



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108211623 B

(45)授权公告日 2020.10.27

(21)申请号 201810058080.4

C01B 25/027(2006.01)

(22)申请日 2018.01.22

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

CN 1963334 A,2007.05.16

申请公布号 CN 108211623 A

US 5453116 A,1995.09.26

CN 103508429 A,2014.01.15

(43)申请公布日 2018.06.29

审查员 金桥

(73)专利权人 昆明理工大学

地址 650093 云南省昆明市五华区学府路
253号

(72)发明人 梅毅 聂云祥 何德东 谢德龙

廉培超 郭胜惠 王驰 李凯

罗永明

(51)Int.Cl.

B01D 50/00(2006.01)

B01D 51/00(2006.01)

B01D 53/00(2006.01)

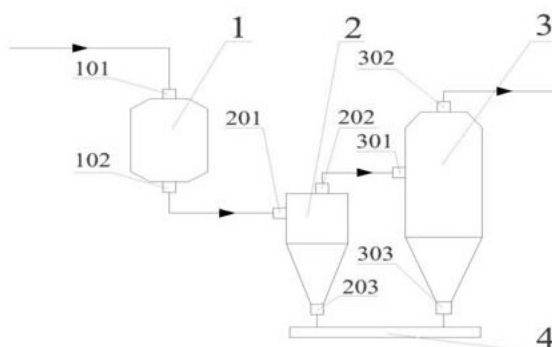
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种微波辅助加热黄磷炉气干法净化的方法和装置

(57)摘要

本发明公开了一种微波辅助加热黄磷炉气干法净化的方法和装置,将黄磷炉气通过微波加热器加热,使炉气升温后进入旋风分离器进行分离除尘,除去10 μm以上的粉尘,然后进入微波辅助加热膜过滤器,除去1~10 μm的粉尘,经干法除尘后的炉气进入后续冷凝系统实现黄磷的凝结制备黄磷成品。本发明有效解决了干法除尘系统黄磷炉气的结露堵塞问题,解决了困扰黄磷生产过程中漂磷与泥磷回收的安全、环保、成本问题。该方法加热速率快、效率高、运行周期长,一次磷收率在传统工艺上提高5~8%,减轻了操作人员的生产劳动强度,降低了黄磷生产成本,经济效益、环保效益显著。



1. 一种微波辅助加热黄磷炉气干法净化的方法,将黄磷电炉中产生的炉气通过微波加热器加热,使炉气升温后进入旋风分离器进行分离除尘,除去 $10\mu\text{m}$ 以上的粉尘,然后进入微波辅助加热膜过滤器,除去 $1\sim 10\mu\text{m}$ 的粉尘,再进入后续冷凝系统实现黄磷的凝结制备黄磷成品;

上述方法使用的装置包括:微波加热器(1)、旋风分离器(2)、微波辅助加热膜过滤器(3)和粉尘收集器(4);微波加热器入口(101)与黄磷电炉的炉气出口连通,微波加热器出口(102)与旋风分离器入口(201)连通,旋风分离器气体出口(202)与微波辅助加热膜过滤器入口(301)连通,微波辅助加热膜过滤器气体出口(302)与冷凝系统连通,旋风分离器粉尘出口(203)和微波辅助加热膜过滤器粉尘出口(303)均与粉尘收集器(4)连通;

所述微波加热器(1)内部设有若干吸波板(104),吸波板(104)设在微波加热器(1)内部,在微波加热器入口(101)和微波加热器出口(102)之间;

所述微波辅助加热膜过滤器(3)内部设有过滤膜(305),并设有微波辅助加热膜过滤器粉尘出口(303);过滤膜(305)设置在微波辅助加热膜过滤器入口(301)和微波辅助加热膜过滤器气体出口(302)之间,微波辅助加热膜过滤器粉尘出口(303)设在微波辅助加热膜过滤器(3)底部;

所述炉气通过微波加热器升温至 $220\sim 250^{\circ}\text{C}$;

净化过程中,所有设备与管道均采用保温措施,使温度保持在 $220\sim 250^{\circ}\text{C}$;

所述吸波板(104)和过滤膜(305)由无机吸波材料制成;所述无机吸波材料为铁氧体、多晶铁纤维、石墨、乙炔炭黑、碳纤维、碳纳米管或碳化硅;

所述过滤膜(305)的孔径小于 $1\mu\text{m}$ 。

一种微波辅助加热黄磷炉气干法净化的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种微波辅助加热黄磷炉气干法净化的方法和装置,属于黄磷生产节能减排领域。

背景技术

[0002] 中国是一个黄磷生产大国,黄磷生产总量居世界首位,但目前的黄磷产业仍是一个高能耗、高污染的行业。工业化电炉法生产黄磷的主要方法是将合格块状磷矿、焦丁和硅石称量后送到黄磷电炉料仓;混合炉料经下料管进入黄磷电炉内,在电热作用下发生还原反应,产生的炉气进入三级或四级冷却塔喷淋冷却制得粗磷,再通过多级精制,反复蒸煮、漂洗、过滤沉降、冷凝除杂质后得到黄磷产品。由于黄磷电炉出口炉气中含有大量粉尘,这些粉尘在黄磷冷凝过程中与黄磷一同进入粗磷产品,粗磷在精制过程中又产生大量的污水以及泥磷,造成严重的环境污染以及高昂的处理成本。如泥磷的回收一般采用转锅法,即使用黄磷尾气在转锅外燃烧加热,首先蒸发泥磷中约60~70%的水分,再逐渐加温至炉膛温度700~800℃进行磷蒸发,使残渣含磷量降至1%以下,每锅蒸磷作业周期一般在6~8h;耗时长,耗能高,燃烧、排渣时环境污染严重,是黄磷生产亟待解决的关键核心技术。

[0003] 为了解决粉尘带入冷凝系统副产泥磷的问题,国内外开展了一系列的研究和产业化开发,例如30kt/a黄磷装置,其在黄磷电炉出口设置电收尘器,但这种方法,一是需要将入炉矿石进行烧结成球,增加了成本;二是要求进入除尘器的炉气温度大于600℃;三是需要使用300~350℃惰性气体对所有控制系统进行保温;每吨黄磷综合成本高达2400元,且不能完全根除泥磷的产生。CN103708432A公开了“从电炉制磷炉气中回收黄磷的方法、设备及专用收磷装置”,该发明在操作时首先要通入惰性预热气体加热过滤器以避免磷炉气结露,而生产过程中膜的堵塞在所难免;CN205442645U公开了“黄磷炉气干法除尘设备的保温系统”,采用燃烧黄磷尾气间接供给除尘设备,以保证磷炉气处于黄磷露点以上,耗能大,传热效率差;CN105056641A公开了一种“黄磷炉气过滤方法”,其采用停车置换模式,通入含氧气体燃烧附着在滤膜表面的黄磷,确保过滤装置的正常运行。这些都没有彻底解决黄磷炉气干法过滤过程中炉气冷凝结露问题。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在的不足,本发明提供一种微波辅助加热黄磷炉气干法净化的方法和装置,从而解决干法除尘系统中黄磷炉气结露造成的设备堵塞,系统内部过滤元件清理周期短等问题。本发明利用微波加热特性,使用微波直接加热吸波材料,黄磷炉气通过加热后的吸波材料后,使其温度从黄磷电炉出口的130~180℃升温至220~250℃,确保炉气高于露点温度以上;利用吸波无机材料制备膜过滤器,使微波直接作用于膜过滤器的滤膜之上,确保膜过滤器不堵塞;本发明有效解决了黄磷炉气结露堵塞膜过滤器的问题,实现了黄磷炉气干法除尘的目标,操作简单、安全、环保。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0006] 一种微波辅助加热黄磷炉气干法净化的方法,将黄磷电炉中产生的炉气通过微波加热器快速加热,使炉气由130~180℃升温至220~250℃后进入旋风分离器进行分离除尘,除去10μm以上的粉尘,然后进入微波辅助加热膜过滤器,除去1~10μm的粉尘,再进入后续冷凝系统实现黄磷的凝结,制备黄磷成品。

[0007] 优选地,净化过程中,所有设备与管道均采用保温措施,使温度保持在220~250℃。

[0008] 所述方法使用的装置,包括:微波加热器1、旋风分离器2、微波辅助加热膜过滤器3和粉尘收集器4;微波加热器入口101与黄磷电炉的炉气出口连通,微波加热器出口102与旋风分离器入口201连通,旋风分离器气体出口202与微波辅助加热膜过滤器入口301连通,微波辅助加热膜过滤器气体出口302与冷凝系统连通,旋风分离器粉尘出口203和微波辅助加热膜过滤器粉尘出口303均与粉尘收集器4连通;

[0009] 所述微波加热器1为在常规微波加热器内部设有若干吸波板104,吸波板104设在微波加热器1内部,在微波加热器入口101和微波加热器出口102之间;

[0010] 所述微波辅助加热膜过滤器3为在常规微波加热器内部设有过滤膜305,并设有微波辅助加热膜过滤器粉尘出口303;过滤膜305设置在微波辅助加热膜过滤器入口301和微波辅助加热膜过滤器气体出口302之间,过滤膜305的孔径小于1μm;

[0011] 旋风分离器2和粉尘收集器4均为常规设备。

[0012] 优选地,吸波板104和过滤膜305由无机吸波材料制成,所述无机吸波材料包括铁系吸波材料(如:铁氧体、多晶铁纤维)、碳系吸波材料(如:石墨、乙炔炭黑、碳纤维、碳纳米管)、陶瓷系吸波材料(如:碳化硅)等常规无机吸波材料。

[0013] 工作过程:黄磷电炉投运前,开启微波加热器1对微波加热器1内的吸波板进行加热,控制箱体温度在250~280℃,待黄磷炉气进入微波加热器1后,根据微波加热器1出口气体温度调整微波加热功率,保持温度在220~250℃(由于黄磷炉气中大多为难(不)吸波物质(例如:黄磷蒸汽、CO等)不能吸收微波,因此不能用微波直接对其进行加热,而是在微波加热器内设置了吸波板,用微波对吸波板进行加热,黄磷炉气通过吸波板时,吸波板将热量传递给黄磷炉气,对其进行加热);加热后的炉气进入旋风分离器2,通过离心力的作用,除去10μm以上的粉尘颗粒,这部分颗粒约占总粉尘量的85~93%;通过旋风分离器2后的炉气进入微波辅助加热膜过滤器3,进一步除去1μm以上的粉尘颗粒,为了确保膜过滤器不被低于露点的物质阻塞滤孔,膜过滤器3采用了微波辅助加热,用无机吸波材料制成过滤膜,将微波作用于过滤膜,使膜表面温度保持在220~250℃,并根据膜过滤器的温度调整微波功率。旋风分离器2、微波辅助加热膜过滤器3过滤下来的粉尘,经其各自的粉尘出口进入密闭的粉尘收集器4排出。除尘后的烟气进入后续冷凝系统实现黄磷的凝结,制备所得的黄磷成品可直接销售。为了节约能源,涉及黄磷炉气干法净化的设备管道均须采取保温措施,减少炉气与外界的热交换。

[0014] 本发明与现有技术相比所具有的优点或积极效果如下:

[0015] (1)实现干法除尘净化,取消漂磷与泥磷回收装置。漂磷与泥磷回收是黄磷生产的主要污染源之一,通过本发明技术的应用,在进入冷凝工序之前,实现了磷蒸气与粉尘的分离,后工序不再产生泥磷,消除了漂磷与泥磷回收的污染,降低了黄磷生产的成本,节约了供给漂磷的热水(或蒸汽)以及泥磷回收的磷炉尾气;

- [0016] (2)操作简单。本发明采用微波直接加热吸波材料,安全可靠,流程短;
- [0017] (3)解决了黄磷炉气的冷凝结露导致的堵塞问题。通过两级控制,一是利用吸波材料特性吸收微波,让黄磷炉气直接通过加热的吸波材料将黄磷电炉出来的炉气从130~180℃升温至220~250℃,避免了冷凝结露;二是将微波直接作用于过滤膜的滤膜表面,彻底解决了滤膜结露与堵塞问题;
- [0018] (4)采用两级除尘,提高了除尘效率。本发明采用旋风分离器与膜过滤器的组合方式,首先由旋风分离器除去大于10 μm 的粉尘颗粒,再用膜过滤器除去1~10 μm 的微小颗粒;
- [0019] (5)与传统工艺相比,一次磷收率提高5~8%,减轻了操作人员的生产劳动强度,提高了系统的安全性。

附图说明

- [0020] 图1为本发明所述装置结构示意图;
- [0021] 图2为微波加热器1纵切面结构示意图;
- [0022] 图3为微波加热器1横切面结构示意图;
- [0023] 图4为微波辅助加热膜过滤器3纵切面结构示意图;
- [0024] 图5为微波辅助加热膜过滤器3横切面结构示意图;
- [0025] 图中:1-微波加热器,2-旋风分离器,3-微波辅助加热膜过滤器,4-粉尘收集器,101-微波加热器入口,102-微波加热器出口,103-微波加热器壳体,104-吸波板,105-微波加热器微波溃口,201-旋风分离器入口,202-旋风分离器气体出口,203-旋风分离器粉尘出口,301-微波辅助加热膜过滤器入口,302-微波辅助加热膜过滤器气体出口,303-微波辅助加热膜过滤器粉尘出口,304-微波辅助加热膜过滤器壳体,305-过滤膜,306-微波辅助加热膜过滤器微波溃口。

具体实施方式

[0026] 为使本发明的目的、技术方法更加清楚、明确,以下对本发明作进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,并不用于限定本发明。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0027] 实施例1

[0028] 一种微波辅助加热黄磷炉气干法净化的方法,包括以下步骤:采用微波加热器将黄磷炉气从130~180℃升温至220~250℃,进入旋风分离器除去10 μm 以上的粉尘颗粒,经过初步除尘的炉气进入微波辅助加热膜过滤器,进一步去除1~10 μm 的微小颗粒,旋风分离器、微波辅助加热膜过滤器所收集的粉尘排至粉尘收集器,净化后的炉气进入黄磷冷凝吸收工段制备黄磷成品。

[0029] 实施例2

[0030] 本实施例参照实施例1,不同之处在于,本实施例在净化过程中,所有设备与管道均采用保温措施,使温度保持在220~250℃。

[0031] 实施例3

[0032] 如图1至图5所示,一种微波辅助加热黄磷炉气干法净化的方法使用的装置包括:

微波加热器1、旋风分离器2、微波辅助加热膜过滤器3和粉尘收集器4；微波加热器入口101与黄磷电炉的炉气出口连通，微波加热器出口102与旋风分离器入口201连通，旋风分离器气体出口202与微波辅助加热膜过滤器入口301连通，微波辅助加热膜过滤器气体出口302与后续冷凝系统连通，旋风分离器粉尘出口203和微波辅助加热膜过滤器粉尘出口303均与粉尘收集器4连通。

[0033] 所述微波加热器1为在常规微波加热器内部设有若干吸波板104，结构部件包括微波加热器入口101、微波加热器出口102、微波加热器壳体103、吸波板104和微波加热器微波溃口105；微波加热器入口101设在微波加热器壳体103顶部，微波加热器出口102设在微波加热器壳体103底部，吸波板104设在微波加热器1内部，在微波加热器入口101和微波加热器出口102之间，微波加热器微波溃口105均匀设置在微波加热器壳体103四周，用于与外接微波发生器连接；吸波板104为由铁系吸波材料（铁氧体）制成的板状物。

[0034] 所述微波辅助加热膜过滤器3为在常规微波加热器内部设有过滤膜305，并设有微波辅助加热膜过滤器粉尘出口303，结构部件包括微波辅助加热膜过滤器入口301、微波辅助加热膜过滤器气体出口302、微波辅助加热膜过滤器粉尘出口303、微波辅助加热膜过滤器壳体304、过滤膜305和微波辅助加热膜过滤器微波溃口306；微波辅助加热膜过滤器入口301设在微波辅助加热膜过滤器壳体304下部一侧，微波辅助加热膜过滤器气体出口302设在微波辅助加热膜过滤器壳体304顶部，微波辅助加热膜过滤器粉尘出口303设在微波辅助加热膜过滤器壳体304底部，过滤膜305设置在微波辅助加热膜过滤器入口301和微波辅助加热膜过滤器气体出口302之间，微波辅助加热膜过滤器微波溃口306均匀设置在微波辅助加热膜过滤器壳体304四周，用于与外接微波发生器连接；过滤膜305的孔径小于 $1\mu\text{m}$ ，过滤膜305由陶瓷系吸波材料（碳化硅）制成。

[0035] 旋风分离器2和粉尘收集器4均为常规设备。

[0036] 实施例4

[0037] 本实施例参照实施例3，不同之处在于，本实施例中吸波板104由铁系吸波材料（多晶铁纤维）制成；过滤膜305设置为管状，如图4、图5所示，由碳系吸波材料（碳纤维）制成。

[0038] 实施例5

[0039] 本实施例参照实施例3，不同之处在于，本实施例中采用的粉尘收集器4为螺旋排灰机；吸波板104由碳系吸波材料（石墨）制成；过滤膜305由碳系吸波材料（碳纳米管）制成。

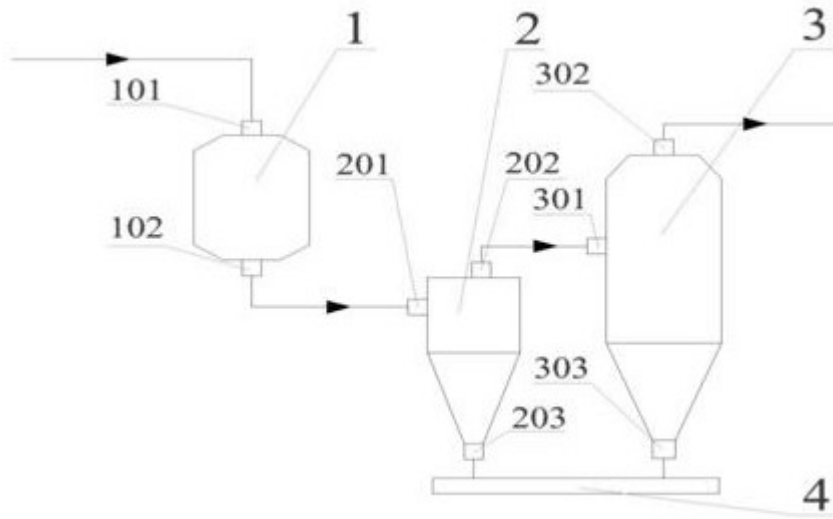


图 1

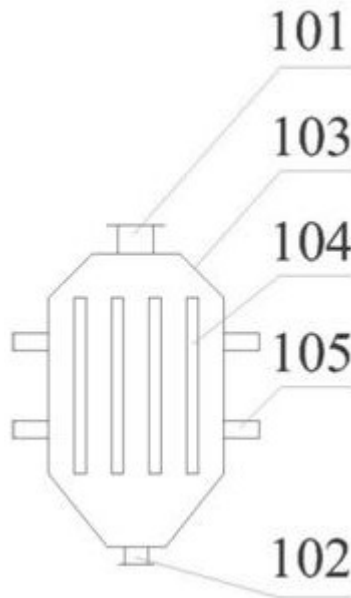


图 2

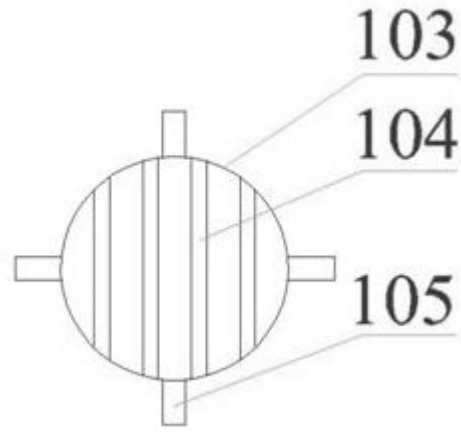


图 3

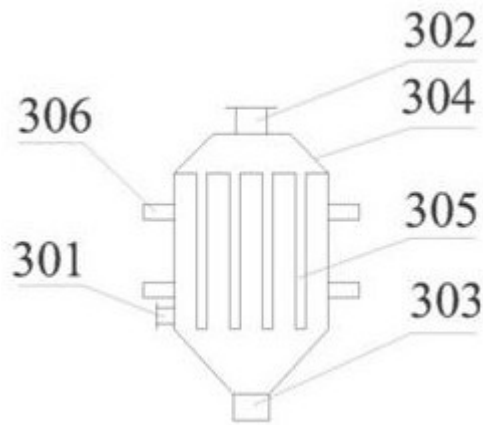


图 4

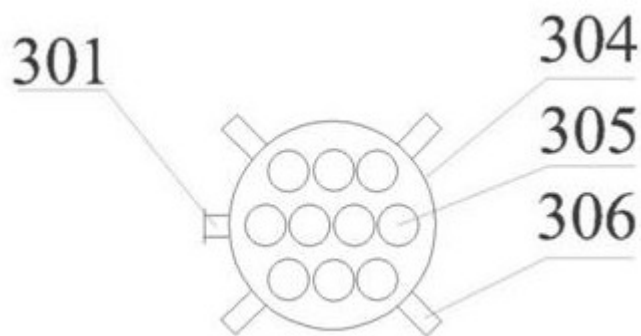


图 5