



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109504405 A

(43)申请公布日 2019.03.22

(21)申请号 201811303141.5

(22)申请日 2018.11.02

(71)申请人 石首市博锐德生物科技有限公司
地址 434400 湖北省荆州市石首市绣林办事处解放大道168号洲滩管理局综合楼三楼

(72)发明人 胡国卿 李相宏

(74)专利代理机构 北京景闻知识产权代理有限公司 11742

代理人 李芳

(51)Int.Cl.

C10B 43/00(2006.01)

C10B 53/02(2006.01)

C10B 57/00(2006.01)

C10B 57/10(2006.01)

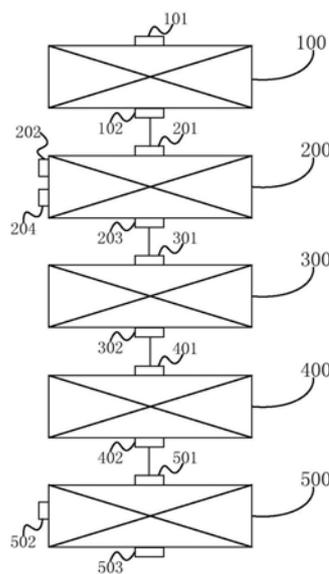
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

处理玉米秸秆的系统和方法

(57)摘要

本发明公开了处理玉米秸秆的系统和方法，系统包括：破碎机，破碎机具有玉米秸秆入口和玉米秸秆颗粒出口；搅拌池，搅拌池具有玉米秸秆颗粒入口、醋液入口和酸浸后玉米秸秆出口和废酸出口，玉米秸秆颗粒入口与玉米秸秆颗粒出口相连；干燥器，干燥器具有酸浸后玉米秸秆入口和干燥玉米秸秆出口，酸浸后玉米秸秆入口与酸浸后玉米秸秆出口相连；造粒机，造粒机具有干燥玉米秸秆入口和秸秆压块出口，干燥玉米秸秆入口与干燥玉米秸秆出口相连；热解装置，热解装置具有秸秆压块入口、热解油气出口和热解炭出口，秸秆压块入口与秸秆压块出口相连。采用该系统对玉米秸秆处理显著提高热解效率，所得生物质油产率大幅增加，所得生物质和热解气具有较高的品质。



CN 109504405 A

1. 一种处理玉米秸秆的系统,其特征在于,包括:

破碎机,所述破碎机具有玉米秸秆入口和玉米秸秆颗粒出口;

搅拌池,所述搅拌池具有玉米秸秆颗粒入口、醋液入口和酸浸后玉米秸秆出口和废酸出口,所述玉米秸秆颗粒入口与所述玉米秸秆颗粒出口相连;

干燥器,所述干燥器具有酸浸后玉米秸秆入口和干燥玉米秸秆出口,所述酸浸后玉米秸秆入口与所述酸浸后玉米秸秆出口相连;

造粒机,所述造粒机具有干燥玉米秸秆入口和秸秆压块出口,所述干燥玉米秸秆入口与所述干燥玉米秸秆出口相连;

热解装置,所述热解装置具有秸秆压块入口、热解油气出口和热解炭出口,所述秸秆压块入口与所述秸秆压块出口相连。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,进一步包括:

换热器,所述换热器具有冷却水入口、热解油气入口、热汽出口、热解气出口和油水混合物出口,所述热解油气入口与所述热解油气出口相连,所述热汽出口与所述干燥器相连;

油水分离装置,所述油水分离装置具有油水混合物入口、生物质油出口和醋液出口,所述油水混合物入口与所述油水混合物出口相连,所述醋液出口与所述醋液入口相连。

3. 根据权利要求1或2所述的系统,其特征在于,进一步包括:

净化装置,所述净化装置具有热解气入口和净化热解气出口,所述热解气入口与所述热解气出口相连,所述净化热解气出口与所述热解装置相连;

燃烧锅炉,所述燃烧锅炉具有水入口、燃料入口、燃烧烟气出口和蒸汽出口,所述燃烧入口与所述净化热解气出口相连,所述蒸汽出口与所述干燥器相连,

任选的,所述热解装置为旋转床热解炉,

任选的,所述净化装置包括依次相连的除尘塔、电捕焦油塔、引风机和脱硫塔。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,进一步包括:

静置装置,所述静置装置具有废酸入口、上层醋液出口和下层液出口,所述废酸入口与所述废酸出口相连。

5. 一种采用权利要求1-4中任一项所述的系统处理玉米秸秆的方法,其特征在于,包括:

(1) 将玉米秸秆供给至所述破碎机中进行破碎处理,以便得到玉米秸秆颗粒;

(2) 将所述玉米秸秆颗粒供给至所述搅拌池中与醋液混合搅拌,以便得到酸浸后玉米秸秆和废酸;

(3) 将所述酸浸后玉米秸秆供给至所述干燥器中进行干燥处理,以便得到干燥玉米秸秆;

(4) 将所述干燥玉米秸秆供给至所述造粒机中进行压块,以便得到秸秆压块;

(5) 将所述秸秆压块供给至所述热解装置中进行热解处理,以便得到热解油气和热解炭。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,进一步包括:

(6) 将所述热解油气供给至所述换热器中与冷却水进行换热,以便得到热汽、热解气和油水混合物,并将所述热汽供给至步骤(3)中的所述干燥器;

(7) 将所述油水混合物供给至所述油水分离装置中进行分离处理,以便得到生物质油

和醋液,并将所述醋液返回步骤(2)中的所述搅拌池。

7.根据权利要求5或6所述的方法,其特征在于,进一步包括:

(8)将所述热解气供给至所述净化装置中进行净化处理,以便得到净化热解气,并将所述净化热解气的一部分供给至步骤(5)所述的热解装置作为燃料;

(9)将所述净化热解气的另一部分供给至所述燃烧锅炉中进行燃烧,以便得到燃烧烟气和蒸汽,并将所述蒸汽供给至步骤(3)中的所述干燥器。

8.根据权利要求5所述的方法,其特征在于,进一步包括:

(10)将所述废酸供给至所述静置装置中进行静置,以便分离得到上层醋液和下层液。

9.根据权利要求5所述的方法,其特征在于,在步骤(1)中,所述玉米秸秆颗粒不低于8目;

任选的,在步骤(2)中,基于1kg所述玉米秸秆颗粒,所述醋液的用量为15~20L。

10.根据权利要求5所述的方法,其特征在于,在步骤(3)中,所述干燥玉米秸秆含水率不高于40wt%;

任选的,在步骤(4)中,所述秸秆压块的堆密度为350~380kg/m³;

任选的,在步骤(5)中,所述热解处理的温度为500~800摄氏度。

处理玉米秸秆的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明属于生物质新能源技术领域,具体而言,本发明涉及一种处理玉米秸秆的系统和方法。

背景技术

[0002] 秸秆焚烧造成的污染一直困扰全国大气环境的污染问题。为了寻求根本的解决途径,环境科学研究院与中国科学院化工冶金研究所合作,完成了“利用玉米秸秆等生物质资源研制热解油和混合有机钙盐脱硫脱硝剂”技术研究课题。然而玉米秸秆含有大量的灰分,如果直接进行热解处理,不仅降低生物质油、生物质气的产率,影响生物质炭的品质,同时增加热解能耗。

[0003] 因此,现有的处理玉米秸秆的技术有待进一步研究。

发明内容

[0004] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。为此,本发明的一个目的在于提出一种处理玉米秸秆的系统和方法,采用该系统对玉米秸秆处理可以显著提高热解效率,并且所得生物质油产率大幅增加,所得生物质和热解气具有较高的品质。

[0005] 在本发明的一个方面,本发明提出了一种处理玉米秸秆的系统。根据本发明的实施例,所述系统包括:

[0006] 破碎机,所述破碎机具有玉米秸秆入口和玉米秸秆颗粒出口;

[0007] 搅拌池,所述搅拌池具有玉米秸秆颗粒入口、醋液入口和酸浸后玉米秸秆出口和废酸出口,所述玉米秸秆颗粒入口与所述玉米秸秆颗粒出口相连;

[0008] 干燥器,所述干燥器具有酸浸后玉米秸秆入口和干燥玉米秸秆出口,所述酸浸后玉米秸秆入口与所述酸浸后玉米秸秆出口相连;

[0009] 造粒机,所述造粒机具有干燥玉米秸秆入口和秸秆压块出口,所述干燥玉米秸秆入口与所述干燥玉米秸秆出口相连;

[0010] 热解装置,所述热解装置具有秸秆压块入口、热解油气出口和热解炭出口,所述秸秆压块入口与所述秸秆压块出口相连。

[0011] 根据本发明实施例的处理玉米秸秆的系统通过将破碎后得到的玉米秸秆颗粒供给至搅拌池中与醋液进行混合,使得醋液对玉米秸秆颗粒进行酸浸,可以显著降低玉米秸秆中的灰分,然后将酸浸后玉米秸秆依次经干燥和压块后供给至热解装置中进行热解处理,不仅显著降低了热解成本,而且热解过程得到的热解油产率和热值更高,可以直接回收利用,同时得到的热解炭灰分明显降低,热解炭和热解气具有较高的品质。由此,采用本申请的系统不仅解决了现有技术中直接热解玉米秸秆能耗高的问题,而且解决了生物质油产率低和热值低的问题,同时解决了热解炭和热解气品质低的问题,从而真正意义上实现玉米秸秆的资源化利用。

[0012] 另外,根据本发明上述实施例的处理玉米秸秆的系统还可以具有如下附加的技术

特征：

[0013] 在本发明的一些实施例中，上述系统进一步包括：换热器，所述换热器具有冷却水入口、热解油气入口、热汽出口、热解气出口和油水混合物出口，所述热解油气入口与所述热解油气出口相连，所述热汽出口与所述干燥器相连；油水分离装置，所述油水分离装置具有油水混合物入口、生物质油出口和醋液出口，所述油水混合物入口与所述油水混合物出口相连，所述醋液出口与所述醋液入口相连。由此，可以在提高能源充分利用的同时降低酸浸过程中酸液成本。

[0014] 在本发明的一些实施例中，上述系统进一步包括：净化装置，所述净化装置具有热解气入口和净化热解气出口，所述热解气入口与所述热解气出口相连，所述净化热解气出口与所述热解装置相连；燃烧锅炉，所述燃烧锅炉具有水入口、燃料入口、燃烧烟气出口和蒸汽出口，所述燃烧入口与所述净化热解气出口相连，所述蒸汽出口与所述干燥器相连。由此，可以进一步提高能源利用率，从而降低系统能耗。

[0015] 在本发明的一些实施例中，所述热解装置为旋转床热解炉。

[0016] 在本发明的一些实施例中，所述净化装置包括依次相连的除尘塔、电捕焦油塔、引风机和脱硫塔。由此，可以显著提高净化热解气的品质。

[0017] 在本发明的一些实施例中，上述系统进一步包括：静置装置，所述静置装置具有废酸入口、上层醋液出口和下层液出口，所述废酸入口与所述废酸出口相连。由此，可以实现原料的资源化利用。

[0018] 在本发明的另一个方面，本发明提出了一种处理玉米秸秆的方法。根据本发明的实施例，所述方法包括：

[0019] (1) 将玉米秸秆供给至所述破碎机中进行破碎处理，以便得到玉米秸秆颗粒；

[0020] (2) 将所述玉米秸秆颗粒供给至所述搅拌池中与醋液混合搅拌，以便得到酸浸后玉米秸秆和废酸；

[0021] (3) 将所述酸浸后玉米秸秆供给至所述干燥器中进行干燥处理，以便得到干燥玉米秸秆；

[0022] (4) 将所述干燥玉米秸秆供给至所述造粒机中进行压块，以便得到秸秆压块；

[0023] (5) 将所述秸秆压块供给至所述热解装置中进行热解处理，以便得到热解油气和热解炭。

[0024] 根据本发明实施例的处理玉米秸秆的方法通过将破碎后得到的玉米秸秆颗粒供给至搅拌池中与醋液进行混合，使得醋液对玉米秸秆颗粒进行酸浸，可以显著降低玉米秸秆中的灰分，然后将酸浸后玉米秸秆依次经干燥和压块后供给至热解装置中进行热解处理，不仅显著降低了热解成本，而且热解过程得到的热解油产率和热值更高，可以直接回收利用，同时得到的热解炭灰分明显降低，热解炭和热解气具有较高的品质。由此，采用本申请的方法不仅解决了现有技术中直接热解玉米秸秆能耗高的问题，而且解决了生物质油产率和热值低的问题，同时解决了热解炭和热解气品质低的问题，从而真正意义上实现玉米秸秆的资源化利用。

[0025] 另外，根据本发明上述实施例的处理玉米秸秆的方法还可以具有如下附加的技术特征：

[0026] 在本发明的一些实施例中，所述方法进一步包括：(6) 将所述热解油气供给至所述

换热器中与冷却水进行换热,以便得到热汽、热解气和油水混合物,并将所述热汽供给至步骤(3)中的所述干燥器;(7)将所述油水混合物供给至所述油水分离装置中进行分离处理,以便得到生物质油和醋液,并将所述醋液返回步骤(2)中的所述搅拌池。由此,可以在提高能源充分利用的同时降低酸浸过程中酸液成本。

[0027] 在本发明的一些实施例中,所述方法进一步包括:(8)将所述热解气供给至所述净化装置中进行净化处理,以便得到净化热解气,并将所述净化热解气的一部分供给至步骤(5)所述的热解装置作为燃料;(9)将所述净化热解气的另一部分供给至所述燃烧锅炉中进行燃烧,以便得到燃烧烟气和蒸汽,并将所述蒸汽供给至步骤(3)中的所述干燥器。由此,可以进一步提高能源利用率,从而降低系统能耗。

[0028] 在本发明的一些实施例中,所述方法进一步包括:(10)将所述废酸供给至所述静置装置中进行静置,以便分离得到上层醋液和下层液。由此,可以实现原料的资源化利用。

[0029] 在本发明的一些实施例中,在步骤(1)中,所述玉米秸秆颗粒不低于8目。由此,可以显著提高后续酸浸效率。

[0030] 在本发明的一些实施例中,在步骤(2)中,基于1kg所述玉米秸秆颗粒,所述醋液的用量为15~20L。由此,可以显著降低玉米秸秆中的灰分,从而提高后续所得热解产品的产率和品质。

[0031] 在本发明的一些实施例中,在步骤(3)中,所述干燥玉米秸秆含水率不高于40wt%。由此,可以显著提高后续玉米秸秆的热解效率。

[0032] 在本发明的一些实施例中,在步骤(4)中,所述秸秆压块的堆密度为350~380kg/m³。由此,可以进一步提高后续玉米秸秆的热解效率。

[0033] 在本发明的一些实施例中,在步骤(5)中,所述热解处理的温度为500~800摄氏度。由此,可以进一步提高后续玉米秸秆的热解效率。

[0034] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0035] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0036] 图1是根据本发明一个实施例的处理玉米秸秆的系统结构示意图;

[0037] 图2是根据本发明再一个实施例的处理玉米秸秆的系统结构示意图;

[0038] 图3是根据本发明又一个实施例的处理玉米秸秆的系统结构示意图;

[0039] 图4是根据本发明又一个实施例的处理玉米秸秆的系统结构示意图;

[0040] 图5是根据本发明一个实施例的处理玉米秸秆的方法流程示意图;

[0041] 图6是根据本发明再一个实施例的处理玉米秸秆的方法流程示意图;

[0042] 图7是根据本发明又一个实施例的处理玉米秸秆的方法流程示意图;

[0043] 图8是根据本发明又一个实施例的处理玉米秸秆的方法流程示意图;

[0044] 图9是根据本发明又一个实施例的处理玉米秸秆的系统结构示意图。

具体实施方式

[0045] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0046] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0047] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0048] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0049] 在本发明的一个方面,本发明提出了一种处理玉米秸秆的系统。根据本发明的实施例,参考图1,该系统包括:破碎机100、搅拌池200、干燥器300、造粒机400和热解装置500。

[0050] 根据本发明的实施例,搅拌机100具有玉米秸秆入口101和玉米秸秆颗粒出口102,且适于对玉米秸秆进行破碎处理,得到玉米秸秆颗粒。具体的,经破碎后得到的玉米秸秆颗粒的粒径不低于8目,可以显著提高后续过程中玉米秸秆与醋液的接触效率,提高了玉米秸秆的酸浸效率,从而显著降低玉米秸秆中灰分,进而提高后续热解过程中所得热解油的产率和热值,并且所得热解炭和热解气具有较高的品质。

[0051] 根据本发明的实施例,搅拌池200具有玉米秸秆颗粒入口201、醋液入口202和酸浸后玉米秸秆出口203和废酸出口204,玉米秸秆颗粒入口201与玉米秸秆颗粒出口102相连,且适于将上述得到的玉米秸秆颗粒与醋液(例如木醋)混合进行酸浸处理,得到酸浸后玉米秸秆和废酸。具体的,将玉米秸秆颗粒与醋液进行混合搅拌,使得玉米秸秆进行酸浸,待酸浸完成后进行抽滤,得到的抽滤液继续排至搅拌池回用,抽出的玉米秸秆送入后续干燥装置进行干燥,而搅拌池中的剩余醋液不再参与二次酸浸秸秆过程,作为废酸排出。

[0052] 根据本发明的一个实施例,该过程中,基于1kg的玉米秸秆颗粒,醋液的用量为15~20L,并且酸浸时间为2~10h。发明人发现,只有在此混合配比下才能达到降低玉米秸秆中灰分的目的,并且在此酸浸时间范围内,酸浸后的玉米秸秆随酸浸时间的增加,其灰分去除率逐渐增加,最佳酸浸时间为4~6小时,酸浸过程中,需不停的对其进行搅拌,搅拌速率应均匀,不宜过快。并且酸浸后的玉米秸秆灰分的去除率可达30%以上,其中对钾、镁、硅的去除效果最佳,对钾的去除率可达90%,去除灰分后的玉米秸秆热值增加20%~40%,后续热解装置尤其是旋转床热解炉能耗由3GJ/t降为2.4GJ/t以下,节能20%以上。

[0053] 根据本发明的实施例,干燥器300具有酸浸后玉米秸秆入口301和干燥玉米秸秆出口302,酸浸后玉米秸秆入口301与酸浸后玉米秸秆出口203相连,且适于对上述得到的酸浸后玉米秸秆进行干燥处理,得到干燥玉米秸秆。具体的,该干燥器的干燥温度为60~90℃,烘干时间不低于20min,含水率可从80%降至40%以下,并且烘干方式可以采用直接加热或间接加热。

[0054] 根据本发明的实施例,造粒机400具有干燥玉米秸秆入口401和秸秆压块出口402,干燥玉米秸秆入口401与干燥玉米秸秆出口302相连,且适于对上述得到的干燥玉米秸秆进行压块,得到秸秆压块。具体的,将上述得到的含水率<40%的干燥玉米秸秆在温度50℃左右直接送入造粒机,造粒机挤压出的秸秆压块宽30mm、高300mm、长40mm~50mm,挤压后的秸秆压块含水率<20%,堆密度在350~380kg/m³左右,作为原料,用于热解装置例如旋转床热解炉热解。

[0055] 根据本发明的实施例,热解装置500具有秸秆压块入口501、热解油气出口502和热解炭出口503,秸秆压块入口501与秸秆压块出口402相连,且适于将上述得到的秸秆压块在绝氧条件下进行热解处理,得到热解油气和热解炭,产生的热解炭产率由30%降至20%左右,热解炭的灰分明显降低,具有更高的品质。具体的,热解装置500为旋转床热解炉,并且采用蓄热式辐射管进行加热,蓄热式辐射管通过燃烧燃料进行热辐射为热解炉内供热,并且监测物料、炉膛及辐射管温度,从而精确控制各个区域温度,在整个炉膛侧壁和顶部设置有若干油气引出管道,确保油气在炉外冷却和分离,从而确保设备长期稳定运行,旋转床热解炉对玉米秸秆压块的处理能力为1.6t/h~3.2t/h。旋转床热解温度为500~800℃,优选为600~650℃,可根据玉米秸秆的处理量改变炉底转速、給料速度、布料厚度及布料面积,而发明人通过探究发现,最佳的工况为炉底转速35min/r,布料厚度60mm,此工况下热解出来的热解炭挥发分小于10%,达到了较好的热解效果。发明人发现,通过将上述经过酸浸后的玉米秸秆依次经干燥器和造粒机后供给至热解炉中进行热解处理,由于经酸浸后显著降低了玉米秸秆中的灰分,再经后续热解处理,不仅显著降低了热解成本,而且热解过程得到的热解油产率和热值更高,可以直接回收利用,同时得到的热解炭灰分明显降低,热解炭和热解气具有较高的品质。

[0056] 根据本发明实施例的处理玉米秸秆的系统通过将破碎后得到的玉米秸秆颗粒供给至搅拌池中与醋液进行混合,使得醋液对玉米秸秆颗粒进行酸浸,可以显著降低玉米秸秆中的灰分,然后将酸浸后玉米秸秆依次经干燥和压块后供给至热解装置中进行热解处理,不仅显著降低了热解成本,而且热解过程得到的热解油产率和热值更高,可以直接回收利用,同时得到的热解炭灰分明显降低,热解炭和热解气具有较高的品质。由此,采用本申请的系统不仅解决了现有技术中直接热解玉米秸秆能耗高的问题,而且解决了生物质油产率和热值低的问题,同时解决了热解炭和热解气品质低的问题,从而真正意义上实现玉米秸秆的资源化利用。

[0057] 根据本发明的实施例,参考图2,上述处理玉米秸秆的系统进一步包括:换热器600和油水分离装置700。

[0058] 根据本发明的实施例,换热器600具有冷却水入口601、热解油气入口602、热汽出口603、热解气出口604和油水混合物出口605,热解油气入口602与热解油气出口502相连,热汽出口603与干燥器300相连,且适于将上述热解装置中得到的热解油气供给至换热器中

与冷却水进行间接换热,从而将热解油气进行分离得到热解气(90℃以下)和油水混合物,同时冷却水被加热变成热汽,经该热汽供给至干燥装置作为干燥介质使用。

[0059] 根据本发明的实施例,油水分离装置700具有油水混合物入口701、生物质油出口702和醋液出口703,油水混合物入口701与油水混合物出口605相连,醋液出口703与醋液入口202相连,且适于将上述分离得到的油水混合物进行分离处理,分离得到生物质油和醋液,并将醋液返回搅拌池中使用。具体的,可以采用静置的方式实现油水分离。发明人,通过将上述得到的油水混合物进行分离,然后将上述分离得到的醋液供给至搅拌器中进行使用,通过自产的醋液供给至搅拌池来降低玉米秸秆中的灰分含量,并且完全满足玉米秸秆酸浸需要,降低购买醋液所需的成本,实现原料的自给自足,提高生物质油的产率以及热解产品品质,增加效益。由此,通过将热解装置中得到的热解油气供给至换热器中进行换热,可以将热解油气的显热回收用于酸浸后玉米秸秆的干燥过程,在降低了能耗的同时提高能源利用,同时经换热器换热后可以实现对热解油气中热解气和油水混合物的分离,然后将分离得到的油水混合物供给至油水分离装置中进行分离,可以分离得到生物质油和醋液,并且该醋液可以回用于玉米秸秆颗粒的酸浸过程,实现系统内部自给自足。

[0060] 根据本发明的实施例,参考图3,上述处理玉米秸秆的系统进一步包括:净化装置800和燃烧锅炉900。

[0061] 根据本发明的实施例,净化装置800具有热解气入口801和净化热解气出口802,热解气入口801与热解气出口604相连,净化热解气出口802与热解装置500相连,且适于就将上述换热器分离得到的热解气进行净化处理,得到净化热解气,并将该净化热解气的一部分供给至热解装置中作为燃烧使用,例如作为旋转床热解炉中蓄热式辐射管中作为燃料使用,产生的净化热解气热值高于 2500kcal/m^3 ,酸浸后的玉米秸秆气体产率由原来的35%增加至45%,完全满足旋转床热解炉中蓄热式辐射管燃料燃烧需要。具体的,净化装置包括依次相连的除尘塔、电捕焦油塔、引风机和脱硫塔。需要说明的是,除尘塔、电捕焦油塔、引风机和脱硫塔中各步骤的条件为现有技术中的常规操作,本领域技术人员可以根据实际需要进行选择。

[0062] 根据本发明的实施例,燃烧锅炉900具有水入口901、燃料入口902、燃烧烟气出口903和蒸汽出口904,燃烧入口902与净化热解气出口802相连,蒸汽出口904与干燥器300相连,且适于将上述净化得到的净化热解气的另一部分供给至燃烧锅炉中进行燃烧,得到燃烧烟气和蒸汽,并将蒸汽供给至干燥器作为干燥介质。具体的,该净化热解气送至燃烧锅炉,产的高温蒸汽可达 $350\text{--}400^\circ\text{C}$ 。由此,实现系统燃料的自供给,从而降低了对外界依赖,使得该系统操作更灵活。

[0063] 根据本发明的实施例,参考图4,上述处理玉米秸秆的系统进一步包括静置装置1000。

[0064] 根据本发明的实施例,静置装置1000具有废酸入口1001、上层醋液出口1002和下层液出口1003,废酸入口1001与废酸出口204相连,且适于将搅拌器中得到的废酸进行静置处理,从而分离得到高品质的上层醋液和下层液。具体的,静置时间应在六个月以上,该上层醋液经过精馏处理后可以得到纯度较高的醋液,该醋液可以外销,从而提高经济效益。

[0065] 在本发明在再一个方面,本发明提出了一种采用上述处理玉米秸秆的系统处理玉米秸秆的方法。根据本发明的实施例,参考图5,该方法包括:

[0066] S100:将玉米秸秆供给至破碎机中进行破碎处理

[0067] 该步骤中,将玉米秸秆供给至破碎机中进行破碎处理,得到玉米秸秆颗粒。具体的,经破碎后得到的玉米秸秆颗粒的粒径不低于8目,可以显著提高后续过程中玉米秸秆与醋液的接触效率,提高了玉米秸秆的酸浸效率,从而显著降低玉米秸秆中灰分,进而提高后续热解过程中所得热解油的产率和热值,并且所得热解炭和热解气具有较高的品质。

[0068] S200:将玉米秸秆颗粒供给至搅拌池中与醋液混合搅拌

[0069] 该步骤中,将上述得到的玉米秸秆颗粒供给至搅拌池中与醋液(例如木醋)混合搅拌进行酸浸处理,得到酸浸后玉米秸秆和废酸。具体的,将玉米秸秆颗粒与醋液进行混合搅拌,使得玉米秸秆进行酸浸,待酸浸完成后进行抽滤,得到的抽滤液继续排至搅拌池回用,抽出的玉米秸秆送入后续干燥装置进行干燥,而搅拌池中的剩余醋液不再参与二次酸浸秸秆过程,作为废酸排出。

[0070] 根据本发明的一个实施例,该过程中,基于1kg的玉米秸秆颗粒,醋液的用量为15~20L,并且酸浸时间为2~10h。发明人发现,只有在此混合配比下才能达到降低玉米秸秆中灰分的目的,并且在此酸浸时间范围内,酸浸后的玉米秸秆随酸浸时间的增加,其灰分去除率逐渐增加,最佳酸浸时间为4~6小时,酸浸过程中,需不停的对其进行搅拌,搅拌速率应均匀,不宜过快。并且酸浸后的玉米秸秆灰分的去除率可达30%以上,其中对钾、镁、硅的去除效果最佳,对钾的去除率可达90%,去除灰分后的玉米秸秆热值增加20%~40%,后续热解装置尤其是旋转床热解炉能耗由3GJ/t降为2.4GJ/t以下,节能20%以上。

[0071] S300:将酸浸后玉米秸秆供给至干燥器中进行干燥处理

[0072] 该步骤中,将上述得到的酸浸后玉米秸秆供给至干燥器中进行干燥处理,得到干燥玉米秸秆。具体的,该干燥器的干燥温度为60~90℃,烘干时间不低于20min,含水率可从80%降至40%以下,并且烘干方式可以采用直接加热或间接加热。

[0073] S400:将干燥玉米秸秆供给至造粒机中进行压块

[0074] 该步骤中,对上述得到的干燥玉米秸秆供给至造粒机中进行压块,得到秸秆压块。具体的,将上述得到的含水率<40%的干燥玉米秸秆在温度50℃左右直接送入造粒机,造粒机挤压出的秸秆压块宽30mm、高300mm、长40mm~50mm,挤压后的秸秆压块含水率<20%,堆密度在350~380kg/m³左右,作为原料,用于热解装置例如旋转床热解炉热解。

[0075] S500:将秸秆压块供给至热解装置中进行热解处理

[0076] 该步骤中,将上述得到的秸秆压块供给至热解装置中在绝氧条件下进行热解处理,得到热解油气和热解炭,产生的热解碳产率由30%降至20%左右,热解炭的灰分明显降低,热解炭和热解气具有更高的品质,而热解油的产率明显升高。具体的,热解装置为旋转床热解炉,并且采用蓄热式辐射管进行加热,蓄热式辐射管通过燃烧燃料进行热辐射为热解炉内供热,并且监测物料、炉膛及辐射管温度,从而精确控制各个区域温度,在整个炉膛侧壁和顶部设置有若干油气引出管道,确保油气在炉外冷却和分离,从而确保设备长期稳定运行,旋转床热解炉对玉米秸秆压块的处理能力为1.6t/h~3.2t/h。旋转床热解温度为500~800℃,优选为600~650℃,可根据玉米秸秆的处理量改变炉底转速、給料速度、布料厚度及布料面积,而发明人通过探究发现,最佳的工况为炉底转速35min/r,布料厚度60mm,此工况下热解出来的热解炭挥发分小于10%,达到了较好的热解效果。发明人发现,通过将上述经过酸浸后的玉米秸秆依次经干燥器和造粒机后供给至热解炉中进行热解处理,由于

经酸浸后显著降低了玉米秸秆中的灰分,再经后续热解处理,不仅显著降低了热解成本,而且热解过程得到的热解油产率和热值更高,可以直接回收利用,同时得到的热解炭灰明显降低,热解炭和热解气具有较高的品质。

[0077] 根据本发明实施例的处理玉米秸秆的方法通过将破碎后得到的玉米秸秆颗粒供给至搅拌池中与醋液进行混合,使得醋液对玉米秸秆颗粒进行酸浸,可以显著降低玉米秸秆中的灰分,然后将酸浸后玉米秸秆依次经干燥和压块后供给至热解装置中进行热解处理,不仅显著降低了热解成本,而且热解过程得到的热解油产率和热值更高,可以直接回收利用,同时得到的热解炭灰明显降低,热解炭和热解气具有较高的品质。由此,采用本申请的方法不仅解决了现有技术中直接热解玉米秸秆能耗高的问题,而且解决了生物质油产率和热值低的问题,同时解决了热解炭和热解气品质低的问题,从而真正意义上实现玉米秸秆的资源化利用。

[0078] 根据本发明的实施例,参考图6,上述处理玉米秸秆的方法进一步包括:

[0079] S600:将热解油气供给至换热器中与冷却水进行换热,并将热汽供给至S300

[0080] 该步骤中,将上述热解装置中得到的热解油气供给至换热器中与冷却水进行间接换热,从而将热解油气进行分离得到热解气(90℃以下)和油水混合物,同时冷却水被加热变成热汽,经该热汽供给至步骤S300的干燥装置作为干燥介质使用。

[0081] S700:将油水混合物供给至油水分离装置中进行分离处理,并将醋液返回S200

[0082] 该步骤中,将上述分离得到的油水混合物供给至油水分离装置中进行分离处理,分离得到生物质油和醋液,并将醋液返回步骤S200的搅拌池中使用。具体的,可以采用静置的方式实现油水分离。发明人,通过将上述得到的油水混合物进行分离,然后将上述分离得到的醋液供给至搅拌器中进行使用,通过自产的醋液供给至搅拌池来降低玉米秸秆中的灰分含量,并且完全满足玉米秸秆酸浸需要,降低购买醋液所需的成本,实现原料的自给自足,提高热解产品的产率,增加效益。由此,通过将热解装置中得到的热解油气供给至换热器中进行换热,可以将热解油气的显热回收用于酸浸后玉米秸秆的干燥过程,在降低了能耗的同时提高能源利用,同时经换热器换热后可以实现对热解油气中热解气和油水混合物的分离,然后将分离得到的油水混合物供给至油水分离装置中进行分离,可以分离得到生物质油和醋液,并且该醋液可以回用于玉米秸秆颗粒的酸浸过程,实现系统内部自给自足。

[0083] 根据本发明的实施例,参考图7,上述处理玉米秸秆的方法进一步包括:

[0084] S800:将热解气供给至净化装置中进行净化处理,并将净化热解气的一部分供给至步骤S500

[0085] 该步骤中,将上述换热器分离得到的热解气供给至净化装置中进行净化处理,得到净化热解气,并将该净化热解气的一部分供给至步骤S500中的热解装置中作为燃烧使用,例如作为旋转床热解炉中蓄热式辐射管中作为燃料使用,产生的净化热解气热值高于 $2500\text{kcal}/\text{m}^3$,酸浸后的玉米秸秆气体产率由原来的35%增加至45%,完全满足旋转床热解炉中蓄热式辐射管燃料燃烧需要。具体的,净化装置包括依次相连的除尘塔、电捕焦油塔、引风机和脱硫塔。需要说明的是,除尘塔、电捕焦油塔、引风机和脱硫塔中各步骤的条件为现有技术中的常规操作,本领域技术人员可以根据实际需要进行选择。

[0086] S900:将净化热解气的另一部分供给至燃烧锅炉中进行燃烧,并将蒸汽供给至步骤S300

[0087] 该步骤中,将上述净化得到的净化热解气的另一部分供给至燃烧锅炉中进行燃烧,得到燃烧烟气和蒸汽,并将蒸汽供给至步骤S300中的干燥器作为干燥介质。具体的,该净化热解气送至燃烧锅炉,产的高温蒸汽可达350-400℃。由此,实现系统燃料的自供给,从而降低了对外界依赖,使得该系统操作更灵活。

[0088] 根据本发明的实施例,参考图8,上述处理玉米秸秆的方法进一步包括:

[0089] S1000:将废酸供给至静置装置中进行静置

[0090] 该步骤中,将步骤S200搅拌器中得到的废酸供给至静置装置中进行静置处理,从而分离得到高品质的上层醋液和下层液。具体的,静置时间应在六个月以上,该上层醋液经过精馏处理后可以得到纯度较高的醋液,该醋液可以外销,从而提高经济效益。

[0091] 需要说明的是,上述针对处理玉米秸秆的系统所描述的特征和优点同样适用于该处理玉米秸秆的方法,此处不再赘述。

[0092] 下面参考具体实施例,对本发明进行描述,需要说明的是,这些实施例仅仅是描述性的,而不以任何方式限制本发明。

[0093] 实施例1

[0094] 参考图9,将玉米秸秆供给至破碎机中进行破碎处理,得到玉米秸秆颗粒(粒径大于8目),然后将玉米秸秆颗粒供给至搅拌池中与木醋混合搅拌,得到酸浸后玉米秸秆和废酸(基于1kg玉米秸秆颗粒,木醋的用量为15L,酸浸时间为6小时),酸浸后玉米秸秆供给至干燥器中进行干燥处理(干燥温度为60℃,烘干时间不低于20min),得到干燥玉米秸秆(含水率低于40%);干燥玉米秸秆供给至造粒机中进行压块,得到秸秆压块(秸秆压块宽30mm、高300mm、长40mm,挤压后的秸秆压块含水率<20%,堆密度在380kg/m³),秸秆压块供给至旋转床热解炉中进行热解处理(热解处理温度650℃,炉底转速35min/r,布料厚度60mm),得到热解油气和热解炭,将热解油气供给至换热器中与冷却水进行换热,得到热汽、热解气和油水混合物,并将热汽供给至干燥器作为干燥介质,将油水混合物供给至油水分离装置中进行分离处理,得到生物质油和醋液,并将醋液返回步骤S200中的搅拌池,将热解气供给至净化装置中进行净化处理,得到净化热解气,并将净化热解气的一部分供给至旋转床热解炉的蓄热式辐射管中作为燃料,将净化热解气的另一部分供给至燃烧锅炉中进行燃烧,得到燃烧烟气和蒸汽,并将蒸汽供给至干燥器中作为干燥介质使用,将搅拌器中分离得到的废酸供给至静置装置中进行静置,分离得到上层醋液和下层液。

[0095] 实施例2

[0096] 参考图9,将玉米秸秆供给至破碎机中进行破碎处理,得到玉米秸秆颗粒(粒径大于8目),然后将玉米秸秆颗粒供给至搅拌池中与木醋混合搅拌,得到酸浸后玉米秸秆和废酸(基于1kg玉米秸秆颗粒,木醋的用量为20L,酸浸时间为4小时),酸浸后玉米秸秆供给至干燥器中进行干燥处理(干燥温度为90℃,烘干时间不低于20min),得到干燥玉米秸秆(含水率低于40%);干燥玉米秸秆供给至造粒机中进行压块,得到秸秆压块(秸秆压块宽30mm、高300mm、长50mm,挤压后的秸秆压块含水率<20%,堆密度在350kg/m³),秸秆压块供给至旋转床热解炉中进行热解处理(热解处理温度600℃,炉底转速35min/r,布料厚度60mm),得到热解油气和热解炭,将热解油气供给至换热器中与冷却水进行换热,得到热汽、热解气和油水混合物,并将热汽供给至干燥器作为干燥介质,将油水混合物供给至油水分离装置中进行分离处理,得到生物质油和醋液,并将醋液返回步骤S200中的搅拌池,将热解气供给至

净化装置中进行净化处理,得到净化热解气,并将净化热解气的一部分供给至旋转床热解炉的蓄热式辐射管中作为燃料,将净化热解气的另一部分供给至燃烧锅炉中进行燃烧,得到燃烧烟气和蒸汽,并将蒸汽供给至干燥器中作为干燥介质使用,将搅拌器中分离得到的废酸供给至静置装置中进行静置,分离得到上层醋液和下层液。

[0097] 表1玉米秸秆原料和实施例1、2工业分析

[0098]

名称	Mad	Aad	Vad	Cad
玉米秸秆原料	1.93	9.21	71.29	17.57
实施例 1	1.44	5.96	76.31	16.29
实施例 2	1.53	6.28	74.07	18.12

[0099] 由上表可知,经木醋液酸浸后的秸秆,灰分含量明显降低,酸浸24h的去除率为35%左右,挥发分含量明显增加。

[0100] 表2热解产物产率(干基)

[0101]

名称	油产率/%	气产率/%	炭产率/%	水产率/%
玉米秸秆原料	21.82	21.39	35.08	21.71
实施例 1	28.17	20.81	30.92	20.10
实施例 2	27.73	18.71	34.06	19.50

[0102] 由上表可知,以木醋液酸浸的玉米秸秆,焦油产率由21.82%增至28%左右,气产率由21.39%降至20%左右,炭产率由35.08%降至32.5%左右,水产率从21.7%降至20%左右。

[0103] 表3热解产品品质

[0104]

名称	热解炭工业分析				热解气热值 kcal/m ³
	Mad/%	Aad/%	Vad/%	Cad/%	
玉米秸秆原料	1.95	25.86	7.39	64.80	2148
醋液酸浸 1	1.02	22.31	8.76	67.91	2731
醋液酸浸 2	--	--	--	--	2256

[0105] 酸浸后秸秆热解炭与玉米秸秆原料热解炭相比,灰分含量明显降低,减少了14%,固定碳含量稍有增加;另外,酸浸后的秸秆热解气热值稍高,约2500kcal/m³。

[0106] 注:表1-表3中玉米秸秆原料对应的数据为缺少本申请的酸液工序而所得实验数据。

[0107] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不

必须针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0108] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

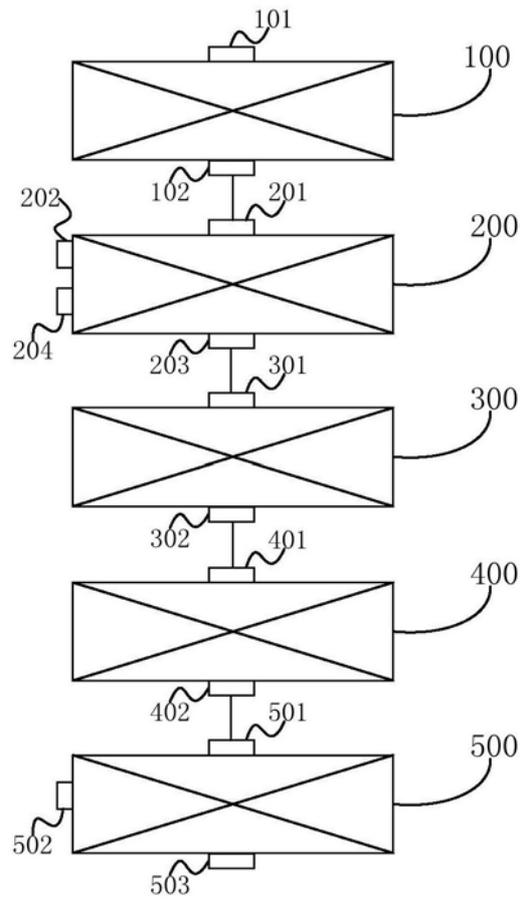


图1

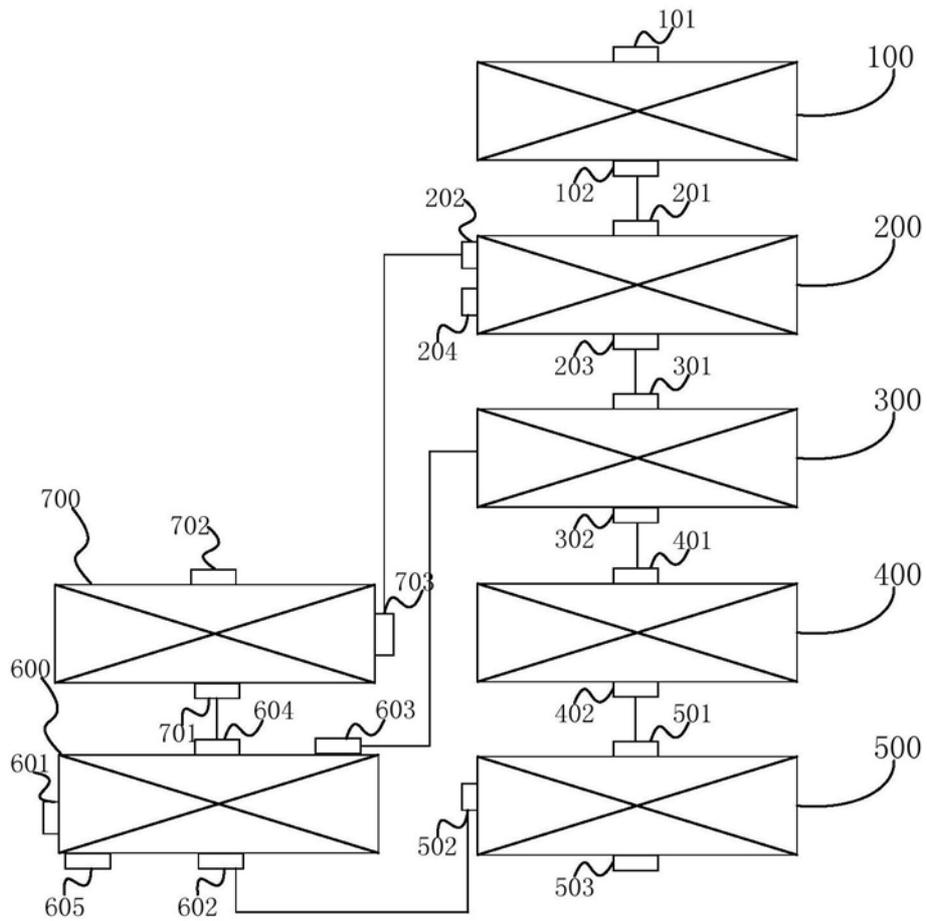


图2

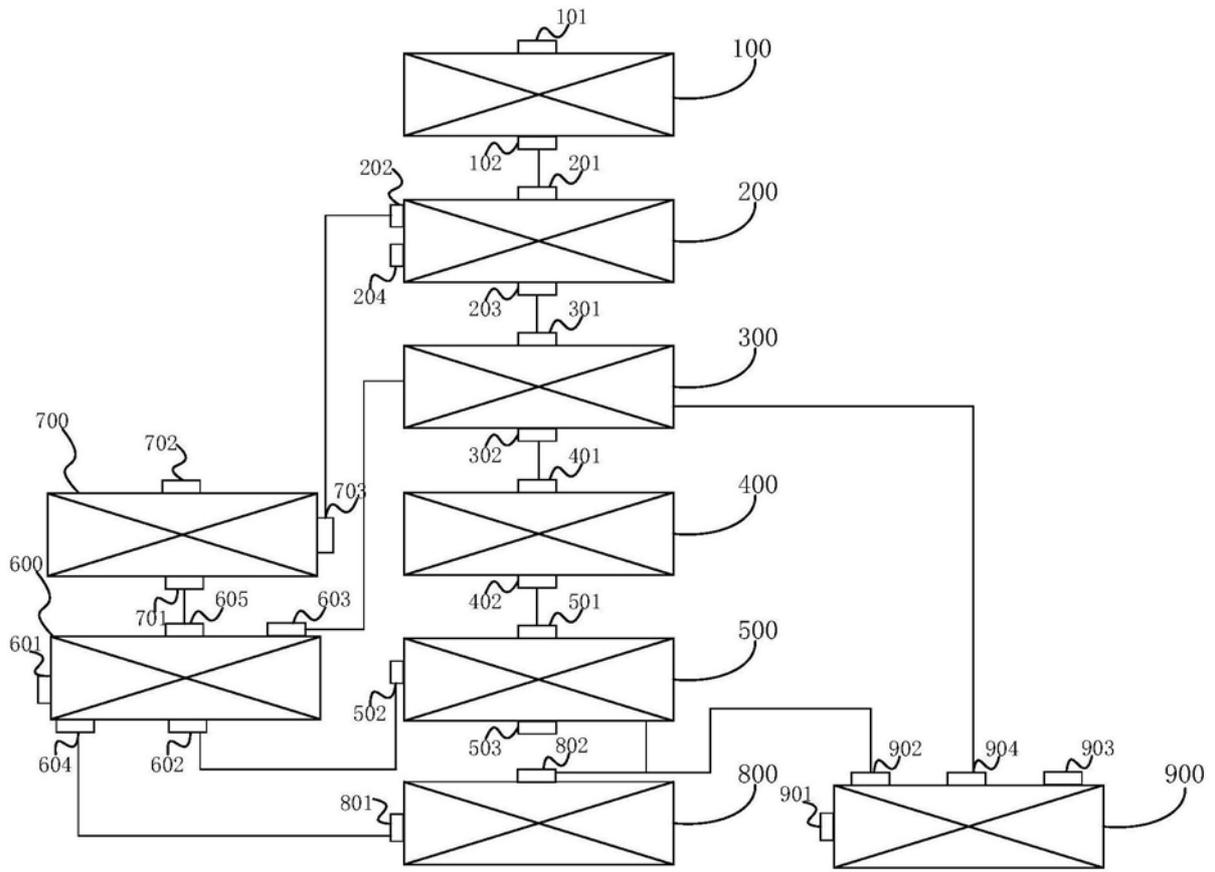


图3

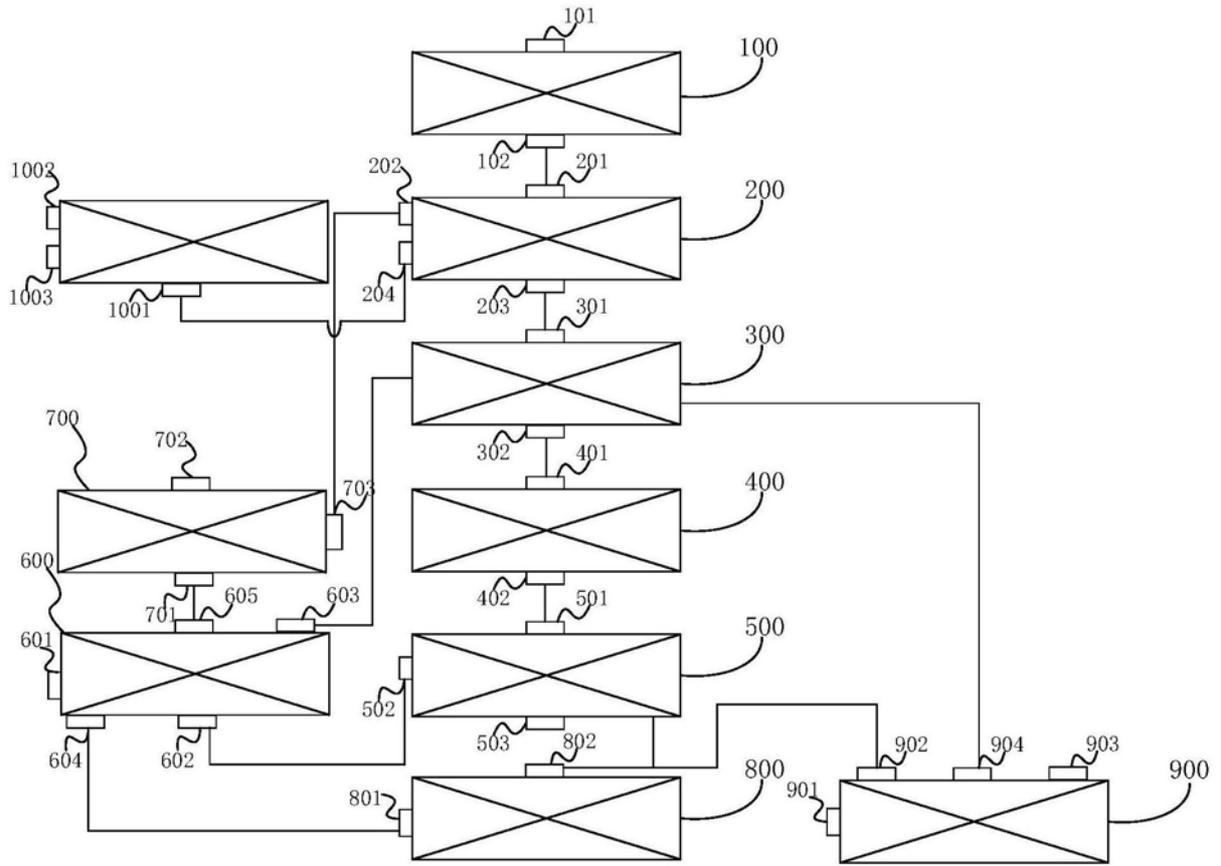


图4

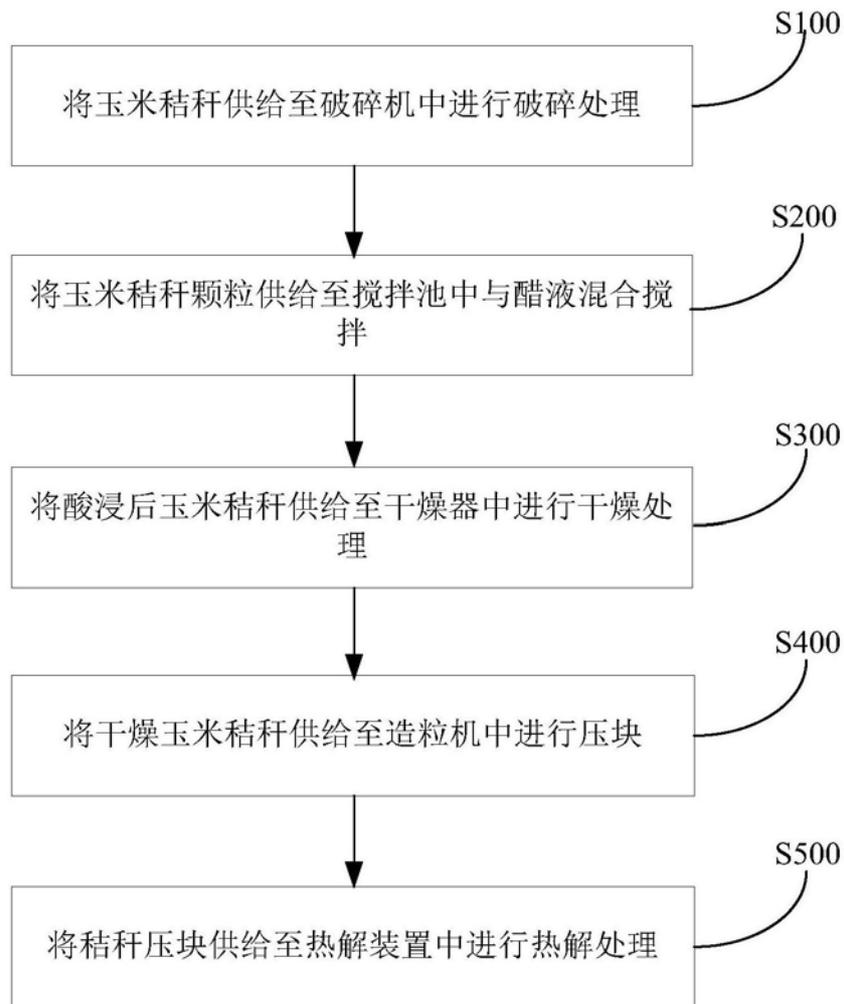


图5

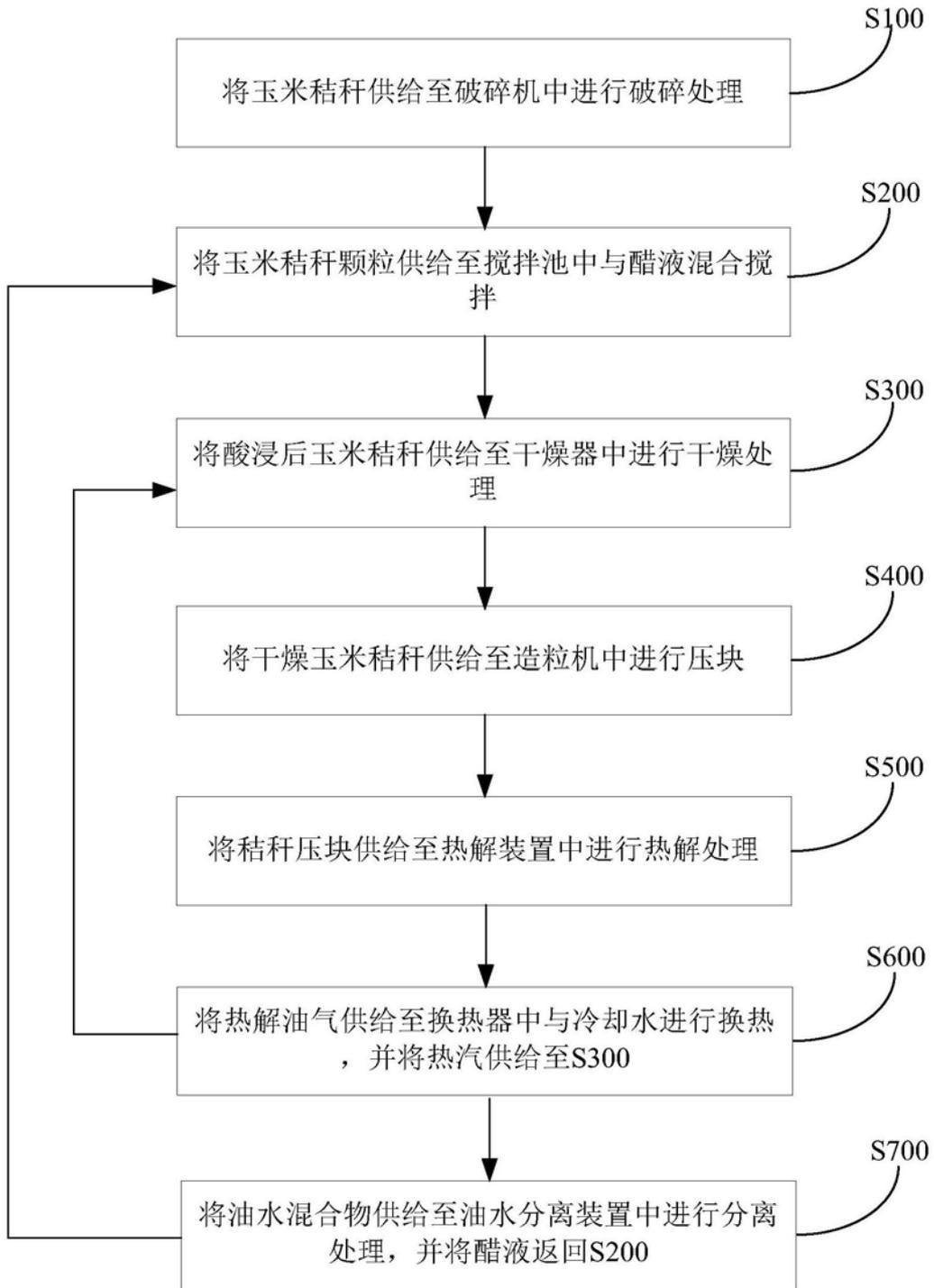


图6

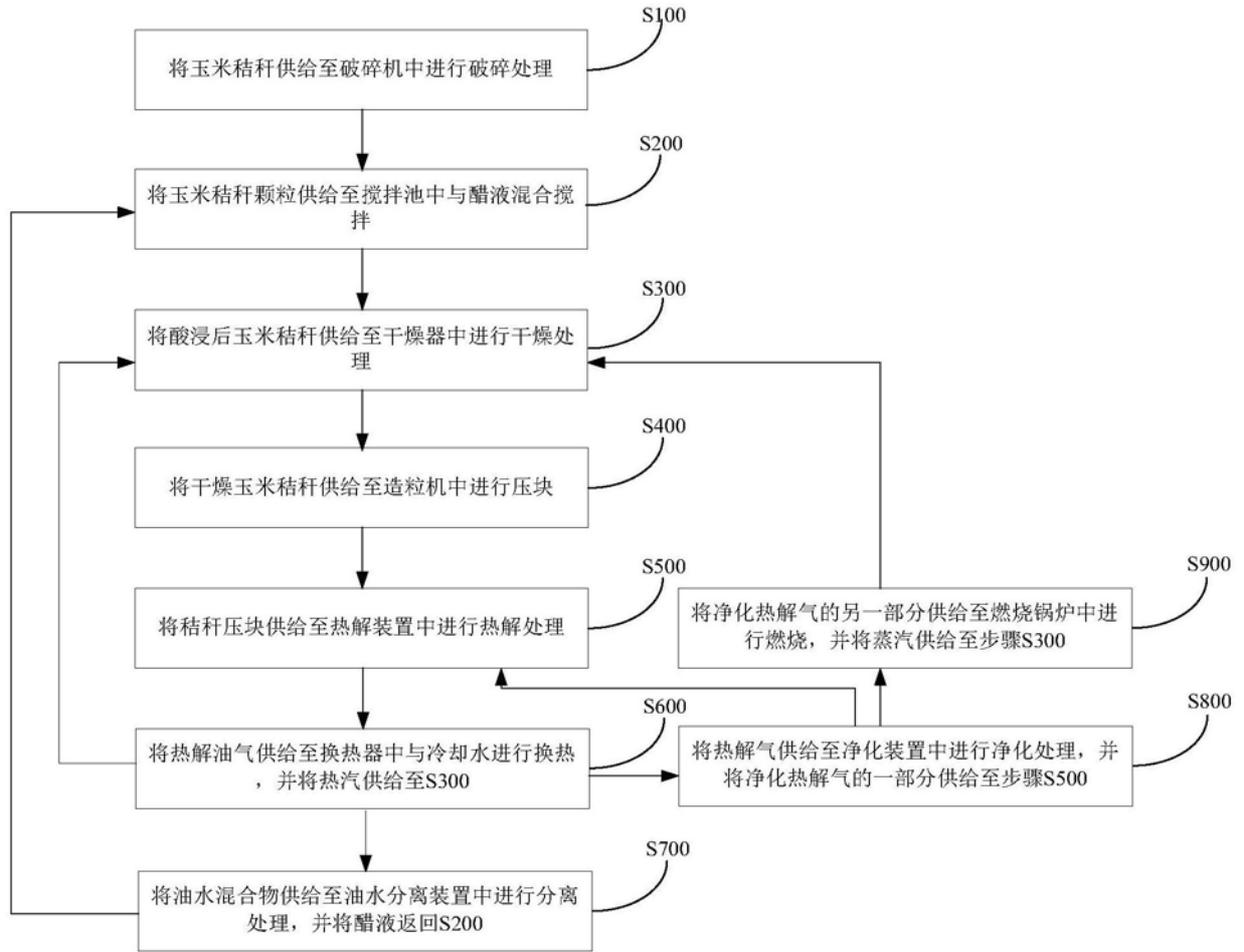


图7

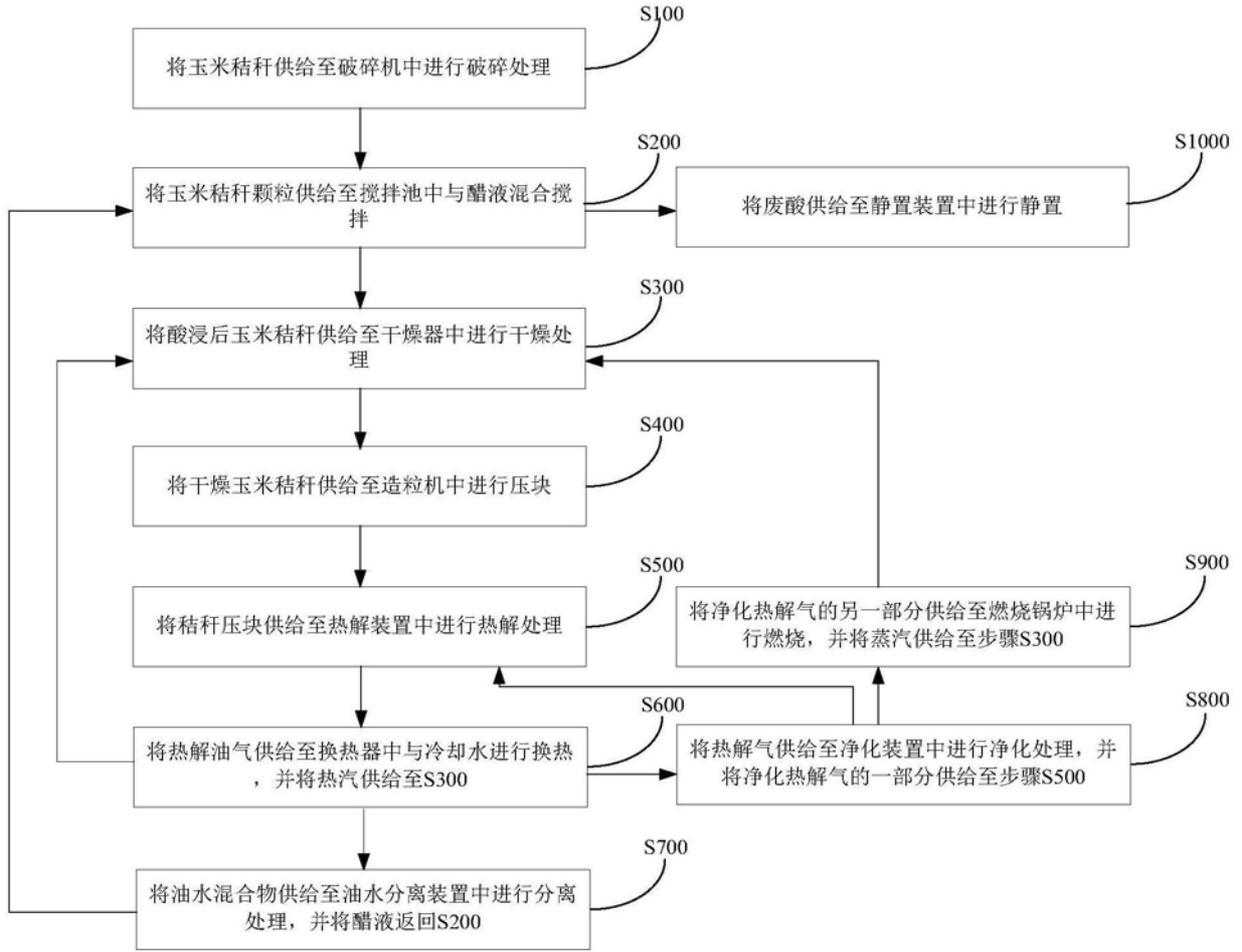


图8

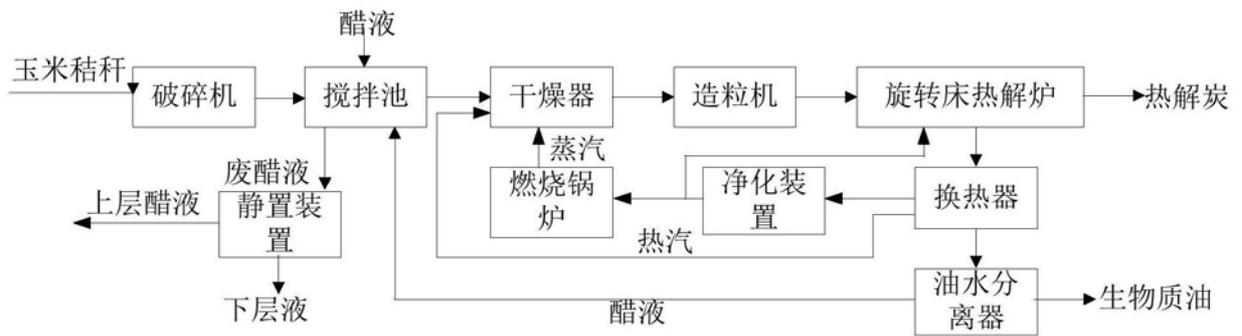


图9