



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115286104 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 04

(21) 申请号 202210784802.0

(22) 申请日 2022.07.05

(71) 申请人 王凯军

地址 100084 北京市海淀区清华大学环境  
学院904室

申请人 余诚

(72) 发明人 王凯军 余诚

(51) Int.Cl.

C02F 3/30 (2006.01)

C02F 3/34 (2006.01)

C02F 101/10 (2006.01)

C02F 101/16 (2006.01)

C02F 101/30 (2006.01)

C02F 101/38 (2006.01)

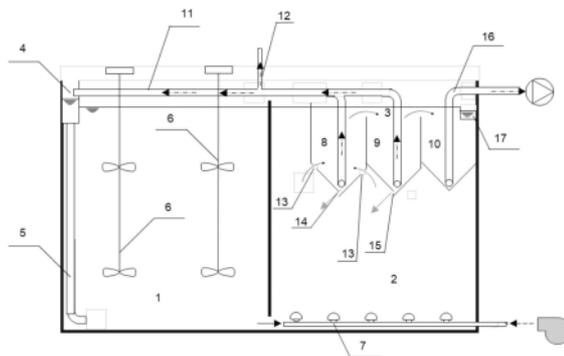
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

## (54) 发明名称

一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统  
系统及工艺

## (57) 摘要

本发明的一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统及工艺,包括缺氧池和好氧池,所述好氧池内设有选择沉淀装置,具有筛选颗粒污泥并淘汰絮状污泥的功能。本发明以基质丰盛-饥饿交替条件下筛选出的聚糖菌、聚磷菌和反硝化聚磷菌等慢速生长的微生物为核心,并通过启动阶段增加选择沉淀装置数量增大剪切力,促进活性污泥的颗粒化。相比于现有技术,本发明可以形成长期稳定的颗粒污泥,污泥沉降性能好,系统污泥浓度更高,污水处理能力增大;可同步去除有机物及氮磷营养物质,出水水质更好;取消了二沉池,更节省占地;省却了硝化液回流,更节省能耗。对污水处理厂现有构筑物进行适当改造后即可实现,基建投资低,有助于现有污水处理厂的提标改造。



1. 一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统,其特征在于:包括缺氧池和好氧池,缺氧池底部和好氧池底部相连通;

所述缺氧池包括缺氧池本体(1)、布水渠(4)、布水管(5)和搅拌装置(6),所述布水渠(4)安装在缺氧池本体(1)内一侧上部并设有布水管(5),所述布水管(5)延伸至缺氧池本体(1)底部;

所述好氧池包括好氧池本体(2)、选择沉淀装置(3)、曝气装置(7)和污泥回流管路(11),所述选择沉淀装置(3)设置于好氧池本体(2)内上部,所述选择沉淀装置(3)内设有好氧颗粒污泥沉淀区和絮状污泥沉淀区(10),所述好氧颗粒污泥沉淀区设有选择沉淀装置进口(13),所述好氧颗粒污泥沉淀区底部设有沉淀区出口;

所述缺氧池的溶解氧浓度控制在 $<0.2\text{mg/L}$ ,溶解氧浓度控制在 $0.5\sim 3.0\text{mg/L}$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统,其特征在于:所述好氧颗粒污泥沉淀区设有一级沉淀区(8)和二级沉淀区(9),在一级沉淀区(8)内沉降性能良好的大颗粒污泥迅速沉降,未沉降的污泥和污水混合液自上流入二级沉淀区(9),在二级沉淀区(9)内沉降性能较好的小颗粒污泥沉降。

3. 根据权利要求2所述的一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统,其特征在于:所述一级沉淀区(8)和二级沉淀区(9)底部为锥形。

4. 根据权利要求1所述的一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统,其特征在于:所述沉淀区出口包括一级沉淀区出口(14)和二级沉淀区出口(15),沉降的好氧颗粒污泥经一级沉淀区出口(14)和二级沉淀区出口(15)回到好氧池。

5. 根据权利要求1或4所述的一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统,其特征在于:所述一级沉淀区出口(14)和二级沉淀区出口(15)处设有污泥回流管路(11),沉降后的颗粒污泥经污泥回流管路(11)回流到缺氧池。

6. 根据权利要求1所述的一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统,其特征在于:所述絮状污泥沉淀区(10)底部为封闭锥形,设有排泥管(16),将沉降的絮状污泥以剩余污泥的形式排出系统。

7. 根据权利要求1所述的一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统,其特征在于:所述搅拌装置(6)均匀设置于缺氧池本体(1)内;所述曝气装置(7)设置于好氧池本体(2)底部。

8. 一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥工艺,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一、接种活性污泥,使缺氧池本体(1)和好氧池本体(2)的污泥浓度(以混合液悬浮固体浓度MLSS计)为 $2\sim 4\text{g/L}$ ,所述缺氧池本体(1)的溶解氧浓度 $<0.2\text{mg/L}$ ,所述好氧池本体(2)溶解氧浓度为 $0.5\sim 3.0\text{mg/L}$ ;

步骤二、污水经布水渠(4)、布水管(5)进入缺氧池本体(1),与缺氧池中泥水混合液混合,在缺氧池内有机物丰盛条件下,微生物分解并释放体内的聚磷酸盐,并将污水中有机物以内碳源的形式储存到体内;

步骤三、完成缺氧池反应后,缺氧池泥水混合液经缺氧池本体(1)底部通道进入好氧池,在好氧池内有机物匮乏、氧气对内扩散受阻,因此好氧颗粒污泥形成外层好氧和内层缺氧/厌氧的微环境,完成同步硝化、内碳源反硝化除磷反应;

步骤四、完成好氧池反应后的好氧池泥水混合液经选择沉淀装置进口(13)进入一级沉

淀区(8),在一级沉淀区(8)内沉降性能良好的大颗粒污泥迅速沉降,未沉降的污泥和混合液自上流入二级沉淀区(9);在二级沉淀区(9)内,沉降性能较好的小颗粒污泥沉降,沉降的颗粒污泥经一级沉淀区出口(14)和二级沉淀区出口(15)回到好氧池本体(2),形成好氧颗粒污泥的好氧池内部循环;沉降的颗粒污泥经污泥回流管路(11)回流至缺氧池布水渠(4),在布水渠(4)内与污水混合后经布水管(5)进入缺氧池本体(1),达到系统循环和维持稳定运行的目的;在二级沉淀区(9)内未沉降的泥水混合液自上流入絮状污泥沉淀区(10),在絮状污泥沉淀区(10)内,沉降的絮状污泥以剩余污泥的形式排出系统,出水进入下一处理单元。

9. 根据权利要求8所述的一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥工艺,其特征在于:所述步骤四中污泥回路管路(11)的回流量为进水量的1~2倍。

10. 根据权利要求8所述的一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥工艺,其特征在于:所述微生物为聚糖菌、聚磷菌和反硝化聚磷菌。

## 一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统及工艺

### 技术领域

[0001] 本发明属于污水处理技术领域,具体而言,涉及一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统及工艺。

### 背景技术

[0002] 我国城镇污水处理厂大多采用活性污泥法,但由于活性污泥法中起作用的絮状污泥沉降速度慢,需要设置较大面积的二沉池才能实现泥水分离,导致占地面积大;其次是微生物硝化、反硝化、释磷、吸磷过程均需要在不同的反应器中完成,需要较大的回流量,导致运营成本高,且效果不佳,往往需要外加有机碳源强化脱氮并外加化学除磷剂强化除磷。此外,近年来,随着我国城镇人口的不断增加,城镇污水处理厂迫切需要进一步提高处理能力,因此现有污水处理厂工艺的升级改造势在必行。

[0003] 与活性污泥相比,好氧颗粒污泥粒径大、沉降速度快,能在较短的时间内实现泥水分离,大幅减小二沉池的占地面积;能形成由外层至内核依次的好氧、缺氧、厌氧微环境,可为不同需氧类型的微生物提供适宜的生长条件,可在一个反应器中实现有机物和氮磷营养物质的同步去除。但目前好氧颗粒污泥的研究与应用主要集中于序批式反应器,运行控制复杂,仅适于处理小水量的场景,而连续流式好氧颗粒污泥工艺更易于运行和控制,且可以通过对污水处理厂现有构筑物进行适当改造得以实现,具有很大的应用市场。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统及工艺,培养得到具有同步去除有机物和氮磷营养物质的好氧颗粒污泥,以解决现有活性污泥工艺存在的反应器运行控制复杂、占地面积大和氮磷去除效率低等问题。

[0005] 为达到以上技术目的,本发明采用的技术方案如下:

[0006] 一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统,包括缺氧池和好氧池,缺氧池底部和好氧池底部相连通;

[0007] 所述缺氧池包括缺氧池本体、布水渠、布水管和搅拌装置,所述布水渠安装在缺氧池本体内一侧上部并设有布水管,所述布水管延伸至缺氧池本体底部;

[0008] 所述好氧池包括好氧池本体、选择沉淀装置、曝气装置和污泥回流管路,所述选择沉淀装置设置于好氧池本体内上部,用于筛选颗粒污泥和淘汰絮状污泥,所述选择沉淀装置内设有好氧颗粒污泥沉淀区和絮状污泥沉淀区,好氧颗粒污泥沉淀区能沉淀性能良好的好氧颗粒污泥,所述好氧颗粒污泥沉淀区设有选择沉淀装置进口,所述好氧颗粒污泥沉淀区底部设有沉淀区出口。

[0009] 所述好氧颗粒污泥沉淀区设有一级沉淀区和二级沉淀区,在一级沉淀区内沉降性能良好的大颗粒污泥迅速沉降,未沉降的污泥和污水混合液自上流入二级沉淀区,在二级沉淀区内沉降性能较好的小颗粒污泥沉降。

[0010] 所述一级沉淀区和二级沉淀区底部为锥形。

[0011] 所述沉淀区出口包括一级沉淀区出口和二级沉淀区出口,好氧颗粒污泥经一级沉淀区出口和二级沉淀区出口进入好氧池。

[0012] 所述一级沉淀区出口和二级沉淀区出口处设有污泥回流管路,沉降后的颗粒污泥经污泥回流管路回流到缺氧池。

[0013] 所述絮状污泥沉降区底部为封闭锥形,设有排泥管,将沉降的絮状污泥以剩余污泥的形式排出系统。

[0014] 所述搅拌装置均匀设置于缺氧池本体内部;所述曝气装置设置于好氧池本体底部。

[0015] 一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥工艺,包括如下步骤:

[0016] 步骤一、接种活性污泥,使缺氧池本体和好氧池本体的污泥浓度(以混合液悬浮固体浓度MLSS计)为2~4g/L,所述缺氧池本体的溶解氧浓度<0.2mg/L,所述好氧池本体溶解氧浓度为0.5~3.0mg/L;

[0017] 步骤二、污水经布水渠、布水管进入缺氧池本体,与缺氧池中泥水混合液混合,在缺氧池内有机物丰盛条件下,微生物分解并释放体内的聚磷酸盐,并将污水中有机物以内碳源的形式储存到体内;

[0018] 步骤三、完成缺氧池反应后,缺氧池泥水混合液经缺氧池本体底部通道进入好氧池,在好氧池内有机物匮乏、氧气对内扩散受阻,因此好氧颗粒污泥形成外层好氧和内层缺氧/厌氧的微环境,完成同步硝化、内碳源反硝化除磷反应;

[0019] 步骤四、完成好氧池反应后的好氧池泥水混合液经选择沉淀装置进口进入一级沉淀区,在一级沉淀区内沉降性能良好的大颗粒污泥迅速沉降,未沉降的污泥和混合液自上流入二级沉淀区;在二级沉淀区内,沉降性能较好的小颗粒污泥沉降,沉降的颗粒污泥经一级沉淀区出口和二级沉淀区出口进入好氧池本体,形成好氧池的内部循环;沉降的颗粒污泥经污泥回流管路回流至布水渠,在布水渠内与污水混合后经布水管进入缺氧池本体,达到系统循环和连续稳定运行的目的;在二级沉淀区内未沉降的污泥和泥水混合液自上流入絮状污泥沉降区,在絮状污泥沉降区内,沉降的絮状污泥以剩余污泥的形式排出系统,出水进入下一处理单元。

[0020] 所述步骤四中污泥回路管路11的回流量为进水量的1~2倍。

[0021] 所述微生物为聚糖菌、聚磷菌和反硝化聚磷菌。

[0022] 本发明的一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统及工艺具有以下特点和有益效果:

[0023] 本发明以基质丰盛-饥饿交替条件下筛选出的慢速生长的微生物为核心,同时通过在启动阶段增加好氧池选择沉淀装置的数量增大剪切力,促进活性污泥的颗粒化,选择沉淀装置具有筛选颗粒污泥、淘汰絮状污泥的功能。缺氧池中有机物丰盛,微生物分解并释放体内的聚磷酸盐,同时将污水中的有机物转化为内碳源储存在体内;好氧池中有机物匮乏,好氧颗粒污泥外层好氧-发生硝化过程、内层缺氧/厌氧-利用内碳源发生反硝化除磷过程,形成强化生物脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统。相比于现有的活性污泥工艺,本工艺可同步去除有机物及氮磷营养物质,出水水质更好;污泥沉降性能更好,系统污泥浓度更高,污水处理能力增大;取消了二沉池,更节省占地;省却了硝化液回流,无需外加碳源及化学除磷剂,更节省能耗;而且对污水处理厂现有构筑物进行适当改造后即可实现,基建投资低,有助于现有污水处理厂的提标改造。

## 附图说明

[0024] 图1为本发明实施例的一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统的结构示意图；

[0025] 图2为本发明实施例的一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统的结构示意图俯视图。

[0026] 图中标号:1为缺氧池本体,2为好氧池本体,3为选择沉淀装置,4为布水渠,5为布水管,6为搅拌装置,7为曝气装置,8为一级沉淀区,9为二级沉淀区,10为絮状污泥沉淀区,11为污泥回流管路,12为气提装置,13为选择沉淀装置进口,14为一级沉淀区出口,15为二级沉淀区出口,16为排泥管,17为出水渠。

## 具体实施方式

[0027] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。

[0028] 如图1和图2所示,本发明的一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统,包括缺氧池和好氧池,缺氧池底部和好氧池底部相连通;

[0029] 所述缺氧池包括缺氧池本体1、布水渠4、布水管5和搅拌装置6,所述布水渠4安装在缺氧池本体1内一侧上部并设有布水管5,所述布水管5延伸至缺氧池本体1底部;

[0030] 所述好氧池包括好氧池本体2、选择沉淀装置3、曝气装置7和污泥回流管路11,所述选择沉淀装置3设置于好氧池本体2内上部,用于筛选颗粒污泥和淘汰絮状污泥,所述选择沉淀装置3内设有好氧颗粒污泥沉淀区和絮状污泥沉淀区10,好氧颗粒污泥沉淀区能沉淀性能良好的好氧颗粒污泥,所述好氧颗粒污泥沉淀区设有选择沉淀装置进口13,所述好氧颗粒污泥沉淀区底部设有沉淀区出口。

[0031] 所述好氧颗粒污泥沉淀区设有一级沉淀区8和二级沉淀区9,在一级沉淀区8内沉降性能良好的大颗粒污泥迅速沉降,未沉降的污泥和污水混合液自上流入二级沉淀区9,在二级沉淀区9内沉降性能较好的小颗粒污泥沉降。

[0032] 所述沉淀区出口包括一级沉淀区出口14和二级沉淀区出口15,一级沉淀区出口14设在所述一级沉淀区8底部;二级沉淀区出口15设在二级沉淀区9底部,沉降的好氧颗粒污泥经一级沉淀区出口14和二级沉淀区出口15回到好氧池。

[0033] 所述一级沉淀区出口14和二级沉淀区出口15处设有污泥回流管路11,沉降后的颗粒污泥经污泥回流管路11回流到缺氧池,污泥回流管路11上设有气提装置12。

[0034] 所述絮状污泥沉淀区10底部为封闭锥形,设有排泥管16,排放剩余污泥的同时选择淘汰絮状污泥。

[0035] 所述搅拌装置6均匀设置于缺氧池本体1内,使缺氧池中污水和颗粒污泥均匀混合。

[0036] 所述曝气装置7设置于好氧池本体2底部,所述曝气装置7不仅实现好氧池内污水和污泥的均匀混合,同时提供适量氧气进一步氧化剩余的有机物和氨氮。

[0037] 所述絮状污泥沉淀区10内设有排泥管16和出水渠17。

[0038] 一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥工艺,包括如下步骤:

[0039] 步骤一、接种活性污泥,使缺氧池本体1和好氧池本体2的污泥浓度(以混合液悬浮

固体浓度MLSS计)为2~4g/L;

[0040] 步骤二、污水经布水渠4、布水管5进入缺氧池本体1,与缺氧池中泥水混合液混合,在缺氧池内有机物丰盛条件下,聚糖菌、聚磷菌和反硝化聚磷菌等慢速生长微生物分解体内的聚磷酸盐,将污水中的有机物以内碳源聚- $\beta$ -羟基烷酸酯的形式储存到体内;

[0041] 步骤三、完成缺氧池反应后,缺氧池泥水混合液经缺氧池本体1底部通道进入好氧池,在好氧池内有机物匮乏、氧气对内扩散受阻,因此好氧颗粒污泥形成外层好氧和内层缺氧/厌氧的微环境,完成同步硝化、内碳源反硝化除磷反应;

[0042] 步骤四、完成好氧池反应后,好氧池泥水混合液进入好氧池内嵌的选择沉淀装置3,选择沉淀装置3具有筛选好氧颗粒污泥并淘汰絮状污泥的功能,筛选的颗粒污泥经沉淀区出口在好氧池内形成内部循环,并设置污泥回流管路将颗粒污泥回流到缺氧池,絮状污泥以剩余污泥的形式排出系统,出水进入下一处理单元继续处理;

[0043] 具体地,完成好氧池反应后的好氧池泥水混合液经选择沉淀装置进口13进入一级沉淀区8,在一级沉淀区8内沉降性能良好的大颗粒污泥迅速沉降,未沉降的污泥和混合液自上流入二级沉淀区9;在二级沉淀区9内,沉降性能较好的小颗粒污泥沉降,沉降的颗粒污泥经一级沉淀区出口14和二级沉淀区出口15进入好氧池本体2,形成好氧池的内部循环;沉降的颗粒污泥经污泥回流管路11回流至缺氧池布水渠4,在布水渠4内与污水混合后经布水管5进入缺氧池本体1,达到系统循环和维持稳定运行的目的;在二级沉淀区9内未沉降的泥水混合液自上流入絮状污泥沉淀区10,在絮状污泥沉淀区10内,沉降的絮状污泥以剩余污泥的形式经排泥管16排出系统,出水经出水渠17排出并进入下一处理单元继续处理。

[0044] 所述步骤四中污泥回路管路11的回流量为进水量的1~2倍。

[0045] 污水通过所述布水渠4和所述布水管5可实现均匀布水,使系统抗冲击负荷能力更强。

[0046] 所述缺氧池的溶解氧浓度控制在 $<0.2\text{mg/L}$ ;所述好氧池曝气强度根据颗粒化情况及出水氨氮与硝氮浓度调节,溶解氧浓度一般控制在 $0.5\sim 3.0\text{mg/L}$ 。

[0047] 在好氧池中,由于大部分有机物在缺氧池被去除,丝状菌等快速生长的微生物生长繁殖被抑制。颗粒污泥中,氧气对内传输受阻无法渗透至颗粒污泥内部,使得颗粒污泥形成独特的外层好氧、内层缺氧/厌氧的微环境,外层好氧条件下污水中的氨氮被氧化成亚硝氮/硝氮,以内层贮存的聚- $\beta$ -羟基烷酸酯为碳源在内层缺氧/厌氧条件下将亚硝氮/硝氮还原为氮气,同时过量吸收污水中的磷,从而实现同步硝化反硝化脱氮和反硝化除磷。

[0048] 在启动初期,好氧池内设置数量较多的选择沉淀装置,一方面减小沉淀负荷,有助于稳定系统的污泥浓度,另一方面更多的沉淀装置会减小好氧池上部截面积和体积,增大好氧池中污泥受到的气泡剪切力和污泥间的碰撞剪切力,加速污泥的颗粒化。系统完成启动后,拆出部分选择沉淀装置回用,方便施工,而且可以节省基建投资。本工艺实现了生化池与沉淀池的有机结合,即省却了传统的二沉池,节省占地面积,又省却了硝化液回流,运行更加节省能耗。

[0049] 综上所述,本发明的一种强化脱氮除磷的连续流好氧颗粒污泥系统及工艺,其核心在于利用丰盛-饥饿理论促进慢速生长微生物的生长,而抑制快速生长微生物的生长,辅以灵活调节的选择沉淀装置促进颗粒化策略。相比于活性污泥法,本发明的方法可以形成长期稳定的颗粒污泥,沉降性能好,系统污泥浓度更高,能增大污水处理能力;能够同步去

除有机物和氮磷营养物质,出水水质更好;取消了二沉池,更节省占地;省却了硝化液回流,无需外加有机碳源和化学除磷剂,更节省能耗;同时,对污水处理厂现有构筑物进行适当改造即可实现,基建投资低。

[0050] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但并不仅仅受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,均包含在本发明的保护范围之内。

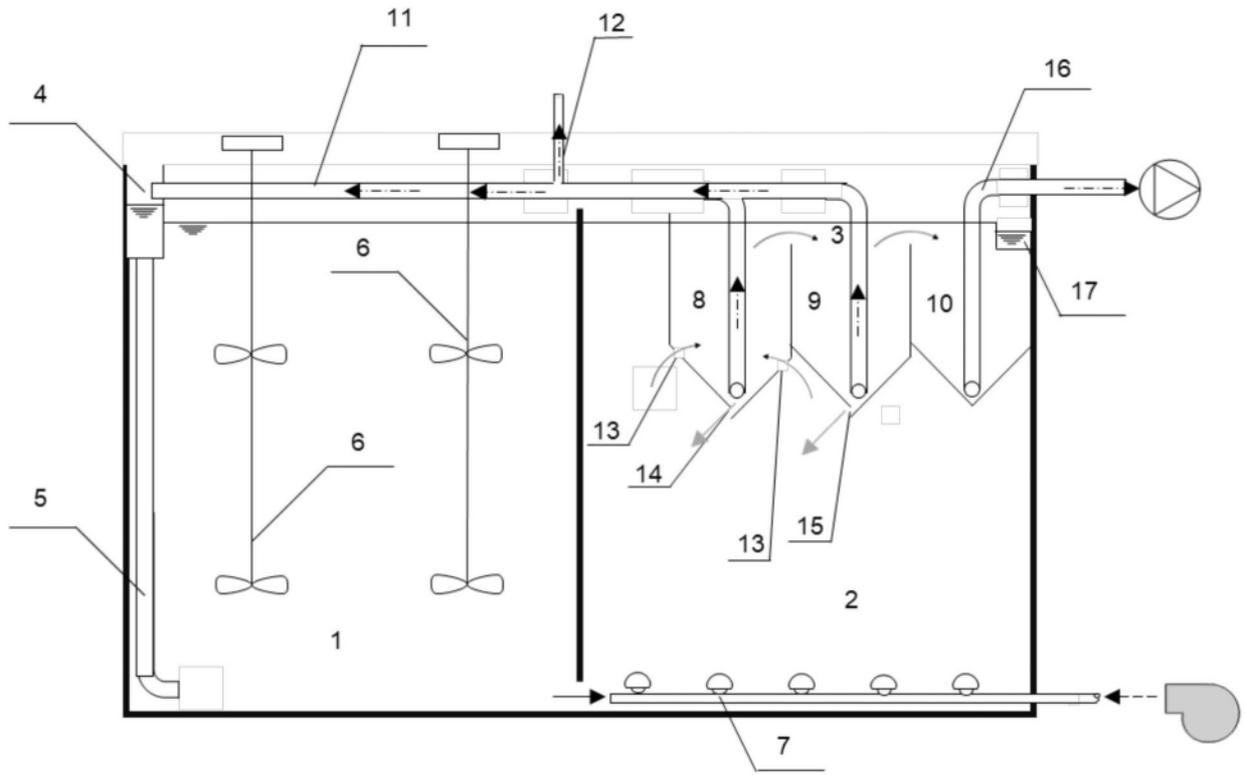


图1

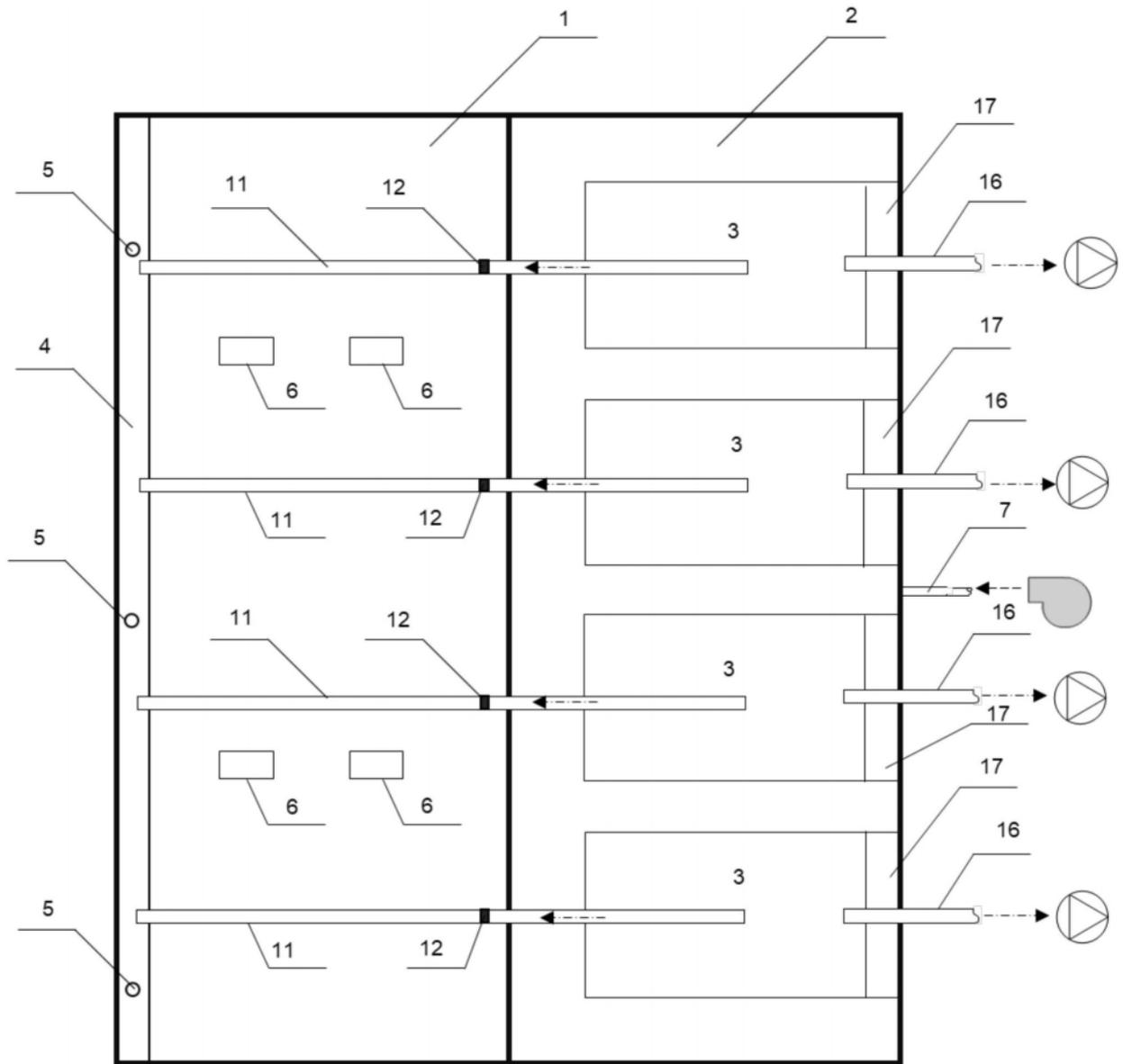


图2