

废水处理新型填料发泡剂的研究*

何 强 郭劲松 龙腾锐 金 钊

[提要] 本文用对比试验和正交试验的方法,对废水处理新型填料的发泡剂进行了筛选。结果表明:混合发泡剂较其它为优,试验还获得了较优的骨料和烧制工艺。

[关键词] 废水处理 新型填料 发泡剂

在废水及微污染水的处理设备中,滤床(包括固定床、流化床、膨胀床等)占有重要地位,而填料是滤床的关键材料,它对设备的运行效果和能耗都有重要影响。

对滤床填料的要求一般是质轻、多孔、机械强度高、价格低廉、易于获得。在废水生物处理过程中,填料除具有以上特点外,最好还具有易于生物固定生长和催化生物生长的优点,目前常用的填料如石英砂、活性炭、陶粒、陶瓷、炉渣、塑料、泡沫海绵等不是不具备这种特性就是这方面性能较差。因此,研究具有易挂膜和促进生物生长优点的废水处理新型填料,无疑是很有价值的。本文系国家自然科学基金项目“废水处理新型填料特性研究”的子项研究成果。

一、骨料的选择

骨料是填料的主要成份。本研究分别采用粘土和泥煤两种材料作骨料,粘土是由岩石逐渐风化而生成的一种含水铝硅酸盐化合物;泥煤是与煤矿伴生的粘土和少量煤粉的混合物,系洗煤厂的废弃物,主要矿物成份除炭外,与粘土相似。本研究所用的粘土和泥煤组份如表1所示。

粘土、泥煤组份表		表 1
组份(%)	普通粘土	泥煤
SiO ₂	51.2	58.6
Al ₂ SO ₃	23.2	26.8
Fe ₂ O ₃	10.9	5.0
TiO ₂	1.2	—
CaO	0.8	—
MgO	0.3	—
K ₂ O	2.8	—
Na ₂ O	0.1	—
水份	5.6	2.0
有机质	0.5	7.6
烧失量	8.3	15.1

* 本项研究系国家自然科学基金与城乡建设科学技术基金联合资助项目,还受重庆市基本建设委员会资助。

二、发泡剂配比试验

1. 发泡剂的选择

焙烧粘土制成的填料,由于缺乏必要的发泡剂,平均孔径较小,试验测得一般在0.037 μ m左右,微孔孔径太小,细菌和一些较大的酶分子较难进入附着,因而尽管表面积较大,但有效比表面积不高,这种填料用作废水生物处理不太理想。因此在填料生成过程中引入发泡剂是必要的。本文所指发泡剂并非直接发泡,而是经过高温烧失后可在填料中留下空隙的一类物质。

一般,用于发泡的无机物称无机发泡剂,如褐煤、碳黑、碳酸钡、硫酸钠、硼酸、硫化铁等。它们的作用机理不尽相同,但除硫化铁外,在高温下都可灼烧减重。法国一专利表明^[1],在煅烧粘土制品时加入0.5~1.5mg/L碳酸钡,可得到多孔的成品;日本的多木宏光^[2]在多孔耐火陶瓷制品专利中,采用碳黑、碳酸钙、硼酸等作为发泡剂,在非氧化性环境条件下烧制成成品。

用于发泡的有机物称有机发泡剂,如各种化肥、有机多聚物、纤维等。美国一专利报道^[3],在陶瓷形成过程中加入0.5~10%的粉状纤维素和0.5~10%泡沫稳定剂(如蛋白),经一定工艺烧制即可形成多孔陶瓷。前苏联一专利提出^[4],用工业尿素作发泡剂,尿素在热处理过程中挥发,即可在成品中形成孔隙。

本研究在分析上述发泡剂的基础上,首先选用异戊烷、木屑、纤维、尿素和煤粉等五种物理、化学性质各异的发泡剂参与新型填料发泡剂的筛选试验。

2. 主要试验设备与填料烧制工艺

发泡剂研究的主要设备有：(1) 成型机械(手、电两动绞碎机)；(2) 高温电炉(SX-10-16型)；(3) 耐火匣子(自制)；(4) 捣碎机械(K41-1型颚式破碎机)；(5) 振动球磨机(20 公升)；(6) 标准筛(0.3mm、0.5mm、1.0mm)；(7) 康氏电动振荡机(幅度 36mm)；(8) 其它测试仪表。

填料烧制工艺为：原料→破碎及塑化→成型→烧制→破碎及碾磨→筛分→成品。

发泡剂在骨料塑化过程中加入，根据发泡剂的物理性质不同，采用不同的混合加入方法，当发泡剂为液体时，兑水加入；若为固体，则先与骨料混合干拌几次后再加水塑化。

3. 考察指标及测试方法

本试验以填料的孔结构分布、机械强度、松散容重等作为考察发泡剂优劣的指标，测试方法均为国家颁布的标准方法。

4. 发泡剂对比试验

为筛选较优的发泡剂，首先以粘土为骨料，在试验条件(包括烧成温度、升温 and 降温条件等)均一致的情况下，烧制成五种成品，分别含有所选定的五种不同发泡剂，取筛分粒径介于 0.5~1.0mm 的颗粒进行孔分布测试，结果如表 2 所示。

五种发泡剂所制填料的孔分布情况* 表 2

填料号	发泡剂	孔容(mL/g)	孔表面积(m ² /g)
1*	异戊烧 10%	0.0317	0.5440
2*	异戊烧 5%	0.0344	2.5102
3*	木屑 10%	0.1689	10.449
4*	木屑 5%	0.1050	0.7075
5*	纤维 10%	0.0350	2.7201
6*	煤粉 10%	0.1996	6.0894
7*	尿素 5%	0.0559	2.9081
8*	纯粘土	0.0383	1.9104

* 表中发泡剂百分数为占原料总重量的百分数。

由表 2 可知，加入发泡剂后，大部分填料的孔分布情况优于纯粘土填料，特别是 3* (木屑 10%) 和 6* (煤粉 10%)，性能最好，故选择这两种发泡剂参与下一步综合性的正交试验。由表中数据可知，即使是 3*、6* 填料，其孔容和孔表面积仍不理想，为此本试验调整了发泡剂的添加量，并另引入两种发泡剂，一起参与正交试验。

5. 正交试验

(1) 影响因素及水平确定

填料骨料的性质是填料在烧制过程中剧烈变化的内因，因而骨料是影响填料性能的重要因素，加入适量的发泡剂，只是改善骨料的膨胀性能和孔结构的发育状况；而烧制的温度制度(包括烧成温度、升温速度、降温速度)是物料变化的主要外因，根据预备试验，烧成温度起决定性作用。因此，本研究选择正交试验影响因素为：发泡剂、骨料、烧成温度和升温速度。

骨料选择了粘土和泥煤两水平，发泡剂除了初选的两外，另加了淀粉和混合发泡剂两种。为方便起见，发泡剂的四水平分别命名为：I、淀粉，投量 2.5%；II、煤粉，投量 5%；III、混合发泡剂，投量 13%；其中 Fe₂O₃ 4%、Na 和 K 盐 1%、木屑 8%；IV、木屑，投量 8%，烧成温度选择了 1050℃ 和 850℃ 两水平。升温速度通过控制电流密度实现，选择了两水平，即 α：400℃ 前电流密度较低，400℃ 后电流密度较高；β：始终采用高电流密度。因素与水平安排如表 3 所示。

正交试验的因素与水平表 表 3

因素	发泡剂	骨料	升温速度	烧成温度(℃)
水平	A	B	C	D
1	I	泥煤	α	850
2	II	粘土	β	1050
3	III			
4	IV			

(2) 试验安排

由于各因素的水平数不同，故选用混合水平正交表 L₈(4¹×2⁴) 安排试验，A、B、C、D 各因素分别安排在 L₈ 表中的 1、2、3、4 列进行试验。试验安排如表 4 所示。

试验安排表 L₈(4¹×2⁴) 表 4

试验号	列 号				
	1	2	3	4	5
1	A ₁	B ₁	C ₂	D ₂	1
2	A ₃	B ₂	C ₂	D ₁	1
3	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂	2
4	A ₄	B ₁	C ₂	D ₁	2
5	A ₁	B ₂	C ₁	D ₁	2
6	A ₃	B ₁	C ₁	D ₂	2
7	A ₂	B ₁	C ₁	D ₁	1
8	A ₄	B ₂	C ₁	D ₂	1

(3) 正交试验结果及分析

按正交试验所得的 8 种填料特性，如表 5 所示。

为了确定各因素对填料性能影响的重要性程序,对正交试验结果进行了极差分析,结果表明,以孔容为考察指标时,因素的重要性程序为 $A>D>B>C$;以机械强度为考察指标时,因素重要性程序也为: $A>D>B>C$ 。由此可知,A(发泡剂)、D(烧成温度)两因素是本试验中影响填料孔容和机械强度的主要因素。极差分析结果还表明,对于孔容,各因素的最佳水平组合为 $A_3B_1C_2D_2$;对于机械强度,各因素最佳水平组合为 $A_1B_2C_2D_1$ 。

正交试验结果测试表 表 5

填料号 (试验号)	孔容 (mL/g)	松散容重 (kg/m ³)	机械强度(%)		
			破碎率	磨损率	破碎磨损率
1	0.2375	802	2.98	1.35	4.33
2	0.3142	671	3.06	1.84	4.90
3	0.2743	725	4.05	3.96	8.01
4	0.1645	771	3.01	1.71	4.72
5	0.0559	738	0.79	0.38	1.17
6	0.5206	540	4.35	2.55	6.90
7	0.2831	708	5.85	2.24	8.09
8	0.2528	760	4.17	1.94	6.11

对正交试验结果进行方差分析,结果表明,对于孔容,A和D因素在显著水平 $\alpha=0.025$ 下显著,B因素在 $\alpha=0.05$ 下显著,C因素无显著影响。对于机械强度,A因素在显著水平 $\alpha=0.05$ 下显著,D因素在 $\alpha=0.10$ 下显著,B、C因素无显著影响。

6. 较优填料确定

由正交试验结果分析可知,对于填料的孔容,最佳方案为 $A_3B_1C_2D_2$,但此组合表 L_8 中没有,其最接近的组合为 $A_3B_1C_1D_2$,即6[#]填料,由于C因素对指标无显著影响,故可用 $A_3B_1C_1D_2$ (6[#])替代 $A_3B_1C_2D_2$,由表5可知,6[#]填料孔容也确实最大。

对于机械强度指标,最佳方案 $A_1B_2C_2D_1$ 在表 L_8 中也没有,其最接近的组合为 $A_1B_2C_1D_1$,即5[#]填料,同样因C因素对指标无显著影响,故可用 $A_1B_2C_1D_1$ (5[#])替代 $A_1B_2C_2D_1$ 作为最佳方案,由表5可知,5[#]填料破碎磨损率最小,机械强度最大。

根据上述分析,由于孔容和机械强度对因素的水平存在不同要求,如果增加孔容,机械强度可能减小,而提高机械强度则又会减小孔容。为了综合考虑这两项指标,本研究采用正交试验的加权综合评分结果来选取。按指标优劣排出1~8名,各名次得分分别从8至1。由于本试验主要选择发泡剂,以孔容指标为主,故将孔容的得分数乘以权重数1.2。各填料的综合得分如表6所示。

各填料综合得分 表 6

填料	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]	8 [#]
得分	10.6	13.4	8.0	8.4	9.2	12.6	8.2	8.8

由表6可以看出,较优填料为2[#]、6[#]、1[#],由正交试验表可知,较优的发泡剂为 A_3 (混合发泡剂)和 A_1 (淀粉)。

三、孔结构分布分析

1. 厌氧细菌和酶分子尺寸

厌氧反应器中,微生物基本上都是细菌,但形态各异,有球菌、杆菌、螺旋菌等,其尺寸大小一般为 $0.5\sim 5\mu\text{m}$ ^[6]。反应器的运行除厌氧细菌的作用外,细菌分泌的胞外酶也相当重要,胞外酶的大小以球形计,直径一般为 $0.01\sim 1\mu\text{m}$ ^[6]。因此,为有利于细菌在填料上附着生长,除其表面应当粗糙外,填料上的微孔尺寸应当可以让细菌和酶分子进入,填料上微孔孔径必须在 $0.01\mu\text{m}$ (即胞外酶最小尺寸)以上。

部 分 填 料 微 孔 分 布 表

表 7

填料号	6 [#]		2 [#]		1 [#]		0 [#]	
	孔容(mL/g)	中孔孔径(μm)	孔容(mL/g)	中孔孔径(μm)	孔容(mL/g)	中孔孔径(μm)	孔容(mL/g)	中孔孔径(μm)
	0.5206	1.0276	0.3142	0.2670	0.2375	0.2415	0.2663	0.0224
	累积孔容 (mL/g)	占总孔容百分数 (%)	累积孔容 (mL/g)	占总孔容百分数 (%)	累积孔容 (mL/g)	占总孔容百分数 (%)	累积孔容 (mL/g)	占总孔容百分数 (%)
$d<0.01\mu\text{m}$	0.0116	2.23	0.0051	1.62	0.0059	2.50	0.0109	4.09
$0.01<d<5\mu\text{m}$	0.5001	96.06	0.2978	94.78	0.2216	93.30	0.2523	94.74
$d>5\mu\text{m}$	0.0089	1.71	0.0113	3.60	0.0100	4.20	0.0031	1.17
有效孔容	0.5090	97.77	0.3091	98.38	0.2316	97.50	0.2554	95.91

对上海浦东新区分质供水的探讨

廖振良 赵 宇 俞国平

[提要] 本文针对上海市浦东新区的“水质型”缺水特点,提出并探讨了未来 15 年在浦东新区实现分质供水的观点。

[关键词] 供水模式 分质供水 上海浦东

浦东新区是中国九十年代改革开放的重点区域,它起着长江流域经济发展的龙头作用,目前浦东新区已进入了大发展时期。

供水工程是浦东新区开发开放顺利进行的重要保障,是其经济发展速度和规模的直接制约因素。浦东新区供水的一个主要特点是供水水质明显偏低,饮用水安全性得不到有效保障。即浦东新区属于“水质型”缺水地区。

笔者参加了浦东新区 2000 年供水规划及 2010 年供水远景目标的编制工作。本文针对浦东新区的“水质型”缺水特点,对未来 15 年在浦东新区实现分质供水进行了探讨。

一、供水现状的调查

浦东新区现有 5 座市属水厂,5 座区属水厂,数十座乡镇水厂。至 1994 年底,自来水的供水所涉及范围已达 500 多 km^2 ,总供水能力为 $97.5 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 。原水有四类:长江水、黄浦江水、川杨河和浦东运河水、地下水。具体情况见表 1。

水源水质情况:地下水为优质的矿泉水,但其开采量受到严格的限制;长江、黄浦江上游水质基本符合国家饮用水水源水质要求;川杨河、

浦东运河已受到了严重的污染,水质为地面水环境质量四、五级。

川杨河是一条东西向横贯浦东新区南部的人工河,全长 28.7km,是浦东新区内部最长的河道。其西部通过杨思闸门与黄浦江相连,东部经三甲港闸门与长江贯通。川杨河是浦东新区区属水厂及乡镇水厂主要的水源。

浦东新区 1994 年供水情况 表 1

归属	水厂名称	供水能力	取水水源
市属水厂	凌桥	20 万 m^3/d	长江陈行水库
	居家桥	10 万 m^3/d	黄浦江上游
	浦东	10 万 m^3/d	黄浦江上游
	周家渡	2.5 万 m^3/d	黄浦江中游
	杨思	20 万 m^3/d	黄浦江上游
区属水厂	川杨河	2 万 m^3/d	川杨河
	陆家大桥	2.4 万 m^3/d	川杨河
	城镇	15 万 m^3/d	川杨河
	乡镇地表水厂	8.5 万 m^3/d	川杨河或浦东运河
	乡镇地下水厂	6.5 万 m^3/d	地下水

城镇水厂自来水原水水质 表 2

浑浊度 (度)	亚硝酸盐 (mg/L)	耗氧量 (mg/L)	溶解氧 (mg/L)	污染指数
160.74	0.02	5.35	5.55	5.39

近年来的水质监测资料和水质评价结果表明,川杨河已经受到严重的有机污染,局部河段

2. 试验填料孔分布分析

对试验所得的 2 $\#$ 、6 $\#$ 、1 $\#$ 填料进行孔结构分布测试,另将一组未加发泡剂但孔容最大的填料(0 $\#$)也参与测试,结果如表 7 所示。

由表 7 可以看出,加入发泡剂的 6 $\#$ 、2 $\#$ 和 1 $\#$ 填料,有效孔径所提供的孔容占 97.5%以上,而未加发泡剂的 0 $\#$ 填料,有效孔容只有 95.91%;从中孔孔径看,6 $\#$ 、2 $\#$ 和 1 $\#$ 填料比 0 $\#$ 填料大一个数量级以上,因此加入发泡剂有利于对孔结构分

布进行改造。同时 6 $\#$ 填料的中孔孔径比其它大得多,说明其发泡剂(混合发泡剂)为最佳,它的生物学特性也应是最好的。随后的生物挂膜试验也证明,6 $\#$ 挂膜时间为 6d,2 $\#$ 和 1 $\#$ 为 9d。

四、结论

1. 考虑到发泡剂对孔容和机械强度两方面的影响,试验获得最佳发泡剂为混合发泡剂(Fe_2O_3 、Na 盐、K 盐、木屑混合物),其次为淀粉。

2. 对形成有效孔容最好的烧成温度为

还受到有毒物质的影响。表 2 为城镇水厂取用的川杨河原水水质情况。

根据统计资料,1993 年全年工业企业排入川杨河的废水总量(含工业企业的生活污水)为 1262.26 万 m^3 。又据对工业污染源、生活污染源、农业污染源和畜牧业污染源的分析与计算,汇总比较结果列于表 3。

川杨河氨氮、 COD_{Cr} 污染负荷量和负荷比 表 3

污染源类型	氨氮		COD_{Cr}	
	负荷量 (t/年)	负荷比 (%)	负荷量 (t/年)	负荷比 (%)
工业	447.63	55.23	720.53	29.46
生活	274.68	33.89	1373.35	56.15
农业	75.79	9.35	253.58	10.37
畜牧业	12.44	1.35	98.34	4.02
合计	810.54	100.00	2445.80	100.00

浦东运河是浦东新区的第二大人工河,也是浦东新区重要的地表水源。它与川杨河相通。目前,局部河段水质污染事故已发生多起,有毒有害物质日益增多。

二、规划的水量及水质目标

1. 水量方面

利用多种方法对浦东新区 2000 年及 2010 年需水量及供水能力进行预测,结果见表 4。

表 4

年 份	需水量	供水能力
2000 年	178 万 m^3/d	205 万 m^3/d
2010 年	263 万 m^3/d	315 万 m^3/d

按照上海市给水总体布局,黄浦江无法满足 2010 年浦东新区的水量要求。

2. 水质方面

1050℃。

3. 粘土和泥煤均可作为填料骨料。

参考文献

- [1]Wallchli,E.等“多孔而不风化的煅烧粘土制品”,法国专利,类号 C04B33/08,No.2493829。
- [2]多木宏光,“多孔耐火陶瓷制品的制造方法”,日本专利,类号 C04B21/00,No.57-25513。
- [3]Jarcho,M.等,“陶瓷形成过程”,美国专利,类号 C04B33/

根据《城市供水行业 2000 年科技进步发展规划》,最高日供水量超过 100 万 m^3 ,同时是直辖市、对外开放城市、重点旅游城市的水司为一类水司。所以浦东新区的供水除了要执行国家饮用水水质标准外,还应提出部分比国家水质标准更高的要求作为 2000 年及 2010 年的水质目标。但是就水源的水质状况而言,要使水厂出水水质达到欧共体饮用水水质标准、美国安全用水法的指标或世界卫生组织执行的水质标准是非常困难的。

由于原水水质不可能在近期得到根本改善,甚至有进一步恶化的可能,而规划的水量、水质目标又很高。根据发达国家供水的历史经验,分质供水是解决浦东新区供水难题、保障和提高居民用水质量的有效办法。所以讨论分质供水有其现实意义。

三、分质供水的可行性

根据浦东新区的供水特点,逐步推行分质供水是可行的。

1. 一般居民生活用水只占城市管网供水的很少一部分。2000 年规划常住人口 250 万人,以每人每日直接饮用水(包括烹饪)4L 计,到 2000 年浦东地区居民直接饮用水仅 1 万 m^3/d ,只占总需水量的 0.56%;2010 年规划常住人口 300 万,居民直接饮用水为 1.2 万 m^3 ,占总需水量的 0.46%。由此可见,分质供水系统的建立,可以使大量的一般用水的水质要求不过分提高,从而可能避免花费大量资金用于新水源的建设和远距离原水的输送。

2. 浦东地区有丰富的优质地下矿泉水资

28. No. 4312821。

- [4]“多孔坯件”,前苏联专利,类号 C04B32/02. No. 596348。
- [5]孟宪庭,“活性炭的吸附与微生物再生”,《水处理技术》,Vol. 13(3), 1980。
- [6]许保玖、龙腾锐等,《当代给水与废水处理原理》,高等教育出版社,1991。

△作者通讯处:630045 重庆建筑大学城建学院

金钊 510000 广东省建筑设计院

电话:(0811)9861981

收稿日期:1996-3-12

CONTENTS

ADVANCES AND PRESENT TASKS ON WATER POLLUTION CONTROL ... *Wang Yangzu* (5)

Abstract: In pace with the steady growth of national economy in our country the problems of water pollution are becoming increasingly acute. As a main line to prevent further deterioration of water environment the works we have done and the obtained achievements in recent years are expounded thoroughly including legislation, industrial wastewater treatment, comprehensive administration of urban water environment and water pollution prevention of riverbasins. The serious situation of water pollution in this country is discussed and the forthcoming efforts on water pollution prevention are indicated.

STUDY ON DOMESTIC WATER QUOTA IN URBAN AREA *Qi Shenghao et al* (8)

Abstract: On the basis of about 100 thousand of data which were treated by mathematical statistics and gathered from the water sale records in 55 cities for years and the observation reports of 77 residential quarters in this country the recommended values of water quota including the domestic water quota of urban inhabitants, the composite domestic water quota and the urban composite water quota and a selective range of 1.3 to 1.6 of hourly variation coefficient are proposed.

STUDY ON BIOLOGICAL PRETREATMENT OF EUTROPHIC LAKE WATER

..... *Luo Xiaohong et al* (12)

Abstract: Laboratory scale biofilm reactor was used in this study to investigate the biological pretreatment of the eutrophic water of Qingdian Lake. The primary results are as follows: 1) Bio-ceramic pretreatment is effective to some extent for treating the Qingdian Lake water. The removal efficient of COD_{Mn} , $\text{NH}_4\text{-N}$, turbidity, color and TON are 25.0%, 67.7%, 33.7 and 50.0% respectively. while for $\text{NH}_4\text{-N}$, it is over 80%. Although it changes with various kinds of algae, the average removal rate of the total number of algae is about 50.0%. 2) Filtrating rate has little effect on the removal efficiency when it ranges from 1m/h to 4m/h. 3) The backwashing frequency of bio-ceramic filter is one time per week.

STUDY ON THE FOAMING AGENTS FOR NEW POROUS PACKING MATERIAL

PRODUCTION FOR WASTEWATER TREATMENT *He Qiang et al* (15)

Abstract: The foaming agents for new porous material production for wastewater treatment were screened by comparative and cross-field experiments. The results have shown that mixed foaming agent is better than others. Also better materials and technique for baking has been obtained.

ON QUALITY-DIVIDED WATER SUPPLY IN PUDONG, SHANGHAI *Liao Zhenliang et al* (18)

Abstract: In accordance with the raw water quality deterioration in the new district of Pudong in Shanghai, a recommendation of quality-divided water supply in this area at the henceforth 15 years has been discussed and proposed.

CALCULATION METHOD AND DESIGN PARAMETERS OF AB-PROCESS

TO TREAT URBAN WASTEWATER *Liu Xuegong* (21)

INFLUENCE OF CARBON SOURCE ON BIOLOGICAL DENITRIFICATION

..... *Zhang Feijuan et al* (26)

Abstract: The effects of carbon source on biological denitrification process are interpreted as 1) insufficient carbon causes decreasing of basic production in the denitrification process and increasing of the demand of basic dosage during treatment of wastewater with high-ammonia nitrogen concentration. In this case also the COD level of the effluent will be higher because large quantity of NO_2^- caused by insufficient denitrification is existing. And 2) the effects on the denitrification will be different by various carbon sources, for example the effects on the progress of denitrification are different of mono-substrate and of mixed wastewater. The above mentioned problems have been discussed on the basis of operating practice of the denitrification station in Shanghai Coking Chemical Plant and the laboratory experiments.

SUMMARY ON DESIGN OF THE HIGH FE-CONTENT UNDERGROUND WATER

IN HAOLIANGHE CEMENT PLANT IN HEILONGJIANG PROVINCE *Liu Qinghai* (29)

STUDY ON WASTEWATER TREATMENT OF OIL FIELD ASSISTANT PLANT

..... *Wang Qishan* (31)

CALCULATION OF PRESSURE-REDUCING ORIFICES OF FIRE HYDRANTS

..... *Lang Jiahui* (34)

Abstract: There has been demonstrated theoretically through quantitative analysis that for the indoor fire-hydrants installed in high rise civil building a free water head of 0.25 to 0.30 MPa will be necessary for the operation. This range of water pressures are also the basic data to simplify the orifice selection. The selection of orifices will be well