湿风机,与旋风分离器的出口连接,用以提供干燥塔内微负压,并提供气体流动所需动力;

一吸收式热泵,与抽湿风机出口通过蒸汽过滤器相连接,用以将二次蒸汽中大量低品位相变潜热转变为高品位余热。

7. 根据权利要求 6 所述的装置,其中,吸收式热泵为第二类溴化锂吸收式热泵。

8. 根据权利要求 6 所述的装置,其中,吸收式热泵的输出端通过一风机连接热风炉。

## 一种基于吸收式热泵的喷雾干燥方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种喷雾干燥方法。

[0002] 本发明还涉及一种实现上述方法的喷雾干燥装置。

### 背景技术

[0003] 喷雾干燥方法是 19 世纪末 LaMont 和 Percy 等发明的,是现代干燥新技术之一。在 20 世纪初这种设备主要用于脱脂奶粉的制造,并在食品工业中开始工业应用。随着喷雾干燥技术的不断开发和完善,这项技术在国内外国已得到了广泛应用,例如用于食品工业中奶粉、乳清粉、奶油粉、蛋粉、果汁粉、速溶咖啡等的生产中,在其它工业如药物、生物制品、洗涤剂、陶瓷、环保等工业中也很常用。

[0004] 喷雾干燥机通过机械作用,将需要干燥的物料,分散成很细的象雾一样的微粒以增大水分蒸发面积,加速干燥过程,与热空气接触后,在一瞬间将大部分水分除去,而使物料中的固体物质干燥成粉末。采用喷雾干燥的方法,可以省去浓缩、过滤、粉碎等工序,直接获得 30-500  $\mu\text{m}$  的粒状产品。它的缺点就是水分的蒸发量大,造成能耗较大。

[0005] 以陶瓷生产中的泥浆制粉工序为例,喷雾塔热湿交换之后所产生的烟气和水汽,虽然温度仅为 80°C -90°C,但蕴含的蒸汽潜热量巨大。若将这部分余热利用起来,其节能效果和经济效益均相当可观。然而,目前大多采用预热助燃空气、燃料或泥浆的方法进行回收。但是,这些方法并不是很理想,与喷雾塔排气所蕴含的巨大热量相比,热能利用率只有 3% -8%。因此,非常有必要探索一种更为高效的回收喷雾干燥塔排气潜热的科学方法。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种喷雾干燥方法,以便实现干燥塔尾气中蒸汽相变潜热的循环利用。

[0007] 本发明的又一目的在于提供一种实现上述方法的装置。

[0008] 为实现上述目的,本发明提供的喷雾干燥方法,其主要步骤如下:

[0009] 1) 将含水率 30-70% 的浆态物料由常温预热至 40-70°C,通过高压泵加压喷射成粒径 30-500 微米的雾状进入喷雾干燥塔;

[0010] 2) 以高过热度的低压干蒸汽做为工作蒸汽与雾状的浆态物料在喷雾干燥塔内进行接触式换热,工作蒸汽的量和过热度必须要满足在塔内换热接近平衡时工作蒸汽依然处于过热状态,并且其在过程中所释放的热能足够将浆态物料中大部分水分蒸发出来成为二次蒸汽,干燥粉料由塔底流出收集;

[0011] 3) 工作蒸汽与二次蒸汽从干燥塔排出后,被分成两股,分别与吸收式热泵进行换热,其中一股做为热源蒸汽在吸收式热泵输入端的换热器内放热,最终冷凝为液态水,另外一股做为载热蒸汽从吸收式热泵输出端的换热器内吸热,使载热蒸汽的温度提高 30-50°C;

[0012] 4) 载热蒸汽升温后通过换热设备由外部热源将其再次加热成为工作蒸汽进行循环。

- [0013] 所述的喷雾干燥方法,其中,步骤 1 中的浆态物料需先脱除不凝性气体和固体杂质。
- [0014] 本发明提供的实现上述方法的装置,主要包括有:
- [0015] 一预热器,用于实现浆态物料与余热的热交换,其中余热热源可以为蒸汽冷凝热水、热风炉烟气或者来自系统外的余热热源;
- [0016] 一喷雾干燥塔,连接一高压泵,使浆态物料形成雾状地进入喷雾干燥塔内;
- [0017] 一热风炉,连接喷雾干燥塔,以供给喷雾干燥塔工作蒸汽;
- [0018] 一旋风分离器,进口与喷雾干燥塔尾气出口连接,以对喷雾干燥塔尾气内的气固成份进行分离;
- [0019] 一抽湿风机,与旋风分离器的出口连接,用以提供干燥塔内微负压,并提供气体流动所需动力;
- [0020] 一吸收式热泵,与抽湿风机出口通过蒸汽过滤器相连接,用以将二次蒸汽中大量低品位相变潜热转变为高品位余热。
- [0021] 所述的装置,其中,吸改式热泵为溴化锂吸收式热泵,其输出端通过一风机连接热风炉。。
- [0022] 本发明的方法和装置,较原有工艺可节能达 30% 以上,经济效益明显。

#### 附图说明

- [0023] 图 1 为本发明的工艺流程示意图。

#### 具体实施例

- [0024] 如图 1,本发明所述方法的工艺流程如下:
- [0025] 1) 以过热度较高的干蒸汽取代通常所用的烟气或热空气做为工作蒸汽干燥浆料,并在工艺流程中一直保持工作蒸汽有一定的过热度。
- [0026] 工作蒸汽用量多少取决于其过热度大小以及蒸发浆料所需的能耗,必须保证干蒸汽温度降至比浆料蒸发温度高 10℃ 左右时所释放的显热足以供给浆料蒸发所需热量。一般的,整个流程中,工作蒸汽最大过热度达到 150℃ 左右效果较好,最小过热度也要保持 10℃ 左右。
- [0027] 2) 包括工作蒸汽和二次蒸汽在内的干燥塔尾气分成两股进入第二类溴化锂吸收式热泵机组,一股的流量与二次蒸汽相当,做为热泵工作热源,另一股与工作蒸汽流量相当,做为载热介质从热泵输出端取热。所述溴化锂吸收式热泵是成熟商品,COP 为 0.4-0.5,升温能力为 30-50℃。
- [0028] 载热蒸汽被预热后,被送到热风炉加热,生成新的工作蒸汽参与下一轮循环。
- [0029] 热源蒸汽凝结放热,其释放潜热的 40% 最终被载热蒸汽吸收,其余排放到冷却水中,凝结下来的冷凝水也可用于预热浆料。
- [0030] 以下举陶瓷生产中的泥浆制粉为例,具体工艺流程如下:
- [0031] 温度为 20℃,流量 3.5kg/s 的泥浆,含水率 33%,依次通过脱气罐和过滤器,脱除不凝性气体和固体杂质颗粒,然后经过高压泵加压,再与来自吸收式热泵的热源蒸汽冷凝水(约 80℃,1kg/s)在预热器内进行热交换后,温度上升至 40℃(冷凝水温度降至 35℃排

放),最后通过喷嘴变成雾状进入 3200 型压力喷雾干燥塔。

[0032] 选用一台换热量 3000kW 的热管式煤粉热风炉,将 10kg/s,130℃,80-90kPa 的干蒸汽加热至 250℃做工作蒸汽使用。这个过程中,热风炉燃烧热值 5300kCal/kg 的煤粉约 440kg/h,排烟温度 150 ~ 160℃,热效率约 80%。

[0033] 10kg/s,240℃工作蒸汽从 3200 型喷雾塔塔顶布风器进入干燥塔,与雾状泥浆进行接触式换热。在 Y9-38-14D 型 110kW 的抽湿风机作用下,干燥塔内压力约为 70kPa,对应的蒸汽饱和温度为 90℃。工作蒸汽由 250℃降至 100-105℃,释放的显热从泥浆中蒸发 1kg/s 的二次蒸汽,余下含湿 6%的粉料温度约为 80℃由塔底收集流出,也有一部分从旋风分离器底部流出,喷雾干燥塔和旋风分离器等设备均密封性良好。

[0034] 二次蒸汽随着工作蒸汽一起通过旋风分离器、抽湿风机和蒸汽过滤器,然后分成两股进入 2500kW 的第二类溴化锂吸收式热泵机组,一股的流量与二次蒸汽相当,做为热泵工作热源,另一股与工作蒸汽流量相当,做为载热介质从热泵输出端取热。吸收式热泵是成熟商品,COP 为 0.4-0.5,与热源温度相比升温能力为 30-50℃。

[0035] 经过热泵,热源蒸汽凝结为 80-90℃的热水,放出约 2300kW 热能,热水通过预热器放热给泥浆,可另外回收 190kW 热能。另一方面,载热蒸汽升温 40℃,达到 130℃,回收约 920kW 热能,然后再次被送进热风炉加热成为工作蒸汽,开始新一轮循环。另外还有约 1380kW 的热能变为 40℃的热水排出,可做生活用水,也有利用价值。

[0036] 通常上述喷雾干燥工艺需要消耗 1050kg/h 水煤浆,总热值为  $4.4 \times 10^6$  kCal,采用本发明新工艺后能耗约为原来的 53%,节能效果显著,经济效益明显。

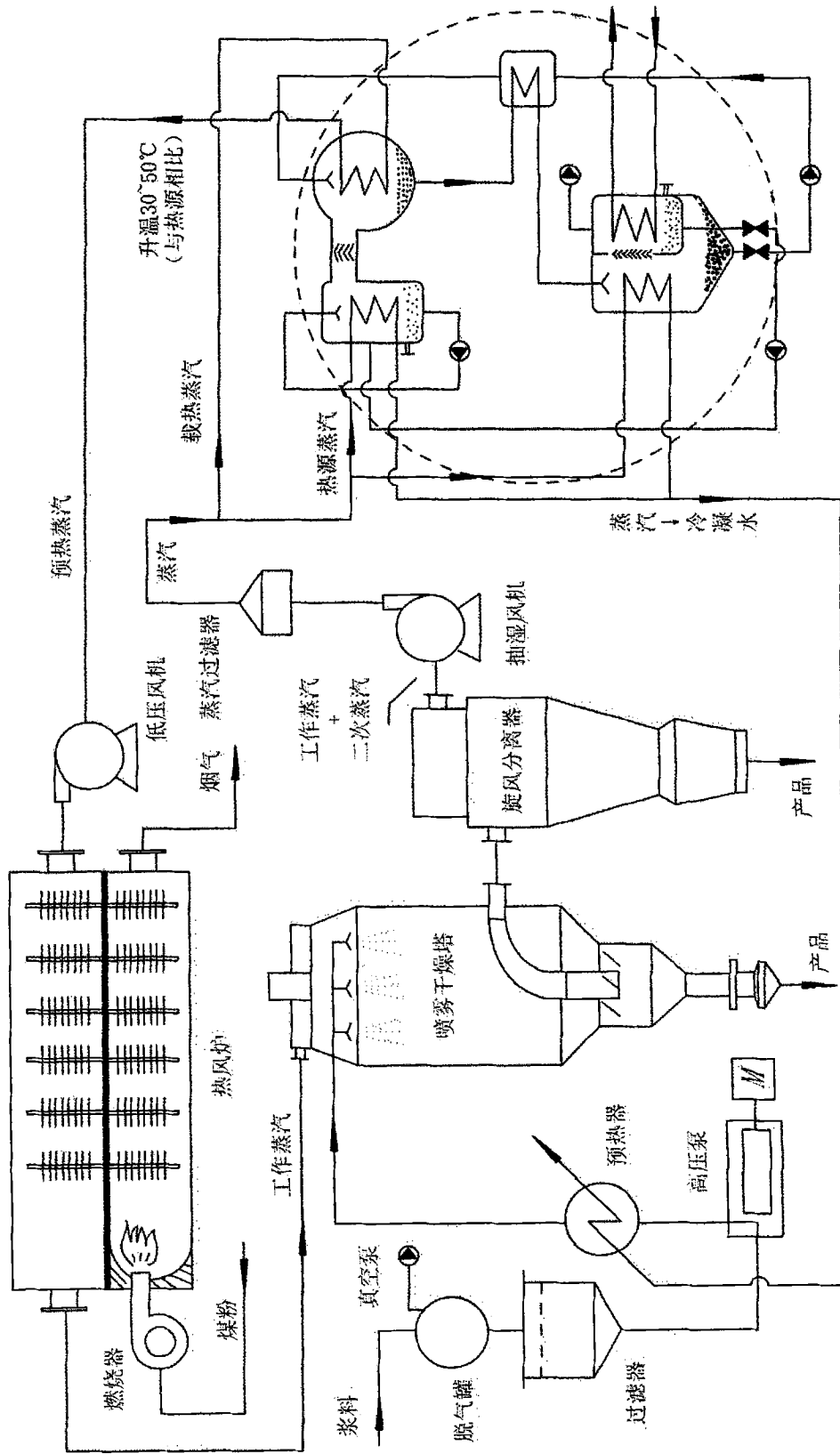


图 1