

DDG+UASB+SBR 工艺在玉米酒精糟液处理中的实践

李红霞,王小明,王永芳

(河北衡水老白干酿酒(集团)有限公司,河北 衡水 053000)

摘要: 利用 DDG+UASB+SBR 工艺处理玉米酒精糟液,运行稳定、可靠,处理效率高,投资少,占地面积小。酒精生产排放的废水 BOD₅,COD_{cr},SS 平均浓度、pH 值及酒精吨排水量均符合《污水综合排放标准》(GB8978-96)中酒精行业的有关规定。采用该工艺可提高企业经济效益,避免资源浪费,实现企业经济良性循环。(孙悟)

关键词: DDG+UASB+SBR; 玉米酒精; 酒精糟液处理

中图分类号:TS262.2;X797 文献标识码:B 文章编号:1001-9286(2005)06-0091-03

Practice of DDG+UASB+SBR Technology in the Treatment of Alcohol Lees Solution

LI Hong-xia, WANG Xiao-ming and WANG Yong-fang

(Hengshui Laobaigan Liquor-making Group Co. Ltd., Hengshui, Hebei 053000, China)

Abstract: The application of DDG+UASB+SBR technology in the treatment of alcohol lees solution had the following advantages: stable and reliable operation, high efficiency treatment, low capital investment, and small floor space required. The BOD₅, COD_{cr}, SS average concentration, and pH value in drain water during alcohol production all were in accord with relative regulations of Drain Water Discharge Standard (GB8978-96). Its application could improve enterprise economic profits, avoid resources waste, and realize favorable economic cycle. (Tran. by YUE Yang)

Key words: DDG+UASB+SBR; maize alcohol; alcohol lees solution treatment

酒精广泛应用于化工、食品、医药卫生等领域,可作为酒基、浸提剂、洗涤剂、溶剂、表面活性剂等。酒精生产原料以粮食(玉米、薯干)为主。生产过程中蒸馏工序排放的酒糟液是一种含悬浮物高的高浓度有机废液。据统计,每产 1 t 酒精排放 13~16 t 酒精糟液。糟液呈酸性,COD_{cr} 含量高达 60000 mg/L,是主要污染源,不经治理直接排放,将会造成严重的污染。资源浪费、污染环境已成为制约酒精工业发展的重要因素。

根据厌氧处理玉米酒精糟液的前处理技术的不同,目前采用的工艺有 3 种:第一,酒精糟液经简单的固液分离,滤渣含水量 85%左右,直接作饲料销售;滤液进行厌氧(好氧)处理,简称为固液分离——厌氧处理工艺,是目前应用较多的一种方法;第二,将糟液通过固液分离,滤渣含水量一般小于 70%,经干燥后(含水量小于 13%)作为饲料出售,滤液进行厌氧(好氧)处理,称这种工艺为 DDG+厌氧处理工艺,目前呈发展趋势;第

三,是将糟液直接蒸发,浓缩干燥,加工成饲料,实现零排放,工艺设备投资、设备维修率及耗能很高,为一般厂家所不易接受。

河北衡水老白干酿酒(集团)有限公司酒精产量 5000 t/年,原料为玉米,结合企业自身特点,采用 DDG+UASB+SBR 工艺处理糟液,回收酒糟和沼气,进行综合利用。

1 基础参数

由于生产需要,酒精蒸馏连续满负荷运行,投料量及酒糟排放量基本稳定。酒精糟液日排放量 250 m³,pH 4~5,水温 90~95 °C,COD_{cr} 60000 mg/L,BOD₅ 32000 mg/L。

处理后的出水水质达到国家《污水综合排放标准》(GB8978-96)。

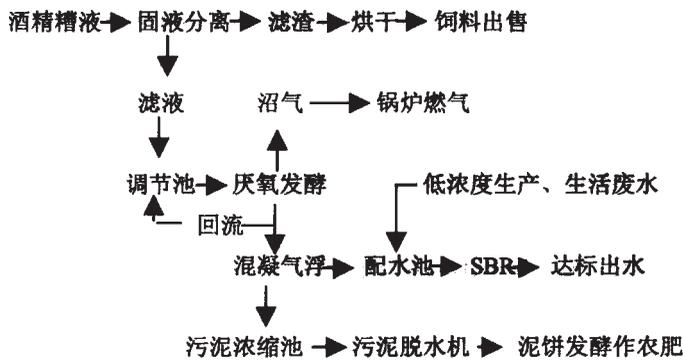
2 工艺选择

收稿日期:2005-02-21

作者简介:李红霞(1963-),女,河北冀州人,大学本科,工程师,发表论文章数篇。

玉米酒精糟 COD_{cr} 浓度很高,直接处理,投资较大,而玉米酒精糟的蛋白质含量大于 28%,饲用价值很高,故采用固液分离,固体糟经干燥后作饲料。固液分离后的滤液 COD_{cr} 降到 25000 mg/L 以下,有利于厌氧和好氧处理,后续的厌氧处理工艺采用上流式厌氧污泥床(即 UASB)^[1],好氧处理工艺采用序批式活性污泥反应器(即 SBR)。

2.1 工艺流程图



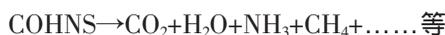
2.2 固液分离设施及滤布选择

固液分离设备:板框压滤机 8 台,型号 XM80/870。

滤布的选择:分别选用 80 目、90 目、100 目、120 目滤布实验,结果:用 80~90 目滤布,滤液 COD_{cr} 浓度超过 30000 mg/L,用 120 目滤布, COD_{cr} 低于 25000 mg/L,但过滤速度慢,不能完全处理。经采用双层 90 目滤布实验,既能处理完酒糟, COD_{cr} 浓度也能达到小于 25000 mg/L 的要求,经固液分离, COD_{cr} 去除率为 58.33%。

2.3 UASB 反应器

厌氧发酵,即是让厌氧微生物在无氧和适宜的温度及 pH 值条件下,利用废水中的有机营养物质进行新陈代谢,生长发育产生 CH₄、CO₂ 和少量的其他气体,使高浓度有机污水得以净化,其 COD_{cr} 去除率达到 75%~85%, BOD₅ 去除率达 85%~95%。酒糟废液是酸性有机废水,在开始启动时需用石灰或碱性液将其 pH 值调至近中性、在正常运转时 pH 可以不用碱液调节,因为在发酵后期由于氨化作用,产生缓冲剂氨,使 pH 值上升,有自动调节作用,其化学变化如下:



目前应用于实践的厌氧发酵装置有:普通消化池、厌氧接触氧化池、厌氧过滤池(AF)、上流式厌氧污泥池(UASB),其余的厌氧发酵装置是由上述几种类型演变而成的。

经考察运行工程实际,厌氧接触发酵工艺适合于处理悬浮物多、浓度高的有机废液,如酒糟原液之类的高浓度废液,AF 和 UASB 均适用于悬浮物较少的有机废

液。目前国内的 UASB 是参照荷兰的专利技术设计的,其污泥负荷与去除率较高,但三相分离器和布水器加工制作维修较困难,单个体积不宜过大,造价高,颗粒污泥培养慢,启动时间长(3~6 个月),操作管理要求严格。AF 单个体积可达 1000 m³ 以上,造价相应降低,操作简单,启动较快,去除率和 UASB 相近,但内装填料较多,且容易堵塞。

为了保留 UASB 污泥床的优点和节省填料,采用上部不加三相分离器,而设置一部分填料层,相当于厌氧过滤器的作用,下部保留污泥床,使其发挥 UASB 和 AF 的优点,去其缺点,这种厌氧发酵装置也叫厌氧复合反应器,在国内应用较多。

在传统的沼气系统中,都设一个大型贮气柜,造价约占整个工程的 1/3 左右。沼气是可燃气体,爆炸限为含甲烷 4.8%~15%,安全系数要求高,管理要求严格,贮气柜还容易腐蚀,使用寿命短。

经考察研究,在沼气发酵装置上设沼气稳压罩代替大型贮气柜,这不仅大幅度降低了工程总投资,减化工艺流程,且具有安全性高,运行稳定,占地省,便于操作的特点,工程运行中,已验证了技术性能可靠。

UASB 进水 COD_{cr} 25000 mg/L, SS:13000 mg/L,有机负荷 4.3 kg COD_{cr}/(m³·d),消化温度 55±1 °C,反应器 D=12 m, H=12.44 m,总体积 V=1440 m³。

UASB 反应器出水 COD_{cr}=4500 mg/L, SS=5200 mg/L。沼气产量 2500 m³/d,锅炉日节煤 8~10 t。

2.4 SBR 反应器

厌氧发酵虽然是节能、去除率高的有机污水处理工艺,但对高浓度污水处理不能达标,需进一步好氧生化处理。

序批式活性污泥法(SBR)是一种高效、经济、可靠、管理简便、适合于中小水量污水处理的工艺。SBR 操作模式:进水、反应、沉淀、出水、待机 5 个基本过程,从污水流入开始到待机时间结束为一个周期,周而复始,以达到不断处理污水的目的,因此,不需在传统活性污泥法中设二沉池、回流泵等装置,节约用地。

SBR 的特点:①不易产生污泥膨胀,特别是在污水进入生化处理装置期间,维持在厌氧状态下,使得 SVC(污泥指数)下降,而且能节减曝气动力费用;②处理构筑物构成简单,运转管理费用低;③曝气池容积小,节省占地;④脱氮、除磷效果好。

SBR 反应器设一座四路,有机负荷 0.54 kg COD_{cr}/m³·d,有效容积 300 m³,总体积 400 m³,设有射流曝气器 8 台,型号为 SL100-1(7.5 kW)。SBR 处理效果见表 1。

3 调试运行及效果

表1 SBR 处理效果 (mg/L)

| 项目 | COD _{cr} | SS | BOD ₅ | pH |
|--------|-------------------|------|------------------|-----|
| 进水 | 2000 | 500 | 1000 | 6~9 |
| 出水 | <300 | <200 | <150 | |
| 去除率(%) | >85 | >60 | >85 | |

工程调试先从厌氧部分开始,分为3个阶段:污泥驯化培养期、负荷提高期和满负荷运转期。从2002年10月开始厌氧部分的调试,至2003年4月酒精废水全部进入UASB反应器,有机负荷达4.0 kg COD_{cr}/(m³·d),COD_{cr}去除率稳定在82%以上,出水COD_{cr}为4500 mg/L左右,SS为5000 mg/L左右。2003年4月好氧系统也投入运行,经过4个月的运转,各项指标均达标。

第一阶段污泥驯化培养期:利用德州酒精厂厌氧处理装置中的厌氧污泥接种,接种后反应器污泥浓度约为20.0 g/L。由于两厂水质及发酵温度相似,因此污泥不需要进行驯化,从而缩短启动时间。厌氧罐由20℃升至55℃,升温速度1~2℃/h。将少量调节池中的高温废水泵入厌氧罐,多余废水流出,如此进行加热循环。控制进水量为4~6 m³/h。同时控制以0.1~0.3 kg COD_{cr}/(m³·d)的容积负荷投加废水,当温度升高到55℃,负荷达2 kg COD_{cr}/(m³·d)时,进入提高负荷阶段。

第二阶段负荷提高期:在反应罐稳定运行的基础上,负荷从2 kg COD_{cr}/(m³·d)提高到设计负荷4.0 kg COD_{cr}/(m³·d)。驯化期中间歇进水,一天两次,根据浓度和水量控制负荷。要求控制反应罐出水挥发性有机酸(VFA)小于500 mg/L,pH7.2以上,COD_{cr}去除率80%以上且产气正常,方可进一步提高负荷。整个调试期约7个月(第一阶段4个月,第二阶段3个月),自2003年4月UASB达到设计负荷后,控制反应罐出水挥发性有机酸(VFA)小于800 mg/L,COD_{cr}去除率一直维持在85%以上。虽然水质略有波动,但有机负荷总是稳定在4.3 kg COD_{cr}/(m³·d)以上。随着有机负荷的提高,产气量也相应提高,发酵回流量为1/3,保持菌数稳定。

满负荷运转期:要对SBR好氧反应器进行调试。先在反应器中注入清水和少量废液开始曝气,待生长出污泥后逐渐增加废水量。2003年4月开始达到满负荷运行,SV(污泥沉降比)保持20%以上,COD_{cr}去除率达到85%以上,出水水质达到规定的排放标准。

4 存在的问题及整改措施

4.1 夏季水温高,滤液散热慢,进入厌氧装置的料液温度为62℃以上,超出厌氧消化温度要求,消化液有机酸

偏高,细菌活性下降,COD_{cr}去除率下降。解决方法:蒸馏车间安装余热回收设施,回收酒糟热能,降低温度。

4.2 车间停产,厌氧装置内消化液温度降低,菌活性降低,对反应罐进行了二次保温处理后,运行正常。

5 经济技术指标

5.1 年回收高蛋白饲料2400 t,产值264万元。

5.2 回收沼气:日产沼气5000 m³,沼气的发热值为6000千卡,相当于1.2 kg原煤的发热量,运行实践中,燃烧1 m³沼气,节煤2 kg,日节煤10 t,年产效益75万元。

5.3 处理成本3.10元/t。

其中:电费2.16元/t,装机90 kW,运行功率45 kW。药剂费0.13元/t,投加混凝剂按1.0×10⁻⁴计,药剂1300元/t,人工费0.21元/t,定员4人,月工资400元。

5.4 COD_{cr}消减量12 t/d。

6 结论

6.1 衡水市环境监测站于2003年8月对排放废水进行监测,结果表明,酒精生产排放废水BOD₅,COD_{cr},SS平均浓度、pH值及酒精吨排水量均符合《污水综合排放标准》(GB8978-96)中酒精行业的有关规定。

6.2 DDG+UASB+SBR工艺处理玉米酒精糟液合理,运行稳定、可靠,处理效率高,投资少,占地面积小。

6.3 DDG饲料和沼气回收,提高企业经济效益,避免了资源浪费,实现循环经济。

6.4 厌氧消化中的甲烷菌,在一定温度内被驯化后,温度波动2~3℃就可破坏消化作用,为此,操作过程中,应严格执行操作规程。

6.5 pH值下降到5时,厌氧消化停滞,即使pH值恢复到7.0左右,厌氧装置的处理能力仍不易恢复,而在稍高pH值时,只要恢复中性,产甲烷菌能较快地恢复活性,所以UASB适宜在中性或稍偏碱性状态下运行。

参考文献:

- [1] 耿向党.浅议UASB+SBR工艺在酒精工艺废水处理中的应用[J].酿酒科技,2004(4):87-88.
- [2] 王凯军,秦人伟.发酵工业废水处理[M].北京:化学工业出版社,2000.115-150,179-185.
- [3] 申立贤.高浓度有机废水厌氧处理技术[M].北京:中国环境科学出版社,1992.
- [4] 唐受印,汗大翠,等.废水处理工程[M].北京:化学工业出版社,1999.287-310.
- [5] 上海市环保局.废水物化处理[M].上海:同济大学出版社,1999.199-206.

欢迎订阅《酿酒科技》