



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103768808 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201410031526. 6

(22) 申请日 2014. 01. 23

(73) 专利权人 南京航空航天大学
地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29 号

(72) 发明人 韩东 岳晨 蒲文灏 何纬峰

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237
代理人 贺翔

(51) Int. Cl.

B01D 1/00(2006. 01)

B01D 9/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102807521 A, 2012. 12. 05,

CN 1224694 A, 1999. 08. 04,

CN 101708870 A, 2010. 05. 19,

CN 102343162 A, 2012. 02. 08,
CN 103288101 A, 2013. 09. 11,
WO 2010112673 A1, 2010. 10. 07,
CN 101874938 A, 2010. 11. 03,
CN 103007553 A, 2013. 04. 03,

审查员 牛蒙

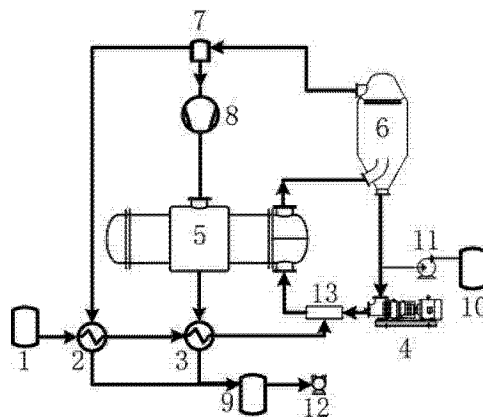
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

部分蒸汽再压缩蒸发浓缩系统及方法

(57) 摘要

一种部分蒸汽再压缩蒸发浓缩系统及方法，属于节能\环保领域。该系统启动前需要采用真空泵(12)抽真空。该系统蒸发浓缩结晶过程特点在于，分离器(6)出口水蒸汽经过二次蒸汽稳压分配器(7)分为两路：一路进入第一级预热器(2)热侧对原料进行预热；另一路经过蒸汽压缩机(8)升压后送入换热器(5)热侧入口。二次蒸汽稳压分配器(7)具有流量分配和压力平衡的功效。该系统因实现了不同品位的二次蒸汽梯级利用，降低系统能耗，较常规蒸汽再压缩蒸发系统节能效果显著。另外，由于实现了部分蒸汽再压缩，可使得蒸汽压缩机的结构尺寸规格减小，可显著降低蒸汽压缩机的投资成本。该发明具有节能、整体系统结构尺寸紧凑、成本低的技术优势。



CN 103768808 B

1. 一种部分蒸汽再压缩蒸发浓缩系统,其特征在于

由原料罐(1)、第一级预热器(2)、第二级预热器(3)、物料循环泵(4)、换热器(5)、分离器(6)、二次蒸汽稳压分配器(7)、蒸汽压缩机(8)、凝液罐(9)、成品罐(10)、出料泵(11)、真空泵(12)组成;

其中第一级预热器(2)具有冷侧入口、冷侧出口、热侧入口、热侧出口;第二级预热器(3)具有冷侧入口、冷侧出口、热侧入口、热侧出口;换热器(5)具有冷侧入口、冷侧出口、热侧入口、热侧出口;分离器(6)具有入口、蒸汽出口、浓缩液出口;

其中原料罐(1)出口与第一级预热器(2)冷侧入口相连,第一级预热器(2)冷侧出口与第二级预热器(3)冷侧入口相连,第二级预热器(3)冷侧出口与混合管(13)入口相连,混合管(13)出口与换热器(5)冷侧入口相连,换热器(5)冷侧出口与分离器(6)入口相连;分离器(6)的蒸汽出口与二次蒸汽稳压分配器(7)入口相连;分离器(6)的浓缩液出口分为两路,一路依次与出料泵(11)和成品罐(10)相连,另一路依次与物料循环泵(4)和混合管(13)入口相连;

二次蒸汽稳压分配器(7)包括两个出口,一个出口依次与蒸汽压缩机(8)和换热器(5)热侧入口相连;另一个出口与第一级预热器(2)热侧入口相连;换热器(5)热侧出口与第二级预热器(3)热侧入口相连,第二级预热器(3)热侧出口与凝液罐(9)相连;第一级预热器(2)热侧出口与凝液罐(9)相连。

2. 根据权利要求1所述的部分蒸汽再压缩蒸发浓缩系统,其特征在于:所述二次蒸汽稳压分配器(7)置于分离器(6)的外部或内部的顶部位置。

3. 根据权利要求1所述的部分蒸汽再压缩蒸发浓缩系统的工作方法,其特征在于包括以下过程:

一、抽真空过程:

在系统启动前,打开真空泵(12)对整个蒸发浓缩系统管路及设备抽真空,达到系统操作压力要求后关闭真空泵(12);

二、蒸发浓缩过程:

来自原料罐(1)的物料首先进入第一级预热器(2)冷侧吸收来自二次蒸汽稳压分配器(7)出口的二次蒸汽冷凝潜热后温度升高,再进入第二级预热器(3)冷侧吸收来自换热器(5)热侧出口的高压高温冷凝水显热,其温度继续升高;从第二级预热器(3)冷侧出来的物料与来自物料循环泵(4)出口的高温浓缩液在混合管(13)处混合后其温度接近蒸发温度,然后再进入换热器(5)冷侧,吸收来自蒸汽压缩机(8)出口二次蒸汽冷凝潜热后,进入分离器(6)入口;物料在分离器(6)内转变为二次蒸汽和浓缩液混合物,分离器(6)蒸汽出口的二次蒸汽进入二次蒸汽稳压分配器(7)经过稳压后分为两路,一路直接进入第一级预热器(2)热侧对原料进行预热;另一路进入蒸汽压缩机(8)增压后进入换热器(5)热侧对第一级预热器(2)出口的原料进行再热;

分离器(6)浓缩液出口物料分为两路,一路通过出料泵(11)送入成品罐(10);另一路经过物料循环泵(4)进入混合管(13)与原料混合后进入换热器(5)冷侧吸收二次蒸汽冷凝潜热部分蒸发后再进入分离器(6)开始下一轮循环。

部分蒸汽再压缩蒸发浓缩系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种部分蒸汽再压缩蒸发浓缩系统及方法,属于节能及环保领域。

背景技术

[0002] 传统的蒸发浓缩结晶设备多采用外加蒸汽作为热源,常用的是单效或多效蒸发技术,最终是将分离器产生的二次蒸汽直接排出或是经冷凝设备冷凝后排走。这样不仅浪费了二次蒸汽的潜热,浪费了能源,还得为冷凝二次蒸汽增加一套冷凝设备,既增加了投资又不环保和经济。

[0003] 目前最先进的是蒸汽机械再压缩蒸发浓缩结晶系统,其原理是采用蒸汽压缩机将分离器产生的二次蒸汽进行压缩,提升品位,在加热器中利用其潜热对原料进行加热,在一些情况下,较单效和多效系统而言,具有节能的优势。但蒸汽压缩机的价格也是昂贵的,并且蒸汽压缩机的价格是随着结构尺寸的增加而呈指数增长,这也就意味着如果蒸汽压缩机的结构尺寸下降,其价格下降的幅度就比较大。

[0004] 较前几年而言,目前人们越来越接受了蒸汽机械再压缩蒸发浓缩技术是比较节能的概念,认为只要采用蒸汽机械再压缩就能节约大量的能量。

[0005] 但通过近年来我们的研究发现,常规的蒸汽机械再压缩蒸发浓缩技术,并不是对所有的物料蒸发浓缩都有明显的节能效果,如某些沸点升高较高、或要求传热温差较大的物料蒸发浓缩结晶的节能效果就不佳,甚至没有节能效果。

[0006] 为此,如何设计一个比常规的蒸汽机械再压缩蒸发浓缩技术更加合理、更加节能、成本更低的蒸发浓缩结晶系统,成为一个新的研究方向。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种能够连续进料、出料和能够节约能源、成本更低,并且可以在不同温度范围下工作的结构紧凑的部分蒸汽再压缩蒸发浓缩系统和方法。

[0008] 本发明由原料罐、第一级预热器、第二级预热器、物料循环泵、换热器、分离器、二次蒸汽稳压分配器、蒸汽压缩机、凝液罐、成品罐、出料泵、真空泵组成;

[0009] 其中第一级预热器具有冷侧入口、冷侧出口、热侧入口、热侧出口;第二级预热器具有冷侧入口、冷侧出口、热侧入口、热侧出口;换热器具有冷侧入口、冷侧出口、热侧入口、热侧出口;分离器具有入口、蒸汽出口、浓缩液出口;

[0010] 其中原料罐出口与第一级预热器冷侧入口相连,第一级预热器冷侧出口与第二级预热器冷侧入口相连,第二级预热器冷侧出口与混合管入口相连,混合管出口与换热器冷侧入口相连,换热器冷侧出口与分离器入口相连;分离器的蒸汽出口与二次蒸汽稳压分配器入口相连;分离器的浓缩液出口分为两路,一路依次与出料泵和成品罐相连,另一路依次与物料循环泵和混合管入口相连;

[0011] 二次蒸汽稳压分配器包括两个出口,一个出口依次与蒸汽压缩机和换热器热侧入口相连;另一个出口与第一级预热器热侧入口相连;换热器热侧出口与第二级预热器热侧

入口相连,第二级预热器热侧出口与凝液罐相连;第一级预热器热侧出口与凝液罐相连。

[0012] 所述二次蒸汽稳压分配器置于分离器的外部或内部的顶部位置。

[0013] 系统运行过程如下:

[0014] 一、抽真空过程:

[0015] 在系统启动前,打开真空泵对整个蒸发浓缩系统管路及设备抽真空,达到系统操作压力要求后关闭真空泵;

[0016] 二、蒸发浓缩过程:

[0017] 来自原料罐的物料首先进入第一级预热器冷侧吸收来自二次蒸汽稳压分配器出口的二次蒸汽冷凝潜热后温度升高,再进入第二级预热器冷侧吸收来自换热器热侧出口的高压高温冷凝水显热,其温度继续升高;从第二级预热器冷侧出来的物料与来自物料循环泵出口的高温浓缩液在混合管处混合后其温度接近蒸发温度,然后再进入换热器冷侧,吸收来自蒸汽压缩机出口二次蒸汽冷凝潜热后,进入分离器入口;物料在分离器内转变为二次蒸汽和浓缩液混合物,分离器蒸汽出口的二次蒸汽进入二次蒸汽稳压分配器经过稳压后分为两路,一路直接进入第一级预热器热侧对原料进行预热;另一路进入蒸汽压缩机增压后进入换热器热侧对第一级预热器出口的原料进行再热;

[0018] 分离器浓缩液出口物料分为两路,一路通过出料泵送入成品罐;另一路经过物料循环泵进入混合管与原料混合后进入换热器冷侧吸收二次蒸汽冷凝潜热部分蒸发后再进入分离器开始下一轮循环。

[0019] 本发明所提供的设备能够满足连续进料和排料的浓缩结晶生产要求,采用二次蒸汽稳压分配器收集二次蒸汽,并将二次蒸汽进行分配,部分蒸汽进入蒸汽压缩机进行压缩,进入加热器利用了二次蒸汽的潜热,另外一部分二次蒸汽直接进入第一级预热器用于加热原料,节约了能源,省去了冷凝设备,进一步减少了冷却水的用量,较大幅度降低了企业采购蒸汽压缩机的成本,增加了企业收益,采用真空泵来抽出不凝性气体和维持系统内的真空度,保证溶液在设定的温度下沸腾蒸发。

[0020] 为了维持系统的真空度,在系统启动前,打开真空泵对整个蒸发浓缩系统管路及设备抽真空,达到系统操作压力要求后关闭真空泵,系统的操作压力是和蒸发温度是一一对应的,可根据蒸汽的饱和压力和饱和温度表来确定。

[0021] 也可以采用将二次蒸汽稳压分配器置于分离器的内部,这样可以使得系统更加紧凑。

附图说明

[0022] 图1为本发明的第一种结构示意图;

[0023] 图2为本发明的第二种结构示意图;

[0024] 图中标号名称:1、原料罐,2、第一级预热器,3、第二级预热器,4、物料循环泵,5、换热器,6、分离器,7、二次蒸汽稳压分配器,8、蒸汽压缩机,9、凝液罐,10、成品罐,11、出料泵,12、真空泵,13、混合管。

具体实施方式

[0025] 下面参照图1说明该高效节能部分蒸汽再压缩蒸发浓缩系统的运行过程。

[0026] 首次启动该系统时,需要利用真空泵 12 抽真空。系统的操作压力是要和蒸发温度是一一对应的,可根据蒸汽的饱和压力和饱和温度表来确定。

[0027] 主要操作步骤如下:来自原料罐 1 中的原料经过第一级预热器 2 加热后,再通过第二级预热器 3 加热后,温度达到蒸发温度,与循环浓缩液混合后进入换热器 5 冷侧,受到换热器 5 热侧蒸汽加热后部分蒸发,进入分离器 6 进行气液分离。从分离器 6 气相出口的二次蒸汽再通过二次蒸汽稳压分配器 7 分为两路:一路二次蒸汽进入第一级预热器 2 热侧冷凝,同时对预热器 2 冷侧的原料进行预热;另一路二次蒸汽经过蒸汽压缩机 8 升压提升品位后,进入换热器 5 热侧对换热器 5 冷侧的物料放热,同时换热 5 热侧的二次蒸汽被冷凝为液态水。从换热器 5 热侧出来的凝结水再进入第二级预热器 3 热侧对原料进行第 2 级预热。从分离器 6 底部出来的浓缩液混合物经过物料循环泵 11 与预热原料混合后进入换热器 5 冷侧。待分离器 6 内溶液循环浓缩达到一定结晶量时,打开出料泵 11,排出部分浓缩液至成品罐 10。至此整个部分蒸汽再压缩蒸发结晶系统开始连续稳定运行。

[0028] 其中,蒸汽压缩机 8 的压缩过程,可视为可逆多变过程,其压缩功率可采用可逆多变过程进行计算,多变指数 n 可取 1, 2-1.5。计算出的压缩机功率主要是用于增加二次蒸汽的焓值。

[0029] 另外,根据能量守恒原理,可以计算出物料在加热器蒸发所需要的热量,可以根据多出的能量的比例来确定需要进行压缩的二次蒸汽的比例。一旦确定下需要压缩蒸汽的比例,就可根据该数据确定蒸汽压缩机 8 的尺寸,达到部分蒸汽压缩的目的,实现节能及减小蒸汽压缩机投资成本的目标。

[0030] 如图 2 所示,也可以采用将二次蒸汽稳压分配器置于分离器的内部,这样可以使得系统更加紧凑。

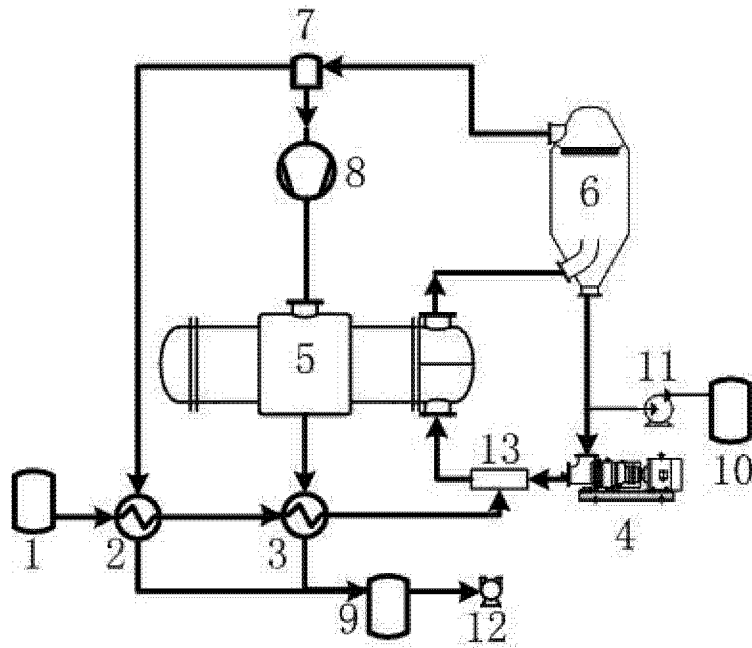


图 1

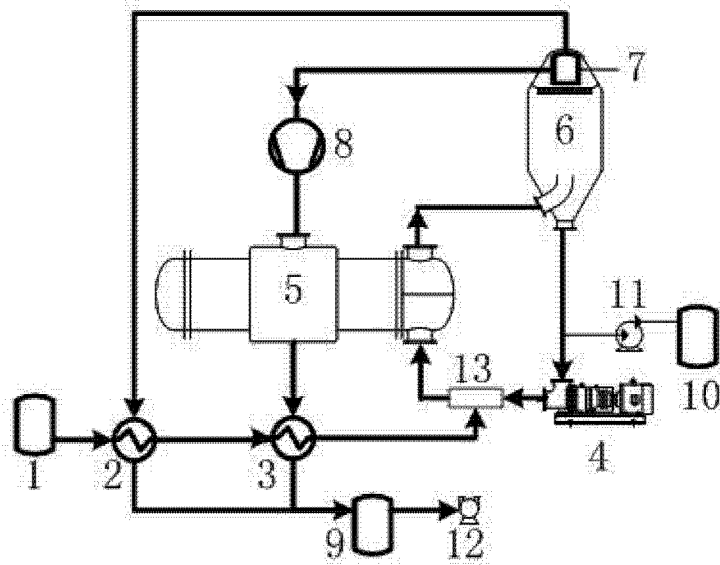


图 2