



上流式厌氧污泥床反应器处理有机废水的研究

申立贤

(北京市环境保护科学研究所)

X703

一、研究情况简介

近年来,随着水处理技术和人们节能意识的不断提高,用于处理有机废水的新装置不断出现,其中上流式厌氧污泥床(UASB)反应器是当前效率高、应用广、建成生产装置最多的实用型反应器,北京市环境保护科学研究所从七十年代末开始研究此工艺,先后进行了以下几方面的研究工作。

1. 对十多种废水进行了小试研究

根据原水温度与环境条件,采用中温(35~40℃),高温(50~55℃)与常温(10~30℃)对不同废水进行了UASB反应器小试研究。先后对酒精废水,溶剂(丙酮,丁醇)废水,屠宰废水,豆制品加工废水,醋酸生产废水,聚乙烯醇生产废水,生物制药废水,纤维板生产废水,造纸废水(白水)、淀粉、葡萄糖、柠檬酸生产废水,奶牛场污水,对苯二甲酸生产废水等进行了小试研究。

2. 完成了五个UASB反应器20m³以上规模的中试

在小试基础上,根据不同水质调整装置结构,主要是进水系统与三相分离系统结构,进行了五个中试,中型试验的参数见表1。

3. 研究了形成颗粒污泥的工艺条件

在肉联污水,薯干为原料的酒精糟滤出液中试以及对苯二甲酸生产废水小试与中试装置中皆培养出沉淀性能好、污泥活性高的颗粒污泥。

4. 测定UASB反应器的实际运行状态

采用示踪试验与毕托管测量进水系统的布水均匀性,所采用的进水系统的配水管管嘴流速的均匀系数(最远点与最近点流速比)为94%,可以满足UASB布水均匀的要求,在半生产性装置上(UASB单池为60m³)采用¹³¹I与热释光探测器(CaSO₄:Dy)空间定点测定UASB反应器装置内的流态。在中试与生产装置上,多次测定过三相分离器的效果,在稳定运行时,SS在沉淀区可去除90—98%(以进入沉淀区的SS计)也就是说,沉淀区内90%以上的污泥可返回到UASB的反应区中,从而为形成高活性高沉淀性能的厌氧污泥创造了良好条件。以上研究方法为改进UASB提供了依据。

5. 对上流式厌氧污泥床与复合床反应器进行对比试验

在两个20m³厌氧反应器装置上,对上流式厌氧污泥床(UASB)与复合床(UBF)进行了对比试验。研究结果表明,在稳定运行条件下,有机负荷5—8kgCOD/m³·d时,两种反应器的处理效果与效率相差不多,其出水水质UASB略好,由于形成了颗粒污泥,承受负

荷冲击能力较强,且回流量小,不加填料,操作管理与维修方便,在启动初期,复合床的稳定性较好。

6. 研究厌氧降解机理与途径

为了考察结构复杂的生物降解的对苯二甲酸的处理效果,特别是厌氧处理对苯环开环的影响。采用核素双标计(^{14}C 标计在羧基上, ^3H 标记在苯环上)与色-质联机等仪器分析研究了对苯二甲酸在厌氧处理过程中的降解机理与途径。

表1

中型试验的主要参数

废水种类	原水浓度COD (mg/L)	反应器温度 ($^{\circ}\text{C}$)	反应器容积 (m^3)	负 荷 ($\text{KgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$)	COD去除 率(%)	试验完成 时间(年)
肉联污水	1,000/2,000	20/25	23	4	>76	1984
酒精槽滤出液 (薯干原料)	20,000/28,000	38/40	24	23.2	>90	1985
糖蜜酒精废水 (甘蔗)	35,000/45,000	35/37	21	10	70/75	1987
对苯二甲	5,000/7,000	35/37	20	5-7.4	84/97	1987
酸生产废水	3,000/7,200	36/37	20	8.3	76.5	1989

二、工程应用情况

目前,经我所参与建成投产的UASB有7座,其单池容积在 $20\sim 300\text{m}^3$,组合反应器装置达 $3000\text{m}^3/\text{座}$,为钢筋混凝土结构,其中 120m^3 处理豆制品加工废水的装置已连续运行多年,处理效果良好,在 $15\sim 28.5^{\circ}\text{C}$ 范围内,有机负荷一般为 $4\sim 5\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$,COD去除率稳定在82.4%以上。两座肉联污水处理装置容积为 600m^3 其运行参数已达到中试水平。处理化工生产废水的 3000m^3 装置的有机负荷也达到了 $4\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ 。

在我们进行的工程中,大都采用厌氧——好氧串联流程,使出水达到排放标准。有的还根据需要处理到回用。如某印染水采用厌氧——好氧处理,厌氧反应器为 1200m^3 ,废水在厌氧池中停留10小时,出水进行好氧处理达到排放标准,其中的一半出水($1500\text{m}^3/\text{d}$)再经生物活性炭处理后回用于生产。

三、结论与讨论

1. 采用UASB反应器处理有机废水进行的十余年的研究表明,为使该装置达到高效运转,合理的设计与合理的操作管理是缺一不可的。对进水SS不太高(一般小于 $4\text{g}/\text{L}$)的高浓度无毒有机废水,可在反应器中形成高活性的颗粒污泥,从而使反应器负荷达到 $20\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ 以上,即使未形成颗粒污泥,沉淀性能较好的絮凝污泥的反应器负荷也可在 $10\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ 以上。在常温条件下,浓度不太高的有机废水(如肉联污水),其负荷也能达到 $3\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ 以上并能回收一定的沼气。

2. 研究表明,采用热释光测测器(CaSO_4 :Dy)空间定点测定放射性累计照射剂量的方法,可以较清楚地描述流体在装置内的流动状态,明确地判断出装置发生短流、死区的部位及相应的流量、体积、断面面积等,这对于分析、判断厌氧反应器的构造与性能,对装置的改进可提供确切的依据。

3. UASB反应器主要需解决好两个工艺上的问题,其一是进料分布均匀,防止堵塞与短

条件,注意安全防护,进行平面和竖向的合理布置。

(一)平面布置原则

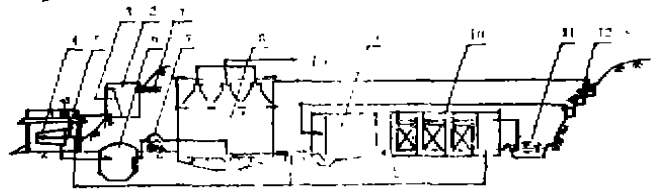
1.构筑物布置应充分利用地形,按工艺流程顺序进行布置,以避免管线遇回,节约用地,减少土方量和方便管理。

2.构筑物间应保持5—10m净距,以便管路敷设和道路、绿化带布置的需要,也有利于施工和操作管理。

3.办公房、操作设备应尽量布置在一起,并设在主风的上方,远离厌氧池和气柜的净距不小于25m。

(二)竖向布置原则

(二)构筑物的竖向布置最好以高于地面标高30cm的设备间室内地面标高为±0.000,构筑物应尽量浅埋,其标高应顺应地形及处理水流向进行布置,以减少土方和节省提升动力。



1.集污管; 2.调节池; 3.格栅; 4.固液分离机; 5.高位槽; 6.集水池; 7.进料泵; 8.厌氧池; 9.沉淀池; 10.接触氧化池; 11.种植水生植物的河沟; 12.跌水槽(予曝池)。

图2 东莞市塘厦水满猪场污水处理工程构筑物纵剖面图

四、构筑物结构和施工

大、中型沼气工程构筑物的结构和施工是工程成败的关键。由于其规模较大、工种复杂,因此在结构上应精心设计,在施工时应经过严密组织,才能确保工程的质量,并达到预期的目的。

(一)构筑物的结构

各种构筑物在设计前都必须根据其几何形状、构件结构尺寸和连接支承条件、荷载绘制计算简图,根据荷载组合和构件的受力特征进行详细的受力计算和截面强度的验算,然后根据构造要求绘制施工图,其计算方法可按照国标有关规定进行。

(1)矩形池的设计

矩形池可分敞口池和有盖池,沉淀池、调节池、接触氧化池往往设计成敞口池,南方地区多般把沼气池设计成有盖的矩形池。敞口池的自由壁端一般设计成走板式的水平框架结构,以改善支承条件,框架的厚度不应小于20cm。所有水池都应设计成钢筋混凝土结构,当水池容积不大,池内设拉墙也可采用砖混结构,但必须通过受力计算校核,这样可以节省材料,降低成本。

(2)圆形水池

厌氧池多般设计成圆形池,并采用组合壳体,为了克服锥、球壳边缘内力所产生的水平推力都应设计上、下圈梁,锥、球锥的高度不宜设计过高,以免施工中混凝土浇注时采用机械震捣时带来困难,池底的矢高降低还可减少挖方和防止地下水的侵扰。UASB装置因有三相分离器,亦可设计成敞口池,为了保温可在池顶部位设计围护结构。

(二)施工

大、中型沼气工程的施工涉及到钢筋工、混凝土浇注、钢结构的制作、管道、设备、水电安装等工种,工程的质量要求高,稍有差错便会造成质量事故, (下转第10页)