



ABSBR 反应器处理啤酒废水的试验研究

吴速英¹, 陈火平¹, 叶雪均², 肖隆文², 张继忠²

(1.江西理工大学材料与化学工程学院,江西 赣州 341000; 2.江西理工大学环境与建筑工程学院,江西 赣州 341000)

摘要:以啤酒厂综合站啤酒废水为原水进行了实验研究.结果表明,当水力停留时间为 12h,废水 COD_C 值为 1000~2500 mg/L 时,经一次性处理,出水 COD_C 值低于 150 mg/L,达到国家二级排放标准,可以直接排放.在实验条件下,测得进水流速为 0.3~0.7L/min, pH 值为 6.0~8.0,温度为 23~30℃时,出水均能达到排放标准.最优工况为温度为 30℃,进水流速为 0.5L/min,进液 pH 值为 7.5 时,处理效果最佳,COD_C 的去除率高达 95.7%.

关键词:啤酒废水; ABSBR; 厌氧; 生物膜

中图分类号:X703 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-1229(2005)03-0056-05

0 前言

厌氧间歇式工艺除了厌氧活性污泥序批式反应器 ASBR 之外,还有厌氧生物膜序批式反应器.ABSBR(Anaerobic Biofilm Sequence Batch Reactor)即恒水位操作厌氧生物膜序批式反应器,它是将间歇式活性污泥法与生物膜法相结合,采用恒水位序批式操作方式的厌氧反应器.ABSBR 工艺的每个运行周期只有 2 个阶段:进水期(出水期)、反应期.目前,在国外尚未见关于恒水位反应器的报道,国内 2002 年肖隆文、匡敬忠^[1]提出了开发序批式厌氧/好氧一体化生物反应器的构想,从理论上探讨了该反应器恒水位间歇操作的可行性.余瑞三^[2]对 ABSBR 的性能进行了实验研究,陈火平^[3]对 ABSBR 的水力混合特性进行了研究,均是理论研究,还未运用于实际废水处理.我国啤酒厂的吨酒耗水量较大,一般耗水量为 10~20 t/t 啤,部分厂家可达 8~12 t/t 啤,废水排放量接近于耗水量的 90%^[4].2002 年中国啤酒业产量达到 2358 万 t,首次登上世界第一;2003 年产量达到 2510 万 t,连续两年超过美国,位列世界第一,我国啤酒行业发展喜人,但由此产生的啤酒废水量巨大,对环境造成严重污染,啤酒废水的处理问题引起了有关方面的重视和关注.为此,根据啤酒生产废水间隙排放、水质和水量波动大的特点,本文将对 ABSBR 反应器处理啤酒废水进行实验研究.

1 ABSBR 反应器处理啤酒废水的原理

在反应器处理废水过程中,废水中细小的悬浮物、胶体物等被生物膜或污泥粒子吸附,同

时,溶解性有机物则作为厌氧微生物的营养底物被吸收,这些物质在微生物的生命代谢过程中经生化反应被转化为简单的无机物和少量的细胞产物,从而实现废水的净化.反应器的运行共分为两步:一是进水期.从反应器下部进水,新进入的废水以推流的形式顶出上一循环已处理完毕的废水,整个进水过程保持反应器的水位不变,这就是所谓的恒水位操作.二是反应期.进水结束后,再对反应器内废水外循环一段时间,使整个反应器内的有机废水全部混合均匀,这时,由于微生物也是在介质中均匀分布的,因此,介质与微生物将会获得最佳传质效果,在降解完毕后又可进入下一循环.

2 试验部分

本试验采用已驯化好的 ABSBR 反应器进行处理啤酒废水的研究.实验所用啤酒废水取自本地某啤酒厂综合站和糖化车间.该综合站的啤酒废水的 COD_{Cr} 值为 1600~1800 mg/L 之间,为了方便比较,实验中将废水配制成与综合站的啤酒废水的 COD_{Cr} 值相差不大,一般 COD_{Cr} 值为 1500 mg/L.根据实验需要可将综合站啤酒废水稀释或将其与糖化车间的高浓度废水进行混合.

2.1 试验的装置

装置如图 1 所示.反应器材质为有机玻璃,高为 1000 mm, $\phi 100\text{ mm} \times 5\text{ mm}$, 填料粒径 3 mm, 填料高度 950 mm, 有效容积 2.8 L.

2.2 试验的运行与控制

ABSTR 反应器的运行周期为 12 h, 有效容积 2.8 L, 为了确保实验条件一致性,每次都将反应器中处理后的废水尽量排空,即每次处理废水都为容积的满负荷运行;为确保实验数据可靠准确,尽可能排除干扰因素,每个实验数据的获得均以重复做 3 次实验,前后两次为过渡取中间

试验测试值为实验结果;根据陈火平^[3]进行的恒水位厌氧序批式生物膜反应器水力混合特性的研究得出进水置换率可达 70%左右,实验中测出水 COD_{Cr} 值均以出水达 70%时,测试其值.

环境条件:①温度,正常情况下控制在 30℃左右;②pH 值,反应器内控制 pH 值在 6.8~7.2 之间.

2.3 试验结果与分析

2.3.1 进水速度的选择

本部分是考察不同进水速度对 COD_{Cr} 去除率和出水水质的影响,以不同进水速度 0.3 L/min ~ 0.9 L/min 进行试验.实验结果见图 2.

因本工艺进出水同时进行,进水量等于出水量.所以用出水前取样口和出水的 COD_{Cr} 值作

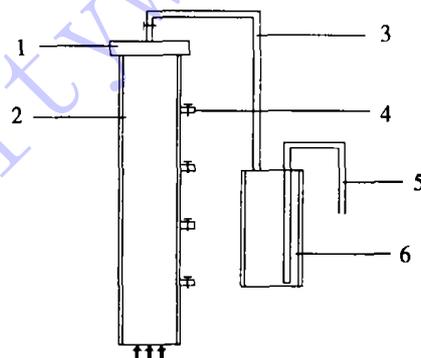


图 1 反应器结构装配图

1.集气罩; 2.填料区; 3.集气管; 4.取样阀; 5.排水管; 6.集气罐

比较,可反映反应器内的进液情况.出水前取样口水样的 COD_G 值代表了反应器内底物的降解情况,用出水前取样口和排出水的 COD_G 值作比较,其目的是为了很好地判断不同进水流速的进出水质量.这里进出水质量是指进入反应器中的溶液将原反应器中水溶液挤出情况的好坏.即恒水位进水的实现情况如何.由图 2 可以看出,在进水速度为 $0.4 \sim 0.5 L/min$ 之间时,出水前取样口和排出水的 COD_G 值曲线基本重合,这说明进出水质量好.即在进水速度为 $0.4 \sim 0.5 L/min$ 时,反应器内进水是恒水位进水,进水速度 $0.4 \sim 0.5 L/min$ 是最适宜的.而进水速度为 $0.5 L/min$ 时,出水前取样口水样和排出水的 COD_G 值曲线完全重合.这表明此进水流速为最佳进水速度.由图 2 还可以看出,不同进水速度对出水前取样口和出水的 COD_G 值的影响是一致的.由图 2 中数据可知在进水流速低于 $0.9 L/min$,反应器内溶液 COD_G 值可降到 $150 mg/L$ 以下.但进水速度为 $0.8 L/min$ 时,排出水的 COD_G 值为 $167 mg/L$,高于 $150 mg/L$ 达不到国家二级排放标准.因而在进水速度低于 $0.7 L/min$ 时,经反应器处理后的废水可以直接排放.

2.3.2 运行稳定性的分析

本部分实验的目的是考察水质的变化对 COD_G 去除率的影响,即进水浓度变化对反应结果的影响.现不同浓度的废水以 $0.5 L/min$ 的流速进水进行实验.实验结果见图 3.

由图 3 可以看出,出水均能达到国家规定的排放标准.实验除进水浓度为 $2305 mg/L$ 处 COD_G 去除率低外(可能是由于实验误差引起的),其余 COD_G 去除率均随进水浓度的增加而增加.这说明进水浓度高时反应推动力大,反应效率高.结果表明,对于 COD_G 的含量在 $980 \sim 2540 mg/L$ 范围内的啤酒废水,ABSBR 反应器能很好的适应其水质变化.

2.3.3 环境因素对 COD_G 去除率的影响分析

厌氧生物处理过程对环境条件的要求比较严格,主要的环境条件有氧化还原电位(ORP 或 Eh)、毒物、pH 值、温度.厌氧环境是厌氧消化过程赖以正常进行的最重要的条件.厌氧环境主要以体系中的氧化还原电位来反应.一般情况下,氧的溶入无疑是引起发酵系统氧化还原电位升高的最主要和最直接的原因.ABSBR 工艺装置是绝对密封的,同时进出水操作很好地保证了反应器中的无氧条件.就大多数生活污水的污泥及性质相近的高浓度有机废水而言,只要严密隔断与空气的接触,即可保证必要的 ORP 值.所以对于 ABSBR 工艺处理啤酒废水而言 ORP 值是能得到很好的保证.啤酒废水的可生化性高,有害无毒.因而用 ABSBR 工艺处理啤酒废水,要考察环境因素对 COD_G 去除率的影响,主要是 pH 值和温度对 COD_G 去除率的影响.

(1) pH 值对 COD_G 去除率的影响的分析.本部分实验的目的是为了考察进水 pH 值的变化

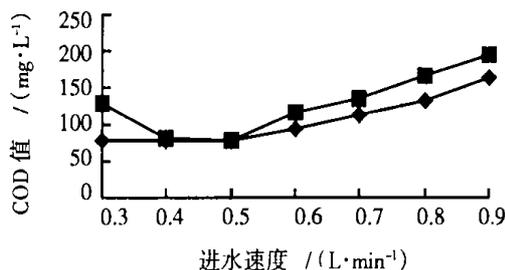


图 2 不同进水速度对出水前取样口和出水的 COD_G 值的影响

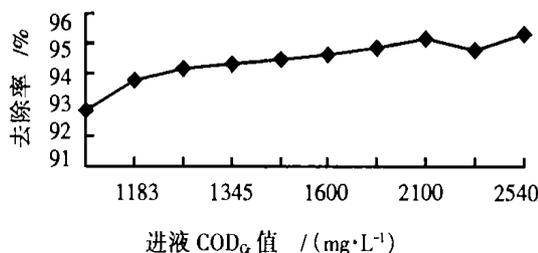


图 3 不同进水浓度的 COD_G 去除率的影响

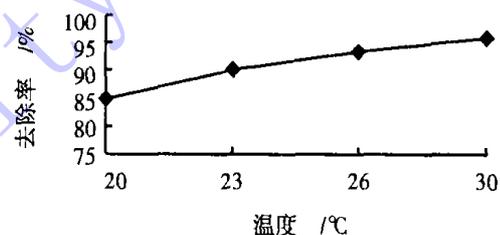
对 COD_G 去除率的影响.用 NaHCO_3 调 pH 值,以不同的 pH 值 (pH 值范围为 6.0 ~ 8.0) 进行实验,运行结果见表 1.

表 1 不同 pH 值对运行结果的影响

周期次数	出水 COD_G 值 / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	去除率 / %	进水 pH 值	出水 pH 值
1	91	93.9	8.0	6.8
2	75	95.0	7.5	6.9
3	87	94.2	7.0	6.9
4	117	92.2	6.5	6.39
5	152	89.9	6.0	5.86

由表 1 可以看出当进水 pH 值在 6.0 时, COD_G 的去除率为 89.9%, 出水 COD_G 为 152 mg/L 高出 150 mg/L. 随 pH 值从 6.0 逐渐增加时, COD_G 的去除率逐渐提高. 当进水 pH 值在 7.5 左右时, COD_G 的去除率达到最大, 为 95.0%. 当 pH 值再逐渐增加时, COD_G 的去除率呈下降的趋势. 进水 pH 值在 7.0~8.0 之间时, 出水 pH 值为 6.8、6.9, 出水 pH 值较稳定; 而当进水 pH 值低于 7.0 时, 出水 pH 值随进水 pH 值的降低而降低, COD_G 的去除率呈明显下降的趋势. 从以上实验结果及分析, 结合生产实际, 针对该啤酒废水, 此工艺处理啤酒废水使废水的排放能达到国家二级排放标准, 进水的 pH 值要高于 6.0, 最好是中性偏碱性. 最适宜的 pH 值应控制在 7.0 ~ 8.0 之间, 最佳 pH 值为 7.5.

(2) 温度对 COD_G 去除率的影响的分析. 本部分实验的目的是为了考察进水温度的变化对 COD_G 去除率的影响. pH 值 7.5, 以不同温度 20 ~ 30℃ 进行实验, 结果见图 4. 由图 4 显示 COD_G 去除率随温度的增加而提高. 温度高于 23℃ 时出水 COD_G 值低于 150 mg/L, 达到了国家二级排放标准.

图 4 不同温度对 COD_G 去除率的影响

3 结 论

通过 ABSBR 处理啤酒废水的研究, 由实验结果及分析可以得出以下结论:

(1) 当水力停留时间为 12h, 废水 COD_G 值为 980 ~ 2540 mg/L 时, 经一次性处理, 出水 COD_G 值低于 150 mg/L, 达到国家二级排放标准, 可以直接排放. 对于 ABSBR 处理啤酒厂综合站啤酒废水 COD_G 值 1000 ~ 2500 mg/L, ABSBR 反应器能很好的适应其水质变化, 经一次性处理, 可达标排放.

(2) 进水流速为 0.3 ~ 0.7 L/min, 进液 pH 值为 6.0~ 8.0, 温度为 23 ~ 30℃ 条件下, 出水 COD_G 值均能达到排放标准. 本实验条件下, 最优工况是温度为 30℃, 进水流速为 0.5 L/min, 进液 pH 值为 7.5 时, 处理效果最佳, COD_G 的去除率高达 95.7%. 温度对 ABSBR 处理综合站啤酒废水的效率影响很大, 在冬季可延长反应时间来提高废水处理效果.

(3) 反应设备简单, 对有机物的生化降解效果好. 处理赣州市某啤酒厂综合站实际啤酒废水的实验结果表明, 废水在反应器中停留 12h 后 COD_G 去除率达 90% 以上.



(4) ABSBR 工艺能适应水量、水质的变化,在一定范围之内,进水水量、进水浓度变化对 COD_G 去除率效果影响不大.当进水水量水质的变化很大时只要调整运行时间,就可以使出水水质达到排放标准.

综上所述,ABSBR 处理综合站啤酒废水效果良好,是适合我国国情的有待于进一步开发的新型厌氧生物处理工艺.

参考文献:

- [1] 肖隆文,匡敬忠.开发序批式厌氧/好氧一体化生物反应器的构想[J].中国给水排水,2002,18(1):39-40.
- [2] 余瑞三.ABSBR 反应器工艺特性的研究[D].赣州:南方冶金学院,2002.
- [3] 陈火平.恒水位厌氧序批式生物膜反应器水力混合特性的研究[D].赣州:南方冶金学院,2003.
- [4] 王文甫.啤酒生产工艺[M].北京:轻工业出版社,1997.

Study on Treating Brewery Wastewater by ABSBR Reactor

WU Su-ying¹, CHEN Huo-ping¹, YE Xue-jun², XIAO Long-wen², ZHANG Ji-zhong²

(1.Faculty of Material and Chemical Engineering, Jiangxi University of Science and Technology,Ganzhou 341000,China;

2. Faculty of Enviromental and Architectural Engineering, Jiangxi University of Science and Technology,Ganzhou 341000,China)

Abstract: The ABSBR experiment was carried out with the brewery wastewater of the synthetic station in brewery factory. The results of the experiment showed, by one-off treatment it can transform the status when the hydraulic retention time of the ABSBR is 12 h and the value of COD_G is 1000-2500 mg/L to the lower than 150 mg/L, which has reached the national second grade standard of discharging and can be discharged directly. On the condition of experiment, it has measured the rate of flow at inlet is 0.3~0.7L/min, pH of the enter-wastewater is 6.0~8.0, temperature is 23~30°C, and the value of COD_G at outlet can all reach the discharging standard. It gots the best treatment effect when temperature is 30°C, and the rate of flow at inlet is 0.5L/min, the pH of the entering -wastewater is 7.5, and COD_G can be removed as much as 95.7%.

Key words: brewery wastewater; ABSBR; anaerobe; biomembrane