



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114349095 A

(43) 申请公布日 2022.04.15

(21) 申请号 202210136296.4

(22) 申请日 2022.02.15

(71) 申请人 上海兴全电力技术有限公司
地址 201108 上海市闵行区莘松路958弄山
林道68号1302室

(72) 发明人 李焯 唐万成 赵珉 褚校崧
褚兴全 吴伯刚

(74) 专利代理机构 上海沪慧律师事务所 31311
代理人 朱九皋

(51) Int.Cl.
C02F 1/04 (2006.01)
C02F 1/08 (2006.01)
B01D 53/26 (2006.01)

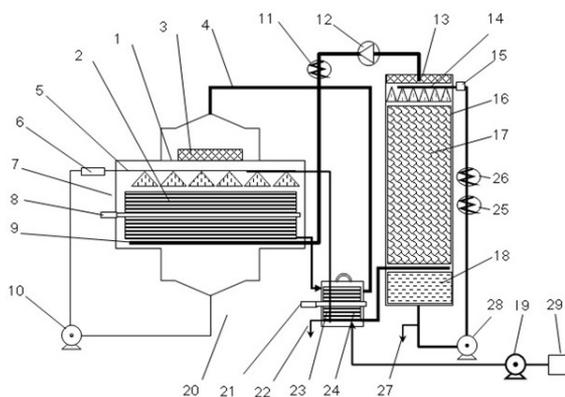
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

一种水平管式载气抗垢蒸发系统

(57) 摘要

本发明涉及环境保护的高盐废水蒸发浓缩领域,特别是一种水平管式载气抗垢蒸发系统,由蒸发器、除湿器、载气循环系统和防垢除垢系统构成。蒸发器是水平管喷淋式降膜蒸发器,采用上宽下窄的异形菱形腔板束作为蒸发内件。废液在给料泵的驱动下,从原料中间箱进入蒸发器,在蒸发器内被蒸发内件和载气加热后浓缩,进入蒸发器底部的浓缩料仓。在浓缩料仓中的废液,在浓缩液循环泵的驱动下,再次进入蒸发器浓缩。载气带着废液中的水分,在载气循环系统的驱动下经过除湿器去除所含的水分后,再次进入到蒸发器中。在蒸发器内设置防垢除垢系统,用于在工作中保障蒸发内件的洁净。本发明是一种高效、抗垢、免维护及适用范围广的系统。



1. 一种水平管式载气抗垢蒸发系统,其特征在于,由蒸发器、除湿器、载气循环系统和第一防垢除垢系统构成;所述蒸发器是水平管喷淋式降膜蒸发器,采用上宽下窄的异形菱形腔板束作为蒸发内件;废液在给料泵的驱动下,从原料中间箱进入所述蒸发器,在所述蒸发器内被所述蒸发内件和载气加热后浓缩,进入所述蒸发器底部的浓缩料仓;在所述浓缩料仓中的所述废液,在浓缩液循环泵的驱动下,再次进入所述蒸发器浓缩;所述载气带着所述废液中的水分,在所述载气循环系统的驱动下经过所述除湿器去除所含的水分后,再次进入到所述蒸发器中;在所述蒸发器内设置第一防垢除垢系统,用于在工作中保障所述蒸发内件的洁净。

2. 如权利要求1所述的水平管式载气抗垢蒸发系统,其特征在于,所述异形菱形腔板束在所述蒸发器中倾斜布置。

3. 如权利要求1所述的水平管式载气抗垢蒸发系统,其特征在于,在所述蒸发器内,用于加热所述废液的载气在所述载气循环系统的驱动下,从所述蒸发内件下方进入所述蒸发器内;所述废液通过布置在所述蒸发内件上方的浓缩液喷淋装置注入到所述蒸发器内;在所述浓缩液喷淋装置入口设置用于减少所述废液分子间引力的浓缩液增能器;所述第一防垢除垢系统刚性连接到所述蒸发内件上;在所述蒸发器的最上部设置储气室,在所述储气室内还设置有用于消除所述载气中的泡沫和小水滴的第一除沫器。

4. 如权利要求3所述的水平管式载气抗垢蒸发系统,其特征在于,所述第一防垢除垢系统为第一超声传振杆和第一超声换能器;所述第一超声传振杆伸入所述蒸发器内部的部分焊接在所述蒸发内件上,所述第一超声传振杆伸出所述蒸发器外部的部分焊接在所述第一超声换能器上;所述第一超声传振杆与所述蒸发器的壳体之间以盘根方式密封。

5. 如权利要求4所述的水平管式载气抗垢蒸发系统,其特征在于,所述第一防垢除垢系统还包含刮板;所述刮板与所述异形菱形腔板束垂直,沿着所述异形菱形腔板束的方向移动,配合所述第一超声传振杆和所述第一超声换能器一同清除所述蒸发内件上的污垢。

6. 如权利要求1所述的水平管式载气抗垢蒸发系统,其特征在于,所述除湿器包含冷凝水喷淋装置、第二除沫器、填料、冷凝水水箱、冷凝水循环泵、冷却器、冷冻器和冷凝水增能器;湿润的所述载气被所述载气循环系统从所述除湿器的下方注入,沿着所述除湿器上升,依次经过所述填料、所述冷凝水喷淋装置和所述第二除沫器后离开所述除湿器;所述冷凝水水箱中的冷凝水,在所述冷凝水循环泵的驱动下,依次经过所述冷却器、所述冷冻器和所述冷凝水增能器后,从所述冷凝水喷淋装置注入所述除湿器,在所述填料中与所述湿润的所述载气交换热量后,将所述载气中的水分携带至所述除湿器底部的所述冷凝水水箱;当所述冷凝水水箱的液位高于阈值时,多余的冷凝水通过设置在冷凝水水箱底部的冷凝水出口排出。

7. 如权利要求1所述的水平管式载气抗垢蒸发系统,其特征在于,所述载气循环系统包含循环风机、二次除湿器、载气进口管路和载气出口管路;所述循环风机驱动所述载气从所述除湿器顶部离开,经过所述二次除湿器后,从设置在所述蒸发器底部的所述载气进口管路进入所述蒸发器中,然后从设置在所述蒸发器顶部的所述载气出口管路离开所述蒸发器,并从所述除湿器底部进入;在所述载气进口管路上设置有分布管,用于确保所述载气均匀的进入所述蒸发器;在所述载气出口管路上设置有分布管,用于确保所述载气均匀的进入所述除湿器。

8. 如权利要求1所述的水平管式载气抗垢蒸发系统,其特征在于,还包含用于预热即将进入所述蒸发器的所述废液的余热回收系统;所述余热回收系统由冷凝水余热回收器和载气余热回收器构成,均为板壳式换热器;在所述冷凝水余热回收器中,板程走来自所述蒸发内件的冷凝水,壳程走来自所述原料中间箱的所述废液;在所述载气余热回收器中,板程走来自所述蒸发器的载气,壳程走来自所述原料中间箱的所述废液。

9. 如权利要求8所述的水平管式载气抗垢蒸发系统,其特征在于,在所述余热回收系统中设置第二防垢除垢系统;所述第二防垢除垢系统包含第二超声传振杆和第二超声换能器;所述第二超声传振杆伸入所述余热回收系统内部的部分焊接在所述板壳式换热器的换热片上,所述第二超声传振杆伸出所述余热回收系统外部的部分焊接在所述第二超声换能器上;所述第二超声传振杆与所述余热回收系统的壳体之间以盘根方式密封。

10. 如权利要求1所述的水平管式载气抗垢蒸发系统,其特征在于,还包含机械压缩机和压缩机管路;所述载气循环系统中从所述载气中分出一路,引入所述压缩机管路;所述机械压缩机对所述载气进行加温后,驱动所述载气进入所述蒸发器的所述蒸发内件。

一种水平管式载气抗垢蒸发系统

技术领域

[0001] 本发明涉及环境保护的高盐废水蒸发浓缩领域,特别是一种水平管式载气抗垢蒸发系统。

背景技术

[0002] 工业生产及城市生活会产生大量多种高盐废水,必须进行有效处理达标排放,否则会破坏地球生态环境,威胁人类健康和安全。但是高盐废水中通常含有较高浓度的有机污染物、重金属以及易结垢的钙镁离子等,常规的氧化法和生化法难以适用。目前常规的处理方法采用蒸发浓缩技术处理,又因高盐废水在蒸发处理过程中易出现有机物挥发及严重的结垢问题,严重限制了一些高效蒸发技术设备和方法的有效实施,造成蒸发浓缩设备投资大、占地面积大、处理效率低、能耗高、维护量大等问题。尤其是常规蒸发浓缩系统处理后的母液及危废处理残余高盐水等,已经成为环保领域“最后一公里”难题之一。因此高盐废水蒸发浓缩领域需要设计开发一种高效、抗垢、免维护及适用范围广的蒸发设备。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种水平管式载气抗垢蒸发系统,通过特殊的结构设计,解决现有蒸发设备的蒸发效率低、易结垢、能耗高、维护量大的问题。

[0004] 本发明提供的一种水平管式载气抗垢蒸发系统,其特征在于,由蒸发器、除湿器、载气循环系统和第一防垢除垢系统构成;所述蒸发器是水平管喷淋式降膜蒸发器,采用上宽下窄的异形菱形腔板束作为蒸发内件;废液在给料泵的驱动下,从原料中间箱进入所述蒸发器,在所述蒸发器内被所述蒸发内件和载气加热后浓缩,进入所述蒸发器底部的浓缩料仓;在所述浓缩料仓中的所述废液,在浓缩液循环泵的驱动下,再次进入所述蒸发器浓缩;所述载气带着所述废液中的水分,在所述载气循环系统的驱动下经过所述除湿器去除所含的水分后,再次进入到所述蒸发器中;在所述蒸发器内设置第一防垢除垢系统,用于在工作中保障所述蒸发内件的洁净。

[0005] 进一步地,所述异形菱形腔板束在所述蒸发器中倾斜布置。

[0006] 进一步地,在所述蒸发器内,用于加热所述废液的载气在所述载气循环系统的驱动下,从所述蒸发内件下方进入所述蒸发器内;所述废液通过布置在所述蒸发内件上方的浓缩液喷淋装置注入到所述蒸发器内;在所述浓缩液喷淋装置入口设置用于减少所述废液分子间引力的浓缩液增能器;所述第一防垢除垢系统刚性连接到所述蒸发内件上;在所述蒸发器的最上部设置储气室,在所述储气室内还设置有用于消除所述载气中的泡沫和小水滴的第一除沫器。

[0007] 进一步地,所述第一防垢除垢系统为第一超声传振杆和第一超声换能器;所述第一超声传振杆伸入所述蒸发器内部的部分焊接在所述蒸发内件上,所述第一超声传振杆伸出所述蒸发器外部的部分焊接在所述第一超声换能器上;所述第一超声传振杆与所述蒸发器的壳体之间以盘根方式密封。

[0008] 进一步地,所述第一防垢除垢系统还包含刮板;所述刮板与所述异形菱形腔板束垂直,沿着所述异形菱形腔板束的方向移动,配合所述第一超声传振杆和所述第一超声换能器一同清除所述蒸发内件上的污垢。

[0009] 进一步地,所述除湿器包含冷凝水喷淋装置、第二除沫器、填料、冷凝水水箱、冷凝水循环泵、冷却器、冷冻器和冷凝水增能器;湿润的所述载气被所述载气循环系统从所述除湿器的下方注入,沿着所述除湿器上升,依次经过所述填料、所述冷凝水喷淋装置和所述第二除沫器后离开所述除湿器;所述冷凝水水箱中的冷凝水,在所述冷凝水循环泵的驱动下,依次经过所述冷却器、所述冷冻器和所述冷凝水增能器后,从所述冷凝水喷淋装置注入所述除湿器,在所述填料中与所述湿润的所述载气交换热量后,将所述载气中的水分携带至所述除湿器底部的所述冷凝水水箱;当所述冷凝水水箱的液位高于阈值时,多余的冷凝水通过设置在冷凝水水箱底部的冷凝水出口排出。

[0010] 进一步地,所述载气循环系统包含循环风机、二次除湿器、载气进口管路和载气出口管路;所述循环风机驱动所述载气从所述除湿器顶部离开,经过所述二次除湿器后,从设置在所述蒸发器底部的所述载气进口管路进入所述蒸发器中,然后从设置在所述蒸发器顶部的所述载气出口管路离开所述蒸发器,并从所述除湿器底部进入;在所述载气进口管路上设置有分布管,用于确保所述载气均匀的进入所述蒸发器;在所述载气出口管路上设置有分布管,用于确保所述载气均匀的进入所述除湿器。

[0011] 进一步地,还包含用于预热即将进入所述蒸发器的所述废液的余热回收系统;所述余热回收系统由冷凝水余热回收器和载气余热回收器构成,均为板壳式换热器;在所述冷凝水余热回收器中,板程走来自所述蒸发内件的冷凝水,壳程走来自所述原料中间箱的所述废液;在所述载气余热回收器中,板程走来自所述蒸发器的载气,壳程走来自所述原料中间箱的所述废液。

[0012] 进一步地,在所述余热回收系统中设置第二防垢除垢系统;所述第二防垢除垢系统包含第二超声传振杆和第二超声换能器;所述第二超声传振杆伸入所述余热回收系统内部的部分焊接在所述板壳式换热器的换热片上,所述第二超声传振杆伸出所述余热回收系统外部的部分焊接在所述第二超声换能器上;所述第二超声传振杆与所述余热回收系统的壳体之间以盘根方式密封。

[0013] 进一步地,还包含机械压缩机和压缩机管路;所述载气循环系统中从所述载气中分出一路,引入所述压缩机管路;所述机械压缩机对所述载气进行加温后,驱动所述载气进入所述蒸发器的所述蒸发内件。

[0014] 本发明的水平管式载气抗垢蒸发系统,与现有技术相比,其显著特点有:

1、本发明中的蒸发器采用上宽下窄的异形菱形腔板束,它所形成的液膜厚度较其它管型薄而且均匀,从而有利于热量的传递。由加工特点决定了上下水平管之间有肋片连接,增加了水平管的传热面积,同时防止液滴飞溅的发生。同时,菱形腔外强化传热,由于传热面始终处于超声作用下的波动过程中,在超声作用下,部分液膜可以产生载气型喷雾,即在蒸发表面产生一层雾化带,从而增加了蒸发表面积,同时喷雾可以造成液膜与周围载气产生高速相对运动,使湍动系数增加。再者,在超声作用下,使液膜产生超声空化,这不仅造成液膜强烈的湍动,而且使液膜进一步变薄,同时使液膜与周围载气压力差幅度加大,从而引起显著的蒸发效果。另外,传热面的超声波动使菱形腔外液膜中的汽化核心增多,实现了

沸腾强化传热;传热面在超声驱动下其金属质点产生高速椭圆运动,可改善界面流速、湍动度、界面温度变化及伴随的效应,有效破坏了液膜的滞流层热阻和流动阻力,实现对流强化传热。

[0015] 异形菱形腔板束的管内传热效率高:水平传热管下端呈V字形,冷凝水水位较高,再加上和水平面有一定的角度设置,能够使冷凝水快速流出,从而减少冷凝水所占空间,增大了管内蒸汽的冷凝传热空间,提高传热效率。同时,异形菱形腔板束的管内强化传热,每个菱形腔板束在正常蒸发过程中始终有超声能量驱动,可以使管内原来的蒸汽由膜状冷凝转变为珠状冷凝,即传热管上的超声能量可以持续的清除管内壁上的凝结液而使金属裸露,减少了液膜的热阻,因而有很高的传热系数,可以使蒸汽冷凝相变的传热系数高达同样情况下膜状凝结的10倍。

[0016] 2、本发明中的蒸发器和余热回收器中均设置有在线防垢除垢系统,包含超声防垢除垢系统。本发明中的蒸发器和余热回收器采用板式传热元件,即使传热板外壁结垢,由于结垢物质不会发生类似圆管结垢的搭桥或内部支撑等问题而粘附不牢。再加上传热板片的上端头用超声传振杆焊接,超声传振杆一端伸出壳体的外面,超声传振杆和壳体之间采用盘根方式密封。超声传振杆端焊接超声换能器,它接受超声波控制器的超声驱动,将电能转换为功率超声波能量,并通过超声传振杆将该能量传递到斜板加热器每个的每个传热板片上,使传热板片在运行过程中始终保持高频低振幅的波动,这种波动可以使传热板片的金属质点产生高速的椭圆运动,对附着在上面的污垢产生和传热板片水平方向的剪切力和垂直方向的剥离力,即使附着的污垢及时快速剥离,从而产生很好的在线防垢除垢能力。当超声能量通过传振杆直接传递到传热片上,超声能量不会被换热器壳体吸收消耗,在保证在线除垢防垢效果的基础上,最大限度的减少了超声波除垢装置的使用数量,从而有效的降低了制造成本。

[0017] 同时,对于串联在后面的设备而言也具有良好的防垢效果:被超声能量清理下来的结垢物质会有很多细小的垢质颗粒不会沉降在下面的锥斗里面,而是随波逐流混合在后续的流体之中,细小的垢质颗粒变成为预结垢的晶种,由于晶种和被蒸发液体中结垢物质的结合能力远大于管道金属壁和液体中结垢物质的结合力,这样可以有效避免或减轻后续传热设备和管道的结垢问题。

[0018] 3、本发明中的蒸发器和余热回收器中均设置有在线防垢除垢系统,利用超声防垢除垢系统,可以有效解决绝大多数无机盐垢质在金属传热板上的附着问题,但应用在一些粘性大、纤维长、流动性差等有机物蒸发,或应用在结晶结焦速度快等特殊领域,需要有其它配套技术来辅助超声在线防垢除垢技术,以实现高效稳定的蒸发运行状态。本发明还可以配合多种在线除垢技术,例如可以很方便的应用刮板辅助除垢技术。

[0019] 本发明所使用的刮板装置具有以下特点:

a、刮板结构简单、重量轻、性能可靠。采用在一张金属板式切割左右两侧折边的方式加工制造成型,刮片伸缩性大,能够和凸凹不平的传热面保持接触,具有重量轻、结构简单、工作安全寿命长及性能可靠的特点。

[0020] b、刮板具有除垢干净和自清洁功能。刮板左右两侧的刮片始终和有超声能量的传热板接触,使刮片和刮板支架及其它相连接的设备也带有超声能量,使污垢无法粘附在刮板装置上,即具有自清洁功能。另外,由于换热板片始终处于每秒1万次以上的微米级波动

状态,由于刮片和换热片接触,从微观方面观察,可以发现刮片和换热片也同时进行每秒1万次以上的微米级波动,这种波动具有以下效果,一是不但可以有效的清除传热板片上的各种污垢,使刮板具有自清洁功能;二是可以有效的减轻管板和换热板片之间的摩擦阻力,从而使多个刮板在换热板片之中灵活运动。

[0021] c、刮板不影响水膜的均匀性。在本发明中刮板和水平传热管平行移动,刮板的刮片成竖直方向,所占空间面积小,对液膜的流动基本没有影响。

[0022] 本发明的板式结构蒸发器传热板束不但可以在线应用超声和刮板除垢防垢技术,根据不同的应用环境和被蒸发介质特点,还有可以配合高频振打、蒸汽爆破、高速射流等在线防垢除垢技术,以实现高性价比的多种技术方案。

[0023] 4、本发明引入载气式加湿除湿循环运行模式,实现了高效蒸发和防垢效果。具体而言,在本发明中,利用水平管板式降膜蒸发器代替了常规的加热器和加湿器分离设置的模式,即加热和加湿同时在蒸发器里面同步完成。由于采用的是水平管降膜蒸发技术,要比常规的加热效率高3倍以上。另外,本发明提供的技术方案不仅换热效率高,占地面积小,而且从根本上杜绝了蒸发过程换热器结垢的问题。常规的加湿除湿蒸发技术只是使加湿器里面结垢位置改变而减少结垢,但在加热器里还是照常结垢,而且大多采用浸没式列管式换热器,其换热效率不高。其次,本发明提供的技术方案在载气作用下,实现了传热面与相变界面的分离,使结垢部位由没有载气时的换热面上转移到相变界面上,从运行原理方面进一步解决了蒸发器结垢的问题,所以蒸发器系统蒸发运行过程中的来料不需要做软化预处理,从而节省了软化预处理的基础设施、设备、药品、二次污染处理、人员维护等相关费用和占地。进一步地,本发明和常规的载气蒸发技术所不同的是,本发明在较高温度环境下实现同步加热和加湿,而且在较高温度环境下不会出现结垢带来的各种问题,这样就可以进一步提高了蒸发效率。更进一步地,本发明采用空气作为载气,在循环过程中迅速带走水平管板束周围产生的水蒸汽,减少载气侧的压力后,使水蒸汽从换热板的水膜中更快速溢出,形成流动循环,提高蒸发效率。最后,本发明中其载气的循环的驱动力来源于循环风机,即整个工艺蒸发和冷凝的过程都在常压下进行,不需要负压蒸发的传统蒸发器那样使用高质量的密封材质和部件,降低了制造和维护成本。

[0024] 5、本发明的蒸发系统封闭式运行,没有废气外排等二次污染问题;另外,使该装置系统还可以增设负压设备,在负压环境下运行,能够进一步提高蒸发效率。

[0025] 6、本发明具有多种高效在线防垢除垢和强化换热技术性能,不仅可以有效利用低品质热源,而且可以利用高品质热源持续稳定运行、高效蒸发,不会有结垢造成的各种问题。

[0026] 7、本发明中蒸发器代替了常规加湿除湿系统中的加湿器和加热器,不但节省了制造成本和占地空间,避免了加热器结垢的问题,同时采用了多种强化换热技术措施,大大的提高了换热器的传热效率。

[0027] 8、本发明中,支持灵活的应用蒸汽条件,即当现场有新蒸汽时可以直接应用新蒸汽,否则,可以通过增设机械压缩机的方式工作。

[0028] 9、本发明中的蒸发系统运行稳定、免维护。一般蒸发系统在运行过程中造成停产检修和维护的主要原因基本都是换热器结垢和堵塞的问题,本申请提供的蒸发系统能够确保蒸发过程长期稳定高效运行,不会发生因为换热器结垢问题而停产检修和维护。本申请

蒸发系统不仅适合用来常规的蒸发市场应用,尤其特别适合应用于被蒸发介质流动性差、粘性大、结垢快速及结疤、结焦的各种物料而且影响经济效益较大的领域。

附图说明

[0029] 图1是本发明水平管式载气抗垢蒸发系统的一个较佳实施例的结构示意图;

图2是本发明水平管式载气抗垢蒸发系统的另一个较佳实施例的结构示意图。

[0030] 其中,1-蒸发器,2-蒸发内件,3-第一除沫器,4-载气出口管路,5-浓缩液喷淋装置,6-浓缩液增能器,7-载气入口,8-第一超声防垢系统,9-载气进口管路,10-浓缩液循环泵,11-二次除湿器,12-循环风机,13-第二除沫器,14-冷凝水喷淋装置,15-冷凝水增能器,16-除湿器,17-填料,18-冷凝水水箱,19-给料泵,20-浓缩液出口,21-第二超声防垢系统,22-第一冷水出口,23-冷凝水余热回收器,24-载气余热回收器,25-冷却器,26-冷冻器,27-第二冷凝水出口,28-冷凝水循环泵,29-原料中间箱,30-压缩机管路,31-机械压缩机。

具体实施方式

[0031] 以下将结合附图说明本发明的具体实施例。

[0032] 实施例1

请参阅图1,本发明公开了一种水平管式载气抗垢蒸发系统,它的一个较佳实施例,由蒸发器1、除湿器16、载气循环系统、防垢除垢系统和余热回收系统构成。

[0033] 蒸发器1是水平管喷淋式降膜蒸发器,在水平管喷淋式降膜蒸发器的基础上,依据圆管、椭圆管、类蛋形管的不同传热效率的特点,以上宽下窄的异形菱形腔板束代替圆管束作为蒸发内件2,并以一定的倾斜角度安置(本实施例中设置为和水平方向有5度左右的角度),从而改善了菱形腔外降膜蒸发过程中液膜的流动状况,同时也提高了管内蒸汽的冷凝速率,增大了传热量,因此有效地提高了蒸发效率。异形菱形腔板束在结构上也优于圆管管束,因为异形菱形腔板束相当于一列上下相连的类蛋形管,不仅结构上更加紧凑,而且,上排异形菱形腔两侧流下的液膜到达异形菱形腔底部不再汇集成液滴,而是直接流向下一排异形菱形腔两侧,这样,液膜流动速度快,流程较长,对蒸发非常有利。菱形腔板束的凹槽对液膜有强烈的扰动作用,能促使气泡运动和脱离液面;还能有效地消除液体偏流的影响,使流膜分布更加均匀。

[0034] 水平管降膜蒸发技术是一种利用菱形腔外溶液蒸发、管内蒸汽冷凝的双侧相变而产生热量传递的高效传热技术,具有传热性能好、传热温差损失小、易于实现多效操作、蒸发强度高优点,尤其在小热流密度和小温差下,仍然具有很高的传热系统,其传热系数比浸没式池式沸腾高5倍以上,比垂直管降膜蒸发器高1倍左右,已经广泛应用于海水淡化、制冷、化工、高盐废水蒸发和低品位余热利用等领域。

[0035] 在蒸发内件2的上部设置有浓缩液喷淋装置5,该喷淋装置分为两部分:一部分用于新进废液的喷淋,另一部分是浓缩废液的循环喷淋。在浓缩液喷淋装置5的入口设置有浓缩液增能器6,其作用是减少废液的分子之间的引力,减少能耗、提高蒸发效率。

[0036] 在蒸发器1的最上部设置有储汽室,在储汽室里面设置有第一除沫器3,用来消除湿载气里夹带的泡沫和小水滴。在储汽室的最上端设置有湿载气出口连接载气出口管路4。第一除沫器3采用亲水性、阻力小、表面积大、易清理的材料制成。

[0037] 在蒸发器1的蒸发内件2的下部设置有载气进口管路9。载气为除湿后的空气,通过分布管,将载气均匀的对准相邻蒸发内件2中的换热板束的中间位置。

[0038] 在蒸发器1的最下部设置有浓缩料仓,用来临时储存浓缩的废液,在浓缩料仓的里面设置有第一冷凝水余热回收器。第一冷凝水余热回收器的管程走来自蒸发内件2的高温冷凝水,管外直接和浓缩废液接触。管外需要进行防垢处理。这种设置节省了一个换热器的外壳和占地空间。

[0039] 在浓缩料仓最下端的出口管引出的浓缩废液,通过浓缩液循环泵10和浓缩液增能器6进入到蒸发器1内的浓缩液喷淋装置5,与新进废液一起喷淋。被蒸发的废液在浓缩液循环泵10的驱动下循环蒸发,当达到一定浓度时从浓缩液出口20排出。

[0040] 在工作的过程中,来自浓缩料仓的浓缩废液和新进废液一起,被浓缩液喷淋装置5喷雾到蒸发器1内,经过蒸发内件2的换热板束加热后的废液一部分变成湿载气,一部分浓缩后进入到浓缩料仓,形成一个废液浓缩循环。用于加热废液的载气在循环风机12的驱动下,从蒸发内件2的下方的载气进口管路9进入蒸发器1内,吸收水分后变成湿载气,经过第一除沫器3后从载气出口管路4离开蒸发器1。

[0041] 在蒸发器1内设置第一防垢除垢系统,用于在工作中保障蒸发内件2的洁净。第一防垢除垢系统刚性连接到蒸发内件2上,由第一超声防垢除垢系统8和刮板构成。第一超声防垢除垢系统8包含第一超声传振杆和第一超声换能器。第一超声传振杆焊接在蒸发内件2中每个菱形腔板束的上端,同时以盘根式软连接的方式连接到蒸发器1的壳体上。第一超声传振杆端部和第一超声波换能器连接。当蒸发内件2中的菱形腔板束面积较大时,需要增加安装第一超声传振杆的数量。第一超声传振杆伸出蒸发器1外部的部分焊接在第一超声换能器上。

[0042] 在蒸发内件2的每个菱形腔板束的中间位置,还设置专用刮板。本实施例中,刮板采用一张弹性金属板通过激光切割和折边制成,结构简单、重量轻、安装简单、运行可靠、清垢效果好。刮板与异形菱形腔板束垂直,沿着异形菱形腔板束的方向移动,配合第一超声传振杆和第一超声换能器一同清除蒸发内件2上的污垢。

[0043] 蒸发器1和刮板的材质选用根据被蒸发介质的腐蚀性来确定,一般大多选用不锈钢或钛材等金属材料。

[0044] 除湿器包含冷凝水喷淋装置14、第二除沫器13、填料17、冷凝水水箱18、冷凝水循环泵28、冷却器25、冷冻器26和冷凝水增能器15。在除湿器16的最下端是冷凝水水箱18。在冷凝水水箱18上方布置湿载气出口布汽管,湿载气出口布汽管的上面是填料17,填料17上面是冷凝水喷淋装置14,冷凝水喷淋装置14上面是第二除沫器13。除湿器16的最上面是除湿后的气体出口,除湿器16的最下端是冷凝水出口。第二除沫器13采用亲水性、阻力小、表面积大、易清理的材料制成。冷凝水喷淋装置14采用耐腐蚀、表面能低的材料制成,在运行中实现连续稳定雾化的效果,并实现将冷凝水均匀的喷洒到填料上。填料17采用亲水性、阻力小、表面积大、易清理的材料制成。当除湿器16的体积较大时,填料17需要分层安装,每层之间留出一定的空间,以便湿载气均匀上升。在除湿器16的下端设置冷凝水水箱18,在冷凝水水箱18上设置有水位控制表,当水位达到设定值时,控制第二冷凝水出口27排出冷水。没有被排出的冷凝水在冷凝水循环泵28的驱动下,通过冷却器25和冷冻器26使循环冷凝水降温后,再经过冷凝水增能器15处理后,经过冷凝水喷淋装置14将冷凝水均匀的喷洒到填料

17上,上升的湿载气和下降的冷却后的冷凝水在填料17的表面上进行换热,使湿载气凝结成冷凝水。

[0045] 湿载气出口布汽管,将湿载气均匀的分布到填料17的下面,使湿载气均匀的在填料中上升和淋下来的冷凝水结合冷凝,实现快速除湿的目的。

[0046] 在工作时,湿润的载气被载气循环系统从除湿器16的下方注入,沿着除湿器16,依次经过填料17、冷凝水喷淋装置14和第二除沫器13后离开除湿器16。在冷凝水水箱18中的冷凝水,在冷凝水循环泵28的驱动下,依次经过冷却器25、冷冻器26和冷凝水增能器后,从冷凝水喷淋装置14注入除湿器16。在填料17中与湿润的载气交换热量后,将载气中的水分携带至除湿器16底部的冷凝水水箱18。当冷凝水水箱的液位高于设定值时,多余的冷凝水通过设置在冷凝水水箱18底部的第二冷凝水出口27排出。

[0047] 载气循环系统包含循环风机12、二次除湿器11、载气进口管路9和载气出口管路4。循环风机12要求耐腐蚀,风量和风压大小可调。载气出口管路4管路直径尽量大。

[0048] 在工作时,循环风机12驱动载气从除湿器16顶部离开,经过二次除湿器11后,从设置在蒸发器1底部的载气进口管路9进入蒸发器1中,然后从设置在蒸发器1顶部的载气出口管路4离开蒸发器1,并从除湿器16底部进入。在载气进口管路9上设置有分布管,用于确保载气均匀的进入蒸发器1,将除湿后的载气均匀的布置在蒸发内件2的下面,以便均匀的快速的带走蒸发器1腔体里的湿载气。在载气出口管路4上设置有分布管,用于确保载气均匀的进入除湿器16,保证湿载气均匀的分布在填料17的下面。载气在蒸发器1中带着废液中的水分,在载气循环系统的驱动下经过除湿器16去除所含的水分后,再次进入到蒸发器1中。

[0049] 二次除湿器11的目的是为了进一步降低进入蒸发器1里的载气的含水量,以实现载气从蒸发器1里带走更多的湿载气。二次除湿器11可以采用吸附除湿技术,也可以采用压缩机冷冻除湿技术,还可以采用半导体制冷技术,具体采用那种技术合适根据被除湿气体的物性特点决定。

[0050] 在本实施例中,还设置有用于预热即将进入蒸发器1的废液的余热回收系统。余热回收系统由冷凝水余热回收器23和载气余热回收器24构成,均为和主蒸发器结构相似的板壳式换热器的结构形式,这样可以最大限度的提高换热效率。板壳式换热器。在冷凝水余热回收器23中,板程走来自蒸发内件2的冷凝水,壳程走来自原料中间箱29的由给料泵19驱动的新进废液。在载气余热回收器24中,板程走来自蒸发器1的载气,壳程走来自原料中间箱29由给料泵19驱动的新进废液。在余热回收系统的下面设置有第一冷水出口22。冷凝水余热回收器23和湿载气余热回收器24换热后产生的冷凝水从第一冷水出口22排出。

[0051] 为了防止结垢和节省除垢装置成本,本实施例中将冷凝水余热回收器23和载气余热回收器24制造成为一体的换热器,使用一套第二超声防垢系统21就可以同时完成在线防垢除垢和强化换热的功能。第二防垢除垢系统21包含第二超声传振杆和第二超声换能器。第二超声传振杆伸入余热回收器23和载气余热回收器24内部的部分焊接在板壳式换热器的换热片上,第二超声传振杆伸出余热回收器23和载气余热回收器24外部的部分焊接在第二超声换能器上。第二超声传振杆与余热回收器23和载气余热回收器24的壳体之间以盘根方式密封。

[0052] 在本实施例中,加热所用的载气来自于本系统外,即本实施例需要持续的补充新载气。运行过程如下:

系统运行之前,先启动第一超声防垢系统8和第二超声防垢系统21,并保持正常运行状态。

[0053] 被蒸发的来料经过原料中间箱29,通过给料泵19将来料输送到湿载气余热回收器24的壳程通道加热,其热源来自载气出口管路4来走板程的高温湿载气,然后再进入纯净冷凝水余热回收器23的板程进行加热,其热源来自新载气换热后的冷凝水,然后进入浓缩液喷淋装置5进行喷淋。

[0054] 第二超声防垢系统21使来料预热器纯净冷凝水余热回收器23和湿载气余热回收器24的换热板上的金属质点始终保持高频椭圆运动,不仅有效的防垢除垢,而且可以起到强化换热的效果。

[0055] 蒸发器1通过载气入口7进入少量新载气,根据进入内部的来料量和温度逐渐增加进入的载气量,否则会造成来料在水平管板束2上结垢结巴或结焦。当蒸发器1下面的浓缩料仓液位达到设定值后,启动浓缩液循环泵10,使喷淋系统达到额定循环量,此时可以适当增大新载气的进气量,并观察温度、压力仪表达达到设定值。在本申请中在喷嘴之前的管路上设置了浓缩液增能器6,它可以有效的减少浓缩液的粘度和分子之间的结合力,有利雾化和蒸发。

[0056] 蒸发内件2的水平管板束是由多层换热板组成,喷淋液落到换热板上后形成水膜沿着换热板下流;换热板的结构形状是上宽下窄的菱形结构,而且和水平方向有5度左右的角度,这样换热板外面的水膜就比较一般的水平圆管的降膜水膜要薄,而且流速也快,从而提高了换热效率。水平管板束在第一超声防垢系统8的作用下,使水平换热管外壁金属质点产生高频的椭圆运动,破坏或减薄水膜的滞留层,使水膜进一步减薄,从而进一步提高了换热效果。

[0057] 水平管内部新蒸汽换热后形成的冷凝水可以快速流出换热管,然后通过除湿器16成为载气,从而节省了蒸汽冷凝的空间,也提高了换热效率;另外,水平管内充满了饱和蒸汽,在第一超声防垢系统8的作用下,使水平换热管内壁金属质点产生高频的椭圆运动,可以有效的破坏水平管内壁上饱和蒸汽冷凝时形成的水膜而形成水珠,使膜状冷凝转变成了珠状冷凝,从而进一步提高了换热效率。

[0058] 二次湿载气经过第一除沫器3后通过载气出口管路4在湿载气余热回收器24和来料换热后,进入到除湿器16的填料17底部,该湿载气经过分布器后均匀的在除湿器16内上升,和经过冷却的冷凝水进行换热除湿。

[0059] 在除湿器16启动之前,可以先在循环冷凝水水箱18灌入30%液位的自来水,启动冷凝水循环泵28和冷却器25、冷冻器26,以使用来循环冷却新来的湿载气。被降温的冷凝水经过冷凝水增能器15后,它可以有效的减少冷凝水分子之间的结合力,有利雾化。冷凝水在填料17中均匀下降和上升的湿载气结合冷凝,变成冷凝水,进入循环冷凝水水箱18,当水位到达设定值后,从第二冷凝水出口27排出。

[0060] 除湿后的载气经过第二除沫器13后进入到循环风机12,然后再通过二次除湿器11进一步除湿,最后通过载气进口管路9进入到水平管板束2的底部,沿着水平管板束2间的水膜向上流动,带走两个换热板水膜之间的湿载气,减少了水膜外侧的浓度差和压力差,加快了载气的产生。另外,载气略过水膜时,使水膜和载气之间的接触面相变,即产生大量载气,实现了传热面与相变界面的分离,使结垢部位由没有载气时的换热面上转移到相变界面

上,从运行原理方面进一步解决了蒸发器结垢的问题,同时显著的提高了蒸发效率。冷却器25可以采用一般工业循环水冷却技术工艺。冷冻器26可以采用压缩冷冻技术和半导体制冷技术工艺。二次除湿器11采用压缩冷冻技术和半导体制冷技术工艺,也可以采用吸附除湿技术工艺。

[0061] 实施例2

请参阅图2,当现场没有新蒸气时,在基于实施例1的实现中,增设机械压缩机31和压缩机管路30。系统启动之前仍然需要外来载气,系统启动后外来载气停止。载气循环系统中从蒸发内件2外面产生的载气中分出一路,引入压缩机管路30中。机械压缩机31对载气进行加温后,驱动载气进入蒸发器1的蒸发内件2,代替实施例1中的新载气。另一路和实施例1中所示路径和工作原理相同。所不同的是在实施例2中的除湿、冷却、冷冻、风机的等设备的容量要适当的减小,并且参数可调,因为实施例2的蒸发系统在运行过程存在一个动态平衡,由于现场的实际情况不同,在加工厂里无法将设备的运行的参数设定到最佳值,需要在现场调试时实现,使本蒸发系统的蒸发效率到达最佳。

[0062] 综上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并非用来限定本发明的实施范围。即凡依本发明申请专利范围的内容所作的等效变化与修饰,都应为本发明的技术范畴。

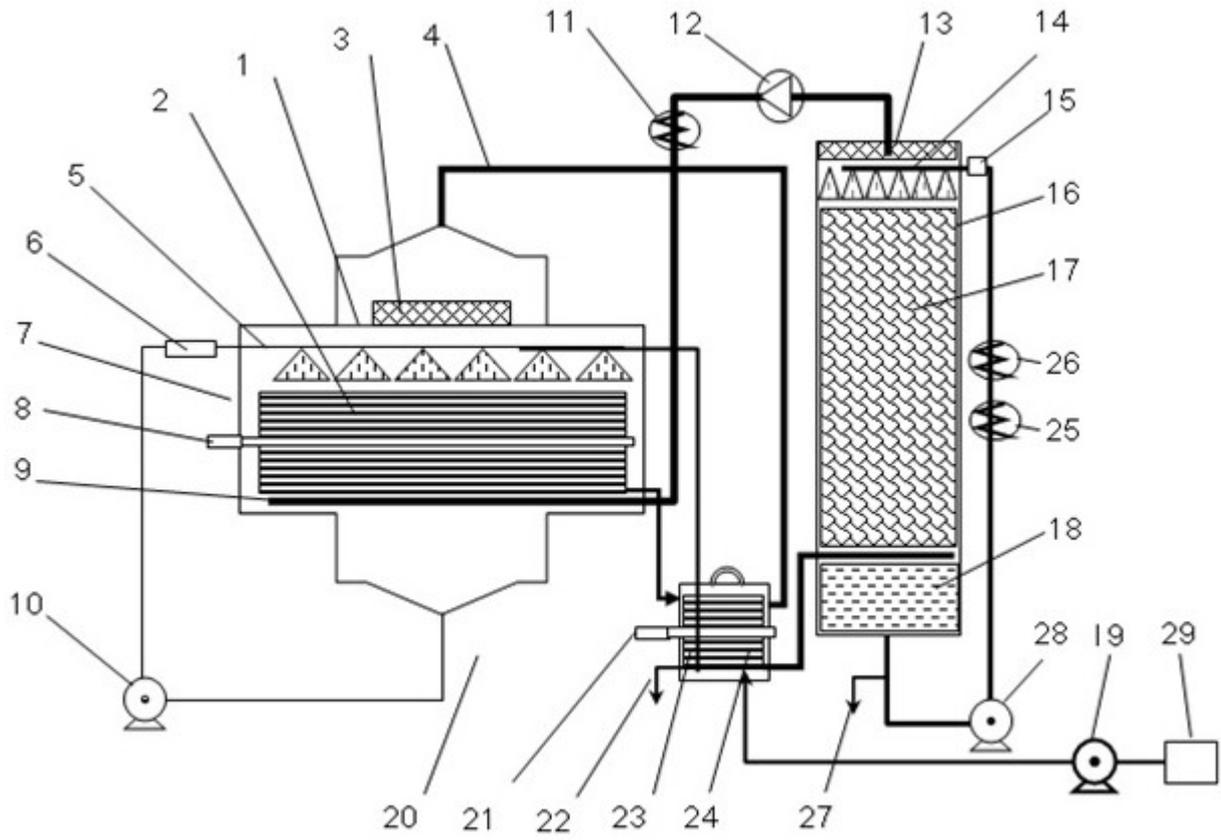


图1

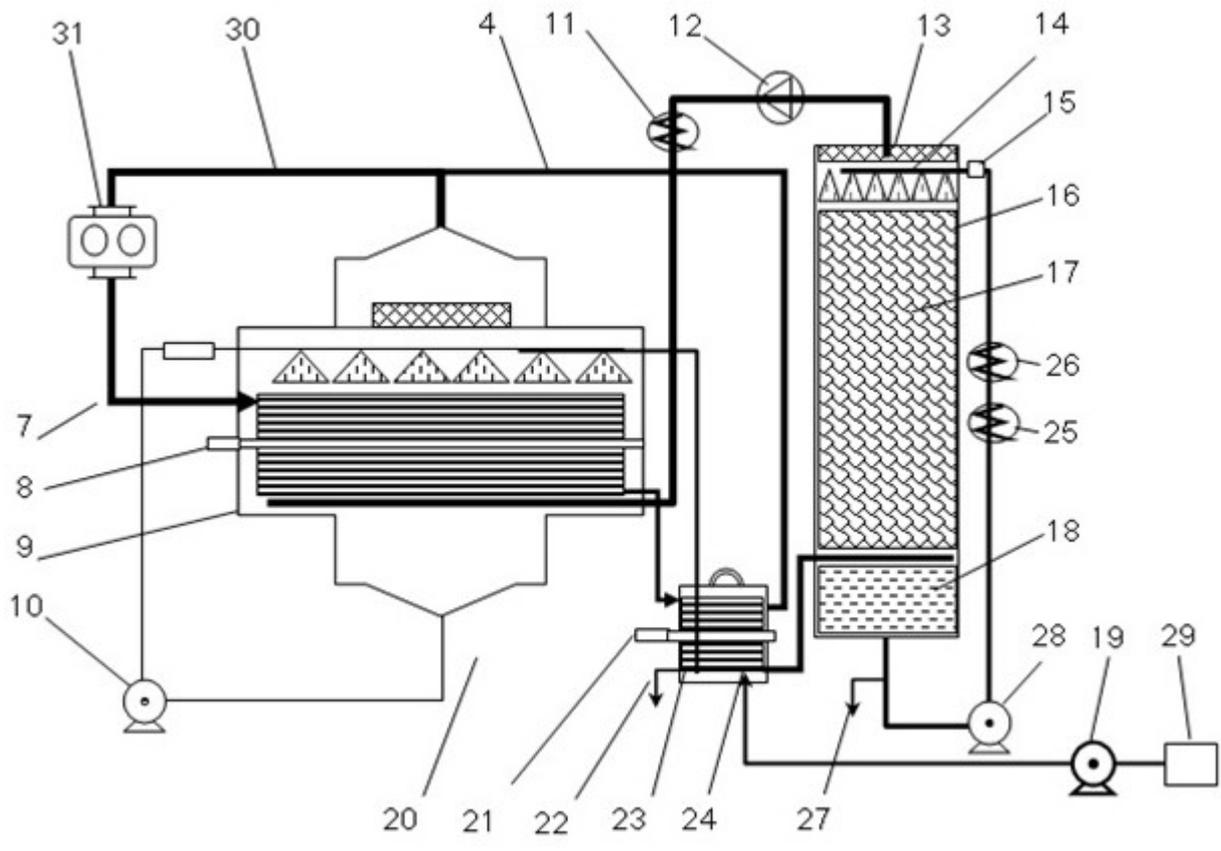


图2