EGSB 处理玉米淀粉生产废水中试研究*

石宪奎 倪 文
(北京科技大学土木与环境工程系, 北京 100083) (北京科技大学土木与环境工程系, 北京 100083)
(黑龙江科技学院资源与环境系, 哈尔滨 150027)

王凯军
(北京市环境保护科学研究院, 北京 100037)

摘要 研究了厌氧膨胀颗粒(EGSB)反应器处理玉米生产废水的运行过程现象, 结果表明, 液体表面上升流速是影响 EGSB 反应器效能的重要参数, 当进水 COD_{Cr} 为 3 500~ 6 500 mg/L 时, 液体表面上升流速为 1~ 3. 5 m/h 时, EGSB 反应器处理始终保持在 85% 以上, 污泥经过选择后能够适应 EGSB 反应器的运行条件。

关键词 厌氧膨胀颗粒床反应器 颗粒污泥 淀粉生产废水 厌氧处理

1 引言

厌氧膨胀颗粒床反应器(expanded granular sludge bed, 简称 EGSB) 是在上流式厌氧污泥床(UASB) 反应器的研究成果的基础上开发的第三代超高效厌氧反应器, 该种类型反应器除具有 UASB 反应器的全部特性外, 还具有高负荷, 抗冲击能力强, 占地面积小, 混流效果好和传质推动力高等特征, 正是由于这种独特的技术优势, EGSB 反应器已经广泛应用于处理低温低浓度生活污水、高浓度工业污水、含硫酸盐废水、有毒、难降解废水等[1, 2]。

在国外的文献报道中, EGSB 反应器的接种污泥大多是采用 UASB 反应器中培养的颗粒污泥, 而且对于反应器启动方式的报道也很少[3]。而国内工程上的 EGSB 由于缺乏实际经验大部分处于闲置状态, 少数反应器也只是在容积负荷 3~ 4 kg/m^3·d, 水力负荷 ≤2 m/h 的条件下运行且不稳定, 本次研究采用中试规模的 EGSB 反应器, 研究了投加 UASB 颗粒污泥的 EGSB 反应器在处理淀粉生产废水时的启动运行规律。

2 材料和方法

实验用水取自山东沂水大地玉米淀粉厂污水厂调节池。水质见表 1。同时加入 Fe^{2+}、Co^{2+}、Mo^{2+}、Ni^{2+} 等微量元素, 在试验初期还加入一定量的无水碳酸钠调节反应器内中 pH 值为 7 左右。

所用种泥取自山东沂水大地玉米淀粉厂生产性 UASB, 综合参数如表 2、表 3。

表 1 实验废水的性质 mg/L(除 pH)

COD_{Cr}	BOD_5	SS	硫化物	氨氮	pH
5 000~ 7 000	3 725~ 5 623	450~ 1 100	9. 32~ 20. 3	124~ 176	5. 0~ 6. 0

表 2 种泥特性指标

活性/ kg·(kg·d)$^{-1}$	湿密度/ kg·m^{-3}	VSS/SS %	SVI/ mL·g^{-1}	灰份 %	强度/ kPa
0. 432	1 077	0. 753	10. 671	0. 0428	56

表 3 污泥粒径和沉速

项目	粒径/mm				
	0. 6~ 0. 8	0. 8~ 1. 0	1. 0~ 1. 25	1. 24~ 1. 4	> 1. 4
沉速/m·h^{-1}	22. 4	27. 2	36. 4	45. 2	48. 0
粒径(质量分数)	67. 4	13. 2	5. 1	5. 9	8. 4

EGSB 反应器 Φ300 mm, 高 6 000 mm, 第一段为铸铁筒体, 有效容积 347 L, 进水采用电自控加热, 泵为米顿罗马达驱动机械隔膜计算泵, 产气计量用 G1. 6B (0. 016~ 25 m^3/h) 煤气表。工艺流程见图 1。

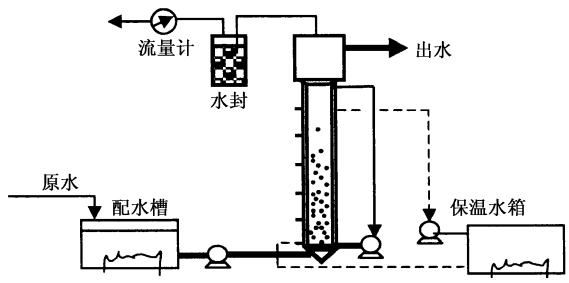

图 1 实验系统图

3 实验结果及讨论

3.1 反应器运行效果

由于污泥取自工程运行的 UASB 反应器, 因此

* 国家"863 计划"基金资助项目(No. 2002AA601190); 2003 年黑龙江省教育厅科技基金资助项目(No. 11053144)

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

COD_{Cr}启动负荷设定为 4 kg/m^3·d, 进水浓度3 000~4 000 mg/L, 启动后的 1 周内, 由于部分絮状和颗粒污泥的洗出导致较低但仍在 67% 以上, 在以后的运行中, 去除效率始终保持在 85% 以上, 出水浓度达到 200 mg/L 以下, 说明水力负荷从 1~ 3.5 的范围内完全能够稳定运行, 见图 2。

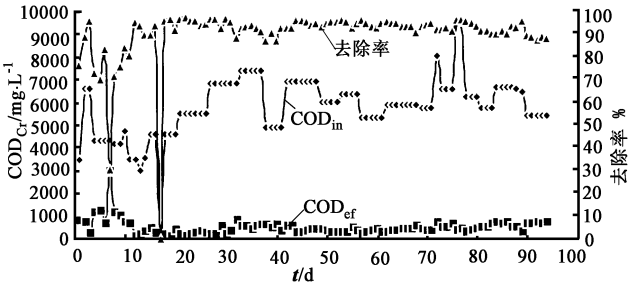

图 2 反应器运行效果图

3.2 污泥负荷与污泥量

反应器按 22 g/L 投加颗粒污泥 7.02 kg, COD_{Cr}污泥负荷 SLR= 0.28 kg/kg·d, 运行到第 27 d 时, 剩余污泥量为 3.84 kg, 减少了 54.7%, 污泥负荷也上升到 0.708 kg/kg·d, 由于缺乏 EGSB 反应器运行经验, 担心污泥流失严重导致实验失败, 因此逐渐降低污泥负荷在 0.5 kg/kg·d 左右, 但为考察污泥对流速的适应性, 水力负荷仍逐渐提高(通过增加回流实现), 结果发现泥流失逐渐减少, 污泥床层清晰可见, 污泥具有可观的增长, 达到第 87 d 的 8.276 kg, 此时的 SLR = 0.53 kg/kg·d, 见图 3。

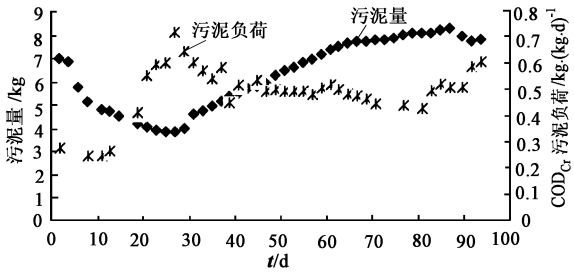

图 3 反应器内污泥量及污泥负荷的变化

3.3 水力负荷及污泥颗粒的变化

因为 EGSB 与 UASB 具有不同的水力状态, 反应器内特别是底部污泥将受到水压、进液和产气的剪切力作用, 如有絮状污泥存在, 进液后很容易因分布的不均匀性问题导致局部浓度高, 同时, 污泥因水压及自重导致膨胀量不够产气释放受阻, 使产气在泥层中下部聚集, 将导致气团间歇骤然释放(已在所作实验观察中证实), 以上因素叠加极易使颗粒污泥破碎流失, 这也是工程上导致 EGSB 污泥流失的主要原因, 因此采取先低浓度或好氧回流进水, 高流速洗出部分絮状污泥, 保障一定的膨胀量的办法。但水力负荷不宜过高, 在生物膜系统中, 水力剪切力可能会导致液/气流动或颗粒与颗粒之间碰撞磨损[4, 5]。

在水力学条件下, 水力剪切力可以认为是对生物膜的形成最有决定性的因素之一。有证据表明高的剪切力能够产生薄而密实的生物膜。稳定的生物膜的结构与水力剪切力高度相关, 水力剪切力能够控制生物膜生长和被冲蚀量, 促使形成平衡的生物膜厚度和密度。

高负荷有利于颗粒长大, 高的剪切力有利于形成更光滑和更密实的生物膜。显然, 与生物膜结构相关的水力条件反过来会影响基质扩散的效率和生物膜的生态选择。从工程意义上讲, 脱膜现象经常与产生厚的生物膜相关联, 这会导致出水水质的不稳定, 因此, 希望得到紧凑而稳定的生物膜。为了达到这一目的, 控制反应器中的水力负荷及污泥负荷是控制生物膜结构的最为有效的工具。本试验的主要目的也就是要考察颗粒污泥能否适应> 1 m/h 的流速及污泥的变化规律来自 EGSB 的工程运行提供经验, 试验结果见图 4。

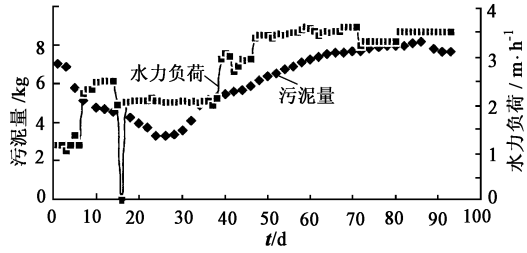

图 4 反应器内污泥量及水力负荷的变化

按水力负荷 1 m/h(包括回流) 启动后就出现连续的颗粒及絮状污泥的流失, 流出的颗粒因为中空而失去沉降性, 部分絮状污泥沉降性较好, 可能是来源于被剪切而破碎的颗粒, 还有一些杂物。在 2 周内水力负荷提高到 2.5 m/h, 这时出水变清带出的主要是中空的颗粒, 反应器内污泥颗粒由初期的黑亮色变成灰白色, 运行到第 37 d 时, 水力负荷提高到 3 m/h, 第 47 d到试验结束由于回流泵流量的限制始终保持在 3.51 m/h。这时对污泥内的主体颗粒(> 50% SS, 粒径在 1~ 2.5 mm) 进行电镜观察比较发现, 来自 UASB 的污泥颗粒结构疏松表面粗糙容易破碎, 内部主要为球菌、少量丝菌和杂乱的无机质。

而 EGSB 污泥颗粒色灰黑且光滑, 形状结构较致密的近似球状, 粒径主要分布在1~ 3mm之间, 细菌

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

生物移动床技术在电厂生活污水回用工程中的应用研究

李 明 宋存义 邢 奕 邹安华 盖正勇 李朝海
(北京科技大学环境工程系, 北京 100083) (河北西柏坡发电责任有限公司, 河北 050400)

摘要 河北西柏坡发电责任有限公司对生活污水进行回用改造, 厂区内的生活污水 COD_{Cr} 在 100 mg/L 左右, 采用"生物移动床+ 生物过滤+ 深度过滤+ 臭氧消毒"联合工艺。实践证明, 该工艺处理效率高, 效果稳定, 运行安全可靠。

关键词 污水处理 中水回用 生物移动床

1 引言

在我国, 许多大型企业如电厂和钢厂在职员工上千, 这些企业主厂区一般建设在郊区, 形成独立的生活园区, 每天产生大量的生活污水, 这部分污水大都外排或冲洗灰渣, 同时厂区又需要补充大量的生产用水。

一般厂区生活污水主要来自单身宿舍、厂区内办公及作业专用地、食堂及卫生间等。这类生活污水与城市生活污水相比, COD_{Cr}、BOD_5 浓度低得多; COD_{Cr} 一般在 100 mg/L 左右或更低。针对低浓度的厂区生活污水, 对河北省西柏坡发电责任有限公司厂区的生活污水采用了"生物移动床+ 生物过滤+ 深度过滤+ 臭氧消毒"联合工艺。实践证明该工艺运行稳定, 抗冲击能力很强, 出水能满足工业循环冷却水水质要求。

2 工艺设计

河北西柏坡发电有限责任公司(以下简称西电)是华北电网和河北南网的负荷中心, 西电为凝气式燃煤火力发电厂。西电排水采用生产~雨水和生活污水分排方式, 各建筑物内排放的生活污水, 用重力流管道排至厂区污水处理站。

2.1 设计数据

目前西电生活污水排放量约 60 m^3/h, 为适应发展的需要, 应厂方要求按 90 m^3/h 设计。

设计水质为:

(1) 进水水质 COD_{Cr} = 100 mg/L, BOD_5

组成主要是杆菌、丝状菌和少部分球菌。由此可见反应器中的水力负荷及污泥负荷的控制改善了污泥颗粒的结构, 对其生物构成也进行了选择。

4 结论

(1) 水力负荷在 1~ 3.5 m/h, 进水 COD_{Cr} 浓度在 3 500~ 6 500 mg/L 的范围内, 反应器完全能够稳定运行。取自 UASB 的污泥经选择后能够适应高流速的运行条件。

(2) 启动后流速在 1~ 2 m/h 条件下, 污泥冲蚀流失明显, 主要是中空的颗粒及原有的和颗粒破碎后产生的絮体, 反应器底部污泥床层明显并随内部产气聚积、释放而呈现周期性的向上喷涌状湍动。

(3) 水力负荷能对颗粒的生长过程进行调整, 使其适应 EGSB 反应器的运行环境, 要先对投加的种泥进行选择。

(4) 由此试验过程推断, 如果改善目前的 UASB 运行状态, 即提高现有流速和负荷, 其过程产生的污泥作为种泥将缩短 EGSB 反应器的启动时间。

参考文献

1 Kato M T. The anaerobic treatment of low strength soluble wastewaters. Wagenigen Agricultural University. anded granular sludge bed (EGSB) reacter. Wat. Sci. Tech., 1999. 40(8): 99~ 106.
2 Van Lier J B, et al. New perspective in anaerobic digestion. Wat. Sci. & Tech., 2001. 43(1): 1~ 18.
3 王妍春, 陈浩, 左剑恶. 膨胀颗粒污泥床(EGSB)反应器的研究进展. 中国沼气, 2000. 18(4): 8~ 10.
4 Yu Liu, Jor-Hwa Tay. The essential role of hydrodynamic shear force in the formation of biofilm and granular sludge. Water Research, 2002. 36: 1653~ 1665.
5 任洪强, 丁丽丽, 陈坚, 伦世仪. EGSB 反应器中颗粒污泥床工作状况及污泥性质研究. 环境科学研究, 2001. 14(3): 34~ 36.

作者通讯处 石宪奎 100083 北京科技大学土木与环境工程系
E-mail shxk2002@126.com.

2004- 04- 20 收稿

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

STUDY AND APPLICATION OF PURIFICATION AND RECYCLING OF WASTEWATER FROM A MINERAL CONCENTRATING PLANT ..... *Sun Shuiyu et al* (7)

Abstract The purification and recycling of wastewater from Nanjing Xixiashan Xinyang Mine Company are investigated. The tests of wastewater treatment and recycling are carried out. In addition, the tests of ore flotation are conducted in order to determine the effect of wastewater recycling on the ore flotation process. The zero discharge of wastewater is obtained. The plant engineering system of purification and recycling of wastewater is designed and constructed. The system has been operatd successfully. The good environmental and economical benefits are produced.

Keywords mineral concentrating wastewater, purification and recycling, zero discharge and plant operation

BIOLOGICAL FILTRATION OXIDATION REACTOR FOR TREATING COKE PLANT WASTEWATER ..... *Xiao Wensheng et al* (9)

Abstract Due to the fact that the activated sludge process is used to treat coking wastewater in a coking plant, whose effluent can not meet the discharge standard. Therefore a biofiltration oxidation reactor is used to further treat the wastewater. The results show that the efficiency of this process is stable and feasible and the system displays a higher resistance to shock. The average removal rates of COD_{Cr}, NH_3-N, SS, oils, volatile phenol and cyanide are 64.7%, 79.8%, 76.6%, 52.1%, 95.4%, 61.4% respecitvely. The quality of effluent meets discharging standard of our country. (GB8978-1996 the second level of national discharged standard for the second contaminants)

Keywords coke plant wastewater, biological filtration oxidation reactor and activated sludge

EXPERIMENTAL RESEARCH ON TREATING ETHYLAMINE WASTEWATER USING THE PRESSURIZED AERATION-SEQUENCE BATCH REACTOR ACTIVATED SLUDGE PROCESS ..... *Chen Libo et al* (12)

Abstract It is researched that treating ethylamine wastewater by the pressurized aeration-sequence batch reactor activated sludge process. When COD_{Cr} of influent is 2 600 mg/L, and that of effluent is less than 150 mg/L. The volumetric loading is 3.0~8.0 kg $COD_{Cr}/m^3 \cdot d$. This method features fast biochemical reaction rate, high efficiency of removing nitrogen and less land-occupying.

Keywords P-SBR reactor, ethylamine wastewater and denitrification

RESEARCH ON THE NITROGEN AND PHOSPHORUS REMOVAL OF THE MODIFIED AB PROCESS ..... *Zhang Zhibin et al* (14)

Abstract A modified AB process was studied for solving the carbon resource shortage problem in order to improve the nitrogen and phosphorus removal efficiency of the AB process. The results of the parallel bench-scale experiment showed that the nitrogen removal and phosphorus removal efficiencies of the modified AB process reached 79.8% and 90.61% respectively without losing organic removal performance and adding aeration volume, which improved greatly compard with the traditional AB process and intermittent aeration process. The COD_{Cr}, TN and TP concentrations meet the National Wastewater Integrated Discharge Standard.

Keywords modified AB process, biological nitrogen & phosphorus removal and carbon resource shortage problem

A PILOT-SCALE STUDY ON EXPANDED GRANULAR SLUDGE BED (EGSB) REACTOR FOR TREATING MAIZE STARCH PROCESS WASTEWATER ..... *Shi Xiankui et al* (17)

Abstract The performance of EGSB for treating maize starch process wastewater was studied. The result showed that superficial liquid upflow velocity was the key factor affecting the influent function of EGSB reactor. With influent superficial liquid upflow velocity of 1~3.5 m/h and COD_{Cr} concentration of 3 500~6 500 mg/L, COD_{Cr} removal rate of above 85% was attained. After some time of operation, the granular sludge could adapt to the running condition of EGSB reactor.

Keywords expanded granular sludge bed (EGSB), granular sludge, starch process wastewater and anaerobic treatment

APPLICATION OF MOVING BED BIOFILM REACTOR TO DOMESTIC WATER REUSE IN THERMAL POWER PLANT ..... *Li Ming et al* (19)

Abstract A MBBR (moving bed biofilm reactor) was tested for treatment of domestic wastewater in Xibopo Thermal Power Plant. The MBBR was used to treant low concentration influent (100 mg/L in COD_{Cr} concentration). The Wastewater Treatment Center of BUST (Beijing University of Science and Technology) introduced the treatment process of "MBBR-biofilm filtration-depth filtration-ozone disinfection". It has been proved that this process features high efficiency, stable effect and reliable operation.

Keywords wastewater treatment, reclaimed water reuse and moving bed biofilm reactor

AN APPLIIED HYDROLYTIC-AEROBIC TECHNIQUE FOR DOMESTIC SEWAGE TREATMENT ..... *Yuan Jun et al* (22)

Abstract Hydrolytic-aerobic process was used to treat domestic sewage instead of an embedded equipment, which can solve the problem of corrosion of the equipment, but also overcome the difficulty of insufficient residence time. As a result, the treatment effect was also improved.

Keywords hydrolytic-aerobic process, embedded equipment and doemstic sewage

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net