

治理技术

进水浓度对 UASB 颗粒污泥形成的影响研究*

竺建荣 夏晓红 胡纪莘 顾夏声

(清华大学环境工程系, 北京 100084)

摘要 采用人工葡萄糖配水, 在相同的操作条件下, 研究了进水浓度对 UASB 反应器颗粒污泥形成的影响。试验结果表明, 9 000mg/L COD 的高浓度进水能够培养出良好的颗粒污泥, 颗粒直径 1.0—2.5mm (大多为 2.0mm), SVI 16.03 ml/g, 沉降性能良好。颗粒化过程在二个多月的试验周期内基本完成。反应器容积负荷达 30.8kg COD/m³·d, COD 去除率大于 85%。而采用 1 000mg/L COD 的低浓度进水, 也能培养出颗粒污泥但过程较慢, 颗粒直径较小, 约 0.5—1.5mm, 反应器容积负荷最高为 10.2kg COD/m³·d, COD 去除率约 75%。本文还就处理实际废水时的操作控制技术进行了分析讨论。

关键词 UASB 反应器, 污泥颗粒化, COD 去除率, 厌氧水处理。

UASB 反应器作为一种高效能的厌氧水处理装置, 近来已得到广泛的研究和推广^[1,2]。就应用而言, 其成功运行的关键是培养出沉降性能好、产甲烷活性高的颗粒污泥。影响颗粒污泥形成的因素有: 进水水质, 进水浓度, pH, 温度, 水力停留时间等。通常认为, 培养颗粒污泥的适宜进水浓度为 2 000—3 000mg/L COD^[3,4], 但有关进水浓度对污泥颗粒化过程的影响尚未见到系统的研究报道。目前, UASB 反应器已逐渐应用于低浓度有机废水 (约 1 000mg/L COD), 甚至是城市生活污水 (300—800mg/L COD) 的处理, 而颗粒化过程仍是尚待深入研究的问题^[5]。此外, 对于几千或上万mg/L COD 的高浓度有机废水, 若能用原水或稀释倍数较少的高浓度水进料, 则对生产应用也有很大的实际意义。为此, 本文选择 1 000 和 9 000mg/L COD 的人工葡萄糖配水, 分别模拟低高浓度进水基质, 在相同的操作条件下, 着重考察了进水浓度对污泥颗粒化过程及反应器运行特性的影响。

一、材料和方法

试验工艺流程见图 1。UASB 反应器 (以下简称反应器) 体积 3.3L。配水由柱塞泵打

出, 经水浴加热器升温至 35℃, 然后注入反应器, 出水进入计量槽后排放。气体先经气路水封管, 然后流经气体流量计计量, 最后直接排放。反应器装在 35℃ 的保温箱内以维持中温运行。处理高低浓度进水的试验装置完全相同, 进料浓度分别为 9 000 和 1 000mg/L COD, 由工业葡萄糖配制, C:N:P = 150:5:1。反应器接种采用北京酒仙桥污水处理厂沉淀池的厌氧污泥。接种污泥呈絮状, SS 80.49g/L, VSS 42.75g/L, 无颗粒污泥形成。接种前用 1mm 标准筛筛除粗大杂质后加入反应器, 接种量 10 kg VSS/m³。试验起始容积负荷为 1.0kg COD/

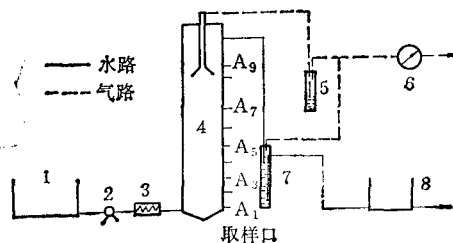


图 1 试验工艺流程示意图

1 配水槽 2 柱塞泵 3 水浴加热器 4 UASB 反应器 5 气路水封管 6 气体流量计 7 水路水封管 8 出水计量槽

* 国家青年自然科学基金资助项目。

收稿日期: 1992 年 1 月 21 日。

$\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 。控制进水浓度不变,通过调节流量的方式来考察进水浓度对污泥颗粒化过程的影响。试验常规分析项目(COD、pH、碱度、SS、VSS、 CH_4)均采用标准或常规方法测定^[6,7],污泥产甲烷活性采用文献[8]方法测定。

二、试验结果

(一) 低浓度进水的运行试验结果

低浓度进水 COD 约 $1\,000\text{mg/L}$ 。试验共运行 73 天。结果见表 1。

表 1 低浓度进水的运行试验结果

项 目	运行阶段	驯化阶段	提高负荷阶段	颗粒污泥形成阶段
运行时间(d)		1—15	16—34	35—73
进水 COD 浓度 (mg/L)		985—1 164	956—1 128	912—1 212
出水 COD 浓度 (mg/L)		513—693	360—825	112—690
COD 去除率(%)		27.0—58.4	38.1—76.6	35.2—84.7
容积负荷 ($\text{kg COD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$)		1.0—1.8	1.8—3.0	3.0—10.2
污泥负荷 ($\text{kg COD}/\text{kg VSS} \cdot \text{d}$)		0.097—0.17	0.17—0.38	0.38—0.83
水力停留时间 (HRT, h)		24—13.7	13.7—8.0	8.0—2.6
出水碱度 (mg/L , 以 CaCO_3 计)		409—690	712—1197	1 212—1 463
出水 pH		6.9—7.4	6.8—7.5	7.1—7.4
产气量 ($\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{d}$)		0—0.1	0.1—0.4	0.4—3.4

由表 1 可知,试验运行过程可分为三个阶段。前二周为驯化阶段,容积负荷从 1.0 只提高到 $1.8\text{kg COD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 。其特点是运行不太稳定,产气量很少, COD 去除率最高也仅有 50% 左右,而且时常发生跑泥现象。出水较浑浊,颜色轻度发红,说明有好氧细菌生长。

提高负荷阶段:经过驯化阶段后反应器状况开始好转,产气量从原来的每天少于 500ml ,增加到每天约 2L 。虽然负荷有所提高,但 COD 去除率提高不多。出水外观有极大改善,由于悬浮物大大降低,因此变得比较澄清,发红现象消失,说明好氧细菌的生长已受到抑制。跑泥现象基本不再发生。

颗粒污泥形成阶段:反应器运行至 34 天时取污泥观察,发现已有部分絮状污泥形成了颗粒。用水淘洗后颗粒呈圆形,黑色,有光泽,粒径大多为 $0.5—1.0\text{mm}$,沉降性能良好。此时反应器容积负荷为 $3.0\text{kg COD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$,污泥负荷为 $0.38\text{kg COD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$, HRT 8h 。其后一个月中,保持进水 COD 约 $1\,000\text{mg/L}$,继续加大流量以提高负荷。试验结束时容积负荷提高到 $10.2\text{kg COD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$, COD 去除率保持在约

75% ,产气量上升到每天 8L 。出水澄清、无色无味。跑泥或污泥上浮现象偶有发生,但稳定二天后立即恢复正常。污泥颗粒持续生长,粒径增大至 $0.5—1.5\text{mm}$,但颗粒化进程尚未全部实现,可以注意到还有少部分污泥呈非颗粒化状态。

(二) 高浓度进水的运行试验结果

高浓度进水维持在约 $9\,000\text{mg/L COD}$ 。试验也运行 73 天。结果见表 2。

从表 2 可以看出,高浓度进水的运行过程与低浓度进水的情况相似,也可分成三个阶段。但由于进水浓度很高,运行特性有如下不同。

(1) 驯化阶段 因为进水浓度很高, HRT 很长,所以开始采用间歇方式进水。该阶段时间共 8 天, COD 去除率及产气量均维持在一定的水平,但污泥的脱气性能较差,有时污泥上浮并造成塞流现象。出水浑浊,悬浮的细小白色物质较多,跑泥现象严重。

(2) 提高负荷阶段 经过驯化后运行性能开始改善。历时 38 天,容积负荷从上阶段结束时的 2.4 提高到 $19.5\text{kg COD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$,增加幅度很大;同时 COD 去除率也大大提高,12 天内上

表 2 高浓度进水的运行试验结果

项 目	运行阶段	驯化阶段	提高负荷阶段	颗粒污泥形成阶段
运行时间 (d)		1—8	9—47	48—73
进水 COD 浓度 (mg/L)		8 200—9 740	8 145—1 0467	7 562—10 280
出水 COD 浓度 (mg/L)		3 246—3 781	730—4 700	195—2120
COD 去除率 (%)		18.1—54.4	57.0—87.3	79.0—97.4
容积负荷 (kg COD/m ³ ·d)		1.0—2.36	2.36—19.5	19.5—30.8
污泥负荷 (kgCOD/kgVSS·d)		0.01—0.23	0.23—0.98	0.98—1.68
水力停留时间 (HRT, h)		216—92 (间歇进水)	92—12.2	12.2—8.5
出水碱度 (mg/L, 以 CaCO ₃ 计)		2 822—3 770	2 765—3 643	2 890—3 811
出水 pH		7.2—7.7	7.0—7.6	7.1—7.8
产气量 (m ³ /m ³ ·d)		0—0.5	0.5—8.5	4.8—11.1

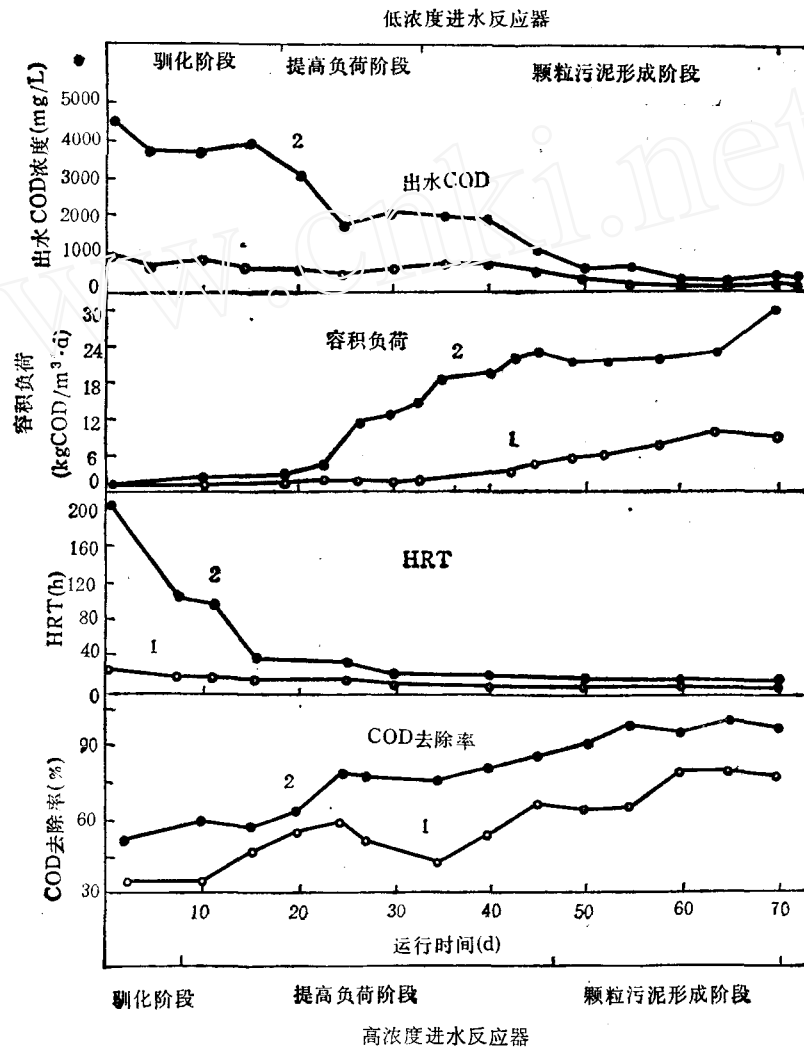


图 2 主要运行参数的比较

1. 高浓度进水反应器 2. 低浓度进水反应器

表 3 工艺运行特性与颗粒化过程的关系

运行阶段	工艺运行及颗粒化特性	反应器	
		低浓度进水反应器	高浓度进水反应器
驯化阶段		时间长, HRT 短, COD 去除率较低, 出水浑浊且轻度发红, 跑泥经常发生	时间短, HRT 长, COD 去除率较高, 出水浑浊但不发红, 跑泥现象严重
提高负荷阶段		时间短, 负荷提高较慢, COD 去除率仍较低, 出水澄清, 悬浮物极少, 跑泥现象基本消失	时间长, 负荷提高较快, COD 去除率较高(约80%), 出水稍有浑浊, 有极细小的悬浮物存在, 跑泥现象仍有发生
颗粒污泥形成阶段		出现颗粒污泥, 但颗粒化过程较慢, 粒径较小(0.5—1.5mm), COD 去除率约 75%, 污泥大部分颗粒化	出现颗粒污泥, 且颗粒化过程较快, 粒径较大(1.0—2.5mm), COD 去除率85%以上, 污泥基本上颗粒化

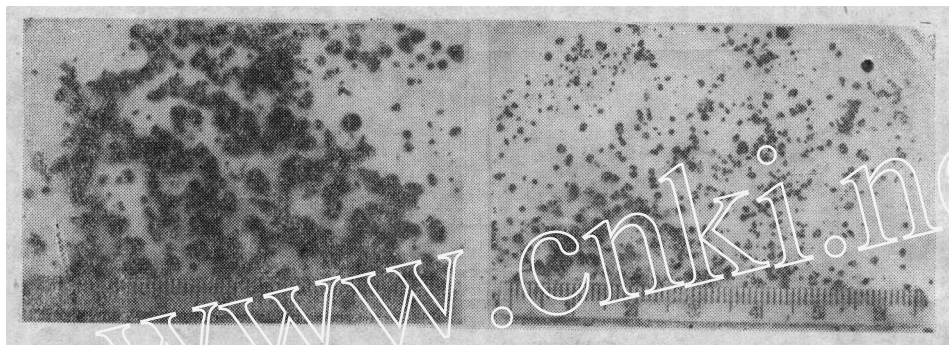


图 3 颗粒污泥外观

左: 高浓度进水反应器污泥 右: 低浓度进水反应器污泥

升 20%, 在后期的二十多天里均维持在 80% 左右。产气量增加明显, 跑泥现象在运行后期趋于消失。出水稍浑浊, 有极细小的悬浮物存在。

(3) 颗粒污泥形成阶段 运行到 48 天时取污泥观察, 发现开始形成颗粒污泥。不过颗粒粒径很小, 大多小于 1mm, 黑色, 圆形。之后, 保持进水浓度不变并加大流量以提高容积负荷, 到该阶段结束时已高达 $30.8 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{d}$, 同时污泥基本上转变为颗粒化状态, 粒径 1.0—2.5mm (大多为 2.0mm)。污泥沉降性能良好且产甲烷活性很高, 此时反应器表现出很高的容积负荷, COD 去除率也较大, 平均在 85% 以上, 最高可达 97.4%。跑泥现象未出现。

(三) 高低浓度进水的运行结果及颗粒化过程的比较

从前二部分的结果可以看出, 在进水水质, 接种污泥及接种量, 反应器装置, 运行控制方式 (即通过增加流量来提高容积负荷) 等条件都相同的情况下, 进水浓度的高低对反应器内污泥的颗粒化过程及运行特性具有很大的影响, 但均能形成颗粒污泥。二者主要运行参数的比较, 工艺运行特性与颗粒化过程的相互关系分别见图 2 和表 3。

从图 2 和表 3 可以看出, 高低进水浓度的反应器, 其颗粒化过程及相应的运行特性差异显著。高浓度进水的反应器有机负荷最高达 $30.8 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{d}$, 比低浓度进水的负荷大 3 倍, 同时 COD 去除率也较高 (大于 85% 以上)。开始颗粒化时负荷也较高 (污泥负荷为 $0.9 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{d}$ 左右), 而颗粒化过程相对较快和彻底, 粒径也较大。低浓度进水的反应器情况正相反, 其颗粒化过程较慢且程度较低, 粒

表 4 颗粒污泥活性及沉降性能测定结果

项目 反应器	时间 (d)	$V_{\max \text{CH}_4}$ ($\text{mlCH}_4/\text{g VSS}\cdot\text{d}$)	$V_{\max \text{COD}}$ ($\text{kgCOD}/\text{kg VSS}\cdot\text{d}$)	污泥沉降比 SV ($\text{ml}/100\text{ml}$)	污泥浓度 ($\text{g}/100\text{ml}$)	污泥体积指数 SVI (ml/g)
I	运行初期(1)	74.9	0.25	73.2	4.79	15.28
	运行中期(40)	90.8	0.31			
	运行末期(70)	280.8	0.95			
II	运行初期(1)	74.9	0.25	86.7	5.41	16.03
	运行中期(40)	132.5	0.45			
	运行末期(70)	496.9	1.67			

I: 低浓度进水反应器 II: 高浓度进水反应器

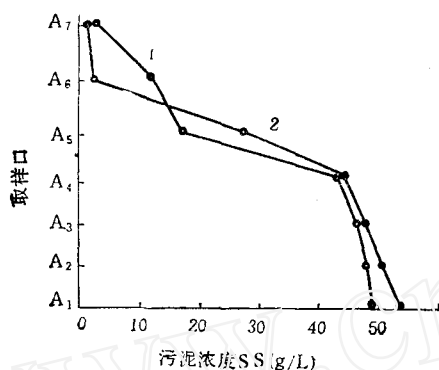


图 4 运行结束时反应器内颗粒污泥分布

1. 低浓度进水反应器 (VSS/SS 0.67)
2. 高浓度进水反应器 (VSS/SS 0.87)

径较小(图 3)。

污泥的颗粒化过程,除了物理形态的转变之外,污泥的理化特性是更为重要的分析指标,主要包括产甲烷活性和沉降性能。对反应器来说,污泥量及其分布也是影响处理效能的一个因素。在本试验中,污泥活性与沉降性能以及污泥的分布分别见表 4 和图 4。

表 4 说明,一旦形成颗粒污泥,其沉降性能均很好,SVI 分别为 15.28 和 16.03 ml/g,二者相差不大。但是,产甲烷活性相差较大。高浓度和低浓度进水的测定值在试验结束时分别为 496.8 和 280.8 ml $\text{CH}_4/\text{kg VSS}\cdot\text{d}$ (换算成去除 COD 分别为 1.67 和 0.95 kg COD/kg $\text{VSS}\cdot\text{d}$),前者比后者高约 77%。从图 4 可计算得到高浓度和低浓度进水反应器的污泥总量分别为 81.6 和 73.6 g。根据 VSS/SS 值 0.87 和 0.67,可知二者的 VSS 量分别为 61.5 和 41.4 g。VSS

可以看作是有效的微生物菌体量。换句话说,尽管二反应器的颗粒污泥形态,沉降性能及污泥总量相近或相似,但实际有效的菌体量及由此引起的产甲烷活性却存在明显差异,这也是反应器处理效能表现出明显差异的基础。

三、讨 论

(一) 进水的浓度范围

除了进水水质等因素之外,进水浓度也是影响颗粒污泥形成的重要因素^[3,4]。一般认为,培养颗粒污泥的适宜进水浓度为 2 000—3 000 mg/L COD,培养时间 2—3 个月。本试验的运行结果表明,进水的浓度范围可以更宽。采用 1 000—9 000 mg/L COD 的进水,均能在 73 天的运行时间内实现较好的污泥颗粒化。由此说明,应用低浓度或高浓度废水直接培养颗粒污泥是可行的,但颗粒化过程有所差异。高浓度进水反应器的污泥颗粒化过程,与低浓度进水比较相对较快和彻底,污泥粒径较大,产甲烷活性较高,容积负荷和 COD 去除率也较高。

(二) 运行控制条件

对于上万 mg/L COD 的高浓度废水,可以借助稀释方法配制 2 000—3 000 mg/L COD 的适宜进水浓度来培养颗粒污泥,但要最终实现原水的处理,又需一定的调整时间,因而耗时较长,且有时会因浓度高低相差太多而造成颗粒污泥特性的改变甚至恶化。采用原水或高浓度水直接培养颗粒污泥则可解决这一问题。本试验结果提示,只要掌握适当的运行操作控制

技术,这是能够实现的。因为进水浓度很高,而起始有机负荷又不宜太高(推荐为 $1.0\text{kg COD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$),所以可先采用间歇方式进水。监测出水 pH 正常和 COD 去除率提高,然后改用连续进水方式并逐渐缩短水力停留时间,增加有机负荷,同时注意控制跑泥现象和出水碱度,就能实现令人满意的污泥颗粒化。

(三) 颗粒污泥的形成机理

污泥的颗粒化机理,至今仍不十分清楚^[9]。根据本试验结果,笔者认为污泥颗粒化过程的最重要因素是污泥负荷,其次是水力负荷和产气负荷等。污泥负荷与进水浓度及 HRT 有关,实际上是综合营养水平的反映,这从满足微生物生长所需的营养需求也很容易理解,对此应予以足够的重视和强调。只有供给一定的养料,微生物生长才能进行,颗粒化过程才有基础。但只有一定的营养,没有适当的水力负荷和产气负荷,即没有外来搅动剪切力等的作用,也不利于颗粒污泥的形成。本试验中,低浓度进水形成颗粒的污泥负荷为 $0.3\text{—}0.4\text{kg COD}/\text{kg VSS}\cdot\text{d}$,这与笔者以前的研究结果一致。可以把此值作

为形成颗粒污泥的一般运行控制下限。高浓度进水形成颗粒时的污泥负荷为 $0.9\text{kg COD}/\text{kg VSS}\cdot\text{d}$ 左右,数值较高,这是因为它的水力负荷作用很小。要达到较好的搅动剪切作用,就需要较高的产气负荷,而它只能通过增加污泥负荷来实现。这与前面的颗粒化过程影响因素讨论是一致的。

参 考 文 献

- 1 Lettinga G et al. *Biotech. Bioeng.* 1980, 22(3): 699
- 2 Lettinga G. *Anaerobic Digestion and Carbohydrate Hydrolysis of Waste*. Elsevier Applied Science Publishers, 1984: 262—273
- 3 Lettinga G et al. *Proc. 4th Int. Symp. on Anaerobic Digestion*. Guangzhou, China, 1985: 279—301
- 4 Wu Weimin et al. *Proc. 4th Int. Symp. on Anaerobic Digestion*. Guangzhou, China, 1985: 339—351
- 5 Barbosa R A and G L Sant Anna Jr. *Water Res.* 1990, 23(12): 1483
- 6 宋仁元等(译). 水和废水标准检验法. 北京: 中国建筑工业出版社, 1981
- 7 中科院成都生物研究所. 沼气发酵常规分析. 北京: 北京科学技术出版社, 1984
- 8 胡纪华等. 中国给水排水. 1985, (4): 31
- 9 Dubourgier H C et al. *Proc. 5th Int. Symp. on Anaerobic Digestion*. Bologna, Italy, 1988: 23—24

经济合作与发展组织建立

——可再循环废物跨国运输控制系统

符合某些标准的非危险废物被列入“绿色名录”,并可以根据正常贸易品的规则跨越国界。根据1989年3月巴塞尔公约规则被定为危险的废物,分成为“淡黄色”或“红色”类;在这类废物所要经过的所有国家答应之前,它们不得被装运。将近2亿吨废物跨越国界进入循环工厂;在经济合作与发展组织(OECD)的欧洲部

分,估计这一商业涉及1.4亿吨废物,金额超过200亿美元。3月30日决议文件确定了对可再循环废物的控制措施,该文件从法律上对除日本(它对此投了弃权票)外的所有OECD国家有约束力。

小康译自 *ES&T*, 1992, 26(6): 1071

美国新墨西哥州州长签署一项环境法

新墨西哥州州长 Bruce King 签署了一项促使带有“威力”的大气排放许可证制度的法律。凡建造、改造或经营排放物可能造成大气污染的设施者,必须根据《大气质量控制法》(AQCA)获得许可证。如果州和地方官员发现危及人体健康的情况,即便这一活动不违反州法规或许可证规定,他们也可以发布遵从命令和

向州法院起诉。不依从者每天的罚款额最高可达1.5万美元,被判决对健康造成危害者可判处9年徒刑和多达25万美元的罚款。公众可以得到根据AQCA而获得的所有资料,商业机密资料和贸易秘密除外。

小康译自 *ES&T*, 1992, 26(6): 1071

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

region, loess plateau, Shanxi province, that only the content of Se, one of the nine essential elements detected by X-ray in the children's hair shows a significant negative correlation with the percentage of incidence of the disease among neighbouring villages. The average Se content in human hair of disease point is lower than that of the people living in disease free areas at home and abroad. through the study on different types of soil and water in the environment of various topography, the cause for the distribution of light, medium and severe points of incidence and the low Se level in human body were explained. All of the results mentioned above provide a new scientific basis for the hypothesis that the incidence of K. B. D is related to the low level of Se resulted from the low Se environment through food chain.

Key words: micro-environment, micro-topography, food-chain, selenium, Kaschin-Beck disease.

Study on the Fundamental Characteristics of Activated Sludge fortified with Powdered Activated Carbon. Zhu Hui, Zhang Lindi et al. (Environmental Protection Research Institute, Shanghai Petrochemical Complex 200540): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(6), 1992, pp.23—28

The results of experiments on the fundamental characteristics of activated sludge (AS) fortified with powdered activated carbon (PAC) are presented. PAC does not adsorb ammonia-nitrogen and COD adsorptive capacity of PAC is only 0.0148—0.2305g COD/gPAC. However the reaction rate coefficient K of AS-PAC system is 2.33 times as great as that of PAC and 1.4 times as great as that of AS respectively. The absolute amount of COD removed in AS-PAC is more than the sum of that in AS and PAC, so the removal rate of organics in biological treatment system is improved remarkably. In addition, 1mg PAC and absorb 0.5—0.75mg dissolved oxygen. When the ratio between PAC concentration and AS concentration is 1 to 2, sludge volume index (SVI) can be reduced from 389ml/g for AS to less than 200ml/g. After being coagulated with alkali aluminum chloride the sludge containing 1.5g/L

PAC shows only 25% specific resistance and a doubled filtration yield as compared with sludge without PAC. Various advantages brought by the addition of PAC in AS provide the basis for the development of treatment process and its practical application.

Key words: activated sludge, powdered activated carbon, COD removal, biological treatment.

A Study on Mathematical Modeling for Biological Rotating Contactor. Liu Changsong, Zhou Chunsheng (Jilin Architectural and Civil Engineering Institute Chang Chun 130021): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(6), 1992, pp 29—33 Based on material balance and Monod's relation, an expression, $A/Q(L_{n-1} - L_n) = 1/p + k_s/pL_n$, is derived to actually represent the mathematical model and the related parameters for biological rotating contactor (BRC). Kinetic parameters, $\rho, k_s, Y, \mu_{max}, X_f$, etc. were decided by the experimental data of treatment of biological product wastewater using four stage BRC. Moreover, the derived expression and parameters are evaluated in this paper. It is suggested that the expression, which reveals the theory and related factors of BRC process, and the parameters be used for the design of BRC for biological product or similar wastewater treatment.

Key words: biological rotating contactor (BRC), mathematical model, kinetic parameter.

Effect of Influent Strength on Granulation of Sludge in UASB Reactor. Zhu Jianrong, Xia Xiaohong et al. (Dept. of Environ. Eng., Tsinghua University Beijing 100084): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(6), 1992, pp33—38 Using synthetic glucose wastewater, the effect of influent strength on granulation of sludge in UASB reactor was investigated. Results show that granulation could be well achieved in an operational period of 2 months or more, when UASB reactor was directly fed with high strength influent of 9000 mg/L COD. The granular sludge were 1.0—2.5mm (mostly 2.0mm) in diameter, SVI 16.03ml/g. The organic loadings of UASB reactor reached 30.8kg

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

COD/m³. d and COD removal efficiency over 85%. The granular sludge could also be cultivated, but the granulation of sludge was found to be comparatively slow and incomplete, when the low strength influent of 1000mg/L COD was fed to the reactor. The size of sludge granule was smaller, in the range of 0.5—1.5mm, and the maximum organic loadings was 10.2 kg COD/m³. d, COD removal efficiency approximately 75%. The relationship between influent strength and granulation of sludge and the practical operation technology for the treatment of industrial wastewater with UASB reactor were discussed.

Key words: UASB reactor, granular sludge influent strength.

A Study on the Treatment of the Excess Activated Sludge of Gas Wastewater by Aerobic Digestion Technique. Han Xiangkui, Liu Ying et al. (Jinlin College of Architectural and Civil Engineering, Jinlin 130021): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(6), 1992, pp.39—42

This paper discusses the feasibility for the treatment the excess activated sludge of gas wastewater by aerobic digestion technique. Test results show that 59.3% of the total MLVSS is biodegradable in the sludge, 44.9% of MLVSS is removed when test is conducted for a period of 17 days under 30°C. The sludge degradation rate and the non-biodegradable material concentration in the liquid phase would increase when the reaction temperature is raised. Study on the kinetics of sludge aerobic digestion is also conducted and a method for the deduction of kinetic constants is proposed.

Key words: gas wastewater, excess activated sludge, aerobic digestion.

Air Oxidation of Sodium Sulphite during the Process of Recovery of Iodine. Sheng Zhaoqi, Huang Guang (ECUCT Research Institute of Chemical Environmental Engineering Shanghai 200237) Feng Mingda (Shanghai No. 12 Pharmaceutical Factory): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(6), 1992, pp.43—46

Mixed solutions of sodium sulphite and sodium

carbonate are used in the absorption of iodine from the waste-gas. Sodium sulphite solutions are ready to be oxidized by air. Experimental results show that the oxidation rate is remarkable but not very high and greatly influenced by pH values. When Na₂SO₃ is oxidized by dissolved oxygen. However, when sufficient oxygen is supplied through bubbling air into the solution the concentration of sulphite in the solution decreases rapidly with a character of linear concentration-time relation. The actual process of iodine recovery is described in this paper. It is suggested that fresh solution of sodium sulphite be used for the purpose of decreasing the oxidation.

Key words: recovery of iodine, oxidation of Na₂SO₃, air oxidation.

Feasibility Study on the Preliminary Treatment of Pharmaceutical Wastewater with Stabilization Pond. Wang Zhiying, Zhang Zhijie et al. (Xian Institute of Metallurgy and Construction Engineering, Xian 710055): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(6), 1992, pp.47—51

Considering the character of dry land in northern part of China, a wastewater reclamation method has been suggested by using stabilization pond treatment. The pond system consisting of presettling, two-step anaerobic pond and a facultative pond was used for the preliminary treatment of pharmaceutical wastewater. The effluent from such treatment can be used as irrigation water. When the retention time was equal 7 to 9 days, the COD removal rate of such system was 76.6% in the summer time and 47% in the winter. Other parameters of the treated water could also meet the demand of agricultural irrigation, which may affect COD removal efficiency such as temperature, organic load and pH, were examined in the study. The results of the study demonstrates that the stabilization pond system possesses the advantages of high efficiency for the removal of COD and less occupancy of land.

Key words: biological stabilization pond, pharmaceutical wastewater, wastewater treatment.

Effects of Solar Ultraviolet Radiation on Plants. Shuyuan Chen (Jiangsu Institute of