

上流式厌氧污泥床工艺处理木薯淀粉废水试验*

Wastewater Treatment of Caysava Starch with Upflow Anaerobic Sludge Blanket

郑 玉,刘康怀

Zheng Yü, Liu Kanghuai

(桂林工学院资源与环境工程系,广西桂林 541004)

(Dept. of Resource & Envi. Engi., Guilin Univ. of Tech., Guilin, Guangxi, 541004, China)

摘要:在实验室内采用上流式厌氧污泥床(UASB)反应器处理南宁市明阳淀粉厂的木薯淀粉废水。结果表明,UASB反应器处理COD浓度低于8000mg/L的淀粉废水时,COD去除率为70%~80%,容积负荷能达到每天11kgCOD/(m³·d)。UASB反应器处理木薯淀粉废水是无能耗、基建投资少的废水处理工艺。

关键词:废水 木薯淀粉 上流式厌氧污泥床 试验

中图分类号:X703.1 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2005)03-0155-03

Abstract: An Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) is adopted in lab to treat starch wastewater collected from a cassava starch factory in Nanning. The results show that COD can be dropped by 70%~80% in the UASB reactor when the COD is under 8000mg/l in the wastewater. The working load is up to 11kgCOD/(m³·d) per day. This process has advantages of low invest and low energy consumption.

Key words: wastewater, cassava starch, upflow anaerobic sludge blanket, experiment

上流式厌氧污泥床(UASB)反应器具有结构简单、厌氧消化效率高的特点,被广泛地应用于多种工业有机废水的处理中^[1,2]。广西木薯淀粉生产周期短(一般为3~4个月),废水日排放量很大,废水中有有机物浓度高,长期得不到治理。为此,作者在实验室内采用UASB反应器,在中温条件下,对南宁市明阳淀粉厂的木薯淀粉废水进行处理,考察反应器的工况和效能,并对影响运行效果的因素进行分析,为淀粉生产废水处理提供理论参考。

1 淀粉废水的来源和研究方法

1.1 试验用水

本次试验的试验用水取自南宁市明阳淀粉厂沉淀池出水。废水中化学需氧量(COD)6611mg/L,悬浮物浓度(SS)689mg/L,SO₄²⁻89.9mg/L,COD/SO₄²⁻偏高,还含有毒性物质CN⁻(2.25mg/L)。废水的pH值4.2,废水中氨氮、总磷等营养物质的含

量能满足生物处理的要求。为了保证试验运行稳定,在废水进入UASB反应器之前进行了预处理和驯化,防止木薯皮等粗大颗粒进入系统引起堵塞和消除CN⁻的毒性。

1.2 试验装置

UASB反应器^[3]有效容积11.5L,总高度是1000mm,外设加热层,自上而下有5个取样口,对反应过程进行实时监测。反应器置于保温箱内,电加热,温度控制在38℃左右。见图1。

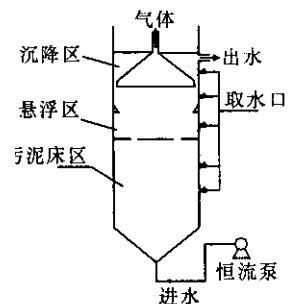


图1 UASB反应器装置

1.3 试验方法

UASB反应器的运行分为污泥驯化期、负荷提高期、稳定运行期和冲击负荷期^[4,5]。

污泥驯化期用桂林漓泉啤酒厂的厌氧颗粒污泥作为种泥,污泥淘洗后进入UASB反应器,其中颗

收稿日期:2005-01-22

修回日期:2005-05-18

作者简介:郑玉(1975-),女,四川人,硕士研究生,主要从事水污染控制工程研究。

*广西科学研究与技术开发计划(桂科攻0330011-1)资助项目;科学技术部西部专项资助(2003BA901A07)项目。

粒污泥约占整个 UASB 反应器容积的 1/3。此阶段采取低浓度低流量进料,淀粉废水进入反应器之前加石灰水调节进水 pH 值。为以后提高负荷奠定良好的基础,本阶段控制进水浓度为 2200~2700mg/L,最大进水容积负荷为 2.33 kgCOD/(m³·d)。

负荷提高期采用提高进水流量和进水 COD 浓度的方式提高反应器的负荷。进水 COD 浓度 2446~4854mg/L,有效容积负荷增加到 5.1kgCOD/(m³·d),水力停留时间为从 27.6h 变化到 8.4h 时。

稳定运行期的进水 COD 浓度 5000~8000mg/L,容积负荷上升到 11.26kgCOD/(m³·d),出水 COD 保持在 2300mg/L 以下。

冲击负荷期分别进行 pH 值冲击负荷试验、容积负荷试验和停开车试验,以考察 UASB 反应器对低 pH 值废水的缓冲能力、承受负荷的能力和反应器重新启动效果的恢复情况。pH 值冲击负荷试验是在 UASB 反应器达到稳定运行阶段后,对废水不作任何酸碱处理直接进入反应器。容积负荷试验是人为加大运行负荷,进行冲击负荷试验。停开车试验是反应器在稳定运行一段时间后,停止运行 8d,然后重新启动,进水浓度为 4300 mg/L 左右,进水量从 25L/d 变化到 30L/d。

1.4 分析项目测定方法

COD 用重铬酸钾滴定法测定,每天 1 次,有时按运行需要加测 1~2 次。

pH 值用酸度仪测定,每 3h 测定 1 次。

总悬浮物浓度(TSS)和按挥发性悬浮物浓度(VSS)用标准重量法测定,按运行需要确定测定次数。

按挥发性脂肪酸(VFA)用滴定法测定,按运行需要确定测定次数。

2 试验结果和分析

2.1 UASB 污泥驯化期

污泥驯化期的第 4 天,进水 COD 去除率为 32.19%,反应器内 pH 值为 7.39,COD 容积负荷达到 0.78 kgCOD/(m³·d)。第 6 天,取反应器内水样,发现有明显臭味,测得水样 pH 值为 6.5 以下,挥发性脂肪酸浓度为 1140mg/L。第 8 天,取反应器水样,有强烈的酸臭味,pH 值降到 5.74,初步判断反应器内碱度偏低,缓冲能力不足,造成游离态挥发酸的不断积累,为防止酸化,以尽早促进甲烷菌活性恢复,暂停进水 1d,加入石灰水以提高反应器的碱度,促进活性的恢复。到第 15 天,测得反应器内 pH

值为 6.5 以上,酸臭味基本消失,但出水 VFA 仍达到 720mg/L,COD 去除率有所上升。第 17 天,反应器内 pH 值为 6.9,无酸臭味,COD 去除率达到 68.75%,可以认为反应器恢复正常,污泥活性有所恢复。第 20 天,反应器内 pH 值提高到 7.0 以上,COD 去除率达到 72.11%,产气明显,污泥活性恢复。此阶段反应器进出水 COD 变化情况见图 2。图 2 结果表明,选用的接种污泥是适宜的,可以认为污泥已经适应了木薯淀粉废水的水质。

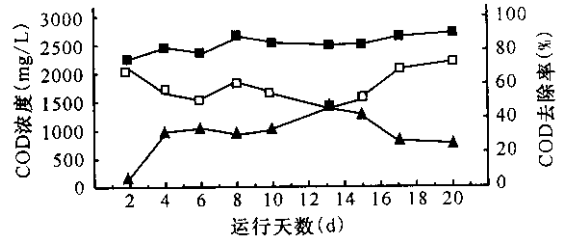


图 2 驯化期 UASB 进出水 COD 变化
—■—: 进水 COD 浓度; —□—: 出水 COD 浓度; —▲—: COD 去除率。

2.2 负荷提高期

反应器运行到第 48 天时,发现了肉眼可见的小颗粒污泥,直径在 0.1~0.2mm 之间,形状呈小球状,与周围的水环境分界明显。说明反应器已经进入污泥的颗粒化阶段。从图 3 可以看出,COD 的去除率趋势随着容积负荷的提高而增加,此时反应器运行稳定,各方面指标都正常。

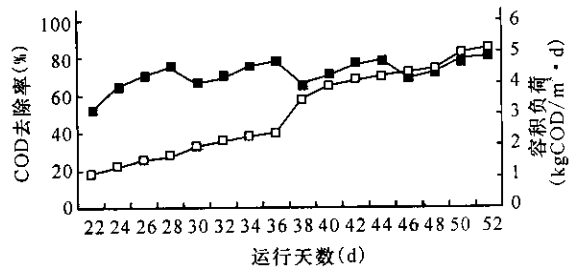


图 3 提高负荷期容积负荷与 COD 去除率的关系
—■—: COD 去除率; —□—: 容积负荷。

2.3 稳定运行期

从图 4 可以看出,在稳定运行期,反应器对浓度的变化适应很快,当进水 COD 浓度在 8000mg/L 左右时,去除率稳定在 75% 左右,运行比较稳定。

2.4 冲击负荷期

2.4.1 pH 值冲击负荷试验

从表 1 可以看出,随着甲烷活性的恢复,酸代谢能力不断提高,并且随着蛋白质分解过程中的产氨作用,消化系统的碱度超过 3000mg/L,系统自身碱度也不断增强,厌氧体系酸碱平衡自我调节机制逐渐增强,进水 pH 值可以保持稳定的状态,因此,外加碱源可以基本省去。

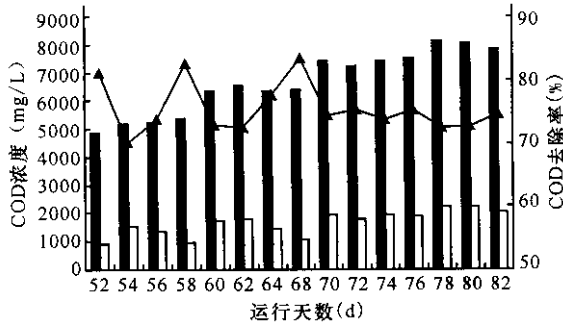


图4 稳定运行期进出水 COD 变化

■: 进水 COD 浓度; □: 出水 COD 浓度; ▲: COD 去除率。

表1 进水 pH 值变化时反应器运行情况

监测时间	COD(mg/L)		COD 去除率(%)	pH 值	
	进水	出水		反应器	进水
2003-3-22	6125	1329	78.3	7.82	5.25
2003-3-23	5358	1340	75.0	7.68	4.87
2003-3-24	7025	1721	75.5	7.74	5.95
2003-3-25	6857	1467	78.6	7.58	5.43

2.4.2 容积冲击负荷试验

冲击负荷试验的进水负荷在 4d 内,由 9.84 kgCOD/(m³·d) 提高到 14.67 kgCOD/(m³·d), COD 去除率由 78.6% 下降到 58.7%,但是从反应器的运行状态看,出水 pH 值由 7.62 降为 7.29,但仍属于厌氧消化的正常范围。说明反应器在生物量、生物活性一定的条件下,负荷有一定限值,超过该限值,将会导致运行效果下降,消化液 pH 值降低。如果继续提高反应器运行负荷,最终可达到不可承受的程度,使消化体系“酸败”。

2.4.3 停开车试验

UASB 反应器重新启动运行到第 4 天, COD 去除率达到 78.6%,有效容积负荷达到 7.73 kgCOD/(m³·d)。到第 8 天,当进水流量增加到 33L/d 时,有效容积负荷达到 10.23 kgCOD/(m³·d)。说明使用颗粒污泥作为种泥大大缩短了重新启动的时间,能够适应木薯淀粉生产季节短的特点。

3 讨论

3.1 污泥情况

本次试验未形成大的新颗粒污泥,只有少量直径为 0.1~0.2mm 左右的颗粒污泥,原因可能是 UASB 反应器的高径比小,造成流速过小。文献[6]报道,UASB 在上升流速为 0.05~0.1m/h 时最容易产生水力分级,有利于颗粒污泥形成。本次试验中 UASB 的上升流速最大只有 0.04m/h。

3.2 启动和运行中的影响因素

UASB 反应器高负荷、高效率运行的关键是能有沉淀性能好、活性高的厌氧颗粒污泥,反应器在启

动和运行中应注意以下影响因素。(1)废水性质,由于淀粉废水呈酸性,会使厌氧过程受到压抑,因此在启动初期应将进水 pH 值调到 7 以上,随着污泥的增长逐步驯化,可以通过系统的自我调节实现酸碱度之间的平衡,省去碱源。(2)碱度,厌氧体系中,碱度表明了反应体系的缓冲能力,如碱度低,体系缓冲能力小,VFA 的变化对体系 pH 值影响较大,因此足够的碱度是维持体系 pH 值基本稳定的保证。碱度一般应在 3000mg/L 以上。(3)环境条件,由于厌氧菌的活性受到温度影响比较大,因此温度的波动在 1℃ 以内。(4)UASB 不适宜处理悬浮物浓度高的废水,淀粉废水悬浮物含量高,若直接进入反应器,在底部污泥区会使污泥黏结在一起,影响厌氧污泥与废水混合接触,使系统的负荷承载力降低,同时,在出水区会出现污泥漂浮、流失。(5)应注意对出水 VFA 的监测,因为对于 VFA 和 pH 值来说,VFA 是一个更为敏感的指标,更能反应反应器的运转情况,而 pH 值有一定的滞后性。

3.3 UASB 反应器的经济效益

本次试验结果表明,UASB 反应器的进水浓度低于 8000mg/L 时,废水中 COD 去除率为 70%~80%,容积负荷能达到 11kgCOD/(m³·d),加上 UASB 反应器不需要曝气,属于无能耗工艺,可减少基建投资。按耗电等计算,处理每吨水运行费用 0.2 元,如果去除每 kgCOD 产生 0.42L 沼气,每天产生约 8000m³ 沼气,沼气中甲烷含量约为 60%,热值 5500 kcal,沼气大约每立方米 0.6 元,两项相抵,处理每吨废水的赢利为 0.40 元。用 UASB 反应器处理废水有很明显的经济效益。

参考文献:

- [1] Young J, McCarty P J. Treatment of domestic strength wastewater with anaerobic hybrid reactors [J]. Water Pollute Control Fed, 1969, (4L): 160-173.
- [2] Lettinga G. Use of the Upflow Sludge Blanket (UASB) reactor concept for biological wastewater treatment [J]. Biotechnol Bioengin, 1980, 22: 699-734.
- [3] 刘忠生, 辛亮明, 王贤清, 等. 上流式厌氧污泥床——滤层反应器处理精对苯二甲酸废水液体流态及基质降解动力学研究 [J]. 石油学报 (石油化工), 1996, 12(4): 13-19.
- [4] 周律. 厌氧生物反应器的启动及其影响因素 [J]. 工业水处理, 1996, 16(5): 1-3.
- [5] 刘立凡. UASB+AF 处理高浓度涤纶废水的生产性试验研究 [J]. 广东工业大学学报, 2002, 19(2): 56.
- [6] 钱易. 现代废水处理技术 [M]. 北京: 中国科技出版社, 1993.

(责任编辑: 邓大玉 韦廷宗)