活性污泥法处理肉类加工废水技术及改良研究

于颂明 王宝贞

(哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 哈尔滨, 150001)

摘要 本文介绍了活性污泥法处理肉类加工废水技术及技术指标, 提出 SBR 法及改良的 SBR 法是解决肉类加工废水污染的适用技术, 并简要说明了肉类加工工业清洁生产方向。

关键词 活性污泥 SBR 肉类加工 废水 技术参数

前言

肉类加工工业是食品工业的重要组成部分, 随着我国经济的快速发展和人民生活水平的不断提高, 肉类制品的需求量也日益增加, 肉类加工工业已成为我国水污染主要有机污染源之一。据不完全统计, 我国每年肉类加工废水排放量达 20 亿 m^3 , 约占全国废水排放总量 6%。1992 年, 针对我国肉类加工行业污染排放状况及技术发展要求制定了《肉类加工工业水污染物排放标准》(GB13457-92), 以规范并约束该行业排污行为。

1 废水来源及特性

1.1 废水来源

肉类加工工业废水主要来自: 圈栏冲洗、生物冲淋、屠宰车间地面冲洗、烫毛、剖解及清理、洗油及加工废水等, 及冷冻机房的冷却水等。

1.2 废水特性

1.2.1 水质特点

肉类加工废水含有大量的血污、油脂、毛皮、肉骨屑、内脏杂物、未消化的食料及粪便等污染物, 是典型的有机废水, 可生化性良好。同时废水中还含有粪便大肠菌、葡萄球菌、沙门氏菌、链球菌等多种与人体健康相关的细菌。

1.2.2 水质和水量

肉类加工废水水质、水量波动较大, 主要原因: 不同的企业由于工艺上的区别, 单位耗水量和排水量不同; 肉类加工生产一般为非连续生产, 废水流量一天中变化很大; 由于加工对象、生产管理水平的差异, 也造成排水量上的不同。一般肉类加

工废水的变化系数在 2.0 左右, 最大与最小时流量之比可达 3.0, COD_{Cr} 为 600-2000mg/l, BOD_5 为 250-800mg/l, SS 为 250-2500mg/l, PH 值为 6.2-7.5, 色度在 400 度以上, 动植物油为 50-500mg/l, 氨氮为 50-400mg/l。

排水量按我国国情屠宰及加工每头猪的排水量为 0.3-1.1 m^3 , 平均 0.7 m^3 。根据《肉类加工工业水污染物排放标准》, 排水量按活屠重量或原料肉重量计每吨排 6.5 m^3 (畜类屠宰加工), 5.8 m^3 (肉制品加工), 18.0 m^3 (禽类屠宰加工), 此数值不包括间接冷却水、生活排水及锅炉、电站排水。

2 处理技术分析

2.1 概况

肉类加工废水的处理方法主要分为物理法、化学法、生物法。由于它们特点不同, 在实际应用中则根据不同现状和要求被分别采用或组合联用。由于肉类加工废水是一种高浓度有机废水, 可生化性好, BOD_5 与 COD_{Cr} 的比值一般在 0.5 以上, 通常采用以生物法处理技术为主的处理技术。物理法即采用隔栅、沉淀、过滤、气浮、离心等物理方法的技术和以絮凝法为主的化学法, 通常被用于生物法的预处理、后处理以及深度处理。

2.2 国内处理技术

我国水处理技术研究开展较早, 20 世纪 50 年代开始, 我国就已开始进行肉类加工废水的处理研究和应用。当时绝大多数为以双层沉淀池为主的一级处理工艺。60 年代, 一些单位采用鱼塘处理及养殖结合技术的初步探讨, 并逐渐开展厌—好

氧技术串联及厌氧接触池法试验研究,但由于种种原因,这些研究成果直到70年代中期才得以使用,同时浅层曝气活性污泥法及生物转盘工艺也相继在个别企业中应用,80年代以来,以活性污泥法为主的二级生化处理技术才真正得以深入研究和应用。目前,国内应用的主要处理技术有常规活性污泥法、氧化沟法、SBR法、生物滤池、厌氧(兼氧)一好氧处理工艺,以及为节约能源、减轻污染而开展的清洁生产。

2.3 国外处理技术

50-60年代,美国开始研究、应用厌氧接触工艺、厌氧-好氧塘系统处理技术。60年代,开始研究应用氧化沟技术。70年代以来,美国相继制定了BPT(1977年标准)和BAT(1983年标准)国家标准,带动了水污染防治技术的进步,土地处理技术得到了有效的研究和应用,同时开展了废水回用处理技术的研究。80年代美国在开展厌氧流化床、厌氧滤池、接触氧化法处理肉类加工废水的同时,注重开展了废水回收蛋白质合成饲料添加剂和废水回用深度处理技术研究和推广,强调了资源综合利用和废物减量化思想。

加拿大在60年代就已开始使用厌氧-好氧塘系统处理肉类加工废水。70年代又进行了细菌去除的研究。80年代以来,加拿大政府及企业也加强了水资源保护,经过适当控制,年用水量可减少20%左右,BOD负荷降低50%。

进入80年代后期以来,各国的废水处理技术发展很快。日本、匈牙利、澳大利亚、德国及一些发达的欧美国家在采用成熟的生物处理技术的基础上均重点开展了废水回用、蛋白质回收等技术,并取得了可观的效益。

3 主体处理工艺及技术指标

3.1 传统活性污泥工艺

活性污泥法是生物处理技术中应用最普遍最

成熟的方法,根据曝气形式不同可分为浅层曝气、射流曝气、延时曝气等。

3.1.1 浅层曝气

浅层曝气主要基于液体曝气吸氧作用原理,气泡形成时,氧的转移速度最大,液体吸氧速度增加,减少曝气装置淹深,降低风压,提高处理效果。技术指标:污泥负荷 $0.4\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS}\cdot\text{d})$, $\text{MLSS}3-4\text{g/l}$;容积负荷 $1.2-1.6\text{kgBOD}_5/(\text{m}^3\cdot\text{d})$;HRT $7-12\text{h}$;供气量 $210\text{m}^3/\text{kgBOD}_5$;回流比100%; BOD_5 去除率达92%以上。

3.1.2 延时曝气(卡鲁塞尔工艺)

延时曝气的特征是所用负荷低,曝气时间长,微生物生长处于内源代谢阶段,污泥量减少,COD去除率达90-97%, BOD_5 去除率为98%,总N去除95%以上。技术指标:污泥负荷 $0.2\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS}\cdot\text{d})$, $\text{MLSS}2.4\text{g/l}$;容积负荷 $0.48\text{kgBOD}_5/(\text{m}^3\cdot\text{d})$;HRT 55h 。

3.1.3 射流曝气

由于射流过程提高了活性污泥代谢有机物的速率,同时也提高了氧的利用率,加快了吸附饱和和活性污泥的活性恢复,促进了有机物的去除。射流曝气工艺其有较高的处理率。技术指标:污泥负荷 $1.62\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS}\cdot\text{d})$, $\text{MLSS}5\text{g/l}$;容积负荷 $8.1\text{kgBOD}_5/(\text{m}^3\cdot\text{d})$;射流压力 1kg ,曝气时间 1h ,水气比 $0.5-1.0$; BOD_5 去除率95%以上。

射流曝气对温度变化适应性差,易产生大量泡沫所以要控制分子量较大的有机酸含量。

3.1.4 水力循环喷射曝气

水力循环喷射曝气工艺是射流后无固体边界的约束,废水、污泥、空气自由剪切、混合,使供氧充足、活性污泥维持在悬浮状态。技术指标:污泥负荷 $0.3\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS}\cdot\text{d})$, $\text{MLSS}3\text{g/l}$;容积负荷 $0.9\text{kgBOD}_5/(\text{m}^3\cdot\text{d})$;HRT 17h ,15-20倍进

水量;污泥回流比 60%;BOD₅ 去除率 97%。

3.2 改良活性污泥工艺

3.2.1 SBR 法

SBR 法是一种按间歇曝气方式来运行的改良的活性污泥法,在运行上有序且间歇操作。SBR 反应池集均化、初沉、生物降解、二沉等功能于一池,无需污泥回流,具有工艺简单、占地面积小、投资省、抗冲击负荷强,反应速率大,沉淀效果好,脱氮除磷效果好,运行操作灵活、易自控等特点。特别是针对肉类加工生产废水特点尤为适用。技术指标: COD 负荷 0.2-0.8kgCOD/(kgMLSS·d), 进水时间 0.5-1.0h, 曝气时间 6.0-7.5h, 限制曝气方式, 沉淀时间 1.0h, 排水时间 1.0h; 闲置时间 1.5h, COD 去除率 > 90%, BOD₅ 去除率 > 95%。与传统活性污泥法比较, COD、BOD₅ 去除率分别增加 10 个和 5 个百分点, 节省土地 30-40%, 运行费用降低 10-20%。

3.2.2 射流-SBR 法

该方法是在 SBR 法基础上改良曝气方式, 采用射流曝气代替罗茨风机供氧, 增加了曝气效率, 减少处理设施体积, 降低造价, 为冬季采取全封闭采暖创造了条件。处理能力 1500m³/d 的典型规模, 运行费用为 1.1 元/m³, COD 去除率为 93%, BOD₅ 去除率 96%, SS 为 61.6%, 氨氮 91.6%。

3.2.3 间歇式生物膜法

间歇式生物膜法是在 SBR 的基础上采用生物膜技术为中心的处理方法。生物膜法的特点是生物量大, 生物种类多, 抗冲击负荷强, 同时对氨氮和色度也有一定吸附降解作用。采用气浮除油试验, 膜反应器中投加组合填料。技术指标: COD 负荷 0.08-0.33kgCOD/(kgMLSS·d) 凯氏氮负荷 0.12-0.52kg 凯氏氮/kgMSSL·d, 曝气时间 8h, 沉淀时间 1h, 除油池 HRT1h。二级处理后加炉渣滤柱处理, 出水回用。滤柱参数, 进水 COD <150mg/l, 滤速 1.0-1.2m/h。COD 去除率 96%, BOD₅ 去

除率 99%, 凯氏氮去除率 94%。

3.2.4 水解-SBR 法

水解处理相对厌氧处理工艺, 能显著缩短处理时间, 提高处理负荷, 水解过程中将固态大分子和不易降解的有机物降解为易于生物降解的水分子, 而且对 SS 也有一定去除率。技术指标: 水解工艺: COD 去除率 30-47%, BOD₅ 去除率 45-49%, SS 去除率 56-61%, NH₃-N 几乎未去除。

4 清洁生产技术

4.1 生产工艺改革

4.1.1 采用空气解冻技术, 取代传统的冷水池浸泡, 生产 1 吨原料冻肉可节水 12-13m³。

4.1.2 采用一水多用, 冷却水应循环使用。二级生化处理后经深度处理和消毒的水回用作冲洗水。

4.2 资源回收利用

4.2.1 采用气浮法, 回收废水中蛋白质和饲料。

4.2.2 采用隔油池, 废水油脂回收率 > 75%。

4.2.3 加强生产过程中对血液, 肠胃内容物、毛羽等的收集与回收。血液回收率 > 78%, 毛羽回收率 > 90%, 肠胃内容物回收率 > 50-60%。

5 小结

SBR 法及改良 SBR 法是处理肉类加工废水的适用技术。根据活性污泥法和 SBR 法发展起的一批新型 SBR 方法, 能更有效、更科学实现肉类加工废水中有机物、SS、氨氮的去除, 同时发展清洁生产, 使资源更趋合理使用, 实现废物综合利用。

作者简介: 于颂明 (1965-), 1987 年毕业于哈尔滨市建筑工程学院, 1998 年攻读哈尔滨工业大学市政环境工程专业硕士生, 现在黑龙江省环保局从事环境科技工作。

(收稿日期: 2002-03-15)