



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106629937 B

(45)授权公告日 2020.05.19

(21)申请号 201510730117.X

(22)申请日 2015.11.02

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106629937 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(73)专利权人 中国石油化工股份有限公司  
地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街  
22号

专利权人 中国石油化工股份有限公司抚顺  
石油化工研究院

(72)发明人 廖昌建 王海波 赵利民 王晶晶  
朴勇 李经伟

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

(56)对比文件

CN 203613059 U,2014.05.28,  
CN 104787954 A,2015.07.22,  
CN 202880981 U,2013.04.17,  
CN 203530277 U,2014.04.09,  
CN 201704161 U,2011.01.12,  
CN 204522328 U,2015.08.05,

审查员 张飞飞

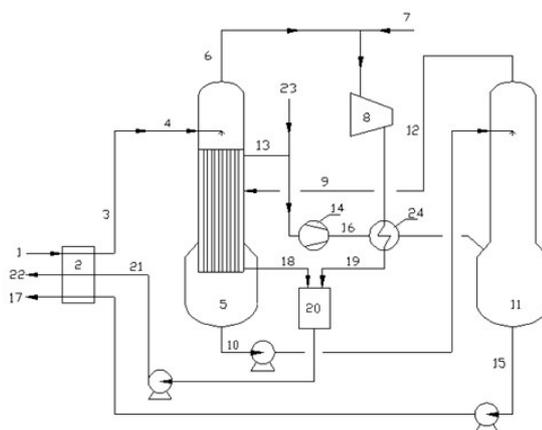
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种废水处理工艺及系统

(57)摘要

本发明提供一种废水处理工艺和系统,所述系统包括废水预热器、蒸发器、汽提塔、蒸汽压缩机、换热器、不凝气压缩机和凝结水收集器。本发明还提供一种利用上述系统的废水处理工艺,本发明所述的废水处理工艺和系统具有安全可靠、设备简单、操作费用低、节能效果明显等优点,可实现50%~95%的水资源回收利用。



1. 一种废水处理系统,所述系统包括废水预热器、蒸发器、汽提塔、蒸汽压缩机、换热器、不凝气压缩机和凝结水收集器;其中废水进料管线经废水预热器与蒸发器的废水入口连接,蒸发器的蒸汽出口与蒸汽压缩机的入口相连,蒸汽压缩机的出口与换热器的热源蒸汽入口连接,换热器的凝结水出口与凝结水收集器的凝结水入口连接,蒸发器的不凝气出口经不凝气压缩机与换热器的不凝气入口相连,换热器的不凝气出口与汽提塔的气相入口连接,汽提塔的气相出口与蒸发器的热源蒸汽入口连接,蒸发器底部的浓缩液排放口经管线与汽提塔的废水入口连接,汽提塔底部的浓缩液排放口经管线与废水预热器连接,蒸发器的凝结水排放口经管线与凝结水收集器连接,凝结水收集器的排放口与废水预热器连接;

其中,所述的蒸发器采用降膜蒸发器,所述的降膜蒸发器包括:壳体、管板、蒸发管、液体供给装置,所述管板设置在所述壳体的上部;所述蒸发管为多个,多个所述蒸发管竖直排列在所述壳体中,且所述蒸发管的上端穿过所述管板;所述蒸发管的上端设有导流装置;所述液体供给装置包括进液槽和分进料管,所述进液槽竖直设置在所述壳体的外壁上,且环绕整个所述壳体,所述进液槽均匀设有多个分进料口,所述分进料口设置在所述进液槽的上侧壁,所述分进料管的下端竖直穿过所述分进料口伸入所述进液槽中,且所述分进料管的下端靠近所述进液槽的底部;所述壳体设有多个与所述进液槽连通的溢流通道。

2. 按照权利要求1所述的系统,其特征在于:所述蒸发器的蒸汽出口与蒸汽压缩机的入口连接管线上设置蒸汽补充管线。

3. 按照权利要求1所述的系统,其特征在于:所述蒸发器的不凝气出口与不凝气压缩机的入口连接管线上设置不凝气补充管线。

4. 按照权利要求1所述的系统,其特征在于:所述的不凝气压缩机为容积型压缩机、透平型压缩机或热力型压缩机。

5. 按照权利要求1所述的系统,其特征在于:所述废水预热器、换热器采用管壳式换热器、热管式换热器、板式换热器或板壳式换热器。

6. 按照权利要求1或5所述的系统,其特征在于:所述废水预热器、换热器采用板式换热器。

7. 按照权利要求1所述的系统,其特征在于:所述的汽提塔采用填料塔或喷淋塔。

8. 按照权利要求1或7所述的系统,其特征在于:所述的汽提塔采用喷淋塔。

9. 按照权利要求1所述的系统,其特征在于:所述分进料管可拆卸地安装在所述进液槽上。

10. 按照权利要求1所述的系统,其特征在于:所述进液槽中设有多个防冲板,多个所述防冲板均匀排列在所述进液槽的底部。

11. 按照权利要求10所述的系统,其特征在于:所述防冲板上设有导通孔。

12. 按照权利要求10所述的系统,其特征在于:所述防冲板的高度与所述进液槽的深度比为 $1/3 \sim 3/5$ 。

13. 按照权利要求1所述的系统,其特征在于:所述壳体的内壁设有一个溢流挡板,所述溢流挡板固定在所述壳体的内壁,所述溢流挡板与所述壳体内壁及管板形成布液通道。

14. 按照权利要求13所述的系统,其特征在于:所述溢流挡板为圆筒,且截面呈类倒“L”字型。

15. 按照权利要求1所述的系统,其特征在于:所述蒸发管均匀排列在所述壳体中。

16. 按照权利要求1所述的系统,其特征在于:所述的蒸汽压缩机采用离心式压缩机、螺杆式压缩机、往复式压缩机以及高压离心风机。

17. 一种废水处理工艺,采用权利要求1-16中任一权利要求所述的系统,其特征在于:所述工艺包括:

使用废水预热器,其用于处理原料废水、凝结水和汽提塔浓缩液,原料废水、凝结水和汽提塔浓缩液在废水预热器中进行换热,得到经预热后的原料废水、冷却的凝结水和冷却的浓缩液;

使用蒸发器,其用于处理来自经废水预热器预热后的原料废水,处理后得到气相的第1料流、液相的第2料流、不凝气和凝结水;

使用蒸汽压缩机,其用于处理来自蒸发器的第1料流,处理后得到气相的第3料流;

使用不凝气压缩机,其用于处理来自蒸发器的不凝气,得到气相的第4料流;

使用换热器,其用于处理来自蒸汽压缩机的第3料流和不凝气压缩机的第4料流,处理后得到的气相的第5料流和液相的第6料流;

使用凝结水收集器,其用于接收蒸发器的凝结水和换热器的第6料流,处理后得到液相的第7料流;

使用汽提塔,其用于处理来自蒸发器的第2料流和换热器的第5料流,处理后得到气相的第8料流和液相的第9料流。

18. 按照权利要求17所述的工艺,其特征在于:原料废水在废水预热器中换热至 $90^{\circ}\text{C}\sim 102^{\circ}\text{C}$ 后进入蒸发器中。

19. 按照权利要求17或18所述的工艺,其特征在于:原料废水在废水预热器中换热至 $95^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 后进入蒸发器中。

20. 按照权利要求17所述的工艺,其特征在于:所述蒸发器内蒸汽与废水之间的对数换热温差为 $3^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。

21. 按照权利要求17或20所述的工艺,其特征在于:所述蒸发器内蒸汽与废水之间的对数换热温差为 $4^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$ 。

22. 按照权利要求17所述的工艺,其特征在于:所述蒸发器中废水蒸发的汽化率为 $5\%\sim 50\%$ 。

23. 按照权利要求17或22所述的工艺,其特征在于:所述蒸发器中废水蒸发的汽化率为 $10\%\sim 40\%$ 。

24. 按照权利要求17所述的工艺,其特征在于:在系统开工时,需要用系统外界的蒸汽作为系统开工热源,所述蒸汽由蒸汽补充管线引入系统内;如果系统在运行过程中产生的蒸汽不能维持系统热量消耗蒸汽量时,由蒸汽补充管线引入蒸汽;如果系统在运行过程中产生的蒸汽大于维持系统热量消耗蒸汽量时,多余的蒸汽由补充蒸汽管线排出系统。

25. 按照权利要求17所述的工艺,其特征在于:在装置开工时,需要从不凝气补充管线向汽提塔内引入不凝气。

26. 按照权利要求17所述的工艺,其特征在于:不凝气在换热器中与经蒸汽压缩机压缩后的蒸汽进行换热,换热后不凝气的温度为 $110^{\circ}\text{C}\sim 115^{\circ}\text{C}$ 。

27. 按照权利要求17所述的工艺,其特征在于:所述不凝气是空气、氮气、氧气、蒸汽。

## 一种废水处理工艺及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及环境保护及节能技术领域,具体地说是浓缩处理含盐、含高分子有机物废水的方法和装置。

### 背景技术

[0002] 高含盐废水是指总含盐质量分数 $TDS \geq 1\%$ 的废水,一般属于难降解废水。常见的高盐度废水主要来源于海水代用排放的废水和工业生产废水等。高含盐废水的脱盐处理工艺主要有电渗析法、反渗透法、离子交换法和蒸发法。有机废水主要来源于化工、道路除冰、食品加工等领域,还包括印染废水、石油开采与加工废水、造纸废水和农药行业废水等。高盐有机废水的总量巨大且逐年增加。如果在排放之前不对其进行处理,废水中高浓度的可溶性无机盐和难降解的有毒有机物会造成严重的环境污染,对土壤及地表水、地下水造成破坏。因此,在水资源紧缺的今天,研究开发有效的高盐有机废水处理技术是十分必要的。

[0003] 近年来,国外提出了用机械蒸汽再压缩蒸发技术处理回收废水。机械蒸汽再压缩技术是一项减少对外界能源需求的先进节能技术。其节能原理在于:将系统中产生的二次蒸汽经过压缩机压缩,使其压力和温度上升、焓值增加,替代了原系统中必须采用的外部热源,且二次蒸汽的潜热得到了充分利用,从而达到工艺过程节能的目的。目前,机械蒸汽再压缩系统主要在含盐污水、油田回注水、制药废水等废水回收处理方面有应用。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种废水处理工艺及系统,本发明所述的废水处理工艺及系统具有安全可靠、设备简单、操作费用低、节能效果明显等优点。

[0005] 本发明提供了一种废水处理系统,所述系统包括废水预热器、蒸发器、汽提塔、蒸汽压缩机、换热器、不凝气压缩机和凝结水收集器;其中废水进料管线经废水预热器与蒸发器的废水入口连接,蒸发器的蒸汽出口与蒸汽压缩机的入口相连,蒸汽压缩机的出口与换热器的热源蒸汽入口连接,换热器的凝结水出口与凝结水收集器的凝结水入口连接,蒸发器的不凝气出口经不凝气压缩机与换热器的不凝气入口相连,换热器的不凝气出口与汽提塔的气相入口连接,汽提塔的气相出口与蒸发器的热源蒸汽入口连接,蒸发器底部的浓缩液排放口经管线与汽提塔的废水入口连接,汽提塔底部的浓缩液排放口经管线与废水预热器连接,蒸发器的凝结水排放口经管线与凝结水收集器连接,凝结水收集器的排放口与废水预热器连接。

[0006] 本发明所述废水处理系统中,所述蒸发器的蒸汽出口与蒸汽压缩机的入口连接管线上设置蒸汽补充管线。

[0007] 本发明所述废水处理系统中,所述蒸发器的不凝气出口与不凝气压缩机的入口连接管线上设置不凝气补充管线。

[0008] 本发明所述废水处理系统中,所述的不凝气压缩机可以为容积型压缩机、透平型压缩机或热力型压缩机。

[0009] 本发明所述废水处理系统中,所述废水预热器、换热器可以采用管壳式换热器、热管式换热器、板式换热器或板壳式换热器,优选采用板式换热器。

[0010] 本发明所述废水处理系统中,所述的汽提塔可采用填料塔和喷淋塔,优选喷淋塔。

[0011] 本发明所述废水处理系统中,所述的蒸发器可采用升膜蒸发器、降膜蒸发器、水平管蒸发器和板式蒸发器中的任一种。

[0012] 本发明所述废水处理系统中,所述的降膜蒸发器包括:壳体、管板、蒸发管、液体供给装置,所述管板设置在所述壳体的上部;所述蒸发管为多个,多个所述蒸发管竖直排列在所述壳体中,且所述蒸发管的上端穿过所述管板;所述蒸发管的上端设有导流装置;所述液体供给装置包括进液槽和分进料管,所述进液槽竖直设置在所述壳体的外壁上,且环绕整个所述壳体,所述进液槽均匀设有多个分进料口,所述分进料口设置在所述进液槽的上侧壁,所述分进料管的下端竖直穿过所述分进料口伸入所述进液槽中,且所述分进料管的下端靠近所述进液槽的底部;所述壳体设有多个与所述进液槽连通的溢流通道。

[0013] 其中,所述分进料管可拆卸地安装在所述进液槽上。

[0014] 其中,所述进液槽中设有多个防冲板,多个所述防冲板均匀排列在所述进液槽的底部。

[0015] 其中,所述防冲板上设有导通孔。

[0016] 其中,所述防冲板的高度与所述进液槽的深度比为 $1/3\sim 3/5$ 。

[0017] 其中,所述壳体的内壁设有一个溢流挡板,所述溢流挡板固定在所述壳体的内壁,所述溢流挡板与所述壳体内壁及管板形成布液通道。

[0018] 其中,所述溢流挡板为圆筒,且截面呈类倒“L”字型。

[0019] 其中,所述蒸发管均匀排列在所述壳体中。

[0020] 本发明所述废水处理系统中,所述的蒸汽压缩机可以采用离心式压缩机、螺杆式压缩机、往复式压缩机以及高压离心风机;所述压缩机的压缩比一选择 $1.3\sim 2.0$ ,优选 $1.4\sim 1.7$ 。

[0021] 本发明还提供一种废水处理工艺,采用上述系统,所述工艺包括:

[0022] 使用废水预热器,其用于处理原料废水、凝结水和汽提塔浓缩液,原料废水、凝结水和汽提塔浓缩液在废水预热器中进行换热,得到经预热后的原料废水、冷却的凝结水和冷却的浓缩液;

[0023] 使用蒸发器,其用于处理来自经废水预热器预热后的原料废水,处理后得到气相的第1料流、液相的第2料流、不凝气和凝结水;

[0024] 使用蒸汽压缩机,其用于处理来自蒸发器的第1料流,处理后得到气相的第3料流;

[0025] 使用不凝气压缩机,其用于处理来自蒸发器的不凝气,得到气相的第4料流;

[0026] 使用换热器,其用于处理来自蒸汽压缩机的第3料流和不凝气压缩机的第4料流,处理后得到的气相的第5料流和液相的第6料流;

[0027] 使用凝结水收集器,其用于接收蒸发器的凝结水和换热器的第6料流,处理后得到液相的第7料流;

[0028] 使用汽提塔,其用于处理来自蒸发器的第2料流和换热器的第5料流,处理后得到气相的第8料流和液相的第9料流。

[0029] 本发明处理工艺中,原料废水在废水预热器中通过与凝结水、汽提塔浓缩液换热

至接近于饱和温度后进入蒸发器中,在蒸发器内进行蒸发,得到的蒸汽经蒸汽压缩机压缩后,蒸汽的潜热提高,再用压缩蒸汽作为换热器的热源加热不凝气,蒸发器底部的浓缩液进入汽提塔中进行汽提蒸发,以加热后的不凝气作为载气进入汽提塔中汽提蒸发浓缩废水,汽提塔中引入不凝气提高了汽提塔的传质传热效率,可有效避免废水在汽提塔内的结垢堵塞。汽提塔中汽提蒸发的蒸汽和引入的不凝气混合进入蒸发器中,作为蒸发器的加热热源,其蒸汽被冷凝为冷凝水,不凝气由蒸发器的不凝气出口进入不凝气压缩机进行压缩,压缩后的不凝气经加热循环进入汽提塔中。汽提塔底部的浓缩液进入废水预热器中与废水进行换热回收热量。

[0030] 本发明处理工艺中,原料废水在废水预热器中通过与凝结水、汽提塔浓缩液换热至 $90^{\circ}\text{C}\sim 102^{\circ}\text{C}$ ,优选 $95^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 后进入蒸发器中。

[0031] 本发明处理工艺中,所述蒸发器内蒸汽与废水之间的对数换热温差为 $3^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ ,优选 $4^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$ ,同时,所述蒸发器中废水蒸发的汽化率为 $5\%\sim 50\%$ ,优选 $10\%\sim 40\%$ 。

[0032] 本发明处理工艺中,不凝气在换热器中与经蒸汽压缩机压缩后的蒸汽进行换热,换热后温度为 $110^{\circ}\text{C}\sim 115^{\circ}\text{C}$ 。

[0033] 本发明处理工艺中,所述不凝气可以是空气、氮气、氧气、蒸汽等。

[0034] 本发明处理工艺中,在系统开工时,需要用系统外界的蒸汽作为系统开工热源,所述蒸汽可由蒸汽补充管线引入系统内;如果系统在运行过程中产生的蒸汽不能维持系统热量消耗蒸汽量时,可由蒸汽补充管线引入蒸汽;如果系统在运行过程中产生的蒸汽大于维持系统热量消耗蒸汽量时,多余的蒸汽可由补充蒸汽管线排出系统。

[0035] 本发明处理工艺中,在装置开工时,需要从不凝气补充管线向汽提塔内引入不凝气。

[0036] 本发明处理工艺中,所述的蒸发器可采用升膜蒸发器、降膜蒸发器、水平管蒸发器和板式蒸发器中的任一种。

[0037] 本发明处理工艺中,所述的降膜蒸发器包括:壳体、管板、蒸发管、液体供给装置,所述管板设置在所述壳体的上部;所述蒸发管为多个,多个所述蒸发管竖直排列在所述壳体中,且所述蒸发管的上端穿过所述管板;所述蒸发管的上端设有导流装置;所述液体供给装置包括进液槽和分进料管,所述进液槽竖直设置在所述壳体的外壁上,且环绕整个所述壳体,所述进液槽均匀设有多个分进料口,所述分进料口设置在所述进液槽的上侧壁,所述分进料管的下端竖直穿过所述分进料口伸入所述进液槽中,且所述分进料管的下端靠近所述进液槽的底部;所述壳体设有多个与所述进液槽连通的溢流通道。

[0038] 其中,所述分进料管可拆卸地安装在所述进液槽上。

[0039] 其中,所述进液槽中设有多个防冲板,多个所述防冲板均匀排列在所述进液槽的底部。

[0040] 其中,所述防冲板上设有导通孔。

[0041] 其中,所述防冲板的高度与所述进液槽的深度比为 $1/3\sim 3/5$ 。

[0042] 其中,所述壳体的内壁设有一个溢流挡板,所述溢流挡板固定在所述壳体的内壁,所述溢流挡板与所述壳体内壁及管板形成布液通道。

[0043] 其中,所述溢流挡板为圆筒,且截面呈类倒“L”字型。

[0044] 其中,所述蒸发管均匀排列在所述壳体中。

[0045] 本发明处理工艺中的其他技术,如水泵、热量换热、凝结水收集等是本专业技术人员熟知的内容。

[0046] 与现有技术相比,本发明所述的废水处理工艺与系统具有如下优点:

[0047] 1、本发明废水处理工艺中,废水蒸发浓缩回收采用蒸汽机械再压缩和不凝气汽提组合工艺,可实现50%~95%的水资源回收利用。通过控制废水在蒸发器中的浓缩比,避免废水在蒸发器中发生结垢,使浓缩液在汽提塔中进一步浓缩。

[0048] 2、本发明废水处理工艺中通过向汽提塔内引入压缩不凝气,提高了废水蒸发浓缩的传热传质系数,汽提塔内需要的热量由不凝气带入塔内,使得不凝气与废水直接传热,有效地避免了常规的双效蒸汽机械再压缩工艺中结垢堵塞的问题。

[0049] 3、本发明废水处理工艺中设置有换热器,实现了压缩蒸汽的潜热经过热交换给不凝气,热量直接进入废水中,提高了蒸汽压缩热能的利用效率。

[0050] 4、本发明废水处理工艺及系统中,通过使用具有侧向进料的降膜蒸发器,结构简单紧凑,有效地缩小了设备的高度;液体流量大,操作、维护方便;使用该设备液体分布率高、布膜均匀、不易堵塞、易于清洗,可以增加蒸发管的布置数量,增加蒸发器的换热面积。

[0051] 5、本发明物废水处理工艺及系统具有安全可靠、设备简单、投资低、等特点。

## 附图说明

[0052] 图1 是本发明废水处理工艺及系统示意图。

[0053] 图2 是本发明所用降膜蒸发器的半剖结构正视图。

[0054] 图3 是本发明所用降膜蒸发器的部分剖的俯视图。

[0055] 图4 是本发明所用降膜蒸发器的防冲板示意图。

## 具体实施方式

[0056] 下面通过具体实施例来进一步说明本发明的具体情况,但不限于下述的实施例。

[0057] 如图1所示,本发明提供了一种废水处理系统,所述处理装置包括废水预热器2、蒸发器5、汽提塔11、蒸汽压缩机8、换热器24、不凝气压缩机14和凝结水收集器20;其中废水进料管线经废水预热器2与蒸发器5的废水入口连接,蒸发器5的蒸汽出口与蒸汽压缩机8的入口相连,所述蒸发器5的蒸汽出口与蒸汽压缩机8的入口连接管线上设置蒸汽补充管线7,蒸汽压缩机8的出口与换热器24热源蒸汽入口连接,换热器24的凝结水出口与凝结水收集器20的凝结水入口连接,蒸发器5的不凝气出口经不凝气压缩机14与换热器24的不凝气入口相连,所述效蒸发器5的不凝气出口与不凝气压缩机14的入口连接管线上设置不凝气补充管线23,换热器24的不凝气出口与汽提塔11的气相入口连接,汽提塔11的气相出口与蒸发器5的热源蒸汽入口连接,蒸发器5底部的浓缩液排放口经管线与汽提塔11的废水入口连接,汽提塔11底部的浓缩液排放口经管线与废水预热器2连接,蒸发器5的凝结水排放口经管线与凝结水收集器20连接,凝结水收集器20的排放口与废水预热器2连接。

[0058] 本发明还提供一种废水处理工艺,采用上述系统,所述工艺包括:

[0059] 使用废水预热器2,其用于处理原料废水1、凝结水21和汽提塔浓缩液15,原料废水1、凝结水21和汽提塔浓缩液15在废水预热器2中进行换热,得到经预热后的原料废水3、冷却的凝结水22和冷却的浓缩液17;

[0060] 使用蒸发器5,其用于处理来自经废水预热器预热后的原料废水3,处理后得到气相的第1料流6、液相的第2料流10、不凝气13和凝结水18;

[0061] 使用蒸汽压缩机8,其用于处理来自蒸发器的第1料流6,处理后得到气相的第3料流9;

[0062] 使用不凝气压缩机14,其用于处理来自蒸发器的不凝气13,处理后得到气相的第4料流16;

[0063] 使用换热器24,其用于处理来自蒸汽压缩机的第3料流9和不凝气压缩机的第4料流16,处理后得到的气相的第5料流和液相的第6料流19;

[0064] 使用凝结水收集器,其用于接收蒸发器的凝结水18和换热器的第6料流19,处理后得到液相的第7料流21;

[0065] 使用汽提塔11,其用于处理来自蒸发器的第2料流和换热器的第5料流,处理后得到气相的第8料流12和液相的第9料流15。

[0066] 本发明方法中,原料废水1在废水预热器2中通过与凝结水21、汽提塔浓缩液15换热至接近于饱和温度后进入蒸发器5中,在蒸发器5内进行蒸发,得到的蒸汽经蒸汽压缩机8压缩后,蒸汽的潜热提高,然后压缩蒸汽9作为换热器24的热源蒸汽加热不凝气,加热后的不凝气进入汽提塔11中汽提蒸发来自蒸发器5底部的浓缩液10,汽提塔中引入不凝气汽提浓缩废水,提高了汽提塔11的传质传热效率,可有效避免废水在汽提塔11内的结垢堵塞。汽提塔11中汽提蒸发的蒸汽和引入的不凝气混合进入蒸发器5中,作为蒸发器5的加热热源,蒸汽被冷凝为冷凝水18,不凝气13由蒸发器5的不凝气出口进入不凝气压缩机14进行压缩,压缩后的不凝气16经加热循环进入汽提塔11中。汽提塔11底部的浓缩液15进入废水预热器2中与废水进换热回收热量。

[0067] 如图2、3和4所示,本发明的侧向进料的降膜蒸发器,包括:壳体11、管板1、蒸发管3、液体供给装置20。壳体11为圆筒状,管板1设置在壳体11的上部,管板1上表面与壳体11顶端的部分构成布膜室。蒸发管3为多个,多个蒸发管3竖直排列在壳体11中,优选蒸发管均匀排列。蒸发管3的上端穿过管板1,在管板1上设置多个蒸发管孔,蒸发管3的上端从蒸发管孔中伸出,并使用焊接或胀接等方法与管板1密封连接。在蒸发管3的上端设有导流装置2。液体供给装置20包括进液槽6和多个分进料管7,本实施例中,进液槽6为一个内侧开口的环形壳体槽,环形壳体槽的内径与壳体11的外径相同,进液槽6通过焊接竖直设置在壳体11的外壁上,且环绕整个壳体11,进液槽6开口的一侧以壳体11的外侧壁作为共用的侧壁。进液槽6均匀设有多个分进料口13,分进料口13的数量与分进料管7相同,用于安装分进料管7,具体到本实施例,分进料口的数量为8个。分进料口13设置在进液槽6的上侧壁,分进料管7的下端竖直穿过分进料口13伸入进液槽6中,且分进料管7的下端出口靠近进液槽6的底部。分进料管7用于与进料总管10连通,由进料总管10通过分进料管7向进液槽6中提供物料。壳体11设有多个与进液槽6连通的溢流通道5,溢流通道5为靠近进液槽6上侧壁的堰口,常用的结构有矩形堰、V型堰和圆底矩形堰。

[0068] 进一步的,分进料管7通过法兰可拆卸地安装在进液槽6上。具体的,分进料管7的外侧壁焊接安装一个法兰盘71,法兰盘71与进液槽6的上侧壁通过螺栓组件连接在一起,可以根据需要进行拆卸。

[0069] 进一步的,进液槽6中设有多个防冲板8,多个防冲板8均匀排列在进液槽6的底部,

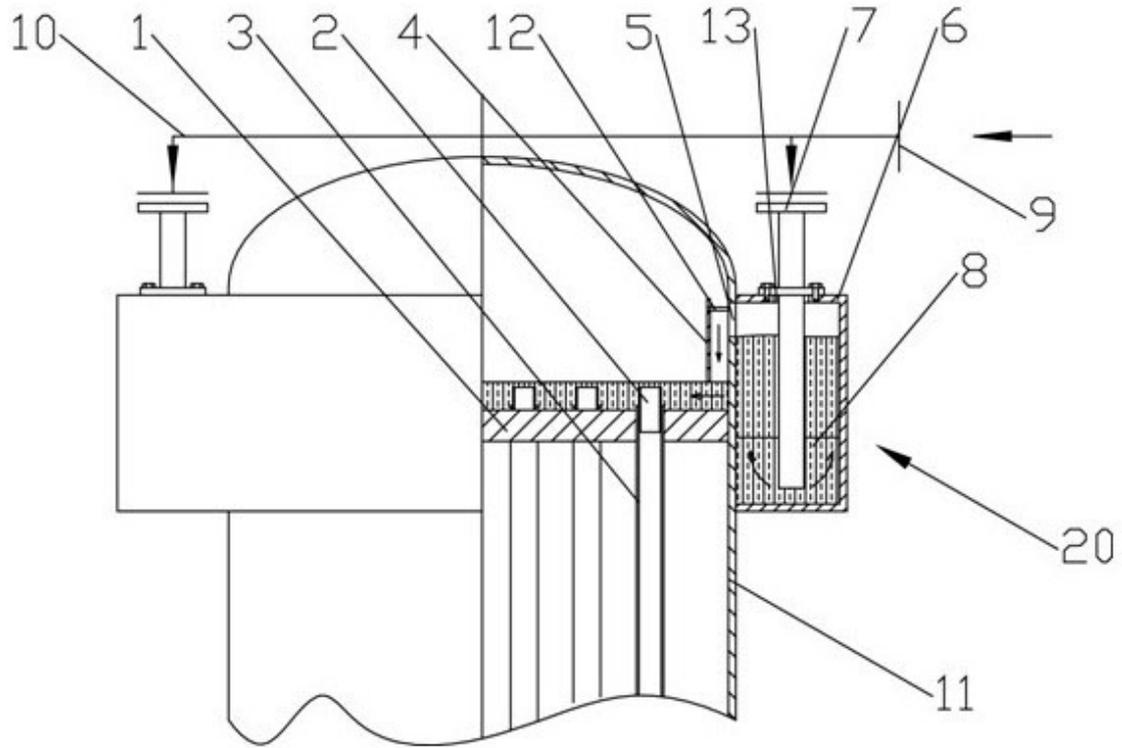
本实施例中,防冲板8的数量为16个。优选的,防冲板8的上沿高于分进料管7的下端出口。参照图4所示,防冲板8上设有导通孔81,导通孔81的截面优选为圆形,其直径为5-30毫米,优选10-20毫米。优选的,防冲板8的高度与进液槽6的深度比为 $1/3\sim 3/5$ ,例如防冲板8的高度为进液槽深度6的 $1/3$ 、 $3/7$ 、 $1/2$ 和 $3/5$ 。

[0070] 进一步的,壳体11的内壁设有一个溢流挡板4,溢流挡板4为圆筒,且溢流挡板4的外径小于壳体11的内径。溢流挡板4通过多个长方形支撑板12固定在壳体11的内壁,且溢流挡板4的下沿高于管板1的上表面,溢流挡板4与壳体11内壁及管板1形成布液通道。布液通道的截面宽度小于壳体11内壁与蒸发管3的最小距离。

[0071] 实施例1

[0072] 采用图1所述的系统,所述蒸发器采用图2所述的装置,所用废水为硫酸铵废水,原料废水浓度为20wt%,原料废水处理量为15t/h,常温废水经过预热器2预热至99℃,进入蒸发器5中。蒸汽压缩机8的压缩比为1.5,采用空气作为补充不凝气。蒸发器5底部排出的浓缩液10为32wt%,该浓缩液10经汽提塔汽提蒸发浓缩后,排出的浓缩液15为45wt%。凝结水21经热量回收后温度为45℃左右,凝结水回收量为8.3 t/h。





1

图2

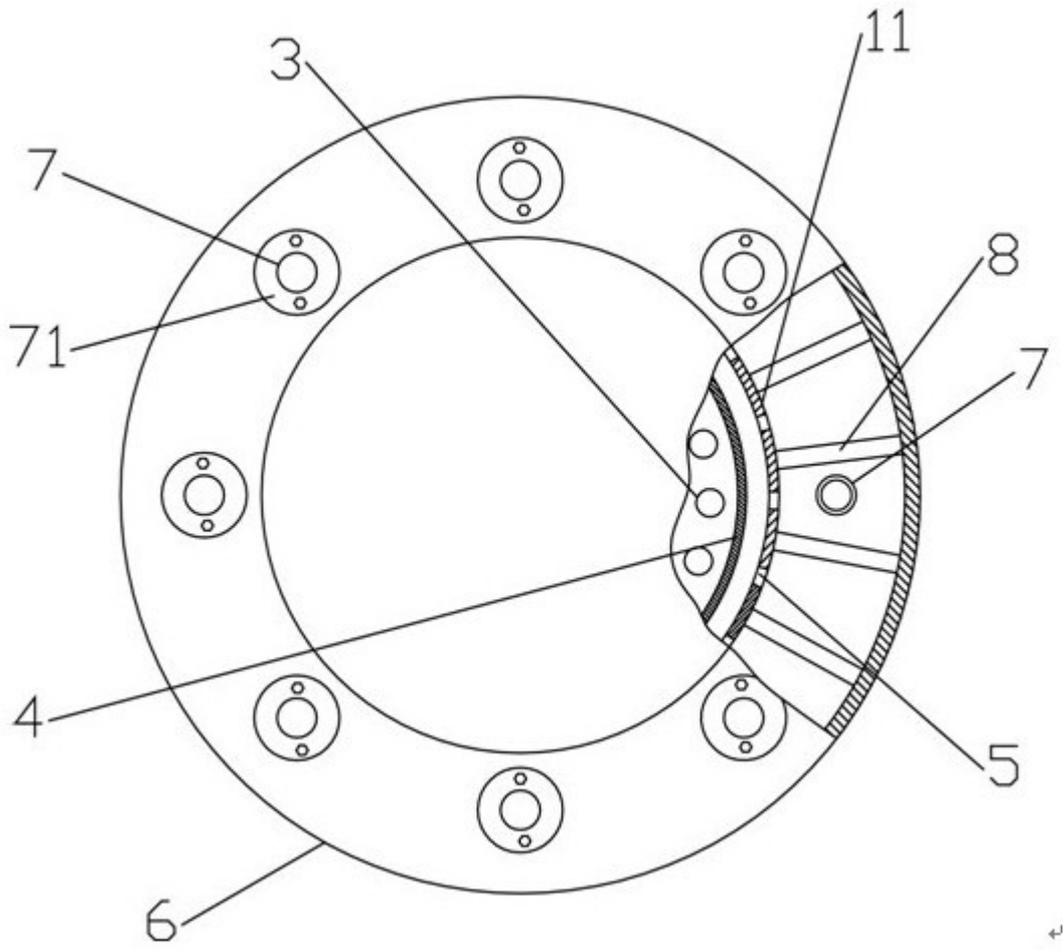


图3

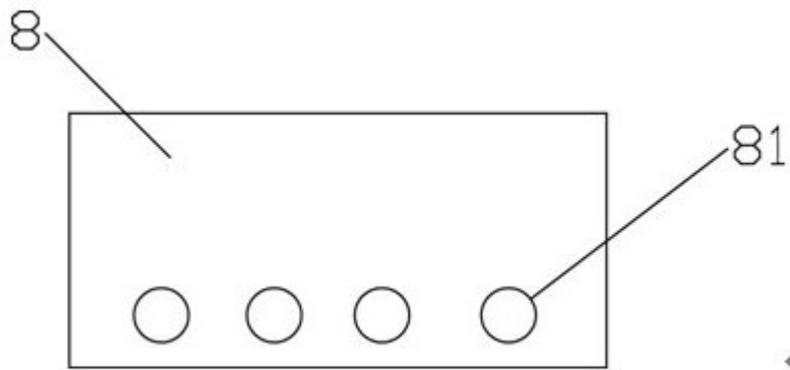


图4