

加压上流式好氧污泥床(PUASB)法处理 制药废水初探*

修光利 吴 生 金人中 张大年

(华东理工大学环境工程研究所, 上海, 200237 E-mail: dnzhang_98@yahoo.com)

摘要 在进水 COD 为 500—600mg/L、压力 $p = 0.2\text{MPa}$ 、回/流比 $R = 6$ 条件下, 加压上流式好氧污泥床平均 COD 去除率为 71%, 出水基本达到国家排放标准(100mg/L); 进水 COD 为 1000mg/L 以上, 在 $p = 0.3\text{MPa}$ 、 $R = 6$ 条件下, COD 去除率仍可达到 70% 左右. 实验发现, 压力 $p = 0.3\text{MPa}$ 时最佳 BOD₅ 容积负荷为 $20\text{kg} \cdot (\text{m}^3 \cdot \text{d})^{-1}$ 左右, 进水 COD 大于 1000mg/L, 压力 $p = 0.4\text{MPa}$ 时最佳回流比为 9, 最短停留时间可达到 15.4min. 停留时间和容积负荷分别为传统活性污泥法的 1/10—1/20 和 10 倍以上, 可大大节约占地面积.

关键词 加压上流式好氧污泥床, 制药废水, 溶解氧, 停留时间, 废水处理.

The Preliminary Study of Pharmaceutical Wastewater Treatment Using PUASB Process

Xiu Guangli Wu Sheng 金 Renzhong Zhang Danian

(ECUST Institute of Environmental Engineering, Shanghai, 200237, E-mail: dnzhang_98@yahoo.com)

Abstract When the influent COD of pharmaceutical wastewater was in the range of 500—600mg/L, effluent through Pressured Upflow Aerobic Sludge Bed (PUASB) can attain the national emission standard under the operation condition of surface pressure (p) 0.2MPa, return ratio(R) 6. Even if influent COD was more than 1000mg/L, the COD removal rate was near to 70% under $p = 0.3\text{MPa}$. Results also showed that the optimal BOD volume load is about $20\text{kg} \cdot (\text{m}^3 \cdot \text{d})^{-1}$ with the pressure 0.3MPa, the optimal return ratio is 9 and the lowest retention time reaches 15.4 min with the pressure 0.4MPa and influent COD more than 1000mg/L. The lowest time is only 1/10—1/20 times and BOD volume load is about 10 times as much as traditional activated sludge process, and the land use is reduced greatly.

Keywords pressured upflow aerobic sludge bed, pharmaceutical wastewater, dissolved oxygen, retention time, wastewater treatment.

近年来, 上流式厌氧污泥床(upflow aerobic sludge bed, UASB)颇受重视^[1-4]. 国外专家在对好氧逆流污泥床进行的研究中发现了自制造粒现象^[5,6]. 本文在此基础上首次采用加压上流式好氧污泥床处理制药工业废水, 进行了主要参数的影响研究.

1 实验方法

1.1 工艺流程与试验步骤

加压上流式好氧污泥床(pressured upflow

* 上海市科技发展基金项目
修光利: 男, 26 岁, 硕士, 助教
收稿日期: 1998-04-17

aerobic sludge bed, PU ASB) 的工艺流程如图 1 所示. 废水从上到下经加压溶气罐充气, 然后自下而上进入有效体积约为 8. 2L 的 PU ASB 生化反应器部分, 约停留 10—20min, 经气水分离器后排放. 其中气水分离器出水的一部分作为回流水进入混合水槽.

运行前期是污泥驯化期, 约 2 周, 从低浓度做起, 逐渐提高浓度. 每一浓度水平下, 逐渐升高压力. 在稳定运行期间进行回流比、停留时间等运行条件的影响研究. 每个数据的获取都重复实验 6 次以上.

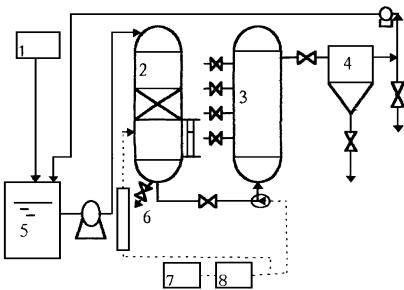


图 1 PU ASB 处理废水工艺流程

1. 高位槽 2. 加压溶气罐 3. 生化反应器 4. 气水分离器 5. 混合水槽 6. 流量计 7. 空压机 8. 减压阀

1. 2 试验用水水质

试验用水为米菲酮酮(RU486)、倍他美松生产废水经厌氧处理后的出水和部分原水蒸馏后出水的混合废水, COD 约为 500—1000mg/L 左右. BOD/ COD 比值约为 0. 29, 废水成分比较复杂, 可生化性一般.

1. 3 试验污泥

试验污泥取自于活畜禽废水生化处理装置排出的剩余污泥, SV = 50%, SVI= 70—80. 沉降性良好. 试验用水驯化 1 个月后作为反应器的接种污泥. 生化反应器的有效体积为 8. 2L, 接种浓度为 19. 58g/L. 运行期间 PUASB 中污泥浓度为 5040mg/L, C N P= 100 5 1.

1. 4 分析项目和分析方法

COD: 重铬酸钾法, BOD₅; 日本 OGRA-NO-DKK 型 BOD 自动测定仪, DO: SLG-203 型测定仪, pH: 玻璃电极法, MLSS: 重量法.

2 试验结果与讨论

2. 1 稳态出水水质

(1) 低浓度制药废水处理 稳定运行共 15d, 进水 COD = 500—800mg/L, 废水流量 Q = 4L/h, 回流比 R = 6, PUASB 内 HRT = 20. 5min, 运行结果如表 1 所示.

表 1 低浓度制药废水处理情况

压力/ MPa	进水 COD/ mg · L ⁻¹	出水 COD/ mg · L ⁻¹	去除率/ %	平均值/ %
常压	629. 3—855. 7	433. 1—610. 7	28. 2—32. 4	29. 6
0. 1	564. 3—680. 3	239. 6—346. 7	46. 0—58. 9	52. 3
0. 2	519. 8—735. 2	108. 8—240. 8	64. 3—79. 1	7. 10

从表 1 中可以看出, 随着压力的提高 COD 去除率有较显著的提高. 此外, p = 0. 2MPa、R = 6、Q = 4L/h 条件下, 当进水 COD = 500—800mg/L, BOD₅ = 200mg/L 时, 连续运行后出水 BOD₅ < 20mg/L, BOD₅ 去除率大于 90%. 稳定运行后期, COD 最高去除率达到 94. 3%, 出

水基本上达到国家排放标准(100mg/L). 图 2 给出了进出水 COD 浓度变化情况.

(2) 高浓度制药废水处理 对于高浓度制药废水(COD = 1000—1200mg/L), Q = 4L/h, 回流比 R = 6, HRT = 20. 5min, 运行结果如表 2 所示.

表 2 高浓度制药废水处理情况

压力/ MPa	进水 COD/ mg · L ⁻¹	出水 COD/ mg · L ⁻¹	去除率/ %	平均值/ %
0. 2	950. 6—1020. 8	350. 3—417. 5	59. 1—65. 7	61. 6
0. 3	1020. 4—1235. 4	330. 1—397. 6	67. 8—71. 6	69. 8

从表 2 可以看出, 对于高浓度制药废水, 在 $p = 0.3 \text{ MPa}$ 下, COD 去除率仍可达到 69.8%.

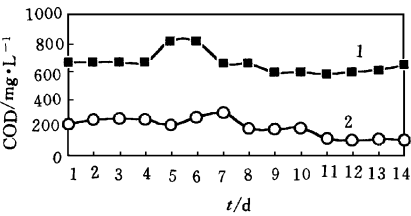


图 2 进出水 COD 情况

1. 进水 COD 浓度 2. 出水 COD 浓度

2.2 压力对处理效果的影响

从常压开始, 逐级提高压力, 观察压力对去除效果的影响. 结果如图 3 所示. 在同一浓度水平下, 提高压力, COD 去除率明显提高, 其主要原因在于: 压力的提高使水体中 DO 浓度显著提高, 缩短了生物降解中供氧量与需氧量之间的差距, 也使越来越多的活性物质参与到生化反应中, 提高了处理效果. 图 3 中 COD 浓度升高到 1200—1500 mg/L 时, COD 去除率随压力增高而升高的速率降低, 可能是有机负荷提高对微生物活性的抑制与水体中 DO 浓度提高对处理效果的提高综合作用的结果.

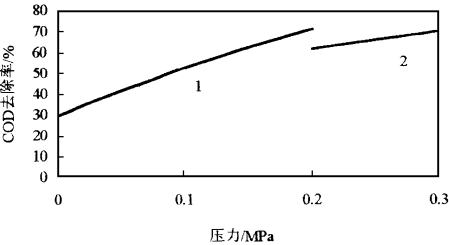


图 3 加压对 COD 去除率的影响

1. 进水 COD = 500—800 mg/L $R = 6$ $Q = 4 \text{ L/h}$
2. 进水 COD = 1200—1500 mg/L $R = 6$ $Q = 4 \text{ L/h}$

2.3 容积负荷的影响

采用增大流量和提高浓度 2 种方法改变容积负荷. 发现当提高流量增大容积负荷时, COD 去除率变化不大, 当增大进水浓度来提高容积负荷时, 尽管同时提高 R , COD 仍呈下降趋势, 但速率有所变缓. 当 BOD 容积负荷达到 $31.2 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 时, COD 的去除率仍可达到

60%. $P = 0.3 \text{ MPa}$ 下 BOD₅ 容积负荷与 COD 去除率的关系如图 4 所示. 在该运行条件下 BOD 容积负荷为 $20 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 左右时效果最佳.

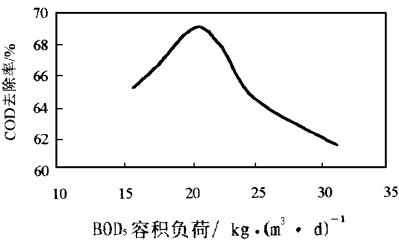


图 4 容积负荷对 COD 去除率的影响

2.4 回流比的影响

从流回比 R 与去除效果的关系(如图 5 所示)中可看出, 回流比对处理效果的影响存在一个极限值. 该极限值与进水水质有着较大的关系, 实验中 $Q = 4 \text{ L/h}$, 进水 COD = 1000—1500 mg/L, $P = 0.4 \text{ MPa}$ 时的最佳回流比为 9.

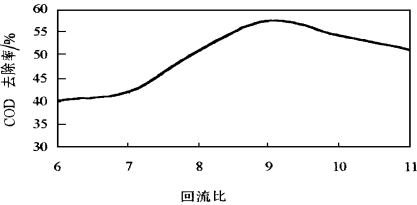


图 5 回流比对去除效果的影响

2.5 停留时间对处理效果的影响

PUASB 的最大优点之一是停留时间短. 进水 COD = 600—800 mg/L, $P = 0.3 \text{ MPa}$, $R = 6$, $\text{HRT} = 15.4 \text{ min}$ 时, COD 的去除率保持在 70% 左右; 在 $P = 0.4 \text{ MPa}$, $R = 9—10$, 最佳停留时间为 13—15 min(图 6 所示). 此时对应的 BOD 容积负荷为 $26.7 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, 与前面的最佳负荷有所差别是因运行条件不同所致.

2.6 与 SBR 法比较

在 PUASB 运行期间对 SBR 处理同样废水进行了对比研究, 曝气时间约为 5 h, 各浓度段均重复进行 4—6 次, 结果如表 3 所示.

从表 3 可以看出, PUASB 法的处理效果

较 SBR 法要好.

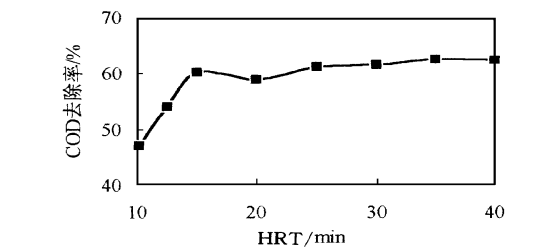


图 6 停留时间对去除效果的影响

表 3 PUASB 与 SBR 处理效果比较				
序号	PUASB 法 ¹⁾		SBR 法 ²⁾	
	进水浓度	去除率	进水浓度	去除率
	/mg·L ⁻¹	/%	/mg·L ⁻¹	/%
1	556.0	78.6	548.3	46.0
2	639.1	69.5	543.2	39.4
3	674.8	67.2	653.3	51.4
4	828.6	61.5	836.1	46.3

1) $p = 0.2\text{MPa}$, $Q = 4\text{L/h}$ 2) $\text{HRT} = 4\text{—}5\text{h}$

2.7 PUASB 与传统活性污泥法的比较

表 4 给出了达到同样效果时 PUASB 与传统活性污泥法操作条件的比较.

表 4 PUASB 与传统活性污泥法的比较		
项目	PUASB	传统活性污泥法
停留时间	13—15min	4—6h
BOD ₅ 容积负荷/ $\text{kg} \cdot (\text{m}^3 \cdot \text{d})^{-1}$	20.5	1.5—1.8
生化与二沉池	一体化	分体式
占地面积 ¹⁾ / m^2	12.6	47.2

1) 日处理水量为 1000m^3

从表 4 可看出, PUASB 的停留时间仅为传统法的 1/10—1/20, 容积负荷则可达到传统法的 11—13 倍, 同时占地面积比传统法大大降低, 有一定的推广价值.

PUASB 法处理废水效果好的原因尚无定

论, 但氧浓度的显著升高是其关键原因. 当溶解氧浓度高时, 菌胶团中心的厌氧中心缩小, 真正参加到生化反应中的微生物数量增加了, 从而加快了基质降解速率, 提高了处理效果^[7].

据报道, 在加压的情况下, 高 DO 对生物的新陈代谢有较大的影响, 使其发生变化, 提高处理能力^[8]. 但尚无明确的解释. 另外, 酶的反应是否受到了加压的影响还有待于进一步研究.

3 结论

(1) PUASB 法处理制药废水在 $\text{COD} = 500\text{—}800\text{mg/L}$, $p = 0.2\text{MPa}$ 时去除率可达到 60%—90%, 而 $\text{COD} = 1000\text{—}1500\text{mg/L}$, $p = 0.3\text{MPa}$ 时去除率为 60%—70%.

(2) PUASB 的最佳 BOD 容积负荷为 $20.5\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, 为传统法的 11—13 倍; 最短的停留时间为 13—15min, 仅为传统法的 1/10—1/20; $p = 0.4\text{MPa}$, 进水 $\text{COD} = 1000\text{—}1500\text{mg/L}$ 时的最佳回流比为 9.

参 考 文 献

1 苏玉民等. 脉冲上流式厌氧污泥床反应器的应用. 环境科学, 1996, 17(1): 50—53

2 周律, 张孟青. UASB 反应器加速启动的试验研究. 环境科学, 1996, 17(2): 54—56

3 杨景亮等. UASB 反应器处理维生素 B₁₂ 淀粉混合废水的研究. 环境科学, 1996, 17(6): 63—65

4 杨虹, 伦世仪. 两相颗粒污泥 UASB 结合离子交换工艺与模型化研究. 环境科学, 1995, 16(2): 11—14

5 三岛浩二等. 好氧性活性污泥の自身固定化——好氧性上流式污泥床(AUSB)法の下水処理への适用. 用水和排水, 1989, 31(1): 28—34

6 Mishima K et al. Self-immobilization of activated sludge——A plot study of the aerobic upflow blanket process in municipal sewage treatment. Water Sci. Technol., 1991, 23(6): 981—990

7 Willamson J. J. WPCF. 1982, 54(1): 52

8 梁伯庆等. 加压曝气生物流化床研究. 化工环保, 1990, 10(5): 258—266