

环流反应器生化处理皂化废水研究

陈筛林 范轶 杨海光 丁富新

(清华大学化学工程系, 北京 100084)

摘要:以 17 L 的环流反应器为曝气设备,研究了皂化废水的生物降解过程。环流反应器可高效处理皂化废水,水力停留时间仅 6 h,皂化废水的生物降解过程满足一级宏观动力学,最佳活性污泥质量浓度范围为 5~9 g/L;活性污泥系统连续运行稳定,出水化学需氧量稳定在 100 mg/L 左右。扫描电镜显示驯化污泥相较接种污泥有较大变化,微生物的活性提高,种类更为丰富。

关键词:环流反应器;皂化废水;活性污泥

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2004)08-0030-03

Treatment of saponification wastewater in an airlift bioreactor

CHEN Shai-lin, FAN Yi, YANG Hai-guang, DING Fu-xin

(Department of Chemical Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: A lab-scale airlift bioreactor was used to biologically treat saponification wastewater. Experimental results show that the bioreactor can treat saponification wastewater well with high efficiency in terms of short hydraulic retention time of 6 h. The biodegradation process followed one-order reaction kinetics, optimal mass concentration of mixed liquor suspended solids was 5-9 g/L, and the system ran well continuously with effluent chemical oxygen demand about 100 mg/L. Scanning electron microscopy reveals vivid differences between seeded sludge and acclimated sludge, and the latter has more microorganisms with high activity.

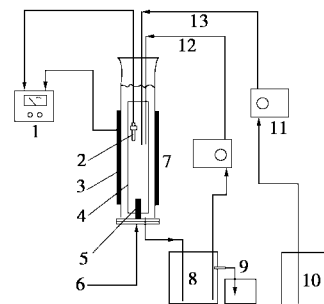
Key words: airlift bioreactor; saponification wastewater; activated sludge

近年传统用于发酵工业的环流反应器被引入工业废水处理的研究和实践中,研究结果表明其用于曝气过程具有占地面积少、水力停留时间短、能耗低等优点^[1],但其用于处理皂化废水的研究,鲜有文献报道。笔者以实验室规模的环流反应器,研究了皂化废水的生物降解过程,主要研究生物降解宏观动力学和活性污泥浓度对曝气过程的影响,并考察了活性污泥系统的连续运行过程,以及活性污泥微生物相的变化等过程。

1 实验装置和实验方法

1.1 实验装置

装置如图 1,主要包括环流反应器和沉降池,其中环流反应器有效容积 17 L,沉降池有效容积 8 L。压缩空气经稳压和流量调节后,通过微孔分布器进入环流反应器。环流反应器内由于流体在内筒和环隙间的密度差,从而形成“内筒由下而上,环隙由上而下”的循环闭合流。反应器上配有温控系统。



1—温控仪;2—热电偶;3—电热夹套;4—内导流筒;
5—气体分布器;6—压缩空气;7—环流反应器;8—沉降池;
9—溢流口;10—料液池;11—蠕动泵;12—回流污泥;13—进水

图 1 实验装置与流程图

研究包括间歇实验和连续实验 2 个实验阶段。间歇实验中,不使用沉降池,采用间歇操作方式。连续实验中,进水和回流污泥由蠕动泵抽入环流反应器;经过活性污泥处理后的混合液在重力作用下以一定速度流入沉淀池,自然沉降分离后上清液溢出,污泥回流使用。

收稿日期:2004-03-22

基金项目:国家“十五”科技攻关项目(zz01-10-03-12)

作者简介:陈筛林(1978-),男,博士生;丁富新(1944-),男,教授,博士生导师,主要从事反应器、废水处理和控缓释药物研究,通讯联系人,010-62792456。

1.2 实验用水和接种污泥

实验用水为岳阳化工总厂的皂化废碱水,呈黄褐色,有刺激性气味,pH值为7.5~8.5,化学需氧量(COD)为1400 mg/L左右。气相色谱分析结果表明其所含主要有机污染物包括:环氧氯丙烷、环己酮、乙腈、甲醇、苯、苯乙烯、甲苯、三氯乙烯和微量三氯丙烷。试验中配入适量的硫酸铵、磷酸氢二钠和其他微量元素,以保证微生物生长所需。

反应器的接种污泥取自湖南岳阳化工总厂供水厂的A/O²装置,间歇培养驯化40天后开始实验。

1.3 分析方法

进水和出水的COD_{Cr}浓度、活性污泥指数(SVI)、活性污泥浓度(MLSS),均采用标准方法^[2]测定。pH值采用pH/mV/Ion/℃电位计(Model 59003-35, Cole-Parmer公司),取样后立即测定。微生物相的研究采用日立S570型扫描电镜观察。

2 结果与讨论

2.1 间歇实验

活性污泥驯化结束后,采用间歇操作方式,研究了环流反应器中皂化废水生物降解过程的宏观动力学和活性污泥浓度对生物降解过程的影响。

2.1.1 生物降解动力学研究

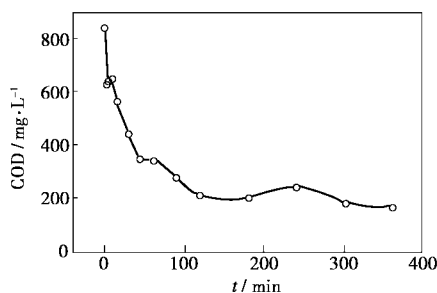


图2 皂化废水生物降解曲线

实验过程中维持反应器温度25℃,气体流量0.15 m³/h,进水COD 840 mg/L, pH值7~8,活性污泥质量浓度6.4 g/L。由图2可知,皂化废水生物降解过程可以分成2个不同的阶段:第一阶段(前15 min),体系内的COD浓度下降很快,由于此阶段的有机物去除机制主要是生物吸附作用,活性污泥大量吸附废水中的有机物,从而导致COD浓度迅速下降;第二阶段,随着反应的进行被吸附的有机物逐渐被活性污泥分解和利用,同时废水中的有机物继续被活性污泥所吸附,此阶段生物的氧化分解作用起主导地位,且由于有机物的生物氧化分解反应比吸附作用要慢,所以第二阶段的COD浓度下降趋缓。

根据Lawrence-McCarty反应动力学模型,当底物浓度较低时,且忽略单次试验中活性污泥的增量,可以推导出反应动力学方程^[3], $\ln S = -Kt + \ln \alpha$ 其中S为底物浓度,t为时间,K为表观反应速率常数, α 为气液传质比表面积。

由图2还可知,经过一段反应时间后,体系内的COD浓度趋于稳定,由此可以确定废水中有机物的降解时间,本研究中降解时间为120 min。在0~120 min之间,以lnCOD对t做图,得到一条直线,如图3所示。结果表明环流反应器内皂化废水生物降解的宏观动力学可以用一级反应来描述,表观反应速率常数K为16.8/d。

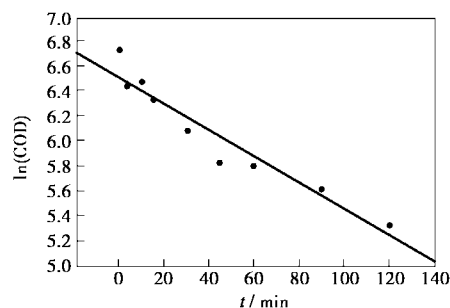
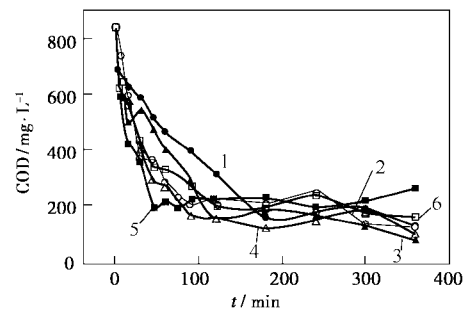


图3 图解法求解曝气过程表观反应速率常数

2.1.2 活性污泥浓度的影响



MLSS, g/L: 1—3.03; 2—5.74; 3—7.50; 4—9.69; 5—9.76; 6—11.0

图4 活性污泥浓度对废水生物降解过程的影响

活性污泥浓度是影响废水生物处理过程的重要操作参数。实验过程中维持反应器温度25℃,气体流量0.15 m³/h,进水COD为840 mg/L, pH值为7~8, MLSS在3~11 g/L内变化。活性污泥浓度对废水生物降解过程的影响如图4,可看出活性污泥浓度对有机物生物降解过程的影响有一定的规律:当活性污泥浓度较小时,随着活性污泥浓度的增大,曝气过程的反应速率增大;但当活性污泥浓度增大到一定值时,再增大活性污泥浓度并不能使反应速率提高,甚至反而导致反应速率的降低。本实验最佳

MLSS 为 5~9 g/L。

2.2 连续实验

连续实验中维持反应器温度 25℃,水力停留时间(HRT)为 6 h,气体流量开始 7 天为 0.08 m³/h,第 8 日起气体流量增大至 0.12 m³/h,进水 COD 浓度为 800 mg/L 或 1000 mg/L,pH 值为 7~8,MLSS 在 5~6g/L。每日 8:00、14:00、20:00 取样分析出水 COD 浓度,然后取平均值作进水出水 COD 浓度随时间变化曲线,如图 5 所示。

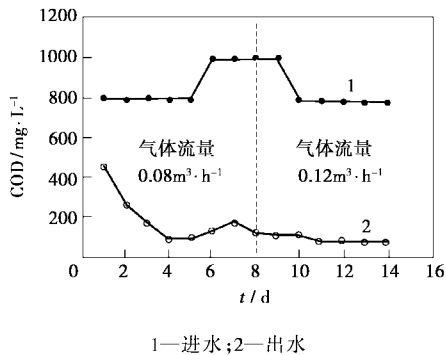


图 5 连续实验进水出水 COD 浓度变化曲线

由图 5 可知,环流反应器连续运行时,能够迅速达到稳定,处理后出水达到国家二级排放标准^[4];当活性污泥的负荷发生变化时,通过调节气体流量等操作参数,可以使反应器保持良好的处理性能。

2.3 微生物相观察

活性污泥是由各种不同微生物组成的复杂体系,其结构、形态和组成对活性污泥体系的生化处理性能有着重要影响。实验过程中,对接种活性污泥和驯化后的活性污泥做扫描电镜观察,结果如图 6 所示。接种污泥中的微生物含量较低,存在较多的无机质,微生物主要是一些杆菌。而驯化后的活性

污泥中微生物种类丰富,菌体丰满,活性较高,有大量的杆菌和球菌。

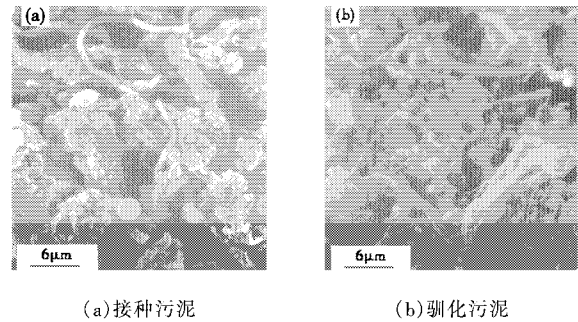


图 6 污泥的扫描电镜照片

3 结论

环流反应器能够高效生物处理皂化废水,水力停留时间仅为 6 h,皂化废水生物降解过程满足一级反应动力学模型,表观反应速率常数 K 为 16.8/d。活性污泥浓度对生物降解过程有重要影响,最佳 MLSS 为 5~9 g/L。环流反应器系统连续运行时,能够迅速达到稳定,处理后出水达到国家二级排放标准;当活性污泥的负荷发生变化时,可以通过调节气体流量等操作参数,从而维持反应器的良好处理性能。

参考文献

- [1] Cai J, Nieuwstad Th J. [J]. Environmental Technology, 1991, 12: 637 - 653.
- [2] 国家环保局,水和废水监测分析方法编委会.水和废水监测分析方法[M].第三版.北京:中国环境科学出版社,1989.354 - 356.
- [3] 范轶,王麒,丁富新,等.[J].化学工程,2001,29(5):44 - 47.
- [4] GB8978 - 1996,中华人民共和国污水综合排放标准[S].

第一届全国化学工程与生物化工年会会议通知(第二轮)

第一届全国化学工程与生物化工年会将于 2004 年 11 月 5~9 日在南京市召开,本次会议首次将化学工程与生物化工两个重要研究领域结合,对促进我国化学工程与生物化工科学技术的交流与发展,展示这两个领域的研究现状和水平,鼓励创新性和前沿性的学术思想和理论的提出有着重要的影响。闵恩泽等多位院士将参加本次会议,并就石油化工、资源、能源、环境、材料等领域做大会报告。会议将设 8 个分会场、16 个专题,每个专题将邀请国内知名的中青年专家做专题报告。

现已收到会议稿件 800 余篇,论文全文收稿截止日期为 2004 年 9 月 25 日,版面费 100 元。请收到论文摘要录用通知的作者于 9 月 25 日前汇出版面费。会议预注册的截止日期为 2004 年 9 月 1 日,会务组将根据回执情况安排会议口头报告或墙报。学生代表

注册费 450.00 元,其他代表注册费 650.00 元,住宿自理。邮寄地址如下:

(1)南京市中山北路 200 号,南京工业大学科技处;收款人:袁正英;邮政编码:210009。

(2)开户单位:南京工业大学,开户行:农行模范马路分理处,账号:033471084040001399。请务必注明单位、与会人员姓名、年会等字样。

联系人:邢卫红、徐炎华、陈巧玲、罗彦

电话:025 - 83587718、83587078、83587196、83587502

E-mail: nche@njut.edu.cn, njutm@163.com, xingwh@njut.edu.cn

会议网址: <http://nche.njut.edu.cn>

2004 年 7 月