

UASB 处理高浓度糖蜜酒精废液的研究进展

刘 琴¹, 张敬东¹, 李捍东², 李长征¹

(1. 武汉大学资源与环境科学学院, 湖北 武汉 430072 2. 中国环境科学研究院, 北京 100012)

摘要: 糖蜜酒精废液是以糖蜜为原料, 经发酵后醪液在初馏塔蒸馏出酒精后排放的废液, 含硫酸根、氯根、固体悬浮颗粒等, 具有水量大, 腐蚀性强, 色度高, BOD, COD 含量高等特点, 直接排放不仅浪费资源, 还严重污染环境。UASB 工艺被广泛应用于高浓度糖蜜酒精废液处理, 效果优良、经济效益显著。采用 UASB 处理高浓度糖蜜酒精废液的工艺研究正向单相 UASB 反应器、两相 UASB 反应器、UASB+ 氧化塘、UASB+AF、UASB+PSB、UASB+ 接触氧化池、UASB+SBR 等工艺发展。(孙悟)

关键词: UASB; 糖蜜酒精废液; 废水处理; 研究进展

中图分类号: TS262.2; TS261.4; X797 文献标识码: D 文章编号: 1001-9286(2005)11-0095-04

Research Progress in the Treatment of High-concentration Molasses Alcohol Slops by UASB

LIU Qin¹, ZHANG Jing-dong¹, LI Han-dong² and LI Chang-zheng¹

(1. School of Resource & Environmental Science of Wuhan University, Wuhan, Hubei 430072;

2. Chinese Research Academy of Environmental Science, Beijing 100012, China)

Abstract: Molasses alcohol slops is a kind of high-concentration wastewater discharged through primary distillation tower. The slops contained sulfate radical, chlorine radical and solid suspension etc. and had the characteristics such as large water amount, strong erosion capability, high colority, and high BOD and COD content etc. Direct drainage of the slops could not only waste the resources but also cause serious environmental pollution. UASB was used widely in the treatment of the slops, which had satisfactory performance and could produce considerable economic benefits. The present research on UASB included positive single phase UASB reactor, double phases UASB reactor, UASB+ oxide sugar, UASB+AF, UASB+PSB, UASB+ contact oxidation pit, and UASB+SBR etc. (Tran. by YUE Yang)

Key words: UASB; molasses alcohol slops; wastewater treatment; research progress

酒精是重要的基础化工原料, 广泛应用于生活的各个方面, 同时它又是一个污染严重的行业, 我国每年排放糖蜜酒精废液近 200 万吨。若不加处理直接排放, 不仅浪费资源, 而且污染十分严重。目前国内糖厂对其治理基本上未能达标, 也未能做到能源回收, 随着环保部门对工厂排污要求日趋严格, 对这类废水的处理也越加重视。UASB 反应器是一种高效的厌氧装置, 对糖蜜酒精废液中的主要成分糖、醇、有机酸等有良好的降解作用, 因此被广泛应用于此类废水的处理中。

1 糖蜜酒精废液的水质特点

糖蜜酒精废液是以糖厂副产品糖蜜为原料, 经发酵后醪液在初馏塔蒸馏出酒精后排放的废液, 具有以下水

质特点: 水量大, 每生产 1 t 酒精约排放 15 t 废水; 腐蚀性强, 一般 pH 值 4.0~4.8, 含硫酸根、氯根等; 色度高, 含有类黑色素, 难以物化生化去除^[1]; 可生化性好, BOD 为 $5.7 \times 10^4 \sim 6.7 \times 10^4$ mg/L^[2]; COD 含量高, 可达到 $1.0 \times 10^5 \sim 1.3 \times 10^5$ mg/L, 是其他工业废水的数十倍, 甚至 100 多倍, 包括悬浮固体 (SS 为 10.8~82.4 mg/L), 溶解性 COD 和胶体等, 是一种高浓度的有机废水。

2 UASB 反应器及其工作原理

国内对糖蜜酒精废液的生化治理方法主要有引田灌溉法、浓缩法、氧化塘法、厌氧法、厌氧-好氧法等, 厌氧法是目前应用最广泛的方法之一^[3]。在高效厌氧处理系统中, UASB 工艺被广泛应用于大规模的生产装置

收稿日期: 2005-07-08

作者简介: 刘琴 (1981-), 女, 在读硕士, 研究方向: 水污染控制工程。

上,运行实践表明一般处理效果优良,经济效益显著^[1]。

升流厌氧污泥床 (upflow anaerobic sludge blanket) 简称 UASB 反应器,是基于微生物固定化原理发展起来的第二代废水厌氧处理反应器。基本结构见图 1。废水由反应器的底部进入,以一定的流速向上流动,由于厌氧过程产生的大量沼气的搅拌作用,废水与污泥充分混合,有机质被吸附分解,所产沼气经由反应器上部三相分离器的集气室排出,含有悬浮污泥的废水进入三相分离器的沉降区,沉淀性能良好的活性污泥经沉降面返回反应器主体部分,从而保证了反应器内高的污泥浓度,最后含有少量较轻污泥的废水从反应器上方排出^[5]。

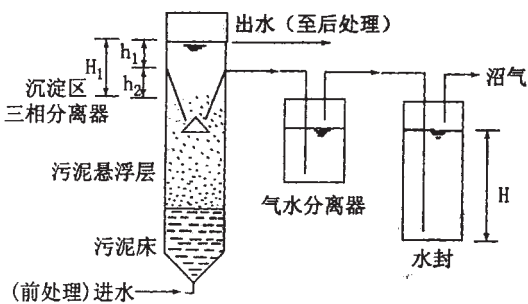


图 1 UASB 反应器结构

UASB 反应器有其他厌氧工艺不可比拟的优点,可实现污泥颗粒化,固体停留时间长达 100 d,气、固、液分离实现一体化,因而具有很高的处理能力和处理效率,适合于糖蜜酒精废液这种高浓度有机废水的处理^[3]。

3 UASB 反应器处理糖蜜酒精废液的工艺研究现状

3.1 单相 UASB 反应器

单相 UASB 反应器处理糖蜜酒精废水多用于实验室研究,一般 COD 去除率不高。Harada 等研究表明^[6],UASB 有机负荷达 $28 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{d}$,COD 去除率 39%~60%,BOD 去除率达 80%以上。中国环科院与广西必佳公司合作,进行了用 UASB 技术处理糖蜜酒精废液的中试,15 d 即完成启动阶段,运行负荷稳定在 $40 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{d}$,去除率 50%左右,产气率为 $0.457 \text{ m}^3/\text{kg COD}$ 。

3.2 两相 UASB 反应器

两相 UASB 反应器根据参与酸性发酵和甲烷发酵的微生物不同,分别在两个反应器内完成这两个过程,使其各自在最佳环境条件下反应,提高处理效果^[7]。Yeoh.B.G^[8]采用二相加热厌氧系统处理负荷为 $5.1 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{d}$ 的糖蜜酒精废水,COD 去除率达 63.2%,BOD 去除率达 84.3%,在产酸相中 15.6% 的 COD 转化为

VFA。张仁江等^[9]研究反应器中菌种分布,提出两相厌氧生物处理系统并未将产酸微生物与产甲烷微生物截然分开,只是通过对有关运行参数的控制限制了产酸相中甲烷菌的增殖,强化了水解发酵菌群功能。

3.3 与其他工艺结合

在实际工程中,单独采用 UASB 反应器处理糖蜜酒精废液很难达到排放标准,因此,常与其他工艺联合使用^[10]。常用的工艺主要有以下几种。

3.3.1 UASB+氧化塘

氧化塘工艺是各糖厂使用最多的方法,在广西有 50 多家糖厂使用该工艺。其资金投入较少,工艺简单,便于管理,但占地面积大,而且易污染地下水^[2]。广西必佳公司用此法处理东江糖厂废水,在一个榨季 55 d 的生产实验运行中,一般运行负荷在 $11 \sim 15 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{d}$ 之间,最高可达 $24 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{d}$,去除效率约为 85%,出水水质一般为 500 mg/L ,最佳处理效果在 300 mg/L 以下。

3.3.2 UASB+AF

厌氧生物池 (anaerobic biological filtration process) 简称 AF,是一种内部装微生物载体的厌氧反应器。UASB/AF 是近年来开发的一种新型反应器,兼有 UASB 和 AF 的优点,结构便于放大、运行管理简单是其最大的优点^[11]。某厂酒精废液处理采用 UASB/AF 工艺(图 2),进水 COD 平均值为 42124 mg/L ,厌氧段出水 COD 平均值为 1022 mg/L ,总去除率可达 97.5%。厌氧消化温度为 $55 \text{ }^\circ\text{C}$,停留时间为 6.5 d,有机负荷为 $5 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{d}$,产气量 $15600 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

3.3.3 UASB+PSB

PSB 是光合细菌(Photosynthetic Bacteria)的简称,它由一群具有原始光能合成体系、能在厌氧条件下进行不放氧光合作用的原核生物组成。PSB 处理设备规模小,动力消耗低,占地面积小,管理简易,产生的菌体可综合利用,运行费用低。樊凌雯等^[12]先用 UASB 工艺使糖蜜酒精废液中的大分子物质降解成小分子,然后用光合细菌法对其处理,工艺流程见图 3。UASB 段废水 COD 从 90956 mg/L 下降到 21260 mg/L ,去除率达 76.62%;BOD 从 62812 mg/L 下降到 15201 mg/L ,去除率达 75.80%。厌氧段出水采用四级 PSB 处理,处理后出水

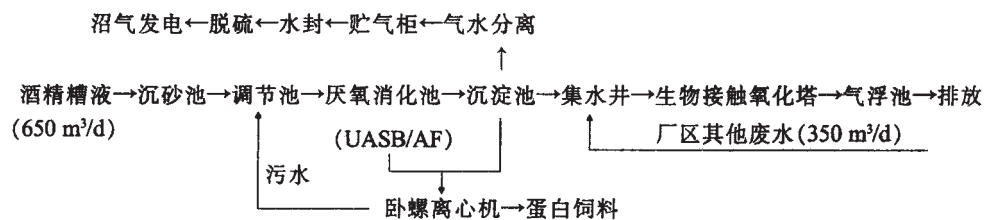


图 2 UASB+AF 工艺流程图

COD 为 4248 mg/L,系统的 COD 去除率达 95.33 %。

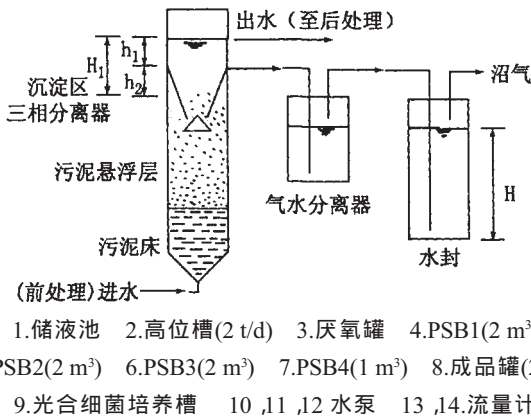


图 3 UASB+PSB 工艺流程

3.3.4 UASB+ 接触氧化池

生物接触氧化池一般在填料下设置曝气装置,供氧充足,还可以对生物膜起到搅动作用,加速生物膜的更新,提高生物活性。周小东等^[13]在 UASB 反应器后接四级生物接触氧化池。有机负荷为 7~12 kgCOD/m³·d, COD 去除率在 85 %~96 %之间,进、出水 BOD 分别为 23.585 g/L, 825 mg/L, 平均产气量 2.3 m³/m³·d。

3.3.5 UASB+SBR

SBR 又称间歇式活性污泥法。其操作包括进水,反应,沉淀,排水,待料 5 个基本过程。UASB+SBR 工艺具有占地面积小、运行稳定、节省费用、维护简便等特点,其操作的灵活性、自由度、可靠性和对负荷的适应性都较好。耿向党^[14]用如图 4 所示工艺,UASB 段进水 COD 含量平均为 2500 mg/L,出水平均为 600 mg/L,去除率 76 %。BOD₅ 平均为 300 mg/L,去除率达 83 %。

4 存在的问题及改进措施

20 世纪 80 年代以来,我国在用 UASB 反应器处理糖蜜酒精废液的理论研究和产业化应用上进行了积极的探索和尝试,在多个糖厂建成了 UASB 处理设施,虽然也取得了一定的效果,但与国外先进水平相比,仍有很大的差距。主要表现为处理效率还不够高。当前对此问题的研究集中在设计更合理的三相分离器和寻找培养活性更好的颗粒污泥的工作上。陈明东^[15]提出未对废液进行预酸化处理是造成 UASB 性能不佳的原因之一。

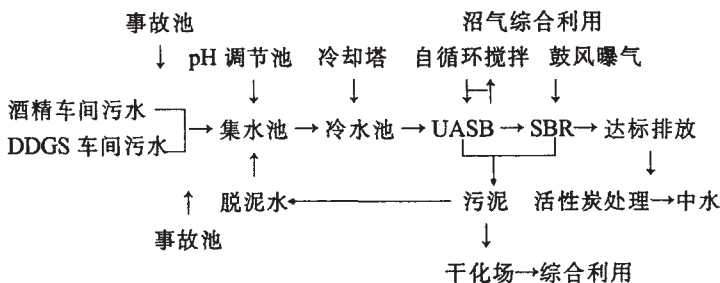


图 4 UASB+SBR 工艺流程

有机物要经生化处理转化为沼气放出,必须先经历水解、酸化过程,转化为低级脂肪酸才能进行。而 UASB 中所用的颗粒污泥主要菌种是产沼气菌,对高分子有机物的水解酸化过程效果不大。为解决这个矛盾,国外普遍采用 UASB 反应器前进行预酸化处理。

生物处理主要靠的是微生物作用来净化污水,微生物种类是否齐全,数量是否充足是关键。目前用于处理糖蜜酒精废液的 UASB 反应器中所用污泥一般都接种其他处理设备污泥,然后对其进行驯化使用。由于各污泥中优势菌因其处理水质不同而异,因此存在接种污泥中优势菌种对所处理糖蜜酒精废液中的有机物降解针对性不强的问题,从而限制了 UASB 反应器处理效率的进一步提高。笔者从一处理糖蜜酒精废液的 UASB 反应器污泥中筛选出 8 种优势菌,每 7 种作为一种组合,对 8 个组合菌和 8 种菌的全组合分别进行对糖蜜酒精废液的降解实验,见图 5。组合 2 和组合 3 优于全组合的效果,说明 2 号菌和 3 号菌的存在反而抑制了总体的降解效果。李宗义等^[16]用优势菌群污泥与普通厌氧污泥进行对比实验,COD 去除率从 83.6 % 上升到 91.1 %,出水 COD 从 470.3 mg/L 降到 255.5 mg/L。因此针对待处理糖蜜酒精废液中难被生物降解的有机物,投加高适应能力和降解能力的高效优势菌群,培养活性更好的颗粒污泥,也是提高 UASB 处理效率的途径之一^[17]。高效菌种的获得,除了从其他污泥中分离驯化外,还可以利用原生质体融合、基因工程等高科技手段培养,另外用改性、调节、变异和接种等手段配置能分解糖蜜酒精中难降解有机物的微生物细菌也是方法之一^[18]。

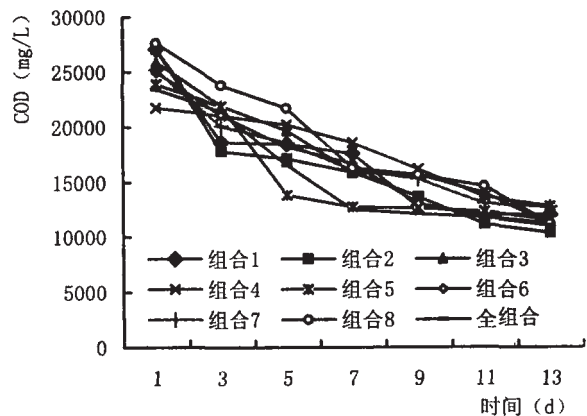


图 5 不同细菌组合对糖蜜酒精废液降解效果

在对 UASB 反应器本身特性进行改进的同时,人们还在其基础上开发研制了效能更高的第三代厌氧反应器,如厌氧颗粒污泥膨胀床 (EGSB)、厌氧内循环反应器 (IC) 和厌氧升流式流化床 (UFB) 等。这些反应器处理糖蜜酒精废液能达到更高负荷、更高效率,但目前还没有推广到生产实践中。

另外, UASB 处理过的糖蜜酒精废液一般还存在色度较高的问题, 如果能在反应器中加入一些脱色性能良好的菌种, 使出水色度降低, 将会有更好的应用前景。

参考文献:

- [1] 阳小松, 李必文. 糖蜜酒精废水处理方案[J]. 广西蔗糖, 2003, (1):31-33.
- [2] 李胜超. 当前我区甘蔗糖厂酒精废液几种处理方法的调查[J]. 广西轻工业, 1989, (3):43-46.
- [3] 徐文, 李蘅, 张生炎, 扈胜祿, 黄伟. 糖蜜酒精废液生化法的研究进展[J]. 矿产与地质, 2002, (6):375-379.
- [4] 王凯军. 厌氧工艺的发展与新型厌氧反应器[J]. 环境科学, 1998, (1):94-96.
- [5] 张萍, 石富礼. UASB 处理工艺[J]. 甘肃环境研究与监测, 2003, 16(4):408-411.
- [6] Harada H, Uemura S, Chen A, Jayadevan J. Anaerobic treatment of a recalcitrant distillery wastewater by a thermophilic UASB reactor[J]. Bioresource Technology 1996, (55):215-219.
- [7] 成官文, 章非娟, 穆军, 等. 糖蜜酒精废液厌氧生物处理研究进展[J]. 环境科学与技术, 2003, 26(1):50-53.
- [8] Yeoh B G. Two-phase anaerobic treatment of cane molasses alcohol stillage[J]. Water Science and Technology 1997, 36(6-7):441-448.
- [9] 张仁江, 张振家, 谷成, 张虹, 戴树桂. 糖蜜酒精废水两相 UASB 处理工艺的酸化段特征[J]. 城市环境与城市生态, 2000, 13(2):60-62.
- [10] 朱国洪, 刘振华, 等. 甘蔗糖蜜酒精工业废液治理[J]. 四川环境, 2000, 19(2):45-47.
- [11] 章瑛. UASB 法处理酒糟废水[J]. 南京市政, 2001, (3):31-33.
- [12] 樊凌雯, 张肇铭, 张德咏, 杨素萍. 利用光合细菌处理糖蜜酒精发酵废液中试研究[J]. 中国环境科学, 1998, 18(2):173-175.
- [13] 周晓东, 刘世杰, 刘航. UASB 技术处理酒精废水[J]. 应用技术研究, 2001, (5):10-11.
- [14] 耿向党. 浅议 UASB+SBR 工艺在酒精工业废水处理中的应用[J]. 酿酒科技, 2004, (4):87-90.
- [15] 陈明东. 强化 UASB 处理效率的研究[J]. 工业水处理, 1999, 19(1):7-8.
- [16] 李宗义, 王海磊, 程彦伟, 王鸿磊, 李培睿. 成熟厌氧颗粒污泥的结构及其特征[J]. 微生物学通报, 2003, 30(3):56-59.
- [17] 刘雅巍, 张青春, 池勇志. 处理难生物降解有机物的厌氧颗粒污泥形成的技术进展[J]. 天津城市建设学院学报, 2004, 10(4):263-265.
- [18] 林学锤, 张兰英等. 环境污染治理中的生物技术[J]. 世界地质, 2001, 20(1):56-61.

酒不醉人 报醉人

《华夏酒报》主要版面:
今日要闻、今日视点、市场新闻、市场观察、营销实战、营销新知、热点新闻、白酒专刊、葡萄酒专刊、啤酒专刊、超级赢家、产业动态、公司新闻、国际酒业和副刊等。

《华夏酒报》为四开(长报)16—24版, 彩色印刷, 每周3期, 全年订价: 196元, 每月订价: 13元。

邮发代号: 23-189, 国内统一刊号: CN37-0034, 国外代号: D4354。

品牌内涵:权威、专业、公信力;
报纸风格:服务特色、专业品质;
办报宗旨:评述市场热点, 解析行业政策, 提供服务信息, 引导消费潮流。

华夏酒报
中国酒业市场风向标