

厌氧颗粒污泥形成的原因分析

黄江华

(广西广业贵糖糖业集团有限公司, 广西 贵港 537100)

摘要 本文对厌氧颗粒污泥形成的原因进行了分析, 首先介绍了厌氧颗粒污泥的定义及其在废水处理中的应用; 其次探讨了影响厌氧颗粒污泥形成的因素, 包括污泥负荷、水力条件、环境因素等; 最后总结了影响厌氧颗粒污泥形成的主要原因, 并提出了相应的解决措施。

关键词 厌氧颗粒污泥; 形成机制; 微生物群落; 废水处理

中图分类号: X172

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)06-0046-03

随着工业化进程的加快和人口增长, 废水处理成为全球环保领域的重要问题。厌氧颗粒污泥是一种在废水处理中常见的生物颗粒, 其优点在于其高效的废水处理性能和生物多样性, 因此备受关注。尽管已经有大量的研究关注厌氧颗粒污泥的形成和应用, 但其形成机制仍不完全清楚。深入探究厌氧颗粒污泥形成的机制, 可以为实现高效的废水处理提供有益的启示。

本文主要通过综合国内外相关文献和实验研究, 分析厌氧颗粒污泥形成的原因, 探讨其形成机制, 并提出进一步研究的方向和建议。

1 厌氧颗粒污泥形成的基本原理

厌氧颗粒污泥是一种在缺氧条件下形成的微生物聚集体, 主要由厌氧细菌、放线菌和真菌等微生物组成。厌氧颗粒污泥的形成需要有一个合适的生境和微生物群落, 其形成过程主要包括以下几个步骤。

1.1 营养物质进入污泥颗粒

在厌氧颗粒污泥反应器中, 营养物质主要来源于废水, 经过调节后加入反应器中。这些营养物质主要包括有机物、氮、磷等元素, 是微生物生长和代谢的必需物质。

1.2 微生物生长和代谢

营养物质进入污泥颗粒后, 微生物开始进行生长和代谢。在这个过程中, 微生物会吸收营养物质, 进行蛋白质、糖类等有机物的分解和氧化, 产生 CO_2 、 H_2O 、 NH_3 、 H_2S 等代谢产物^[1-3]。

1.3 颗粒污泥形成

在微生物的生长和代谢过程中, 由于颗粒污泥内部的生物化学反应和外部的流体力学作用, 使得微生物逐渐形成聚集体, 最终形成厌氧颗粒污泥。

1.4 厌氧颗粒污泥的稳定性

厌氧颗粒污泥的稳定性主要是指其在反应器内部

的沉降速度和分散程度, 以及微生物群落的结构和稳定性。良好的稳定性可以保证厌氧颗粒污泥反应器的高效运行和稳定的处理效果。

2 影响厌氧颗粒污泥形成的因素

2.1 进料水质

进料水质是影响厌氧颗粒污泥形成的重要因素之一。进料水质的变化会对厌氧颗粒污泥的生长和代谢产生影响, 从而影响其形成和性质。进料水质中的有机物质含量、有机物质的种类和浓度、氮磷元素的含量等, 都会影响厌氧颗粒污泥的形成^[4]。当进料水质中的有机物质含量较高时, 厌氧颗粒污泥中的微生物会迅速生长和繁殖, 形成大量的颗粒污泥。但是, 当有机物质的种类和浓度不同、氮磷元素的含量不同时, 会导致厌氧颗粒污泥的性质和形态发生变化。

2.2 水力负荷

水力负荷是影响厌氧颗粒污泥形成的另一个重要因素。水力负荷是指单位时间内进入反应器的废水量, 通常用“水力负荷 ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)”表示。水力负荷的大小直接影响着厌氧颗粒污泥的污染物去除效率和生长速度。当水力负荷过大时, 厌氧颗粒污泥中的微生物群落不能及时消化废水中的有机物质, 导致废水处理效果降低^[5]。当水力负荷过小时, 厌氧颗粒污泥中的微生物群落没有得到充分利用, 生长速度过慢, 反应器的处理能力受到限制。因此, 选择适当的水力负荷对于厌氧颗粒污泥的形成至关重要。

2.3 温度

温度是影响厌氧颗粒污泥形成的另一个重要因素。温度对厌氧颗粒污泥中微生物的代谢活动、微生物群落的结构和生物反应器的运行效率都有很大影响。温度对微生物的代谢速率和生长速率有着直接的影响, 高温下微生物的代谢速率和生长速率加快, 而低温下

则减慢。因此,在厌氧颗粒污泥反应器中,温度的变化会影响微生物的代谢活动和生长速度,从而影响厌氧颗粒污泥的形成和性质。

2.4 pH 值

pH 值是影响厌氧颗粒污泥形成的重要因素之一。微生物在不同的 pH 值下有着不同的生长和代谢特性,而 pH 值的变化会直接影响厌氧颗粒污泥中微生物群落的结构和数量。过低或过高的 pH 值都会影响微生物的生长和代谢,从而影响厌氧颗粒污泥的形成和性质。一般来说,厌氧颗粒污泥的形成需要在 pH 为 6.5–8.0 的范围内进行,这样才能保证厌氧颗粒污泥的形成和稳定性。

2.5 氧气浓度

氧气浓度是影响厌氧颗粒污泥形成的另一个重要因素。氧气可以影响厌氧颗粒污泥中微生物的代谢和生长,高浓度的氧气会破坏厌氧颗粒污泥中微生物群落的结构和稳定性。厌氧颗粒污泥是在缺氧或微氧的条件下形成的,氧气浓度过高会导致厌氧颗粒污泥中的微生物被氧化,从而影响反应器的处理效率和污泥颗粒的形成。

2.6 水质 pH

水质 pH 也是影响厌氧颗粒污泥形成的重要因素之一。水质 pH 的变化会影响微生物的代谢和生长,从而影响厌氧颗粒污泥的形成和性质。当水质 pH 偏低时,微生物代谢减缓,甚至死亡,会导致厌氧颗粒污泥的形成难度增加;而当水质 pH 偏高时,微生物代谢加快,可能会导致微生物群落的结构和稳定性受到影响,从而影响厌氧颗粒污泥的形成和性质。因此,维持适宜的水质 pH 对于厌氧颗粒污泥的形成非常重要。

2.7 基质浓度

基质浓度也是影响厌氧颗粒污泥形成的重要因素之一。基质是微生物生长和代谢的必需物质,其浓度的变化会直接影响微生物的生长和代谢速率。过高或过低的基质浓度都会影响厌氧颗粒污泥中微生物的代谢和生长,从而影响厌氧颗粒污泥的形成和性质。过低的基质浓度会导致微生物的代谢速率降低,从而影响厌氧颗粒污泥的形成;而过高的基质浓度则可能导致微生物过度生长,从而影响厌氧颗粒污泥的稳定性。

2.8 氮磷含量

氮磷含量也会对厌氧颗粒污泥的形成和性质产生影响。氮、磷是微生物生长和代谢的必需元素,其含量的变化会直接影响微生物的生长和代谢速率。如果缺乏氮、磷等必需元素,微生物代谢速率将受到限制,从而影响厌氧颗粒污泥的形成和性质。因此,在厌氧

颗粒污泥反应器的运行过程中,需要注意调节氮磷含量,以保证微生物的正常生长和代谢。

2.9 操作条件

操作条件也是影响厌氧颗粒污泥形成的重要因素之一。在反应器内,操作条件包括搅拌速度、进水量、进水方式、循环比等。这些操作条件的变化会影响废水的混合情况、微生物的生长和代谢、反应器内部气体和液体的分布情况等,从而影响厌氧颗粒污泥的形成和稳定性。

2.10 其他因素

除了上述因素外,还有一些其他因素也会影响厌氧颗粒污泥的形成和稳定性,例如厌氧污泥中的微生物群落结构、废水中的抑制物质和毒性物质等。这些因素的存在会影响微生物的生长和代谢,从而影响厌氧颗粒污泥的形成和稳定性。因此,在设计和运行厌氧颗粒污泥反应器时,需要综合考虑这些因素,制定合理的工艺参数和操作策略,以保证厌氧颗粒污泥的形成和稳定性。

3 解决厌氧颗粒污泥形成问题的措施

由于厌氧颗粒污泥的形成和稳定性受到许多因素的影响,因此需要综合考虑各种因素,采取多种措施来解决厌氧颗粒污泥形成问题。本节将从提高废水水质、控制厌氧池操作条件、调整反应器结构等方面介绍解决厌氧颗粒污泥形成问题的措施。

3.1 提高废水水质

废水水质是影响厌氧颗粒污泥形成的重要因素之一。因此,提高废水水质是解决厌氧颗粒污泥形成问题的有效措施之一。具体措施如下:

(1) 对废水进行预处理。采用适当的预处理技术,如调节废水的 pH 值、提高废水的温度、增加废水中的碳源和氮源等,可以有效地提高废水的水质,为厌氧颗粒污泥的形成提供优良的条件。(2) 选择合适的废水处理工艺。不同的废水处理工艺对水质要求不同,因此在选择废水处理工艺时,应综合考虑废水水质、工艺效果、成本等因素,选择最适合的废水处理工艺。

3.2 控制厌氧池操作条件

良好的厌氧颗粒污泥形成需要适宜的操作条件,如温度、pH 值、厌氧池水力停留时间等。控制厌氧池操作条件是解决厌氧颗粒污泥形成问题的重要措施之一。具体措施如下:

(1) 控制厌氧池温度。良好的厌氧颗粒污泥形成需要适宜的温度。一般来说,厌氧池温度应在 30℃–35℃ 之间。如果厌氧池温度过高或过低,就会影响微生物的生长和代谢,从而影响厌氧颗粒污泥的形成和

稳定性。(2)调节厌氧池pH值。良好的厌氧颗粒污泥形成需要适宜的pH值。一般来说,厌氧池pH值应控制在6.8-7.2之间。如果pH值过高或过低,会影响微生物的生长和代谢,从而影响厌氧颗粒污泥的形成和稳定性。(3)控制厌氧池水力停留时间。良好的厌氧颗粒污泥形成需要适宜的水力停留时间。一般来说,厌氧池水力停留时间应控制在4-6小时之间。如果水力停留时间过长或过短,都会影响厌氧颗粒污泥的形成和稳定性。(4)调整反应器结构。良好的反应器结构可以提供厌氧颗粒污泥的生长和稳定的环境,是解决厌氧颗粒污泥形成问题的重要措施之一。具体措施如下:

(1)增加氧化还原电位梯度。通过增加反应器底部的氧化还原电位梯度,可以促进厌氧颗粒污泥的形成。(2)增加填料表面积。填料表面积的增加可以提高污水的接触面积,增加微生物附着的机会,有利于厌氧颗粒污泥的形成。(3)调整气液比。适当增加气液比,可以增加氧气的供应,有利于厌氧颗粒污泥的形成和稳定。(4)优化厌氧反应器的结构。优化厌氧反应器的结构,如增加搅拌器的数量和转速、调整反应器的倾斜角度等,可以改善污水的混合均匀度和气液分布均匀度,有利于厌氧颗粒污泥的形成和稳定。

3.3 优化微生物种群结构

厌氧颗粒污泥的形成和稳定性与微生物种群结构密切相关。因此,优化微生物种群结构是解决厌氧颗粒污泥形成问题的重要措施之一。具体措施如下:

(1)添加助磷剂。通过添加助磷剂,可以增加污水中磷的含量,从而促进磷酸盐积累菌的生长,有利于厌氧颗粒污泥的形成。(2)添加特定微生物。通过添加特定微生物,如产氢菌、酸菌等,可以促进厌氧颗粒污泥的形成和稳定,提高反应器的处理效果。(3)优化外源菌的添加方式。外源菌的添加可以改变微生物种群结构,有利于厌氧颗粒污泥的形成和稳定。但是,外源菌的添加方式也很重要。一般来说,应将外源菌分批添加,并逐渐增加外源菌的添加量,以避免外源菌与原有微生物竞争资源,影响厌氧颗粒污泥的形成和稳定。

3.4 其他措施

除了上述措施外,还有一些其他的措施也可以帮助解决厌氧颗粒污泥形成问题。具体措施如下:

(1)控制反应器温度。厌氧颗粒污泥的形成和稳定性与温度密切相关。通常情况下,厌氧反应器的温度应控制在35℃左右,过高或过低都会影响厌氧颗粒污泥的形成和稳定。(2)添加营养物质。通过添加适量的营养物质,如氮源、磷源等,可以提高微生物的

营养水平,有利于厌氧颗粒污泥的形成和稳定。(3)加强污泥的反应器内循环。加强污泥的反应器内循环,可以增加厌氧颗粒污泥的接触和附着机会,有利于厌氧颗粒污泥的形成和稳定。(4)定期清理反应器。定期清理反应器,清除杂质和过多的污泥,有利于厌氧颗粒污泥的形成和稳定。

厌氧颗粒污泥的形成和稳定是一个复杂的过程,受到多种因素的影响。要解决厌氧颗粒污泥形成问题,需要从多个方面入手,综合运用各种措施。通过对厌氧颗粒污泥形成机理和影响因素的深入研究,可以为解决厌氧颗粒污泥形成问题提供理论和实践依据,促进废水处理技术的发展和應用。

4 结论与展望

厌氧颗粒污泥是一种具有高效处理能力和稳定性的生物污泥,在废水处理领域得到了广泛应用。厌氧颗粒污泥的形成和稳定性受到多种因素的影响,包括废水性质、反应器运行条件、微生物种群结构等。为了解决厌氧颗粒污泥形成问题,需要从多个方面入手,综合运用各种措施,包括改善废水水质、控制反应器运行条件、调节微生物种群结构等。通过对厌氧颗粒污泥形成机理和影响因素的深入研究,可以为解决厌氧颗粒污泥形成问题提供理论和实践依据,促进废水处理技术的发展和應用。

未来,应继续深入研究厌氧颗粒污泥的形成机理和影响因素,探索更加有效的解决措施,提高厌氧颗粒污泥的形成和稳定性,进一步提高废水处理的效率和质量。同时,可以结合新技术、新材料和新方法,发展更加高效、环保的厌氧颗粒污泥废水处理技术,为保障人类健康和环境可持续发展做出更大的贡献。

参考文献:

- [1] 廉静,赵大密,王振毅,等.厌氧氨氧化反应器启动特性及基质比优化调控[J/OL].安全与环境学报,2023-03-02:1-9.
- [2] 邓玲玲,陶声荣,沈洋,等.厌氧颗粒污泥工艺高效处理制药废水[J].化工设计通讯,2023,49(01):212-214.
- [3] 李新娟,宿程远,王晴,等.天冬氨酸对低温条件下厌氧颗粒污泥处理污水的强化研究[J].环境科学学报,2023,43(05):163-173.
- [4] 吴绪军,鲁雷震,马里千,等.厌氧反应器中颗粒污泥的培育及应用研究进展[J].中国生物工程杂志,2022,42(11):140-154.
- [5] 吕永涛,王重阳,鞠恺,等.厌氧氨氧化颗粒污泥内部原位生物活性与 N_2O 产生特性[J].中国环境科学,2023,43(04):1582-1589.