



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102745809 B

(45) 授权公告日 2013. 10. 02

(21) 申请号 201110105526. 2

CN 101962249 A, 2011. 02. 02, 说明书具体实施方式.

(22) 申请日 2011. 04. 22

审查员 刘悦

(73) 专利权人 中国石油化工股份有限公司  
地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街  
22 号

专利权人 中石化洛阳工程有限公司

(72) 发明人 刘献玲 何庆生 李佳铮

(74) 专利代理机构 郑州中民专利代理有限公司  
41110

代理人 郭中民

(51) Int. Cl.

C02F 3/28 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201301253 Y, 2009. 09. 02, 说明书具体实施方式部分, 附图 1.

CN 2251557 Y, 1997. 04. 09, 说明书第 2 页第 2 行 - 第 5 页第倒数第 6 行.

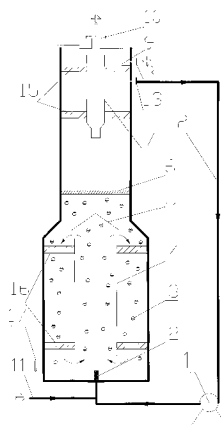
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种厌氧流化床反应器

(57) 摘要

本发明公开了一种厌氧流化床反应器。该厌氧流化床反应器为上细下粗的两段式圆柱体, 上、下两段之间通过锥形过渡段连接, 反应器内自下而上依次设有完全混合式反应区和推流式反应区, 完全混合式反应区内设有导流筒, 导流筒上方设有帽罩, 推流式反应区内设有液固分离器, 液固分离器上方设有三相分离器, 三相分离器出水口通过循环管线依次与循环泵和射流喷嘴连接, 进水管线与射流喷嘴连接。本发明反应器以外循环带动内循环, 反应器效率大大提高。



1. 一种厌氧流化床反应器,其特征在于:该厌氧流化床反应器为上细下粗的两段式圆柱体,上、下两段之间通过锥形过渡段连接,厌氧流化床反应器内自下而上依次设有完全混合式反应区和推流式反应区,厌氧流化床反应器底部中心部位设有射流喷嘴,完全混合式反应区内装有填料,在射流喷嘴正上方设有导流筒,导流筒通过导流筒支撑件与厌氧流化床反应器连接,导流筒上方设有帽罩,推流式反应区内设有液固分离器,液固分离器上方设有三相分离器,三相分离器通过分离器支撑件与厌氧流化床反应器连接,三相分离器底部设有液体进口,顶部设有气体出口,中上部设有三相分离器出水口,三相分离器出水口通过循环管线依次与循环泵和射流喷嘴连接,进水管线与射流喷嘴连接,厌氧流化床反应器下部设有污泥排放口,上部设有溢流堰和出水口,顶部设有排气孔,所述填料为直径 10 ~ 30mm,厚度 10 ~ 30mm 的固体聚乙烯材料塑料环。

2. 根据权利要求 1 所述的厌氧流化床反应器,其特征在于:所述导流筒底部与射流喷嘴顶部的垂直距离为 100 ~ 300mm。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的厌氧流化床反应器,其特征在于:所述导流筒直径为完全混合式反应区直径的  $1/3 \sim 1/2$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的厌氧流化床反应器,其特征在于:所述射流喷嘴为管式或盘式。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的厌氧流化床反应器,其特征在于:所述帽罩设置在导流筒正上方 40 ~ 200mm 处。

6. 根据权利要求 1 所述的厌氧流化床反应器,其特征在于:所述厌氧流化床反应器的上段直径是下段直径的 30 ~ 80%。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的厌氧流化床反应器,其特征在于:所述厌氧流化床反应器的上段高度与下段高度比为 1 ~ 3 : 1。

8. 根据权利要求 1 所述的厌氧流化床反应器,其特征在于:所述三相分离器顶部排气口高于反应器溢流堰,两者高度差为 100 ~ 300mm。

## 一种厌氧流化床反应器

### 技术领域

[0001] 本发明属于污水生化处理领域,涉及一种厌氧流化床反应器。

### 背景技术

[0002] 厌氧处理技术由于无需暴气、污泥产量少和可回收沼气而成为国内外普遍关注的节能技术。目前常见的厌氧反应器主要有以下几种:上流式厌氧污泥床反应器(UASB)、厌氧生物滤池(AF)、膨胀颗粒污泥床反应器(EGSB)和内循环反应器(IC)等设备。现今还没有成熟的厌氧流化床在工业生产中得以应用。

[0003] 上流式厌氧污泥床(UASB)反应器在运行过程中,废水通过进水配水系统以一定的流速自反应器的底部进入反应器,由布水器均匀布水,水流依次流经污泥床、污泥悬浮层至三相分离器。UASB反应器中的水流呈推流式,进水与污泥床及污泥悬浮层中的微生物充分混合接触并进行厌氧分解,厌氧分解过程中产生的沼气在上升过程中将污泥颗粒托起,由于大量气泡的产生,引起污泥床的膨胀。反应器中沉淀性能较差的絮体状污泥则在气体的搅拌作用下,在反应器上部形成污泥悬浮层;沉淀性能良好的颗粒污泥则处于反应器的下部形成高浓度的污泥床。随着水流的上升流动,气、水、固三相混合液升至三相分离器中分离。UASB厌氧反应器虽然经过了几十年的发展,但是该反应器由于结构的缺陷,其污泥与废水底物的混合效果不好,传质速率不高,易发生短流现象,不适于处理高悬浮物固体浓度的废水,三相分离器还没有一个成熟的设计方法,且颗粒污泥的培养较困难。

[0004] 厌氧生物滤池(AF)采用生物固定化技术延长SRT,把SRT和HRT分别对待的思想是厌氧反应器发展史上的一个里程碑。其结构和原理类似于好氧生物滤床,厌氧菌在填充材料上附着生长形成生物膜。厌氧滤器一般采用上流式,在负荷较低时,能够取得良好的处理效果,但易发生堵塞,且AF在运行中常出现堵塞和短流现象,且需要大量的填料和对填料进行定期清洗,增加了处理成本。

[0005] 膨胀颗粒污泥床(EGSB)实际上是改进的UASB反应器,不同之处是EGSB采用更大的高径比和增加了出水回流,上升流速高达2.56m/h远大于UASB采用的0.52m/h的上升流速。因此EGSB反应器中的颗粒污泥床处于部分或全部膨化状态,再加上产气的搅拌作用,使进水与颗粒污泥充分接触,传质效果更好,可处理较低浓度的有机废水。EGSB虽然有效地解决了进水短流的现象,然而其动力消耗大,属于单级厌氧反应器,过大的上流速度容易带走厌氧污泥,目前在造纸厂应用时已经发生污泥流失的现象。

[0006] 厌氧内循环反应器(IC)在结构上如同两个UASB反应器上下重叠串联。在底部高复合区,通过三相分离器实现了出水内循环;上部为低负荷区,废水在这里得到进一步处理。IC系统相当于两级UASB工艺的串联运行,处理效果好,出水水质较为稳定。但是IC反应器构造复杂,施工要求高、维修相对困难,另外内循环中泥水混合液的上升还易产生堵塞现象,使内循环瘫痪,处理效果变差。

[0007] 上述这几种反应器都有其各自的缺点,比如应用最广泛的上流式厌氧污泥床反应器由于结构的缺陷,其污泥与废水底物的混合效果不好,传质效率不高,易发生短流现象,

不适于处理高悬浮物固体浓度的废水。

[0008] 中国专利 ZL02282323.9 公开了一种内循环厌氧膨胀床/流化床反应器,其是对现有内循环厌氧反应器的一种改进,其主要技术特点是将气液分离区与第二反应区合建,顶部一部分作为气液分离区;第二反应区不设三相分离器;采用面积更大的环形降流区。该反应器仍然可以形成内循环,但结构大为简化,堵塞问题有效缓解,且载体的引入解决了上升流速较低的问题,使该反应器在性能上优于内循环厌氧反应器,其容积负荷是 UASB 反应器处理同类废水的 4-6 倍,处理啤酒废水等中等浓度有机废水时,容积负荷可达 20kgCOD/(m<sup>3</sup>·d) 左右。但该专利是单一的完全混合式反应器,出水水质难以提高。反应器没有外加动力强化液固传质,反应效率不高。内部结构复杂,没有根本解决反应器堵塞问题。

[0009] 中国专利 ZL200710066797.5 公开了一种厌氧型内循环回流式固定化微生物流化床反应器。反应器本体由下至上依次设有沉淀区、反应区、沉降区,沉降区内设有污泥斗,污泥斗上方设有布水器,布水器上设支撑管,支撑管上端设有反射板,反应区内有固定化微生物填料、内循环回流管,内循环回流管上端设有第一和第二漏斗状挡板,第一漏斗状挡板与反应器本体壁连接处设有三相分离器,通过气室与第二排气管、第二气体转子流量计、第二针阀、水封箱相接,反应器本体外壁设多个取样口,反应器本体上部通过 U 型管与出水管、液体转子流量计、第二截止阀、出水水箱相接,本发明适用于固定化厌氧微生物填料处理污水,能够无动力运行,降解污染物,并可实现高效脱氮,且取样方便。但采用固定填料为生物膜附着生长的载体,传质效率低下。

## 发明内容

[0010] 本发明的目的是提供一种完全混合式与推流式于一体的内外循环兼有的新型上流式厌氧流化床反应器。该反应器以外循环带动内循环,反应器效率大大提高。

[0011] 本发明提供一种厌氧流化床反应器,其特征在于:该厌氧流化床反应器为上细下粗的两段式圆柱体,上、下两段之间通过锥形过渡段连接,厌氧流化床反应器内自下而上依次设有完全混合式反应区和推流式反应区,厌氧流化床反应器底部中心部位设有射流喷嘴,完全混合式反应区内装有填料,射流喷嘴正上方设有导流筒,导流筒通过导流筒支撑件与厌氧流化床反应器连接,导流筒上方设有帽罩,推流式反应区内设有液固分离器,液固分离器上方设有三相分离器,三相分离器通过分离器支撑件与厌氧流化床反应器连接,三相分离器底部设有液体进口,顶部设有气体出口,中上部设有三相分离器出水口,三相分离器出水口通过循环管线依次与循环泵和射流喷嘴连接,进水管线与射流喷嘴连接,厌氧流化床反应器下部设有污泥排放口,上部设有溢流堰和出水口,顶部设有排气孔。

[0012] 本发明进一步特征在于:所述导流筒底部与射流喷嘴顶部的垂直距离为 100 ~ 300mm。

[0013] 本发明进一步特征在于:所述导流筒直径为完全混合式反应区直径的 1/3 ~ 1/2。

[0014] 本发明进一步特征在于:所述帽罩设置在导流筒正上方 40 ~ 200mm 处。

[0015] 本发明进一步特征在于:所述射流喷嘴可以是管式的,也可以是盘式的。

[0016] 本发明进一步特征在于:所述厌氧流化床反应器的上段直径是下段直径的 30 ~ 80%。

[0017] 本发明进一步特征在于:所述厌氧流化床反应器的上段高度与下段高度比为 1 ~

3 : 1。

[0018] 所述完全混合式反应区是指厌氧流化床反应器下段,反应器下段体积大于上段,该反应区用于处理刚进入反应器中有机物浓度较高的污水,该区域是反应器的主要生化反应区。射流喷嘴中的液体以一定的压力和速度喷出,反应器内的固、液两相在液体的提升作用下在反应器内导流筒与帽罩的共同作用下,液液、液固相互传递动能,使得流体在导流筒内外作连续循环运动。导流筒的作用是让流体在反应器内循环起来,通过流体的内循环运动,延长液液、液固之间的接触时间,提高传质效果;帽罩的作用旨在强化流体作循环运动,提高液液、液固之间的传质效果。固体填料是一种聚乙烯材料直径为 10 ~ 30mm,厚度为 10 ~ 30mm 的塑料环,密度接近于水的密度。固体填料悬浮于液体中,微生物可以附着在填料上生长,填料上的生物膜里微生物种类多,能够同时吸收降解多种污染物质,污水中的有机物质被液相微生物与固相生物膜吸收进行代谢反应。另外填料上的生物膜受系统冲击小,对系统稳定处理起重要作用。

[0019] 所述推流式反应区是指反应器上段,该区域以气、液、固三相分离为主,以生化反应为辅,该部分包括液固分离器、三相分离器和溢流堰。上段直径变小旨在提高推流的速率,降低返混的几率,其出水水质优于完全混合式反应区污水水质。液固分离器为口径为 20 ~ 30mm 的一组钢丝网,主要用于拦截底部悬浮填料,进而达到液、固分离的目的。三相分离器是底部为漏斗状内构件,主要用于气体、液体、固体的三相分离。三相分离器顶部排气口略高于反应器溢流堰,两者高度差为 100 ~ 300mm。反应器溢流堰为反应器出水的缓冲构件,使液体均匀溢出。

[0020] 本发明与现有技术相比具有如下有益效果:

[0021] (1) 反应器集完全混合式与推流式为一体,下段完全混合式反应器采用外循环带动内循环,使厌氧微生物填料在导流筒内外做循环式流动,液固两相能够充分的接触反应,大大强化了传质,上段推流式反应器可使绕动的液相趋于平稳,并增加了废水的停留时间,使反应更加彻底,出水更加清澈,达到了净化废水的效果。

[0022] (2) 本发明与传统的固定式填料相比,采用流动式悬浮填料能够使厌氧活性污泥更好的与废水相接触,强化了传质,提高了处理效率,并且微生物附着在填料上不易脱落,有效解决了泥水分离这一问题。

[0023] (3) 本发明反应器下段的完全混合式反应器的直径大于上段推流式反应器的直径,能够使填料在更广阔的区域循环流动,不会出现堵塞、死区等问题,在导流筒顶部设有帽罩,帽罩的作用是促进流体的循环,并且防止部分填料的堆积,排除死区,使反应进行的更加彻底。

[0024] (4) 反应器顶部设有排气孔,能够及时排除厌氧反应产生的沼气,避免反应器内随气体量的增加而产生压力过大的情况发生,以防发生憋压。

[0025] 下面用附图和具体实施方式对本发明作进一步的说明,但并不限制本发明的范围。

[0026] 附图及附图说明

[0027] 图是本发明一种厌氧生物流化床反应器的结构示意图。

[0028] 图中:1- 循环泵,2- 射流喷嘴,3- 填料,4- 导流筒,5- 帽罩,6- 液固分离器,7- 三相分离器,8- 反应器出水口,9- 溢流堰,10- 排气孔,11- 进水管线,12- 循环管线,13- 三相

分离器出水口,15- 分离器支撑件,16- 导流筒支撑件,17- 污泥排放口。

### 具体实施方式

[0029] 如图所示,图为本发明一种厌氧生物流化床反应器的结构示意图。该厌氧流化床反应器为上细下粗的两段式圆柱体,上、下两段之间通过锥形过渡段连接,反应器内自下而上依次设有完全混合式反应区和推流式反应区,厌氧流化床反应器底部中心部位设有射流喷嘴 2,完全混合式反应区内装有填料 3,在射流喷嘴 2 正上方 100 ~ 300mm 处设有导流筒 4,即导流筒 4 的底部与射流喷嘴 2 顶部之间的垂直距离为 100 ~ 300mm。导流筒 4 通过导流筒支撑件 16 与厌氧流化床反应器连接,导流筒 4 正上方 40 ~ 200mm 处设有帽罩 5,推流式反应区内设有液固分离器 6,液固分离器 6 上方设有三相分离器 7,三相分离器 7 通过分离器支撑件 15 与厌氧流化床反应器连接,三相分离器 7 底部设有液体进口,顶部设有气体出口,中上部设有三相分离器出水口 13,三相分离器出水口 13 通过循环管线 12 依次与循环泵 1 和射流喷嘴 2 连接,进水管线 11 与射流喷嘴 2 连接,厌氧流化床反应器下部设有污泥排放口 17,上部设有溢流堰 9 和出水口 8,顶部设有排气孔 10,三相分离器 7 顶部排气口比反应器溢流堰 9 高 100 ~ 300mm。

[0030] 所述射流喷嘴 2 可以是管式的,也可以是盘式的。

[0031] 所述导流筒直径为完全混合式反应区直径的  $1/3 \sim 1/2$ 。

[0032] 所述厌氧流化床反应器的上段直径是下段直径的 30 ~ 80%。

[0033] 所述厌氧流化床反应器的上段高度与下段高度比为 1 ~ 3 : 1。

[0034] 本发明在反应器启动之初,先向反应器底部加入约 5% ~ 60% 的固体填料,固体填料是直径为 10 ~ 30mm,厚度为 10 ~ 30mm 的塑料环,密度接近于水的密度。然后通过进料泵输送细菌生长所必需的营养物质主要是有机化合物、氮化物、磷元素的化合物等,同时输送 1% ~ 10% 的厌氧活性污泥,接种完污泥后对厌氧细菌进行培养、驯化一般需 8 ~ 12 周。培养、驯化期间可以逐步提高污水流量。在日常操作过程中要提供适合微生物生长的适宜的温度 15 ~ 40°C。

[0035] 如图所示,反应器正常运行时,流程如下:

[0036] 污水经由进水管线 11,通过射流喷嘴 2 进入反应器中;外循环污水经由循环管线 12 并通过循环泵 1 的增压再经由射流喷嘴 2 进入反应器。污水以及外循环水进入反应器后以一定的速度(通常液相速度大于 10m/s)和动能带动反应器中的气液固三相物质围绕导流筒 4 作内循环运动。其中流体在导流筒 4 内作向上运动,流体运动至导流筒 4 顶部时在帽罩 5 的作用下强化作向下运动,流体就这样在导流筒 4 内外循环运动。正常运行期间固体填料已经生长一层厌氧微生物膜,在厌氧生物膜与厌氧污泥的降解作用下,有机污染物逐步被微生物分解。在厌氧生化反应过程中不断产生甲烷气体,气体自行溢出最后经由排气孔 10 排出。完全混合式反应区的流体在污水以及循环水连续进入的推力作用下,部分流体经过帽罩 5 与反应器壳体的缝隙作向上运动。流体在液固分离器 6 的作用下固体填料 3 被截流,液体继续作向上运动。污水在推流式反应区与厌氧污泥继续接触、反应。部分污水经溢流堰 9 流出厌氧流化床反应器,部分污水经过三相分离器 7 分离,之后经三相分离器出水口 13 出来,经循环管线 12、循环泵 1 和射流喷嘴 2 进入厌氧流化床反应器,进行循环。当污泥在反应器中的聚集浓度超过 8000mg/l 时,反应器出水口 8 也会携带出大量污泥,为保

证出水质量和维持反应器内微生物系统稳定,需要每 10 ~ 20 天从底部污泥排放口 17 排出约 5%的污泥。

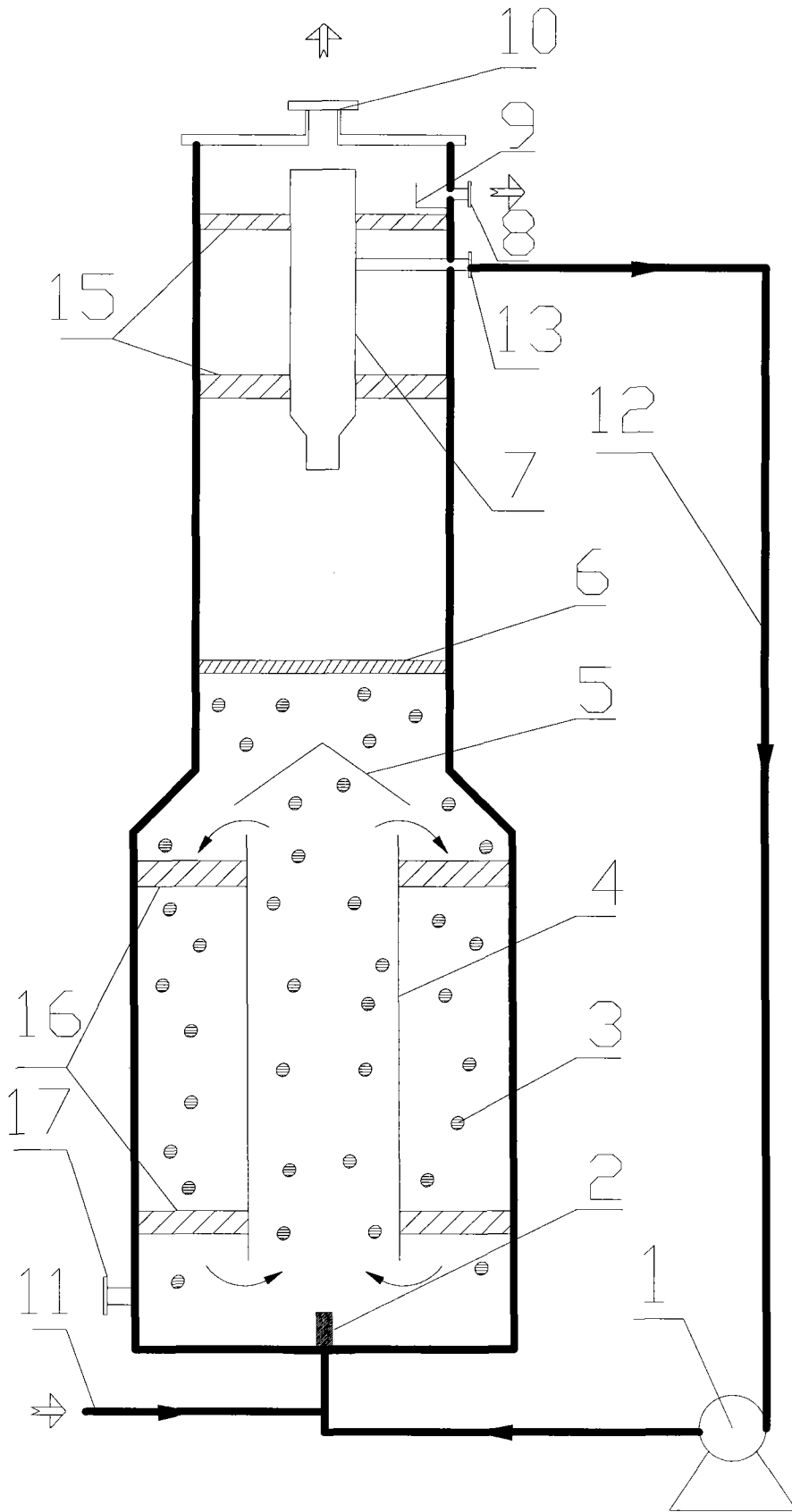


图 1