

嗜热菌活性污泥法特性研究

贺启环 杨红红* 龚印江**

(南京理工大学化工学院, 210014)

通过嗜热菌活性污泥法处理焦化厂高温焦水废水的连续与间歇试验及动力学参数的测定, 全面探索了嗜热菌活性污泥法处理高温有机废水的一般特性, 并提出工业上宜采用推流式工艺, 为生物处理高温废水开辟了工业应用的前景。

关键词: 嗜热细菌 活性污泥法 污水处理 焦化废水

采用一些特效菌种如光合细菌、变异菌及所谓的“超级菌”等来处理一些水质特殊的废水或改善处理过程是活性污泥法发展的方向之一。好氧嗜热菌(高温菌)就是这一类具有某些特殊性能的微生物群落, 它们能在40~70℃范围内及充分供氧的条件下降解废水中某些污染物(基质)。好氧微生物种群主要由革兰氏阳性芽孢杆菌及少数无芽孢杆菌组成^[1]。芽孢杆菌的酶通常具有较高的热稳定性。嗜热菌有能直接处理高温有机废水等优点^[2,3], 本文通过连续运转和间歇操作试验来探索嗜热菌活性污泥法的一般特性, 为该法的工业应用奠定基础。

1 试验方法与条件

试验所用废水取自焦化厂的含酚、氰焦化废水。嗜热菌活性污泥由焦化厂原有的常温普通活性污泥经长期驯化混合培养而成。连续运转试验采用完全混合活性污泥法。升温梯度为每级5℃。间歇操作试验用于测定动力学参数。

2 结果与讨论

收稿日期: 1993-07-02

* 杨红红现在山东省环保设计院工作

** 龚印江现在天津动力机厂工作

2.1 基质去除率与温度的关系

试验结果(图1)表明, 在40~60℃范围内处理效果都较好, 污染物的去除率不低于相同条件下嗜温菌(中温菌)的处理效果, 与文献^[4]的结论基本一致。同时也看出嗜热菌活性污泥法的适应温度还是较宽的。

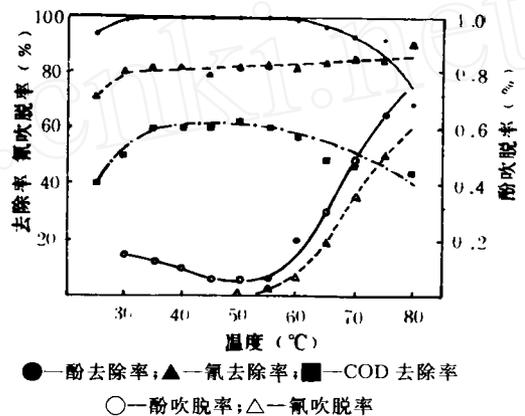


图1 基质去除率、吹脱率与温度的关系

酚、氰吹脱曲线表明, 在60℃以前, 酚、氰的吹脱率均很低, 其中在50℃附近有一吹脱率低谷, 此时活性污泥的生化吸附降解作用最强。

2.2 动力学参数

2.2.1 比基质降解速率常数

对于通常的低负荷运行有

$$U_s = KSe \quad (d^{-1})$$

式中: U_s —比基质降解速率或以去除的基质为基础的污泥负荷(d^{-1}); K —比基质降解速率常数($L/mg \cdot d$); Se —基质浓度(mg/L)

用间歇法测得嗜热菌在50℃时和嗜温菌在25℃时的 K 值(图2)列于表1中。由图表可见嗜热菌的 K 值更高一些,且直线未通过坐标原点。说明在其它条件相同时,反应时间就可以短一些;由于嗜热菌群的生态系统较简单,使难降解物质的比例有所上升。

表1 动力学参数比较表(以 COD 为基质)

菌种	温度 (C)	K (L/mg·d)	a (kg/kg)	b (d ⁻¹)
嗜热菌	50	17×10^{-4}	0.75	0.5
嗜温菌	25	4×10^{-4}	0.52	0.06
倍数		4	1.5	8

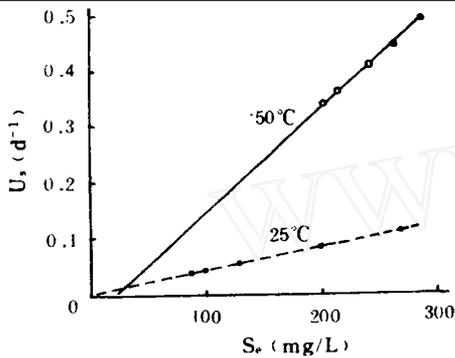


图2 比基质降解速率常数 K 与温度的关系

2.2.2 污泥增长系数 a 和衰减系数 b

微生物的增长率由下式给出:

$$\frac{\Delta X}{V_x} = aU_s - b \quad (d^{-1})$$

式中: ΔX —微生物增长量(kg/d); V_x —混合液中微生物量(kg); a —微生物(污泥)增长系数,即合成的生物量(kg/kg); b —内源呼吸自身氧化率,即衰减系数(d^{-1})

实验测得嗜热菌和嗜温菌的 a 、 b 值列于表1中。虽然嗜热菌的生长要快一些,但由于其无机化过程(自身氧化)更加快,因此污泥的实际增量相当小。这与连续试验结果是一

致的。由于嗜热菌的净增长速度小,故曝气池事故后,生物量的复原将是缓慢的。

2.3 呼吸率 RR

活性污泥的呼吸率 RR 亦表征了其活性的大小。呼吸率 RR 为

$$RR = \frac{OUR}{MLSS} \quad (mgO_2/gss \cdot h)$$

式中: OUR —耗氧率($mgO_2/L \cdot h$); $MLSS$ —污泥浓度(gss/L)。

图3为由实验测得的 OUR 和 RR 值。它们都随温度的上升而递增。令人瞩目的是在40~45℃间, RR 的递增率最大。这表明,当温度从嗜温范围升到嗜热范围时,嗜热菌的活性有一个飞跃上升,其活性得到最好的发挥。这一点与嗜温菌在温度从嗜冷范围(小于20℃)上升到嗜温范围内时其活性的增长情况相类似^[5]。

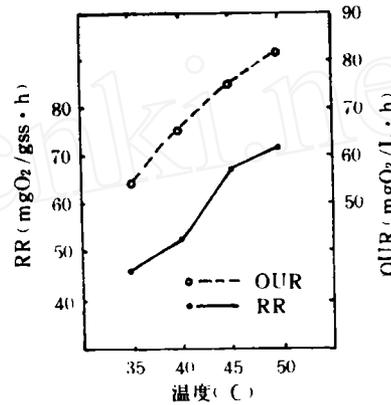


图3 呼吸率 RR 与温度的关系

2.4 污泥性质

2.4.1 生物相

静置0.5h后的混合液可以发现茶褐色的絮体污泥沉降下来后,上层液仍较混浊(浊度可达50~60度)。离心分离后,原游离于混合液中的细菌——游离菌,成灰白色的细粒污泥状沉积管底。由于游离菌的个体小、能量大、表面电荷强而易悬浮在混合液中形成胶体溶液。它们与絮体污泥一起组成嗜热菌混合污泥而成为反应器中的生物相。

游离菌的量只有絮体污泥的1/10,但通

过测定其反应速率常数表明,单纯游离菌的宏观比活性是混合污泥的6~7倍。如何发挥游离菌的这一作用,是今后的一个课题。

镜检中未发现原生动物的存在,这是由于高温下微形动物受到极大的抑制。

2.4.2 污泥浓度与灰分

图4表示污泥浓度随温度的变化关系。在70℃以前絮体污泥的MLVSS(挥发性悬浮固体浓度)大体上维持在1g/L左右,70℃以后迅速下降。絮体污泥的MLVSS和总悬浮固体MLSS的比值在40℃以前约在30%~40%;在45~70℃时约在25%左右,75℃以后,比值迅速下落,至85℃时降为零,表明此时微生物全部死亡。在70℃以后由于酶的活性已大大丧失,因而其降解基质的能力也显著降低。嗜热菌絮体污泥的MLVSS/MLSS比值明显要较嗜温菌的小,其原因是高温时大量细菌脱离絮体而成为游离状态,特别是高温下细菌的无机化过程加快更使灰分(NVSS)增加。絮体污泥灰分增大对传质过程会有不利影响。

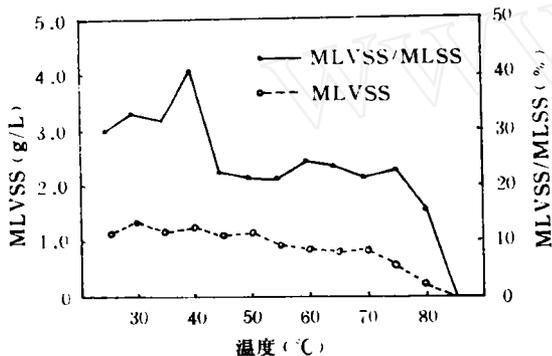


图4 污泥浓度与温度的关系

混合液中游离菌的MLVSS在70℃前平均在0.1g/L左右;而其MLVSS/MLSS值则高达60%,达到与嗜温菌基本相同的水平。测试表明,嗜热游离菌的浓度较嗜温游离菌的高(后者一般在0.02g/L以下),这是因为高温下能量大的细菌易于脱离絮体游离出来,同时由于高温时作为游离菌消费者的微形动物生长受阻,曝气池中的生态系统也发生了

变化。

2.4.3 污泥的沉降性能

絮体污泥的体积指数SVI和沉降比SV与温度的关系见图5。该图表明,在45~55℃时SVI值最小,絮体污泥的沉降性好,食菌比F/M处于最佳范围。镜检表明,絮体污泥的菌胶团结构致密,未发现丝状菌。就SVI值而言,其沉降性要比嗜温菌好,这与嗜热菌污泥灰分高及高温下丝状菌生长受到抑制有关,因而一般情况下不易发生污泥膨胀现象。

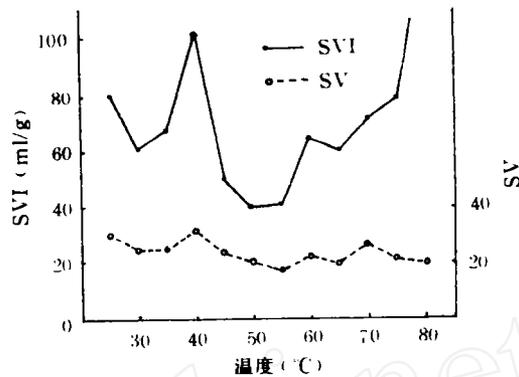


图5 污泥的SVI和SV值与温度的关系

游离菌能相当长时间悬浮在混合液中,但投加混凝剂可促使其凝聚沉降。

2.5 嗜热菌增长动力学的初步见解

在完全混合式工艺中,对于通常的污泥负荷,常温时曝气池内微生物工况通常位于增长曲线的减速期内。但在高温下,由于微生物的代谢速率加快,其增长曲线较常温时向左收缩了一段距离(见图6),即整个过程因温度升高而被加速了。因而对于同样的负荷(F/M),在高温时的工作点就可能落在高温生长曲线上内源呼吸期的衰减段内。故对于嗜热菌活性污泥法来讲,或者通过提高污泥负荷(因而它可以处理浓度较高的有机废水)使其工作点移回减速期内;或者采用推流式生物处理构筑物,使其工况占有几个不同的增长阶段,以保持整个构筑物中一定的污泥增量来维持正常工作。

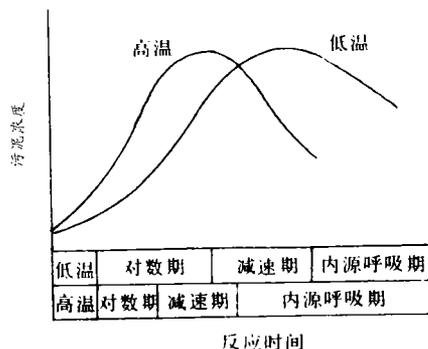


图6 微生物增长曲线

3 结论

3.1 嗜热菌活性污泥法作为一种用于直接处理高温有机废水的生物方法是可行的,其处理效果不低于嗜温菌活性污泥法。

3.2 与把20℃作为嗜冷菌与嗜温菌的平均界限温度一样,可把40℃看作是嗜温菌与嗜热菌的分界温度。嗜热菌在进入40℃以后的嗜热温度范围内其活性明显提高,最佳降解温度为45~55℃,在70℃以后则显著钝化,其致死温度在80~85℃。

3.3 嗜热菌活性污泥是由絮体污泥与游离细菌两部分组成的混合污泥,两者的比例约为10:1。絮体污泥的沉降性好,但灰分高;游

离菌的浓度较常温时高,而活性较大。高温时嗜热菌生物相中的原生动物和丝状菌均受到很大抑制而未检出,污泥膨胀的可能性也大为减小。

3.4 对于嗜热菌活性污泥法来讲,宜采用推流式工艺,它既能保持正常运行,也有利于改善出水水质。

3.5 虽然嗜热菌活性高,其K值比嗜温菌大好几倍,但由于嗜热菌衰减系数大,生物量增长缓慢,游离菌易流失,使曝气池中活性污泥浓度难以调高。因此,如何发挥嗜热菌的作用尚待研究解决。

参 考 文 献

- 1 郑元景等. 生物膜法处理污水. 北京: 中国建筑工业出版社, 1983. 206
- 2 贺启环, Wiesmann U. 华东工学院学报, 1989, (4): 1
- 3 文一波, 钱易. 环境保护, 1992, (2): 13
- 4 北京化工研究院环保所二室生化组. 化工环保, 1983, 3(6): 310
- 5 彭永臻等. 环境科学学报, 1990, 10(2): 229

江阴市南方干燥设备有限公司启事

因业务发展需要,经上级主管部门支持和批准,自1994年1月1日起,原无锡雪浪成套干燥机械厂厂长堵虎荣、殷新宝等同志,在科研机构、大专院校支持下,于江苏省江阴市成立科工贸联合实体——江阴市南方干燥设备有限公司,对干燥领域内存在的高难度工艺技术进行科研攻关、制造和经营,旨在为广大用户的产品走向世界,参与国际市场竞争,提供一流的干燥设备。

供此机会,谨向多年来支持我们事业发

展的各界人士、专家、教授,广大海内外用户朋友致以衷心的感谢和诚挚的敬意!

热忱希望今后进一步合作,为我国的工业大跨步发展,共同携手前进!

江阴市南方干燥设备有限公司

总 经 理: 堵虎荣

公司地址: 江苏省江阴市云亭镇

直拨电话: 05217—751034

邮政编码: 214422