



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107603644 A

(43)申请公布日 2018.01.19

(21)申请号 201710939825.3

C02F 3/34(2006.01)

(22)申请日 2017.10.11

C02F 9/14(2006.01)

(71)申请人 珠海汇东环保科技有限公司

C02F 11/02(2006.01)

地址 519170 广东省珠海市乾务镇五山沙
龙北路129号

C12P 1/00(2006.01)

C05F 15/00(2006.01)

C02F 103/06(2006.01)

(72)发明人 丁伟文 古田 周卓华 陈东建
金松 陈亮

(74)专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有
限责任公司 34101

代理人 乔恒婷

(51)Int.Cl.

C10B 53/00(2006.01)

C10B 53/02(2006.01)

C10B 57/00(2006.01)

C02F 11/10(2006.01)

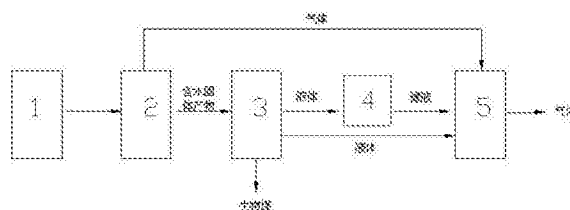
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种耦合水热碳化和生化反应原理的有机
废弃物处理装置及处理工艺

(57)摘要

本发明公开了一种耦合水热碳化和生化反
应原理的有机废弃物处理装置及处理工艺,通过
将水热碳化和微生物生化催化原理相结合,形成
新的耦合处理技术工艺,将上述含有有机碳的废
弃物转化为生物碳,解决了系统中废水处理的难
题;同时生产富含有机质和营养成份的具有显著
肥效的作物营养水,显著提高了效率和效益,整
个工艺流程最终的气体排放基本是二氧化碳。本
发明获得的作物营养水有机碳含量1-30%,总养
分NPK0.1-10%,小分子有机酸类(C<5),好氧、兼
氧为主的微生物混群1000-10000000000/毫升,随
着反应时间和出品存放时间变化。



1. 一种耦合水热碳化和生化反应原理的有机废弃物处理装置,其特征在于:包括预处理系统(1)、水热碳化反应罐(2)、生物煤加工生产系统(3)、液体处理系统(4)和作物营养水加工生产系统(5);

所述预处理系统(1)用于对有机废弃物进行破碎、混匀及加热等预处理,使物料符合水热碳化反应罐(2)的进料条件;

所述水热碳化反应罐(2)用于进行水热碳化反应;

所述生物煤加工生产系统(3)用于生物煤成品的加工生产,包括固液分离系统和烘干系统;

所述液体处理系统(4)用于对生物煤加工生产系统(3)中液体的处理,包括微滤系统、超滤系统、纳滤系统和反渗透系统中的一种或几种;

所述作物营养水加工生产系统(5)包括加料系统(7)、作物营养水反应罐(16)和加工生产系统(18)。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:

所述预处理系统(1)包括破碎系统(6)、加料系统(7)和准备罐(8),在所述准备罐(8)内设置有搅拌系统(9)、加热系统(10)、检测系统(11)、出料系统(12)和其他辅助系统(13)。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:

所述水热碳化反应罐(2)包括加料系统(7)、加热系统(10)、搅拌系统(9)、监测系统(11)、放空系统(15)、出料系统(12)、其它辅助系统(13)及冷却系统(14);水热碳化反应罐(2)中生成的含水固体产物经冷却系统(14)冷却后送至生物煤加工生产系统(3)用于生产生物煤成品,气体产物通过放空系统(15)送至作物营养水加工生产系统(5)。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:

所述生物煤加工生产系统(3)中固液分离系统用于对水热碳化反应罐(2)中生成的含水固体产物的固液分离,分离后的固体物料通过烘干系统加工生产生物煤,液体进入液体处理系统(4)或作物营养水加工生产系统(5)。

5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:

在所述作物营养水反应罐(16)内设置有搅拌系统(9)、加热系统(10)、监测系统(11)、出料系统(12)、其他辅助系统(13)、进气系统(17)以及放空系统(15)。

6. 根据权利要求1或5所述的装置,其特征在于:

在所述作物营养水加工生产系统(5)中,来自液体处理系统(4)或生物煤加工生产系统(3)的液体通过加料系统(7)进入作物营养水反应罐(16),同时,来自水热碳化反应罐(2)的气体通过进气系统(17)进入作物营养水反应罐(16);作物营养水反应罐(16)产生的物料通过出料系统(12)进入加工生产系统(18)加工生产作物营养水,气体通过放空系统(15)收集处理后排放。

7. 一种耦合水热碳化和生化反应原理的有机废弃物处理工艺,其特征在于包括如下步骤:

步骤1:预处理

有机废弃物经过破碎系统破碎处理后,通过加料系统进入准备罐,在准备罐内加热并混匀,获得预处理物料,以达到水热碳化反应罐的进料条件;

步骤2:水热碳化反应

将所述预处理物料通过加料系统送入水热碳化反应罐内,进行水热碳化反应,生成的含水固体产物经冷却系统冷却后送至生物煤加工生产系统,气体降温至50℃以下后送至作物营养水加工生产系统;

步骤3:生物煤的生产

水热碳化反应罐中生成的含水固体产物经固液分离系统进行固液分离,分离后的固体物料通过烘干系统加工生产生物煤,液体物料降温至70℃以下后进入液体处理系统4或作物营养水加工生产系统;

步骤4:液体处理

将步骤3固液分离后获得的液体物料经过膜过滤系统过滤,将液体中的非溶解态大分子有机物收集,并送至水热碳化反应罐中作为原料,滤液送至作物营养水加工生产系统;

步骤5:生化反应

步骤3获得的液体物料和/或步骤4获得的滤液以及步骤2反应产生的气体送至作物营养水反应罐内进行生化反应,生化反应后获得的物料即为作物营养水,气体经收集处理后排放。

8. 根据权利要求7所述的处理工艺,其特征在于:

步骤1中,所述预处理物料的温度 $\geq 50^{\circ}\text{C}$,含水量 $\geq 30\%$,物料尺寸 $< 125\text{cm}^3$ 。

9. 根据权利要求7所述的处理工艺,其特征在于:

步骤2中,水热碳化反应具体参数如下:温度为80-400℃,压力为0-30MPa,pH值为2-9。

10. 根据权利要求7所述的处理工艺,其特征在于:

步骤5中,生化反应主要参数如下:温度20-70℃,pH值3-9,并加入由好氧菌群、兼氧菌群和厌氧菌群构成的混合菌群。

一种耦合水热碳化和生化反应原理的有机废弃物处理装置及处理工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种耦合水热碳化和生化反应原理的有机废弃物处理装置及处理工艺,属于 含有机碳的废弃物的无害化和资源化处理等领域。

背景技术

[0002] 生活垃圾、餐厨垃圾、污水处理污泥、水体底泥、垃圾渗透液、木质废渣、农作物秸秆 等都属于“有机废弃物”,这些废弃物的共性是含有有机碳。以常见的餐厨垃圾为例,它量大, 含水率高,是我国城市生活垃圾处理过程中的一个难题。目前餐厨垃圾厌氧消化大多采用发 酵、沤肥等技术。存在反应速度慢、处理不完全、产生有害气味和气体等问题。又如有机垃 圾和垃圾渗透液,这是个国际难题。可回收垃圾等都被分拣,最后剩下的必须填埋的主要成 份之一是有机垃圾。有机垃圾是垃圾填埋场量很大却无解决办法的难题。各个垃圾填埋场都 因为可利用土地有限和垃圾量持续增长而被困扰。有机垃圾作物根源,自然降水等引起的垃 圾渗透液含有的高有机质、高氨氮等组份使得生物技术无能为力。垃圾渗 透液严重威胁垃圾 填埋场周边的城市的饮用水和地下水资源安全。随着垃圾填埋量的不 断增大,垃圾渗透液的 收集和处理日益紧迫。因此,急需找到这些有机垃圾的适合我国餐 厨垃圾资源化处理的技术 路线和装备。

[0003] 裂解与水热碳化是现有的非生物有机垃圾处理方法。两者均能降低有机废弃生物 质中氢、氧含量,并转化成富含碳元素的碳化物。裂解碳化是指在惰性气体容器中,将有机 废弃物慢 速(1-20℃/min)加热到350-700℃并停留几小时到几天的一种典型的碳化方法; 水热碳化 (Hydro-thermal Carbonization;HTC)是将废弃生物质在150-350℃密闭的水溶 液中停留1h 以上,是一种脱水脱羧的加速煤化过程。与传统裂解碳化技术相比,水热碳化 具有显著的优 势:1、在处理含水量高的废弃生物质时无需干燥,节约了大量的预处理费用; 2、化学反应 主要为脱水过程,废弃生物质中碳元素固定效率高;3、反应条件温和,同时 脱水脱羧的放热 过程为反应提供了一部分能量,因此该技术能耗低;4、水热碳化保留了大 量废弃生物质中的 氧、氮元素,碳化物表面含有丰富的含氧、含氮官能团,可应用于多种领 域;5、处理设备简 单、操作方便、应用规模可调节性强。但是,在常规水热碳化技术的工 业化应用中,产出废 水的处理严重增加了技术的成本,并限制了HTC技术的推广和应用。

发明内容

[0004] 本发明旨在提供一种耦合水热碳化和生化反应原理的有机废弃物处理装置及处 理工艺。通过将水热碳化和微生物生化催化原理相结合,形成新的耦合处理技术工艺,将 上述含有机 碳的废弃物转化为生物碳,解决了系统中废水处理的难题;同时生产富含有机 质和营养成份 的具有显著肥效的作物营养水,显著提高了效率和效益。

[0005] 本发明所述有机废弃物包括但不限于生活垃圾、餐厨垃圾、污水处理污泥、水体 底泥、垃圾渗透液、木质废渣、农作物秸秆等含有机碳的废弃物。

[0006] 本发明耦合水热碳化和生化反应原理的有机废弃物处理装置,包括预处理系统1、水热 碳化反应罐2、生物煤加工生产系统3、液体处理系统4和作物营养水加工生产系统5;

[0007] 所述预处理系统1用于对有机废弃物进行破碎、混匀及加热等预处理,使物料符合水热 碳化反应罐2的进料条件。所述预处理系统1包括破碎系统6、加料系统7和准备罐8,在所 述准备罐8内设置有搅拌系统9、加热系统10、检测系统11、出料系统12和其他辅助系统 13;在实际运行中,预处理系统1可以一套单独使用,也可以多套并用。

[0008] 所述水热碳化反应罐2用于进行水热碳化反应,包括加料系统7、加热系统10、搅拌系 统9、监测系统11、放空系统15、出料系统12、其它辅助系统13及冷却系统14。水热碳化 反应罐2中生成的含水固体产物经冷却系统14冷却后送至生物煤加工生产系统3用于生产生 物煤成品,气体产物(主要为二氧化碳,少量水汽和微量有机挥发成份)通过放空系统15 送 至作物营养水加工生产系统5。在实际运行中,一般两个或两个以上水热碳化反应罐2联 合 使用,水热碳化反应罐2中各系统的数量包括但不限于1套。所述水热碳化反应罐2为不 锈钢或耐热塑料等材料制成。

[0009] 所述生物煤加工生产系统3用于生物煤成品的加工生产,包括固液分离系统和烘 干系统。其中固液分离系统用于对水热碳化反应罐2中生成的含水固体产物的固液分离, 分离后的固 体物料通过烘干系统加工生产生物煤,液体进入液体处理系统4或作物营养水 加工生产系统 5。生物煤加工生产系统3中的各系统的数量包括但不限于1套。固液分离 系统包括但不局 限于目前商业化的固液分离系统,烘干系统包括但不局限于目前商业化的 烘干系统。

[0010] 所述液体处理系统4用于对生物煤加工生产系统3中液体的处理,包括但不局限于 目前 商业化的微滤(MF)、超滤系统(UF)、纳滤系统(NF)和反渗透系统(RO)等,根据运行 需要可以开启一套或全套装置。

[0011] 所述作物营养水加工生产系统5包括加料系统7、作物营养水反应罐16和加工生产 系统 18,在所述作物营养水反应罐16内设置有搅拌系统9、加热系统10、监测系统11、出料系 统12、其他辅助系统13、进气系统17以及放空系统15。在所述作物营养水加工生产系统5 中,来自液体处理系统4或生物煤加工生产系统3的液体通过加料系统7进入作物营养水反 应罐16,同时,来自水热碳化反应罐2的气体通过进气系统17进入作物营养水反应罐16; 作物营养水反应罐16产生的物料通过出料系统12进入加工生产系统18加工生产作物营养 水,气体通过放空系统15收集处理后排放,整个工艺流程最终的气体排放基本是二氧化碳。 在实际运行中,作物营养水加工生产系统5可以一套或多套并用,作物营养水加工生产系统 5中各系统的数量包括但不限于1套。

[0012] 破碎系统6包括但不限于人工破碎、机械破碎等方式。

[0013] 加料系统7用于物料的加入,包括但不局限于人工、铲车、传输带、泵送等。

[0014] 准备罐8为不锈钢或耐热塑料等材料制成,用于物料的混匀及预加热等的预处理。

[0015] 搅拌系统9用于物料的混匀,包括但不局限于人工、机械搅拌、泵循环搅拌、气动搅 拌 等方式。

[0016] 加热系统10用于物料的加热,包括但不局限于蒸汽加热、电加热、油加热等方式。

[0017] 监测系统11用于反应罐内相关控制参数的监测,包括但不局限于液位监测、温度 和pH 等水化学指标的监测以及取样口和观察孔等。

[0018] 出料系统12用于不同反应罐、不同系统物料的转移,可以为人工、机械等任意方式,包括但不局限于铲车、传输带、泵等。

[0019] 其它辅助系统13包括但不局限于清洗口、工作人员口、酸液或碱液进口等。

[0020] 冷却系统14用于水热碳化反应罐2中物料的冷却,包括但不局限于水冷、油冷等方式。

[0021] 放空系统15用于反应罐中气体物料的放空,包括但不局限于人工、机械等放空方式。

[0022] 作物营养水反应罐16为不锈钢或常规塑料等材料制成,用于进行生化反应。

[0023] 加工生产系统18用于作物营养水的后续生产加工,比如产品配比、包装、存储等。在实际运行中,加工生产系统18的数量包括但不局限于1套。

[0024] 本发明耦合水热碳化和生化反应原理的有机废弃物处理工艺,包括如下步骤:

[0025] 1、预处理

[0026] 有机废弃物经过破碎系统6破碎处理后,通过加料系统7进入准备罐8,在准备罐8内加热并混匀,获得预处理物料,以达到水热碳化反应罐2的进料条件;所述预处理物料的温度 $\geq 50^{\circ}\text{C}$,含水量 $\geq 30\%$,物料尺寸 $< 125\text{cm}^3$ 。

[0027] 2、水热碳化反应

[0028] 将所述预处理物料通过加料系统7送入水热碳化反应罐2内,进行水热碳化反应,生成的含水固体产物经冷却系统14冷却后送至生物煤加工生产系统3,气体降温至 50°C 以下后送至作物营养水加工生产系统5。水热碳化反应具体参数如下:温度为 $80\text{--}400^{\circ}\text{C}$,压力为 $0\text{--}30\text{MPa}$,pH为 $2\text{--}9$ (通过 $\text{C}<5$ 的小分子有机酸调节pH值,如甲酸、乙酸等)。

[0029] 3、生物煤的生产

[0030] 水热碳化反应罐2中生成的含水固体产物经固液分离系统进行固液分离,分离后的固体物料通过烘干系统加工生产生物煤(烘干温度 $30\text{--}200^{\circ}\text{C}$),液体物料降温至 70°C 以下后进入液体处理系统4或作物营养水加工生产系统5(对于液体物料,如果需要进入水热碳化反应罐回用,则需要进入液体处理系统4进行处理,如果不会回用则可以直接进入作物营养水加工生产系统)。

[0031] 4、液体处理

[0032] 将步骤3固液分离后获得的液体物料经过膜过滤系统过滤,将液体中的非溶解态大分子有机物收集,并送至水热碳化反应罐2中作为原料,滤液送至作物营养水加工生产系统5。所述膜过滤系统包括微滤系统(MF)、超滤系统(UF)、纳滤系统(NF)、反渗透系统(RO)等中的一种或几种。

[0033] 5、生化反应

[0034] 步骤3获得的液体物料和/或步骤4获得的滤液以及步骤2反应产生的气体送至作物营养水反应罐16内进行生化反应,生化反应后获得的物料即为作物营养水,气体经收集处理后排放。整个工艺流程最终的气体排放基本是二氧化碳。生化反应主要参数如下:温度 $20\text{--}70^{\circ}\text{C}$, pH值 $3\text{--}9$,并加入由好氧菌群、兼氧菌群和厌氧菌群构成的混合菌群。所加入的混合菌群可以为污水处理厂的污泥或河道的底泥等。

[0035] 生化反应过程中不需要控制气体和液体的比例,同时反应时间也不需要控制,通常是 $3\text{--}200$ 小时可根据产品用途确定。

[0036] 本发明获得的作物营养水有机碳含量1-30%，总养分NPK0.1-10%，小分子有机酸类(C<5)，好氧、兼氧为主的微生物混群1000-10000000000/毫升，随着反应时间和出品存放时间变化。

[0037] 水热碳化技术的核心在于其经济性。经济性的决定因素是反应罐的反应温度、压力和催化剂效率以及反应过程中产生的液体的处理和其中有机碳的循环再反应。常规的水热碳化技术正是由于上述原因造成高费用和非经济性，从而严重制约该技术工业化应用。本发明从根本上解决了水热碳化的经济性问题。本发明将各种有机废弃物转化为生物碳和富含有机质及营养成分的具有显著肥效的作物营养水，并且不产生任何有害排放，整个技术工艺唯一的排放是少量的二氧化碳气体。

[0038] 与已有技术相比，本发明的有益效果体现在：

[0039] 1、本发明可以将有机废弃物比如生活垃圾、秸秆等转化为生物煤和其他附加值高的清洁产品，实现垃圾资源化利用。传统的HTC技术产生大量废水，显著增加了HTC技术的成本，并限制了HTC技术的推广和应用。本发明可以解决这一瓶颈，显著降低了技术成本。

[0040] 2、本发明采用微膜技术回收反应器产出物中大分子有机物，再次进入反应，基本实现原料的完全利用，大大提高了反应效率和工艺效益。

附图说明

[0041] 图1为本发明耦合水热碳化和生化反应原理的有机废弃物处理装置示意图；

[0042] 图2为本发明处理装置中预处理系统1的结构示意图；

[0043] 图3为本发明处理装置中水热碳化反应罐2的结构示意图，示意图中为两个水热碳化反应罐联用；

[0044] 图4为本发明处理装置中作物营养水加工生产系统5的结构示意图。

[0045] 图中标号：1预处理系统；2水热碳化反应罐；3生物煤加工生产系统；4液体处理系统；5作物营养水加工生产系统；6破碎系统；7加料系统；8准备罐；9搅拌系统；10加热系统；11监测系统；12出料系统；13其它辅助系统；14冷却系统；15放空系统；16作物营养水反应罐；17进气系统。

具体实施方式

[0046] 如图1所示，本发明耦合水热碳化和生化反应原理的有机废弃物处理装置，包括预处理系统1、水热碳化反应罐2、生物煤加工生产系统3、液体处理系统4和作物营养水加工生产系统5；

[0047] 所述预处理系统1用于对有机废弃物进行破碎、混匀及加热等预处理，使物料符合水热碳化反应罐2的进料条件。如图2所示，所述预处理系统1包括破碎系统6、加料系统7和准备罐8，在所述准备罐8内设置有搅拌系统9、加热系统10、检测系统11、出料系统12和其他辅助系统13；在实际运行中，预处理系统1可以一套单独使用，也可以多套并用。

[0048] 如图3所示，所述水热碳化反应罐2用于进行水热碳化反应，包括加料系统7、加热系统10、搅拌系统9、监测系统11、放空系统15、出料系统12、其它辅助系统13及冷却系统14。水热碳化反应罐2中生成的含水固体产物经冷却系统14冷却后送至生物煤加工生产系统3用于生产生物煤成品，气体产物（主要为二氧化碳，少量水汽和微量有机挥发成份）通

过放空系统15送至作物营养水加工生产系统5。在实际运行中,一般两个或两个以上水热碳化反应罐2联合使用,水热碳化反应罐2中各系统的数量包括但不限于1套。所述水热碳化反应罐2为不锈钢或耐热塑料等材料制成。

[0049] 所述生物煤加工生产系统3用于生物煤成品的加工生产,包括固液分离系统和烘干系统。其中固液分离系统用于对水热碳化反应罐2中生成的含水固体产物的固液分离,分离后的固体物料通过烘干系统加工生产生物煤,液体进入液体处理系统4或作物营养水加工生产系统5。生物煤加工生产系统3中的各系统的数量包括但不限于1套。固液分离系统包括但不限于目前商业化的固液分离系统,烘干系统包括但不限于目前商业化的烘干系统。

[0050] 所述液体处理系统4用于对生物煤加工生产系统3中液体的处理,包括但不限于目前商业化的微滤(MF)、超滤系统(UF)、纳滤系统(NF)和反渗透系统(RO)等,根据运行需要可以开启一套或全套装置。

[0051] 如图4所示,所述作物营养水加工生产系统5包括加料系统7、作物营养水反应罐16和加工生产系统18,在所述作物营养水反应罐16内设置有搅拌系统9、加热系统10、监测系统11、出料系统12、其他辅助系统13、进气系统17以及放空系统15。在所述作物营养水加工生产系统5中,来自液体处理系统4或生物煤加工生产系统3的液体通过加料系统7进入作物营养水反应罐16,同时,来自水热碳化反应罐2的气体通过进气系统17进入作物营养水反应罐16;作物营养水反应罐16产生的物料通过出料系统12进入加工生产系统18加工生产作物营养水,气体通过放空系统15收集处理后排放,整个工艺流程最终的气体排放基本是二氧化碳。在实际运行中,作物营养水加工生产系统5可以一套或多套并用,作物营养水加工生产系统5中各系统的数量包括但不限于1套。

[0052] 破碎系统6包括但不限于人工破碎、机械破碎等方式。

[0053] 加料系统7用于物料的加入,包括但不限于人工、铲车、传输带、泵送等。

[0054] 准备罐8为不锈钢或耐热塑料等材料制成,用于物料的混匀及预加热等的预处理。

[0055] 搅拌系统9用于物料的混匀,包括但不限于人工、机械搅拌、泵循环搅拌、气动搅拌等方式。

[0056] 加热系统10用于物料的加热,包括但不限于蒸汽加热、电加热、油加热等方式。

[0057] 监测系统11用于反应罐内相关控制参数的监测,包括但不限于液位监测、温度和pH等水化学指标的监测以及取样口和观察孔等。

[0058] 出料系统12用于不同反应罐、不同系统物料的转移,可以为人工、机械等任意方式,包括但不限于铲车、传输带、泵等。

[0059] 其它辅助系统13包括但不限于清洗口、工作人员口、酸液或碱液进口等。

[0060] 冷却系统14用于水热碳化反应罐2中物料的冷却,包括但不限于水冷、油冷等方式。

[0061] 放空系统15用于反应罐中气体物料的放空,包括但不限于人工、机械等放空方式。

[0062] 作物营养水反应罐16为不锈钢或常规塑料等材料制成,用于进行生化反应。

[0063] 加工生产系统18用于作物营养水的后续生产加工,比如产品配比、包装、存储等。在实际运行中,加工生产系统18的数量包括但不限于1套。

[0064] 如图1所示,各种含有机碳的有机废弃物如生活垃圾、秸秆等在预处理系统1中经过破碎、混匀和加热等处理后,进入水热碳化反应罐2进行以水热碳化催化反应,然后进入生物煤加工生产系统3,固体作为原料加工生产生物煤,液体直接或经过液体处理系统(微滤膜)4处理后,进入作物营养水加工生产系统5。

[0065] 本发明耦合水热碳化和生化反应原理的有机废弃物处理工艺如下:

[0066] 1、预处理

[0067] 有机废弃物经过破碎系统6破碎处理后,通过加料系统7进入准备罐8,在准备罐8内加热并混匀,获得预处理物料,以达到水热碳化反应罐2的进料条件;所述预处理物料的温度 $\geq 50^{\circ}\text{C}$,含水量 $\geq 30\%$,物料尺寸 $< 125\text{cm}^3$ 。

[0068] 2、水热碳化反应

[0069] 将所述预处理物料通过加料系统7送入水热碳化反应罐2内,进行水热碳化反应,生成的含水固体产物经冷却系统14冷却后送至生物煤加工生产系统3,气体降温至 50°C 以下后送至作物营养水加工生产系统5。水热碳化反应具体参数如下:温度为 $80\text{--}400^{\circ}\text{C}$,压力为 $0\text{--}30\text{MPa}$,pH为 $2\text{--}9$ (通过 $\text{C}<5$ 的小分子有机酸调节pH值,如甲酸、乙酸等)。

[0070] 3、生物煤的生产

[0071] 水热碳化反应罐2中生成的含水固体产物经固液分离系统进行固液分离,分离后的固体物料通过烘干系统加工生产生物煤(烘干温度 $30\text{--}200^{\circ}\text{C}$),液体物料降温至 70°C 以下后进入液体处理系统4或作物营养水加工生产系统5(对于液体物料,如果需要进入水热碳化反应罐回用,则需要进入液体处理系统4进行处理,如果不会回用则可以直接进入作物营养水加工生产系统)。

[0072] 4、液体处理

[0073] 将步骤3固液分离后获得的液体物料经过膜过滤系统过滤,将液体中的非溶解态大分子有机物收集,并送至水热碳化反应罐2中作为原料,滤液送至作物营养水加工生产系统5。所述膜过滤系统包括微滤(MF)、超滤系统(UF)、纳滤系统(NF)、反渗透系统(RO)中的一种或几种。

[0074] 5、生化反应

[0075] 步骤3获得的液体物料和/或步骤4获得的滤液以及步骤2反应产生的气体送至作物营养水反应罐16内进行生化反应,生化反应后获得的物料即为作物营养水,气体经收集处理后排放。整个工艺流程最终的气体排放基本是二氧化碳。生化反应主要参数如下:温度 $20\text{--}70^{\circ}\text{C}$,pH值 $3\text{--}9$,并加入由好氧菌群、兼氧菌群和厌氧菌群构成的混合菌群。所加入的混合菌群可以为污水处理厂的污泥或河道的底泥等。

[0076] 生化反应过程中不需要控制气体和液体的比例,同时反应时间也不需要控制,通常是 $3\text{--}200$ 小时可根据产品用途确定。

[0077] 本发明获得的作物营养水有机碳含量 $1\text{--}30\%$,总养分NPK $0.1\text{--}10\%$,小分子有机酸类($\text{C}<5$),好氧、兼氧为主的微生物混群 $1000\text{--}10000000000$ /毫升,随着反应时间和出品存放时间变化。

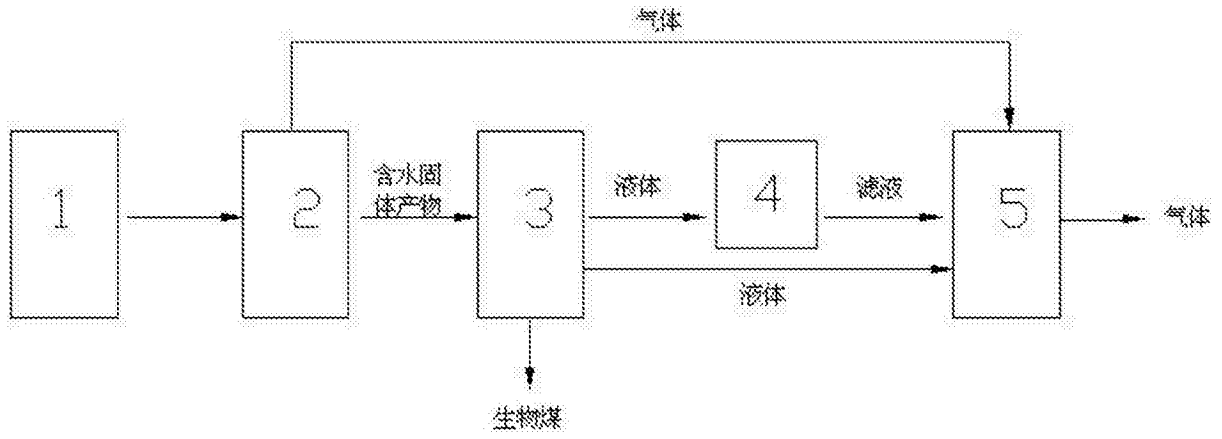


图1

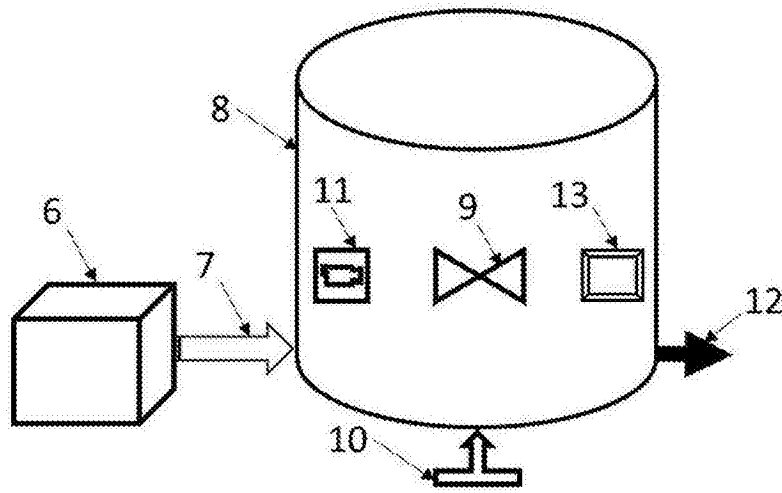


图2

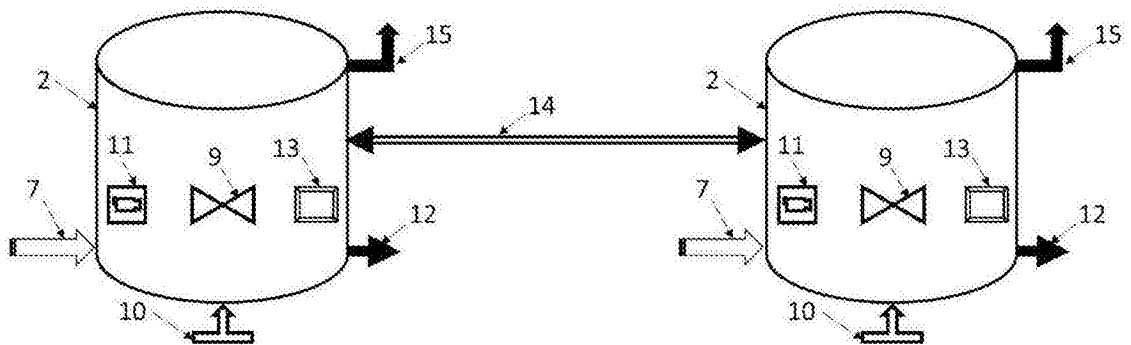


图3

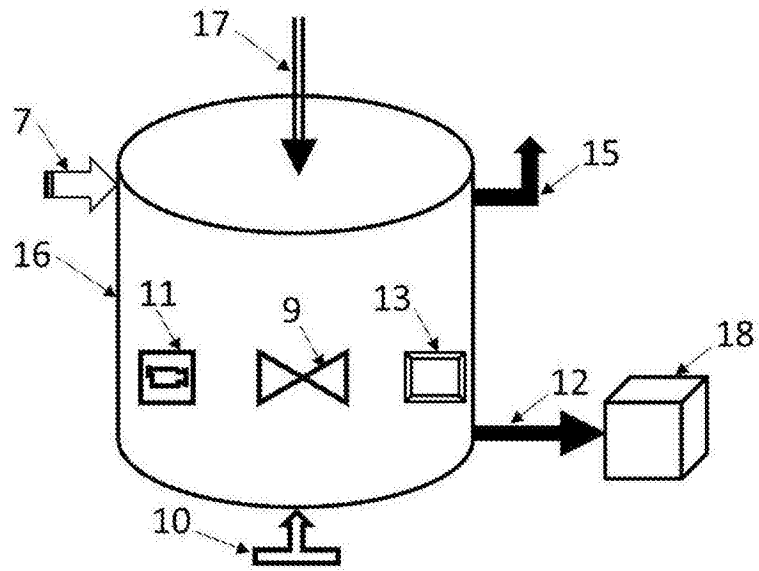


图4