

①

67-71

三相生物流化床处理屠宰废水中试研究*

何强**

贺启祥[√]
(城市建设学院)

左玉珍
X7P2.03

摘要 对生物流化床处理屠宰废水的中试过程进行了系统的研究,分析了反应器运行工况的主要影响因素,取得了生物流化床的一些设计参数和运行经验。

关键词 三相生物流化床, 屠宰废水处理, 反应器

中图分类号 X703

屠宰废水是我国食品行业中最大的污染源之一。随着国民经济的发展和人民生活水平的提高,屠宰加工工业将有更大的发展。有资料表明,目前我国生猪日宰量500~5000头的屠宰场已有600多家。估计每年排放废水量近20亿m³,占全国工业废水排放量的6%^[1]。屠宰废水含有大量的有机物,BOD₅一般为300~600mg/L,COD为600~2000mg/L,SS为400~2700mg/L,这种废水如不经处理直接排放,会迅速消耗水体中的溶解氧,破坏水体生态系统,危及渔业、农业和人民生活,因此屠宰废水的治理对保护生态环境和人类健康具有十分重要的意义。

生物流化床是七十年代开发的一种污水处理新工艺,它将化工过程的流态化技术用于废水处理,综合了活性污泥法和生物膜法的优点并加以发展,具有有机物容积负荷高、处理效率高、占地少和投资省等优点,因此近二十年来在荷兰、美国、丹麦等国得到了广泛的研究,但国内工程应用尚不多,因此有必要通过中试寻求合适的设计参数,为生产应用提供可靠的依据。

1 试验装置及设备

图1为本试验装置及流程图。

试验主体构筑物是三相生物流化床,共两座,用钢板制成,主要尺寸见表1,主要设计参数取自小试结果^[2]。

进水泵为一台WQ10×12-11型潜污泵,鼓风机为二台D22×21.8.05/500型,一用一备,处理水量用三角堰计。

本试验在某小型屠宰场进行,废水以屠宰废水为主。

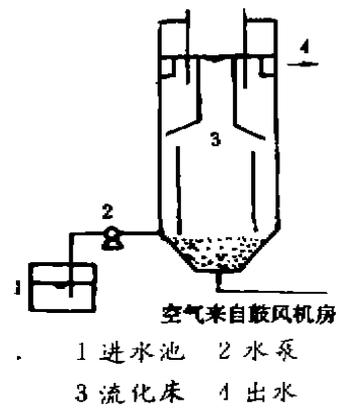


图1 试验流程示意图

* 收稿日期:1994-04-27.
** 何强,男,1965年生,讲师,重庆建筑大学城市建设学院(630045)
本文系重庆建筑大学青年科学基金资助项目。

另有部分炼油废水进入处理设备,经物理预处理后,流化床进水水质如表 2 所示。

表 1 流化床反应器主要尺寸

总容积(m ³)	总高度(mm)	横截面积(m ²)	反应区容积(m ³)	反应区高度(m.m)	中心管径(mm)
7.5	3860	2.0	4.5	2360	800

表 2 流化床进水水质

单位:(mg/L)

COD	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	油脂
439~1450	200~620	1060~1540	20~80	120

* 在有炼油废水排入时,平时一般在 40 mg/L 以内。

水色多为深褐色,当猪血回收量少时,废水呈明显的血红色,并容易形成泡沫。

2 试验过程

试验过程分启动期和负荷运行期两个阶段。

2.1 启动过程

根据小试的经验,低负荷高去除率的启动方式虽然历时较长但较稳妥,同时考虑到试验在屠宰场实地进行,所以选用这种启动方式。启动负荷为 3.5 kg COD/m³·d。每个反应器内各加 0.5~1.0 mm 陶粒 320 L 左右,占反应区容积的 7%,污泥取自某绒布厂废水处理站活性污泥浓缩池,每个反应器反应区污泥浓度为 4.5 g/L。经过一个月的运行,载体逐渐挂膜,镜检发现生物膜已形成,并有少量钟虫出现,COD 去除率接近 60%,至此认为载体挂膜阶段已结束,反应器进入稳定运行状态。

值得说明的是启动过程原则上是连续运行的,但由于废水水源受生产过程的影响,试验过程也经常出现间歇的情况。

2.2 负荷运行期

反应器进入稳定运行后,经常遇到屠宰场停工的情况,因此废水量变动较大,最终处理水量为 100 m³/d。容积负荷也有较大波动。在进水 COD 540~1440 mg/L,容积负荷为 4.5~7.0 kg COD/m³·d,水力停留时间 3.6 h,pH 为 6.0 左右,COD 去除率稳定在 70%左右,出水 pH 为 7.0,油脂 40 mg/L(在有炼油废水排入时,平时一般在 15 mg/L 以内),SS 200 mg/L 左右。当有水质水量冲击负荷时,出水指标变化不大。

3 试验结果与分析

3.1 试验结果

经过三个多月的正常运行,得出试验结果如表 3 所示,当进水量 100 m³/d,容积负荷 4.5~7.0 kg COD/m³·d 时,COD 去除率可达 70%。

表 3 负荷运行期试验结果

进水 COD (mg/L)		COD 去除率 %	水力停留时间 (h)	COD 容积负荷 (kg COD/m ³ d)	
范 围	均值			范 围	均值
381.6~931	611.2	74.3	4.8	2.3~3.1	2.9
673.7~991.8	783.9	71	4.4	4.1~4.38	4.3
726~877	814	70.7	3.9	5.0~5.4	5.1
784~1164	1023	69.4	3.6	6.7~7.8	7.1
1012~1284	1141	60	3.6	7.97~9.13	8.5

3.2 结果分析

3.2.1 COD 容积负荷对运行性能的影响

容积负荷综合表示了进入流化床的有机物量。本试验结果表明,当容积负荷小于 7kg COD/m³·d 时,负荷值的变动对 COD 去除率影响很小,去除率一般维持在 70%左右;容积负荷高于 7kg COD/m³·d 时,COD 去除率降至 60%左右。与小试结果相比,虽然相应的容积负荷要低些,但它们之间的变化关系是一致的^[2]。图 2 为容积负荷与 COD 去除率关系图。

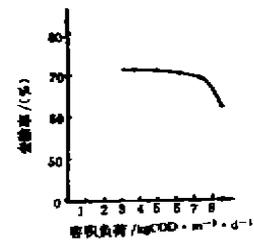


图 2 容积负荷与 COD 去除率关系图

3.2.2 进水 COD 对运行性能的影响

进水 COD 浓度与其去除率的关系如图 3 所示。从图中可以看出,在不同进水流量下,只要进水 COD 低于 750 mg/L,COD 去除率基本稳定在 70%左右;进水 COD 高于 750 mg/L 后,去除率下降速度加快,当达到 1000 mg/L 时,COD 去除率只有 60%左右,这种变化关系与小试结果相似。

有资料报道,生物流化床对浓度的冲击一般具有较强的适应能力,而且在极限负荷值内处理效率随进水浓度的升高而提高^[3]。究其原因,回流是一个关键的因素。由于回流水与原水同时进入流化床,在床底部,原水就得到了稀释,因此实际上床内并没有很大的浓度冲击。在本试验中省去了回流,节省了电耗,因此相对地反应器对 COD 浓度的变化要敏感些。

3.2.3 水力停留时间对运行性能的影响

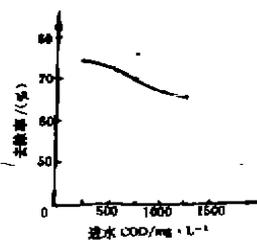


图 3 进水 COD 与去除率关系图

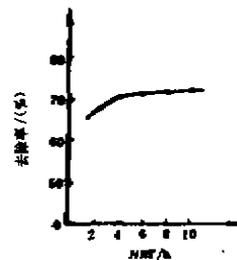


图 4 水力停留时间与 COD 去除率关系图

本试验前期,屠宰车间的日排水量变动较大,而且有时停宰,所以流化床的进水量有较大波动,试验后阶段,由于屠宰车间工作正常,因而流化床进水量较易控制,一般在 100 m³/

d,水力停留时间为 3.6 h。试验结果表明,当水力停留时间大于 3.6 h 时,COD 去除率变动不大,如图 4 所示。这主要是因为流化床出水中悬浮性 COD 占总 COD 的 50% 以上,因此即使溶解性 COD 较低,但由于悬浮物的存在,出水 COD 仍然相对稳定,因而去除率变动不大。

3.2.4 环境因素的影响

本试验最主要的环境因素是水温、pH 值和溶解氧,屠宰废水的 pH 为 6.0 左右,对流化床内微生物的活性影响不大,出水 pH 一直稳定在 7.0 左右。

温度对生物反应器来说是一个重要的影响因素,本试验的两套流化床均置于露天,运行阶段气温变动于 16~32 ℃ 之间,床内温度变动于 24~32 ℃ 之间,随着温度的降低,水温仍较稳定,这主要是空气通过空压机和管道进入流化床时,有一定的温度升高,加上床深较大,因此床体内水温特别是下部水温一直比较稳定,保证了微生物的活性和生长条件,随着季节的变化,处理效果没有明显变化,这说明本试验装置对气温变化有较好的适应性。

生物膜法因为生物量高,因此需要较高的溶解氧,一般以 2~3 mg/L 为宜,本试验中,溶解氧保持在 0.9 mg/L 左右,因为考虑到加大曝气量,会影响沉淀效果,使出水带泥。溶解氧较低,生物膜发育受到一定影响。如果将反应区和沉淀区分建,则可加大曝气量,这无疑会促进生物的生长,提高处理效果。

3.3 问题讨论

3.3.1 中试与小试结果的对比

中试设备是在小试的基础上进行设计加工的,由于水质变化、设备扩大等影响,中试与小试结果略有不同。

小试结果表明,当水力停留时间 2 h,容积负荷 $8.4 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{d}$ 时,COD 去除率仍在 80% 以上;而中试结果是,水力停留时间 3.6 h,容积负荷 $7 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{d}$ 时,COD 去除率在 70% 左右,导致这种差异的主要原因有以下几个方面:

1) 水质方面

小试的进水主要是胃肠内容物及血污的洗涤水,而中试的流化床进水,是整个屠宰场排出的废水,其中包括设计时未考虑的炼油废水。大量乳白色的油脂进入处理站,未被截流去除的油脂随废水一起进入流化床内,油膜将生物粒子包裹起来,既阻碍了生物膜与基质的接触,也阻碍了氧的传递,使生物膜的生长受到遏止。有研究表明,生物处理构筑物内废水含油浓度不得大于 30~50 mg/L,否则将直接影响活性污泥和生物膜的正常代谢过程。本试验中油脂含量有时高达 120 mg/L,大大超过了反应器的允许含油浓度,这是影响反应器效率的主要原因。另外,猪毛等杂物也是影响水质的一个重要方面,猪毛杂物的积累会导致流化床堵塞,因此对于屠宰废水处理,必须加强前段预处理。尤其是屠宰场附设有炼油车间时,炼油废水必须经预处理去除油脂后才能排入废水站。

2) 设备方面

小试设备直径小,底部配水和进气都很均匀,因此陶粒在反应区内均匀流化,在足够的溶解氧条件下,微生物生长良好,效率高。而中试设备直径大,曝气管铺设面积相对较小,因此载体流化不易均匀,溶解氧的不足也妨碍了微生物的生长,最终导致处理效果低于小试设备。

3) 运行管理方面

小试在试验室进行,管理水平较高,设备维修及时,而中试在屠宰场进行,操作工人没有

经过培训,管理水平不如小试。另外,流化床的运行还受屠宰场生产状况的影响,一旦屠宰停工数日,流化床进水量就很难保证稳定。

3.3.2 生物流化床系统设计问题

小试和中试都没有设二沉池,只设三相分离器,这虽然节省了用地和投资,但沉淀效果不太理想,出水悬浮物在 200 mg/L 左右,因此在今后工程设计中,宜分设二沉池。

4 结 论

1) 生物流化床处理屠宰废水中试(100 m³/d)表明,水力停留时间 3.6 h,容积负荷 7 kg COD/m³·d 时,COD 去除率在 70%左右。

2) 在生物流化床处理系统设计中,宜将反应区和沉淀区分设;如处理含炼油废水的屠宰场废水,必须加强废水的预处理去除油脂和悬浮杂物,以保证流化床的正常运行。

本论文得到了重庆建筑大学城建学院龙腾锐教授、郝以琼教授的指导,在此作者表示衷心感谢。

参 考 文 献

- 1 吴卫国编. 肉类加工废水处理技术. 中国环境科学出版社, 1991
- 2 龙腾锐等. 三相流化床处理屠宰废水的试验研究. 重庆建筑工程学院报, 1989, 11(3)
- 3 王世和等. 生物流化床水处理基本特性研究. 中国环境科学, 1991, 11(4)

(编辑:胡玲)

RESEARCH ON THE SLAUGHTERHOUSE WASTEWATER TREATMENT IN A GAS-LIQUID-SOLID FLUIDIZED BED BIOREACTOR

He Qiang He Qixiang Zuo Yuzen

(Faculty of Urban Construction)

ABSTRACT The process of treating slaughterhouse wastewater in a gas-liquid-solid fluidized bed bioreactor is studied, and the factors of affecting reactor performance are analysed in this paper. Some design parameters and experiences are obtained through the pilot experiment.

KEY WORDS fluidized bed bioreactor, slaughterhouse wastewater