



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112760117 B

(45) 授权公告日 2025. 03. 04

(21) 申请号 202011448518.3

B29B 17/04 (2006.01)

(22) 申请日 2020.12.09

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 102154019 A, 2011.08.17

申请公布号 CN 112760117 A

CN 110003925 A, 2019.07.12

(43) 申请公布日 2021.05.07

CN 111778049 A, 2020.10.16

CN 214244314 U, 2021.09.21

(73) 专利权人 浙江大学

审查员 郭春梅

地址 310013 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 黄群星 周永刚 薛志亮 严建华

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司 33224

专利代理师 颜果

(51) Int. Cl.

C10G 1/10 (2006.01)

C09C 1/48 (2006.01)

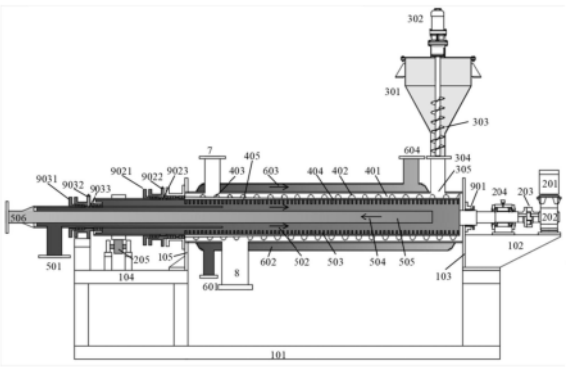
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种传热强化耦合碾磨功能的废橡塑高效热解装置

(57) 摘要

本发明涉及一种传热强化耦合碾磨功能的废橡塑高效热解装置,属于固体废弃物无害化、资源化利用技术领域。包括支座和设置在所述支座上的热解筒体,所述热解筒体设有:热解室,沿所述热解筒体轴向设置,热解室内安装有螺杆,所述螺杆的中轴为空心轴,所述中轴从进料口开始依次为同径段和变径段,所述变径段的中轴直径逐渐增大;所述变径段的螺杆端部设有逆螺旋;进料单元,用于废橡塑给料;内加热单元,从所述螺杆的中轴的空腔中进行加热;外加热单元,从所述螺杆的外侧进行加热;热解气出口,用于排出废橡塑热解气;热解炭黑出口,用于排出热解炭黑。通过内外同时加热强化废橡塑传热热解,提高废橡塑的热解效率。



1. 一种传热强化耦合碾磨功能的废橡塑高效热解装置, 包括支座和设置在所述支座上的热解筒体, 其特征在于, 所述热解筒体设有:

热解室, 沿所述热解筒体轴向设置, 热解室内安装有螺杆, 所述螺杆的中轴为空心轴, 所述中轴从进料口开始依次为同径段和变径段, 所述变径段的中轴直径逐渐增大; 所述变径段的螺杆端部设有逆螺旋, 所述的逆螺旋位于热解炭黑出口的后部, 由3~4个齿组成;

进料单元, 用于废橡塑给料;

内加热单元, 从所述螺杆的中轴的空腔中进行加热;

外加热单元, 从所述螺杆的外侧进行加热;

热解气出口, 用于排出废橡塑热解气;

热解炭黑出口, 用于排出热解炭黑;

所述的中轴设有双层空腔, 所述的内加热单元包括设置在中轴同一端的烟气进口和烟气出口, 所述烟气进口连通所述中轴的外层空腔, 所述烟气出口连通所述中轴的内层空腔; 所述内层空腔与所述外层空腔在另一端相通; 所述的外层空腔设有传热肋片; 高温烟气先进入内加热单元, 换热后排出再进入外加热单元; 高温烟气的流动方向与废橡塑的运动方向相反;

所述螺杆的同径段与变径段的长度比为1:1; 变径段端部螺旋齿高为同径段螺旋齿高的一半; 同径段是指该段内螺杆中轴的直径不变, 而变径段是指螺杆中轴的直径逐渐变大, 相应的齿高变小; 废橡塑颗粒在热解过程中外部先受热热解, 受热后膨胀, 在螺旋的旋转挤压下更密实, 利于热量的传导; 同时螺旋旋转, 废橡塑颗粒受到周向剪切力的作用, 颗粒互相摩擦混合, 外层已热解部分易剥离, 有助于废橡塑颗粒内部的热解;

所述的热解筒体上还设有密封单元, 所述密封单元包括设置在所述热解筒体进料端的前热解气密封组件、设置在所述热解筒体出口端的后热解气密封组件、以及烟气密封组件; 所述前热解气密封组件采用石墨盘根密封结构; 所述后热解气密封组件和烟气密封组件采用石墨盘根结合氮气密封的双密封结构, 包括石墨盘根, 氮气进口管和氮气室, 监测氮气流量判断密封结构是否完好; 在热解装置运行的过程中, 保持氮气压力不变, 如果氮气流量有突升或相比起始流量明显增加, 说明密封破坏, 相反则密封完好。

2. 根据权利要求1所述的传热强化耦合碾磨功能的废橡塑高效热解装置, 其特征在于, 所述的外加热单元包括设置在所述热解筒体外的加热筒体, 所述加热筒体与所述热解筒体之间形成烟气通道, 所述加热筒体一端设有烟气进口, 另一端设有烟气出口。

3. 根据权利要求1所述的传热强化耦合碾磨功能的废橡塑高效热解装置, 其特征在于, 所述的热解筒体上布置有多个温度测点、压力测点和流量测点, 用于监测控制热解温度, 热解室压力和氮气流量。

4. 根据权利要求1所述的传热强化耦合碾磨功能的废橡塑高效热解装置, 其特征在于, 所述的进料单元包括料斗和垂直设置在所述料斗内的给料螺杆, 所述料斗底部设有插板阀, 所述给料螺杆由变频电机驱动进行给料。

5. 根据权利要求1所述的传热强化耦合碾磨功能的废橡塑高效热解装置, 其特征在于, 所述的支座上设有用于驱动所述螺杆转动的动力单元, 所述动力单元包括变频电机、减速机、联轴器和推力轴承, 还包括设置在所述热解筒体的另一端的托轮。

一种传热强化耦合碾磨功能的废橡塑高效热解装置

技术领域

[0001] 本发明涉及固体废弃物无害化、资源化利用技术领域,具体地说,涉及一种传热强化耦合碾磨功能的废橡塑高效热解装置。

背景技术

[0002] 目前,废旧轮胎的综合利用途径主要有废旧轮胎原形直接利用、热分解、旧轮胎翻新、生产再生橡胶、生产硫化胶粉。废旧轮胎热裂解的产物有热解油、热解气和热解炭黑。其中,热解气部分作为热解燃料,多余热解气引到废气燃烧室进行燃烧后排放。相比其它回收利用形式,废轮胎热解具有节能和资源回收率高的优势,更重要的是废轮胎热解对原轮胎无要求,适应性广,具有处理量大、效益高和环境污染小等优点,更符合节能环保理念。被认为是当今处理废轮胎的最佳途径之一。

[0003] 现有的废轮胎热解技术有移动床热解工艺,流化床热解工艺和回转式连续热解工艺。移动床热解工艺属于慢速热解工艺,该热解技术可减少热解中间产物的二次反应,从而提高热解油的产率;低压有利于减少热解炭上附着的含碳残留物,从而提高其作为炭黑重新使用的可能性;热解油中轻质石脑油和芳香化合物含量较高,既提高了经济性,又有利于提高燃料油的辛烷值;可处理大块废轮胎且不需除去钢丝和纤维帘线。缺点是热解炉的供热方式为外热式,传热效率较低,整个系统不能满负荷工作。流化床热解工艺属于快速热解工艺,特点是加热速率快、反应迅速、气相停留时间短,因此热利用效率高,同时可以减少二次反应的发生,热解油产率较高。但该技术对原料要求极高,热解原料为粒径5cm以下、去钢丝的废轮胎颗粒,产物为燃料油和热解炭黑。回转窑热解工艺有外热式(间接加热)和内热式(直接接触加热)之分,外热式热解工艺热解油产率大、热值高,炭黑品质好,燃气热值较高,污染排放物比内热式热解工艺更少。回转窑热解工艺具有对废物料形态、形状和尺寸的适应性广的特点,几乎适用于任何固体废物料,对废轮胎给料尺寸几乎无要求,属于慢速热解工艺,缺点是热解效率低,热解气在高温下发生二次反应,易结焦,设备庞大。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种传热强化耦合碾磨功能的废橡塑高效热解装置,采用具有碾磨功能的螺旋式热解结构,废橡塑在输送热解过程中挤压,碾磨与加热壁面摩擦,加快热解,且具有自清洁的作用,避免结焦传热恶化。

[0005] 为了实现上述目的,本发明提供的传热强化耦合碾磨功能的废橡塑高效热解装置包括支座和设置在所述支座上的热解筒体,所述热解筒体设有:

[0006] 热解室,沿所述热解筒体轴向设置,热解室内安装有螺杆,所述螺杆的中轴为空心轴,所述中轴从进料口开始依次为同径段和变径段,所述变径段的中轴直径逐渐增大;所述变径段的螺杆端部设有逆螺旋;

[0007] 进料单元,用于废橡塑给料;

[0008] 内加热单元,从所述螺杆的中轴的空腔中进行加热;

[0009] 外加热单元,从所述螺杆的外侧进行加热;

[0010] 热解气出口,用于排出废橡塑热解气;

[0011] 热解炭黑出口,用于排出热解炭黑。

[0012] 上述技术方案中,通过内外同时加热强化废橡塑传热热解,提高废橡塑的热解效率;根据废橡塑的热解特点,可以设置内外逆流式布置,提高热解产物的品质;通过端部逆螺旋的结构有效的分离热解气中的炭黑,避免积碳、堵塞问题;通过具有碾磨功能的螺旋式热解结构,废橡塑在输送热解过程中挤压,碾磨与加热壁面摩擦,加快热解,且具有自清洁的作用,避免结焦传热恶化。

[0013] 可选地,在一个实施例中,所述的中轴设有双层空腔,所述的 内加热单元包括设置在中轴同一端的烟气进口和烟气出口,所述烟 气进口连通所述中轴的外层空腔,所述烟气出口连通所述中轴的内 层空腔;所述内层空腔与所述外层空腔在另一端相通。

[0014] 可选地,在一个实施例中,所述的外层空腔设有传热肋片;高 温烟气先进入内加热单元,换热后排出再进入外加热单元;高温烟 气的流动方向与废橡塑的运动方向相反。

[0015] 可选地,在一个实施例中,所述的外加热单元包括设置在所述 热解筒体外的加热筒体,所述加热筒体与所述热解筒体之间形成烟 气通道,所述加热筒体一端设有烟气进口,另一端设有烟气出口。

[0016] 采用高温烟气加热,高温烟气先进入内加热模块,换热后排出 再进入外加热模块。在内加热单元中,设置传热强化肋片,一方面 提高烟气流速,增加传热面积,强化传热,另一方面使烟气速度场 均匀,避免出现局部热点。设置内加热单元和外加热单元,内外同时给废橡塑加热,大大的强化了传热。尤其是内加热单元废橡塑侧有输送螺旋,相当于肋片,这对于传热系数低的废橡塑侧的传热强 化作用是明显的。高温烟气先进入内加热模块,后进入外加热单元,这是由于内加热单元废橡塑侧有输送螺旋,换热面积大,较高的温度有利于强化传热,同时换热后的烟气进入外加热单元,这样外加 热模块的外壁温温度低,散热损失就少。

[0017] 此外,烟气的流动方向与废橡塑的运动方向相反可以提高热气 产物的品质,废橡塑进口处的温度低,热解炭黑出口的温度高。在 废橡塑热解的初始阶段,热解气析出的多,较低的温度可以避免热 解气裂解的程度,提高得油率,而在热解基本完成时,较高的温度一方面可以保证废橡塑完全热解,另一方面温度越高,热解炭黑吸附热解气的能力下降,可以降低热解炭黑的含油率。

[0018] 为了避免热解气和高温烟气泄漏,可选地,在一个实施例中, 所述的热解筒体上还设有密封单元,所述密封单元包括设置在所述 热解筒体进料端的前热解气密封组件、设置在所述热解筒体出口端 的后热解气密封组件、以及烟气密封组件;

[0019] 所述前热解气密封组件采用石墨盘根密封结构;所述后热解气 密封组件和烟气密封组件采用石墨盘根结合氮气密封的双密封结构, 包括石墨盘根,氮气进口管和氮气室,监测氮气流量判断密封结构 是否完好。在热解装置运行的过程中,保持氮气压力不变,如果氮 气流量有突升或相比起始流量明显增加,说明密封破坏,相反则密封完好。

[0020] 为了精确控制热解系统温度,监控热解装置的运行状态,可选 地,在一个实施例中,所述的热解筒体上布置有多个温度测点、压 力测点和流量测点,用于监测控制热解温

度,热解室压力和氮气流 量。

[0021] 可选地,在一个实施例中,所述的进料单元包括料斗和垂直设置在所述料斗内的给料螺杆,所述料斗底部设有插板阀,所述给料螺杆由变频电机驱动进行给料。通过给料螺杆可以减少废橡塑给料 带入热解装置的空气量,减少废橡塑间的间隙,排出空气。并且在给料螺旋下方设置插板阀,方便检修。

[0022] 可选地,在一个实施例中,所述的支座上设有用于驱动所述螺 杆转动的动力单元,所述动力单元包括变频电机、减速机、联轴器 和推力轴承,还包括设置在所述热解筒体的另一端的托轮。

[0023] 可选地,在一个实施例中,所述螺杆的同径段与变径段的长度 比为1:1;变径段端部螺旋齿高为同径段螺旋齿高的一半。同径段 是指该段内螺杆中轴的直径不变,而变径段是指螺杆中轴的直径逐 渐变大,相应的齿高变小。废橡塑颗粒在热解过程中外部先受热解 解,受热后膨胀,在螺旋的旋转挤压下更密实,利于热量的传导;同时螺旋旋转,废橡塑颗粒受到周向剪切力的作用,颗粒互相摩擦 混合,外层已热解部分易剥离,有助于废橡塑颗粒内部的热解。一般废橡塑颗粒热解产物中热解炭黑的质量占比35%~40%,随着废 橡塑颗粒的热解,其体积减小,所以螺旋的后半段直径逐渐变大,齿高和齿间距减小,促进对热解炭黑的碾磨,减小热解炭黑的粒径,使废橡塑颗粒内部能够充分受热热解。

[0024] 为了完成废橡塑在热解装置内的输送,同时增加换热面积,优 选正螺旋齿间距约为齿高的1.5倍,可逐渐变小。

[0025] 可选地,在一个实施例中,所述的逆螺旋位于热解炭黑出口的 后部,由3~4个齿组成。采用螺旋式的热解结构,一方面完成废橡 塑在热解装置内的输送,另一方面废橡塑在输送热解过程中膨胀、挤压,螺旋式前进,与加热壁面摩擦,具有自清洁的作用,能够避免加热壁面结焦。热解气排出热解装置具有一定的速度,在端部设 置逆螺旋可以减少热解气携带炭黑量,热解气在逆螺旋结构里绕流,有效分离热解炭黑,同时逆螺旋旋转输送分离的热解炭黑至热解炭 黑排放口。

[0026] 可选地,在一个实施例中,所述的支座包括平台底座、前基座、前支撑板、后基座和后支撑板。为了便于装置的安装和运输,采用 一体化设计,热解装置及辅机布置支座上,通过平台底座来实现整 体运输。前支撑板和后支撑板支撑热解装置,前基座和后基座用于安装动力单元及管道。

[0027] 在较高的热解效率下,废橡塑能够快速热解,其在热解装置内 的停留时间可以缩短,动力单元可以调节变频电机的转速,控制热 解螺旋旋转速度在3~5转/min,废橡塑在热解室内停留时间在 10~15min,短的停留时间可以避免热解油气在热解室长时间停留发生二次反应生成品质较低的重质油和小分子热解气,提高热解油的 产率。

[0028] 与现有技术相比,本发明的有益之处在于:

[0029] 本发明的热解装置热解效率高,停留时间短,热解产物品质优 良,设备紧凑,投资成本低,且具有自清洁功能,运行周期长等优 点。

附图说明

[0030] 图1为本发明实施例中传热强化耦合碾磨功能的废橡塑高效热 解装置的结构示意图。

具体实施方式

[0031] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,以下结合实施例及其附图对本发明作进一步说明。显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的实施例,本领域普通技术人员在无需创造性劳动的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。

[0032] 除非另外定义,本发明使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本发明中使用的“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同,而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接,而是可以包括电性的连接,不管是直接的还是间接的。“上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系,当被描述对象的绝对位置改变后,则该相对位置关系也可能相应地改变。

[0033] 实施例

[0034] 参见图1,本实施例中传热强化耦合碾磨功能的废橡塑高效热解装置包括:支座、热解筒体、动力单元、进料单元、内加热单元、外加热单元、密封单元、热解气出口7和热解炭黑出口8。

[0035] 其中,支座用于支撑热解装置,安装辅机设备,包括平台底座101、前基座102、前支撑板103、后基座104和后支撑板105。动力单元用于驱动螺杆旋转,包括变频电机201、减速机202、联轴器203、推力轴承204和托轮205。进料单元用于废橡塑给料,包括料斗301、变频电机302、给料螺旋303、插板阀304和给料口305。热解筒体设有沿轴向的热解室401,热解室401内安装有螺杆,螺杆上设有输送正螺旋402和端部逆螺旋螺杆403,螺杆包括同径段404和变径段405。内加热单元用于从内部加热废橡塑促进热解,包括烟气进口501、传热强化肋片503、烟气出口管道505和烟气出口506,烟气流向如502和504所示。外加热单元用于从外部加热废橡塑促进热解,包括烟气进口601、烟气流道602和烟气出口604,烟气流向603所示。密封单元用于热解装置热解气和烟气腔室的密封,包括前热解气密封组件901,后热解气密封组件和烟气密封,其中后热解气密封包括石墨盘根9021、氮气管道9022和氮气室9023,烟气密封包括石墨盘根9031,氮气管道9032和氮气室9033。热解气出口7用于排出废橡塑热解气;热解炭黑出口8用于排出热解炭黑。

[0036] 本实施例的热解装置采用一体化设计,便于设备的安装和运输,将热解装置及辅机布置在支座上,通过平台底座101来整体运输。前支撑板103和后支撑板105支撑热解装置,前基座102和后基座104用于安装动力单元及管道。

[0037] 在较高的热解效率下,废橡塑能够快速热解,其在热解装置内的停留时间可以缩短,动力单元可以调节变频电机的转速,控制热解螺旋旋转速度在3~5转/min,废橡塑在热解室401内停留时间在10~15min。

[0038] 本实施例采用给料螺旋303挤压进料,减少废橡塑间的间隙,排出空气,减少废橡塑给料带入热解装置的空气量。并且在给料螺旋303下方设置插板阀304,方便检修。

[0039] 本实施例在螺杆上设置输送正螺旋402和端部逆螺旋403,同径段404和变径段405,可以使废橡塑在热解装置内边前进边热解,同时减少热解气中热解炭黑的含量。输送正螺旋402和端部逆螺旋403旋向相反,端部逆螺旋403位于热解炭黑出口8的后部,由3~

4个齿组成。采用螺旋式的热解结构,一方面完成废橡塑在热解装置内的输送,另一方面废橡塑在输送热解过程中膨胀、挤压,螺旋式前进,与加热壁面摩擦,具有自清洁的作用,能够避免加热壁面结焦。热解气排出热解装置具有一定的速度,为了减少热解气携带炭黑量,在端部设置逆螺旋,热解气在逆螺旋结构里绕流,有效分离热解炭黑,同时逆螺旋旋转输送分离的热解炭黑至热解炭黑排放口8。设置输送正螺旋402的齿间距约为齿高的1.5倍,逐渐减小,完成废橡塑在热解装置内的输送,同时增加换热面积。

[0040] 本实施例采用变径螺旋用于废橡塑颗粒的输送,加热,挤压,碾磨,螺杆的同径段404和变径段405的长度比为1:1,可实现废橡塑颗粒的快速热解。这里同径段是指该段内螺杆的中轴的直径不变,而变径段是指螺杆的中轴的直径逐渐变大,相应的齿高变小。废橡塑颗粒在热解过程中外部先受热热解,受热后膨胀,在螺杆的旋转挤压下更密实,利于热量的传导。同时螺杆旋转,废橡塑颗粒受到周向剪切力的作用,颗粒互相摩擦混合,外层已热解部分易剥离,有助于废橡塑颗粒内部的热解。一般废橡塑颗粒热解产物中热解炭黑的质量占比35%~40%,随着废橡塑颗粒的热解,其体积减小,所以螺杆中轴的后半段直径逐渐变大,齿高和齿间距减小,促进对热解炭黑的碾磨,减小热解炭黑的粒径,使废橡塑颗粒内部能够充分受热热解。

[0041] 本实施例中内加热单元和外加热单元均采用高温烟气加热的方式,高温烟气先进入内加热单元,换热后排出再进入外加热单元。在内加热单元中,设置传热强化肋片503,一方面提高烟气流速,增加传热面积,强化传热,另一方面使烟气速度场均匀,避免出现局部热点。设置内加热单元和外加热单元,内外同时给废橡塑加热,大大的强化了传热。尤其是内加热单元废橡塑侧有输送螺旋,相当于肋片,这对于传热系数低的废橡塑侧的传热强化作用是明显的。高温烟气先进入内加热单元,后进入外加热单元,这是由于内加热单元废橡塑侧有输送螺旋,换热面积大,较高的温度有利于强化传热,同时换热后的烟气进入外加热单元,这样外加热单元的外壁温度低,散热损失就少。

[0042] 本实施例中高温烟气的流动方向与废橡塑的运动方向相反,废橡塑进口处的温度低,热解炭黑出口8的温度高。在废橡塑热解的初始阶段,热解气析出的多,较低的温度可以避免热解气裂解的程度,提高得油率,而在热解基本完成时,较高的温度一方面可以保证废橡塑完全热解,另一方面温度越高,热解炭黑吸附热解气的能力下降,可以降低热解炭黑的含油率。大大提高了热气产物的品质。

[0043] 本实施例密封单元中前热解气密封组件901采用石墨盘根密封结构,后热解气密封组件和烟气密封组件采用石墨盘根结合氮气密封的双密封结构。

[0044] 后热解气密封组件和烟气密封组件处的温度高,密封要求高,石墨盘根结合氮气密封的双密封结构由石墨盘根,氮气进口管和氮气室组成,监测氮气流量判断密封结构是否完好。在热解装置运行的过程中,保持氮气压力不变,如果氮气流量有突升或相比起始流量明显增加,说明密封破坏,相反则密封完好。

[0045] 本实施例中热解筒体上布置由多个温度测点、压力测点和流量测点,用于监测控制热解温度,热解室压力和氮气流量。可精确控制热解系统温度,监控热解装置的运行状态。

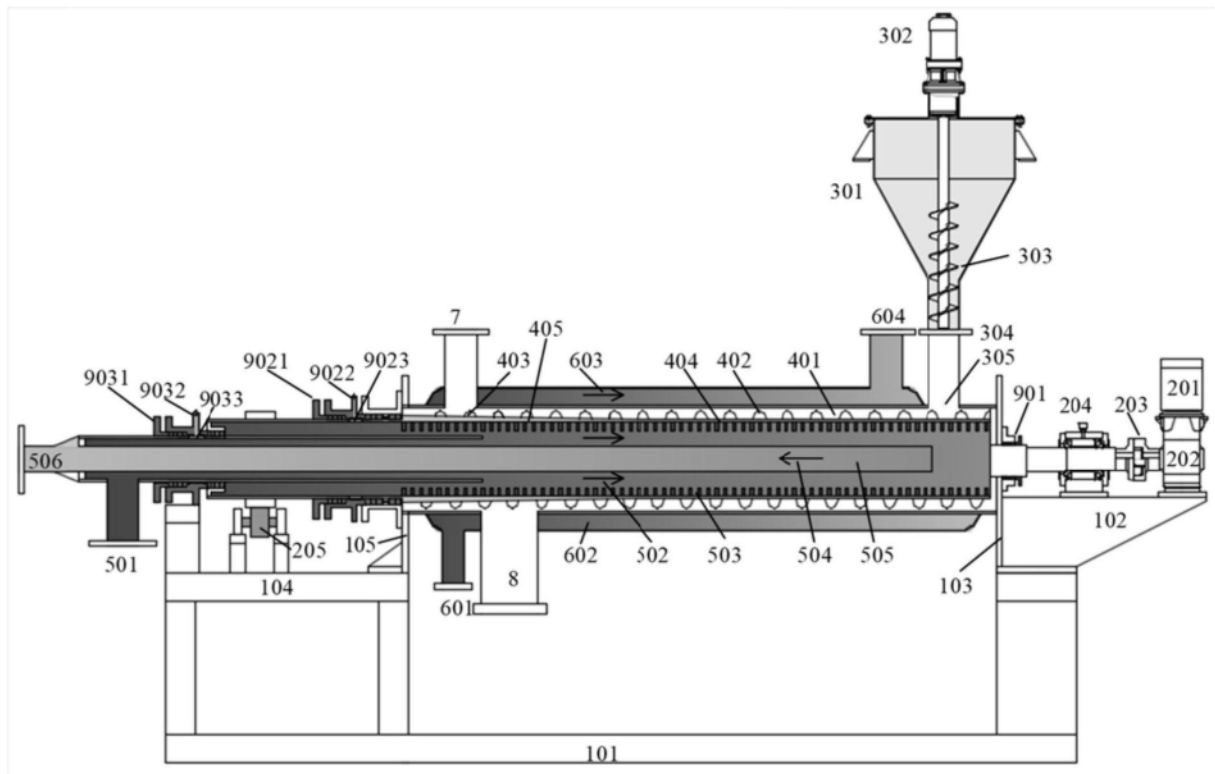


图1