



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108529806 A

(43)申请公布日 2018.09.14

(21)申请号 201810414631.6

(22)申请日 2018.05.03

(71)申请人 广西科技大学鹿山学院

地址 545616 广西壮族自治区柳州市鱼峰区新柳大道99号

(72)发明人 张璇 郭立 蒋伟勤

(74)专利代理机构 长沙科永臻知识产权代理事务所(普通合伙) 43227

代理人 龙芳

(51) Int. Cl.

C02F 9/10(2006.01)

C02F 101/30(2006.01)

C02F 103/36(2006.01)

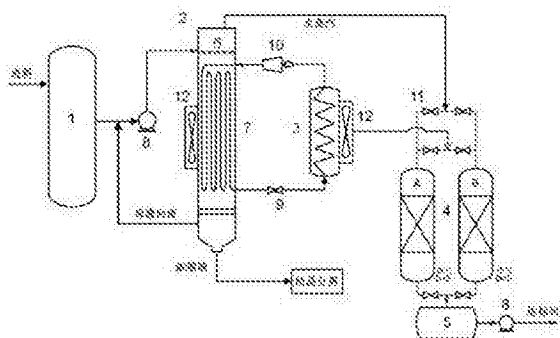
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置及处理方法

(57)摘要

本发明属于废水处理技术领域,具体涉及一种焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置及处理方法。所述装置包括:Fenton氧化塔、物料蒸发器、热泵蒸发器、SAP吸收罐、出水槽;所述Fenton氧化塔中部经循环泵与物料蒸发器上端相连,物料蒸发器顶部与SAP吸收罐顶部相连,SAP吸收罐底部与出水槽连接。本方法蒸发一吨水仅需25~40度电,节能效果明显,运行费用降低。且不需要生蒸汽,排出水蒸汽也直接进入吸收罐,就可以避免核心设备腐蚀,热泵压缩机使用寿命长达10年以上。



1. 一种焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置,其特征在于,该装置包括:Fenton氧化塔、物料蒸发器、热泵蒸发器、SAP吸收罐、出水槽;

所述Fenton氧化塔中部经循环泵与物料蒸发器上端相连,物料蒸发器顶部与SAP吸收罐顶部相连,SAP吸收罐底部与出水槽连接。

2. 根据权利要求1所述的焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置,其特征在于,所述物料蒸发器中部设置热泵冷凝盘管,所述热泵冷凝盘管外连膨胀阀、热泵蒸发器、压缩机,并构成回路。

3. 根据权利要求1或2所述的焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置,其特征在于,所述物料蒸发器的顶部设置多个喷嘴,所述物料蒸发器的下端与循环泵前端连接,用于母液回流。

4. 根据权利要求3所述的焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置,其特征在于,所述物料蒸发器和热泵蒸发器上均设置有风扇。

5. 根据权利要求1所述的焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置,其特征在于,所述SAP吸收罐由并联的SAP吸收罐A和SAP吸收罐B构成。

6. 根据权利要求5所述的焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置,其特征在于,上述SAP吸收罐A和SAP吸收罐B的顶部相连接,连接管路与热效蒸发器的中部连通;SAP吸收罐A和SAP吸收罐B的顶部连接管路和底部连接管路上均设有若干个调节阀。

7. 权利要求1~6任一项所述焦化废水反渗透浓水零排放低能耗处理方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

(1) 焦化废水膜滤浓缩液常温下经Fenton氧化处理,处理液经升压后送入物料蒸发器中;

(2) 处理液进入物料蒸发器处理后,从物料蒸发器上部排出水蒸气,未蒸发的母液回流至循环泵前端混合来液后继续参与下一次蒸发,物料蒸发器底部浓缩液结晶分离后晶体打包外运;

(3) 步骤(2)所得水蒸汽由热风带至SAP吸收灌中进行吸水,当吸水饱和后,进行脱水再生,脱出水分汇入出水槽,出水达到补充水回用的水质标准。

8. 根据权利要求7所述焦化废水反渗透浓水零排放低能耗处理方法,其特征在于,该方法具体包括以下步骤:

(1) 焦化废水膜滤浓缩液常温下经Fenton氧化处理,处理液经升压后送入物料蒸发器中;

(2) 处理液被喷淋到热泵竖直冷凝盘管的外壁,形成薄膜向下流动,冷凝盘管内的制冷剂蒸汽冷凝放热,用放出的热量来加热料液,使冷凝盘管外料液蒸发浓缩,产生的水蒸汽;

制冷剂冷凝降温后通过膨胀阀,进入热泵蒸发器,吸收外界空气热量而蒸发,制冷剂蒸汽被压缩机吸入,继续下一次制热循环;

未蒸发的母液回流至循环泵前端混合来液后继续参与下一次蒸发,物料蒸发器底部浓缩液结晶分离后晶体打包外运;

(3) 步骤(2)所得水蒸汽在风扇的吹动下,热风带出水蒸汽到SAP吸水颗粒,储存系统蒸发水分,当吸水饱和后,进行脱水再生,再生时不需要额外的能量输入,直接回收利用热泵蒸发器风扇排出的冷风进行SAP吸水颗粒风干脱水,经过脱水的SAP颗粒恢复原有功能,可

以重新吸水;脱出水分汇入出水槽,出水达到补充水回用的水质标准。

9. 根据权利要求8所述焦化废水反渗透浓水零排放低能耗处理方法,其特征在于,步骤(1)中Fenton氧化处理的条件为:pH=3~4、 $c(\text{Fe}^{2+})=1\sim 2\text{g/L}$ 、 $c(\text{H}_2\text{O}_2)=5\sim 9\text{g/L}$ 的条件下,持续反应2~4h。

10. 根据权利要求8所述焦化废水反渗透浓水零排放低能耗处理方法,其特征在于,步骤(2)中所述处理液的温度20~25℃,喷淋流量1.5~2L/min,水蒸汽的温度20~25℃。

## 一种焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置及处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于废水处理技术领域,具体涉及一种焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置及处理方法。

### 背景技术

[0002] 现有技术中,焦化废水经过二级处理后,再采用膜组合工艺,如“超滤+纳滤+反渗透”、“多介质过滤+反渗透”、“MBR+反渗透”等工艺深度处理后,将近3/4的产水可直接作为循环水系统的补充水回用,但同时产生25%左右的反渗透膜后浓缩液(浓水水质见表1),含有高浓度有机污染物,富含氯盐、硫酸盐、硫氰酸盐和硫代硫酸盐等无机盐,不能直接外排,必须作进一步处理。

[0003] 表1 焦化废水反渗透浓水水质 单位:mg/L

COD	TDS	总硬度	Cl <sup>-</sup>	SS	总碱度	T-CN	NH <sub>3</sub> -N
240~790	9800~14500	380~1290	2210~3960	3.5~12.2	570~980	0.96~3.7	22~35

注:总硬度和总碱度均以CaCO<sub>3</sub>计。

### 发明内容

[0004] 本发明提供一种焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置,该装置包括:Fenton氧化塔、物料蒸发器、热泵蒸发器、SAP吸收罐、出水槽;

所述Fenton氧化塔中部经循环泵与物料蒸发器上端相连,物料蒸发器顶部与SAP吸收罐顶部相连,SAP吸收罐底部与出水槽连接。

[0005] 进一步的,上述焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置中,所述物料蒸发器中部设置热泵冷凝盘管,所述热泵冷凝盘管外连膨胀阀、热泵蒸发器、压缩机,并构成回路。

[0006] 进一步的,上述焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置中,所述物料蒸发器的顶部设置多个喷嘴。

[0007] 进一步的,上述焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置中,所述物料蒸发器的下端与循环泵前端连接,用于母液回流。

[0008] 进一步的,上述焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置中,所述物料蒸发器和热泵蒸发器上均设置有风扇。

[0009] 进一步的,上述焦化废水反渗透浓水零排放低能耗装置中,所述SAP吸收罐由并联的SAP吸收罐A和SAP吸收罐B构成。

[0010] 进一步的,上述SAP吸收罐A和SAP吸收罐B的顶部相连接,连接管路与热效蒸发器的中部连通。

[0011] 进一步的,上述SAP吸收罐A和SAP吸收罐B的顶部连接管路和底部连接管路上均设有若干个调节阀。

[0012] 本发明还提供上述焦化废水反渗透浓水零排放低能耗处理方法,该方法包括以下步骤:

(1) 焦化废水膜滤浓缩液常温下经Fenton氧化处理,处理液经升压后送入物料蒸发器中;

(2) 处理液进入物料蒸发器处理后,从物料蒸发器上部排出水蒸气,未蒸发的母液回流至循环泵前端混合来液后继续参与下一次蒸发,物料蒸发器底部浓缩液结晶分离后晶体打包外运;

(3) 步骤(2)所得水蒸汽由热风带至SAP吸收灌中进行吸水,当吸水饱和后,进行脱水再生,脱出水分汇入出水槽,出水达到补充水回用的水质标准。

[0013] 根据本发明处理方法,该方法具体包括以下步骤:

(1) 焦化废水膜滤浓缩液常温下经Fenton氧化处理,处理液经升压后送入物料蒸发器中;

(2) 处理液被喷淋到热泵竖直冷凝盘管的外壁,形成薄膜向下流动,冷凝盘管内的制冷剂蒸汽冷凝放热,用放出的热量来加热料液,使冷凝盘管外料液蒸发浓缩,产生的水蒸汽;

制冷剂冷凝降温后通过膨胀阀,进入热泵蒸发器,吸收外界空气热量而蒸发,制冷剂蒸汽被压缩机吸入,继续下一次制热循环;

未蒸发的母液回流至循环泵前端混合来液后继续参与下一次蒸发,物料蒸发器底部浓缩液结晶分离后晶体打包外运;

(3) 步骤(2)所得水蒸汽在风扇的吹动下,热风带出水蒸汽到SAP吸水颗粒,储存系统蒸发水分,当吸水饱和后,进行脱水再生,再生时不需要额外的能量输入,直接回收利用热泵蒸发器风扇排出的冷风进行SAP吸水颗粒风干脱水,经过脱水的SAP颗粒恢复原有功能,可以重新吸水;脱出水分汇入出水槽,出水达到补充水回用的水质标准。

[0014] 根据本发明处理方法,步骤(1)中Fenton氧化处理的条件为:pH=3~4、 $c(\text{Fe}^{2+})=1\sim 2\text{g/L}$ 、 $c(\text{H}_2\text{O}_2)=5\sim 9\text{g/L}$ 的条件下,持续反应2~4h。浓水中COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和色度的去除率分别为68~80%、90~95%和85~90%,大部分有机物被氧化分解,沉降污泥合并至焦化废水生化部分污泥一并处理。

[0015] 根据本发明处理方法,步骤(2)中所述处理液的温度20~25℃,喷淋流量1.5~2L/min,水蒸汽的温度20~25℃。

[0016] 根据本发明处理方法,步骤(3)中补充水回用的水质标准, $\text{COD}_{\text{cr}}<30\text{mg/L}$ 、 $\text{TDS}<100\text{mg/L}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}<3\text{mg/L}$ 、钙硬度 $<150\text{mg/L}$ 、 $\text{Cl}^-<180\text{mg/L}$ 、浊度 $<3.5\text{NTU}$ ,即各项水质指标满足《工业循环冷却水处理设计规范》GB50050-2017第6.1.3条的要求,可直接回用于循环水系统。

[0017] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

1. 传统低温蒸发系统除了蒸汽压缩机、真空泵,还设置有分离器、冷凝器等耗电设备,本系统用吸收装置A、B代替了这些设备,在日常工作状态下,只有控制系统消耗少量电能,相比于MVR低温型蒸发器蒸发一吨水需要耗电为38~75度电,本方法蒸发一吨水仅需25~40度电,节能效果明显,运行费用降低。

[0018] 2. 热泵排风风扇出风量较大,与其让这部分冷风消散到环境中,造成资源浪费,不如通过风管将热泵系统所排冷风收集起来,合理利用用于SAP颗粒风干脱水,达到节能的目的。

[0019] 3. 常规蒸发系统采用生蒸汽加热物料,二次蒸汽返回压缩机重复利用,二次蒸汽

中有可能夹带少量物料,即有可能引起核心部件蒸汽压缩机的腐蚀,使用寿命降低,通常只有3~5年。而本系统中,不需要生蒸汽,排出水蒸汽也直接进入吸收罐,就可以避免核心设备腐蚀,热泵压缩机使用寿命长达10年以上。

## 附图说明

[0020] 图1是本发明处理方法的流程图;

附图标记:1- Fenton氧化塔、2-物料蒸发器、3-热泵蒸发器、4-SAP吸收罐、5-出水槽、6-喷嘴、7-热泵冷凝盘管、8-循环泵、9-膨胀阀、10-压缩机、11-调节阀、12-风扇。

## 具体实施方式

[0021] 本发明针对焦化废水反渗透浓水水质特点,提供一套Fenton氧化+热泵低温蒸发+SAP吸水组合处理装置和工艺,实现焦化废水反渗透浓水零排放。其装置及流程如图1所示:焦化废水膜滤浓缩液常温下经Fenton氧化塔1氧化处理,浓水中COD、NH<sub>3</sub>-N和色度的去除率分别为68~80%、90~95%和85~90%,大部分有机物被氧化分解,沉降污泥合并至焦化废水生化部分污泥一并处理;循环泵8将处理水泵至物料蒸发器2,从喷嘴6内,料液被喷淋到竖直的热泵冷凝盘管7的外壁形成薄膜向下流动,管内制冷剂蒸汽冷凝放热,用放出的热量来加热物料,使管外物料蒸发浓缩,产生水蒸汽,制冷剂冷凝降温后通过膨胀阀9,进入热泵蒸发器3,吸收外界空气热量而蒸发,制冷剂蒸汽被压缩机10吸入,继续下一次制热循环;未蒸发的母液回流至循环泵8前端混合来液后继续参与下一次蒸发,物料蒸发器2底部浓缩液结晶分离后晶体打包外运;热泵冷凝盘管7外产生了以气态、液态同时存在的水蒸汽,在风扇12的吹动下,热风带出湿气到SAP吸收罐4,利用高分子吸水树脂(简称SAP)的超强吸水力,有效的储存系统蒸发水分。所述SAP吸收罐4由并联的SAP吸收罐A和SAP吸收罐B构成,SAP吸收罐A和SAP吸收罐B的顶部相连接,连接管路与热泵蒸发器3的中部连通,且SAP吸收罐A和SAP吸收罐B的顶部连接管路和底部连接管路上均设有若干个调节阀11。当吸水饱和后,进行脱水再生,这时不需要额外的能量输入,直接回收利用热泵蒸发器风扇12排出的冷风进行SAP颗粒风干脱水,经过脱水的SAP颗粒恢复原有功能,可以重新吸水,常规工作状态下,一个吸收罐在进行水汽吸收,另一个吸收罐进行脱水再生,两者交替使用;脱出水分汇入出水槽,出水可达补充水回用的水质标准,COD<sub>Cr</sub><30mg/L、TDS<100mg/L、NH<sub>3</sub>-N<3mg/L、钙硬度<150mg/L、Cl<sup>-</sup><180mg/L、浊度<3.5NTU,即各项水质指标满足《工业循环冷却水处理设计规范》GB50050-2017第6.1.3条的要求,可直接回用于循环水系统。

### [0022] 实施例1

焦化废水反渗透浓水零排放低能耗处理方法,该方法具体包括以下步骤:

(1) 焦化废水膜滤浓缩液常温下经Fenton氧化处理,在pH=3、c(Fe<sup>2+</sup>)=2g/L、c(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)=9g/L的条件下,持续反应3h,处理液经升压后送入物料蒸发器中;浓水中COD、NH<sub>3</sub>-N和色度的去除率分别为72%、92%和90%,大部分有机物被氧化分解,沉降污泥合并至焦化废水生化部分污泥一并处理。

[0023] (2) 23~25℃的处理液被喷淋到热泵竖直冷凝盘管的外壁,喷淋流量1.5L/min,形成薄膜向下流动,冷凝盘管内的制冷剂蒸汽冷凝放热,用放出的热量来加热料液,使冷凝盘管外料液蒸发浓缩,产生的温度23~25℃水蒸汽;

制冷剂冷凝降温后通过膨胀阀,进入热泵蒸发器,吸收外界空气热量而蒸发,制冷剂蒸汽被压缩机吸入,继续下一次制热循环;

未蒸发的母液回流至循环泵前端混合来液后继续参与下一次蒸发,物料蒸发器底部浓缩液结晶分离后晶体打包外运;

(3) 步骤(2)所得水蒸汽在风扇的吹动下,热风带出水蒸汽到SAP吸水颗粒,储存系统蒸发水分,当吸水饱和后,进行脱水再生,再生时不需要额外的能量输入,直接回收利用热泵蒸发器风扇排出的冷风进行SAP吸水颗粒风干脱水,经过脱水的SAP颗粒恢复原有功能,可以重新吸水;脱出水分汇入出水槽,出水达到补充水回用的水质标准: $\text{COD}_{\text{cr}} < 30\text{mg/L}$ 、 $\text{TDS} < 100\text{mg/L}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N} < 3\text{mg/L}$ 、钙硬度 $< 150\text{mg/L}$ 、 $\text{Cl}^- < 180\text{mg/L}$ 、浊度 $< 3.5\text{NTU}$ ,即各项水质指标满足《工业循环冷却水处理设计规范》GB50050-2017第6.1.3条的要求,可直接回用于循环水系统。

#### [0024] 实施例2

焦化废水反渗透浓水零排放低能耗处理方法,该方法具体包括以下步骤:

(1) 焦化废水膜滤浓缩液常温下经Fenton氧化处理,在 $\text{pH}=4$ 、 $c(\text{Fe}^{2+})=1.2\text{g/L}$ 、 $c(\text{H}_2\text{O}_2)=6\text{g/L}$ 的条件下,持续反应4h,处理液经升压后送入物料蒸发器中;浓水中 $\text{COD}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和色度的去除率分别为80%、90%和88%,大部分有机物被氧化分解,沉降污泥合并至焦化废水生化部分污泥一并处理。

[0025] (2)  $20\sim 22^\circ\text{C}$ 的处理液被喷淋到热泵竖直冷凝盘管的外壁,喷淋流量 $2\text{L/min}$ ,形成薄膜向下流动,冷凝盘管内的制冷剂蒸汽冷凝放热,用放出的热量来加热料液,使冷凝盘管外料液蒸发浓缩,产生的温度 $20\sim 22^\circ\text{C}$ 水蒸汽;

制冷剂冷凝降温后通过膨胀阀,进入热泵蒸发器,吸收外界空气热量而蒸发,制冷剂蒸汽被压缩机吸入,继续下一次制热循环;

未蒸发的母液回流至循环泵前端混合来液后继续参与下一次蒸发,物料蒸发器底部浓缩液结晶分离后晶体打包外运;

(3) 步骤(2)所得水蒸汽在风扇的吹动下,热风带出水蒸汽到SAP吸水颗粒,储存系统蒸发水分,当吸水饱和后,进行脱水再生,再生时不需要额外的能量输入,直接回收利用热泵蒸发器风扇排出的冷风进行SAP吸水颗粒风干脱水,经过脱水的SAP颗粒恢复原有功能,可以重新吸水;脱出水分汇入出水槽,出水达到补充水回用的水质标准: $\text{COD}_{\text{cr}} < 30\text{mg/L}$ 、 $\text{TDS} < 100\text{mg/L}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N} < 3\text{mg/L}$ 、钙硬度 $< 150\text{mg/L}$ 、 $\text{Cl}^- < 180\text{mg/L}$ 、浊度 $< 3.5\text{NTU}$ ,即各项水质指标满足《工业循环冷却水处理设计规范》GB50050-2017第6.1.3条的要求,可直接回用于循环水系统。

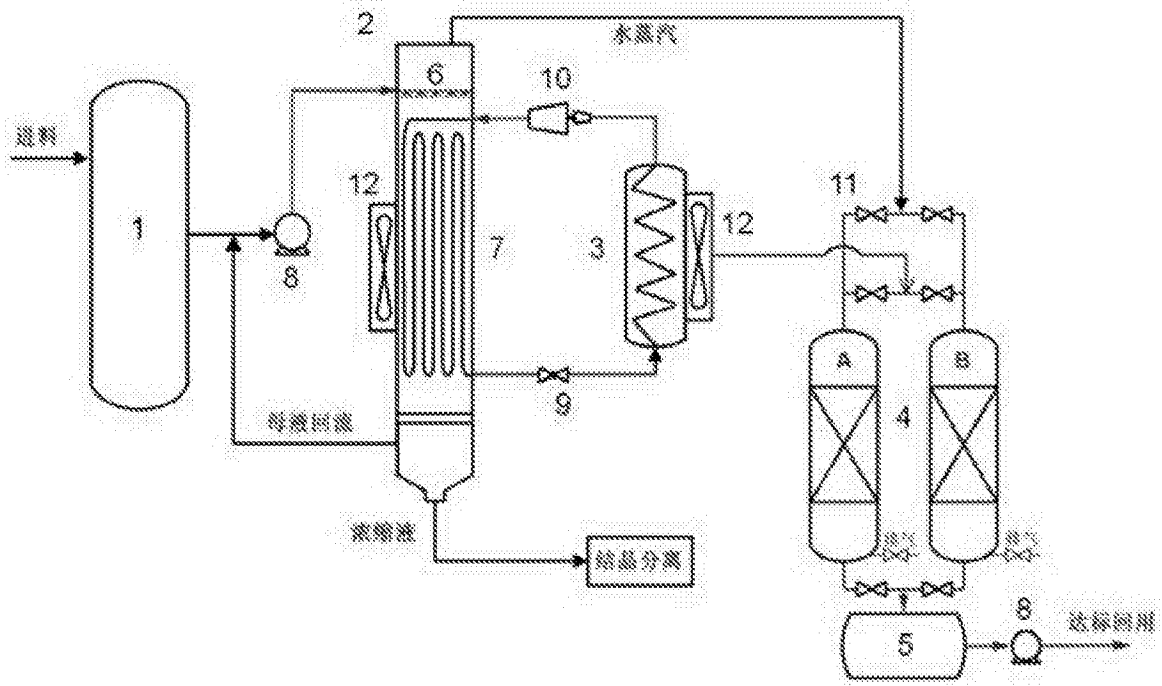


图1