DOI:10.19789/j.1004-9398.2016.02.010

含微细颗粒废水利用浮除法处理研究*

秦 序
(陇南师范高等专科学校,甘肃 成县 742500)

摘 要

含微细颗粒废水进槽体上端进流(由槽体底端出流)使水流方向与底层电解产生气泡上浮方向,形成逆向流况,并透过流况分别观察其颗粒-气泡碰撞行为,探讨其对浮除效率的影响. 由电解产气较易于获取较稳定的粒径及均匀分布特性,有利于控制电解产气量及水力负荷流况,以获取较稳定的实验条件,探讨较佳流况条件,另外,经由 SS/重金属去除率及粒径监控分析,分别评估其浮除成效及其最适合操作条件. 研究结果显示,于较大流量 92 mL/min 时,应适度调升电流 2 Amp(即产气量)搭配,则浮除效率仍可达 88%,亦即可提高处理负荷.

关键词: 微细颗粒,电解浮除,重金属.
中图分类号: X703

1 目 的

近几十年来,国内中小企业及工厂如雨后春笋崛起,带动了国家的经济增长. 但是,工厂排出的废物对环境造成的污染问题日益严重,尤其以电镀金属表面处理工业和染料工业所排放的含重金属或染料废水最为突出. 电镀/金属表面处理工厂及染整工厂,对整体经济的发展虽有卓越的贡献,但是在制程运作期间,由于镀件的清洗/镀液的老化,而排放出大量含 Cu、Zn、Ni、Cd 等重金属离子的废水,均须加以妥善处理,否则将造成严重的环境污染. 目前一些传统的处理方法诸如化学混凝等虽可将流出水质处理以后达到环保标准,但是所产生的污泥尚不能有效的处置,易形成二次污染[1].

虽然国内大部分电镀厂有传统的化学混凝沉淀处理程序,但是实际上面临诸多困难点,导致处理成效不佳,其问题包括:(1)多属小规模者,土地空间小,扩充空间不够,限制废水处理设备及功能. (2)传统沉淀法所需面积较大,而且对于快/慢混及添加剂的操控性不易及不适,以至胶羽颗粒形成不佳,沉淀性不好. (3)沉淀池污泥排出的操控性不佳,造成污泥沉积严重,减少有效容积,相对增加水力负荷,以致微细颗粒溢流影响水质. (4)沉淀池排泥的污泥含水率较高,后段仍需污泥浓缩单元.

此外,近年来包括半导体制造(包括芯片加工、制罩、皮模工程、照相制版、腐蚀、研平)及印刷电路版制造等电子信息相关产业,在国内有大幅度的成长,其经济产值贡献占有相当大的比例,然而在制造过程中的精密研磨(化学机械研磨)及抛光加工(印刷电路版铜箔),均产生超微细颗粒,其颗粒平均大小约为 60 nm,其混凝/沉淀成效欠佳,处理上甚为困扰[2].

本实验的主要内容简要说明如下:

1)先以批次式电解浮除实验,获取基本数据,以供后续研究参考. 包括:NaDS 适当剂量、浮除时间.

2)分别对含 Cu 废水及芯片加工废水进行电解浮除,主要系针对以微细颗粒的特性,并以连续流式电解浮除以提升处理负荷为目标,探讨最佳负荷及浮除条件.

3)控制因素包括:NaDS 剂量、电流、流量、时间.

4)分析项目包括:颗粒粒径分布、Cu 浓度、SS、去除率.

收稿日期: 2015-05-25
* 甘肃省自然科学基金"分子组装体的聚集行为及光电性能研究"(1308RJZK171);甘肃省高校科研项目"有机/无机复合纳米粒子的制备及光电催化作用"(2013B-132)

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2 结果与讨论

2.1 批次式电解浮除

2.1.1 NaDS 剂量对电解浮除重金属 Cu 的影响

含 Cu 的电镀废水于添加 S/M = 1 的 NDDTC 螯合剂,形成不溶性的螯合物颗粒,并添加以不同 NaDS 剂量(10,40,96,44,288 mg/L)并以批次式电解浮除. 其电解浮除结果显示,较高 NaDS 剂量(96,144,288 mg/L)对浮除效率并无帮助,而 NaDS 剂量减至(40,10 mg/L),则浮除效率提升 90.6% ~ 98.4%. 如表 1 所示浮除 10 min 即可达到 96.9% 的去除率,而浮除 30 min 所提升所提升的浮除效率有限(98.4%).

表 1 NaDS 剂量对电解浮除法含 Cu 重金属废水的影响

NaDS (mg/L)	浮除 10 min		浮除 30 min	
	Cu(mg/L)	去除率(%)	Cu(mg/L)	去除率(%)
0	62	2.4	56	11.8
10	1	98.4	2	96.9
40	5	92.1	6	90.6
96	17	73.2	12	81.1
144	48	24.4	32	49.6
288	58	8.7	49	22.8

注: Cu 浓度为 63.5 mg/L

2.1.2 NaDS 剂量对电解浮除芯片加工废水的影响

经参考前项 NaDS 剂量,本实验以添加 NaDS 剂量(5,10,20,30,40 mg/L),并批次电解浮除芯片加工废水 10 min,如表 2 所示,以添加 NaDS 10 mg/L 时,其浮除效率可达 84.7%(残余 SS 17 mg/L)为最佳. 故此提供下一阶段以连续流实验的重要参考依据.

表 2 NaDS 剂量对电解浮除芯片加工废水的影响

NaDS (mg/L)	原水 SS (mg/L)	浮除	
		SS(mg/L)	去除率(%)
0	180	111	38.8
5	111	79	29.4
10	111	17	84.7
20	124	53	57.1
30	88	51	41.1
40	107	46	57.1

2.2 连续流电解浮除

2.2.1 进出流量变化对电解浮除的影响

经前阶段试验得知,以 NaDS 10 mg/L 为最佳添加剂量,并以连续进出流控制方式进行电解浮除芯片加工废水的实验,流量控制(50,60,78,92,100 mL/min),以 1 Amp 电流进行电解浮除. 如表 3 所示,于加大流量 110 mL/min 时,浮除率仅为 73%,SS 仍高达 51 mg/L; 随着控制流量的递减至 50 ~ 66 mL/min 时则浮除率可提升至 88%,其值中 SS 维持 21 ~ 22 mg/L,由实验结果得知,加大流量,将增加流体与气泡/SS 的相对速度,造成较大乱流(扰动)而影响浮除效率.

表 3 进出流量变化对电解浮除效率的影响

流量 (mL/min)	条件	浮除	
		SS(mg/L)	去除率(%)
110	原水	192	73
	出流水	51	
100	原水	169	76
	出流水	32	
92	原水	169	81
	出流水	32	
78	原水	186	84
	出流水	29	
66	原水	183	88
	出流水	22	
50	原水	181	88
	出流水	21	

2.2.2 改变电流对电解浮除的影响

分别以 1,2,3 Amp 电流及控制 50 及 92 mL/min 流量进行电解浮除,如表 4 所示,较大流量负荷对连续式电解率有相当程度降低效果,此结果前节所述一致. 但若适度提高电流(即增加气泡量,并同时增加气泡粒径),于以 2 Amp 电流电解浮除时,较大流量 92 mL/min 者,亦可有效提升浮除效率达 88%. 然而,当电流增至 3 Amp 时,浮除效率则明显下降; 而且,根据实验观察,浮除槽的流体流况有很明显的对流情形,这可能是由于大量气泡量上升所造成因流体流况改变所致.

表 4 改变电流对电解浮除的影响

电流 (Amp)	流量 (mL/min)	条件	浮除	
			SS(mg/L)	去除率(%)
1	50	原水	181	88
		出流水	21	
1	92	原水	169	81
		出流水	32	
2	50	原水	178	92
		出流水	15	
2	92	原水	168	88
		出流水	20	
3	50	原水	156	50
		出流水	78	
3	92	原水	154	35
		出流水	100	

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3　粒径分布特性分析

3.1　电解气泡及 Cu 螯合物的粒径分布

电解浮除系于阳离子产生 O_2，阴极产生 H_2. 当 NaDS 为 0 mg/L 时，气泡粒径分布为 40 ~ 150 μm，若 NaDS 为 10 mg/L 时，气泡粒径可降至 20 ~ 50 μm. 如图 1 所示.

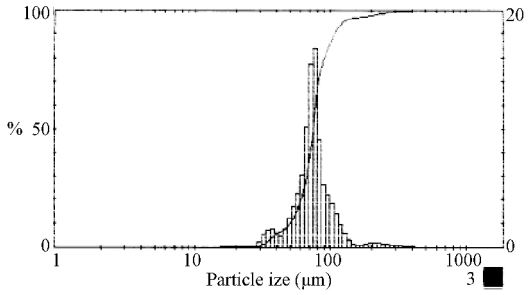


图 1　电解气泡粒径分布

含 Cu 废水经添加 NDDTC 形成 Cu-NDDTC 螯合物的粒径分布为 80 ~ 500 μm 或以上，当然，NaDS 的添加影响螯合物的颗粒凝聚，颗粒粒径分布小. 如图 2 所示.

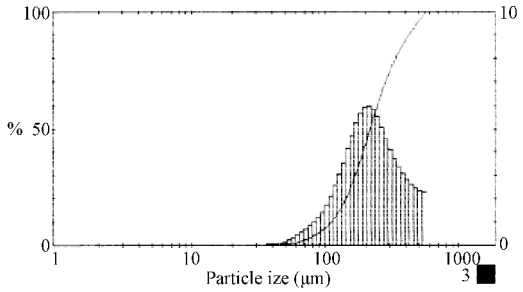


图 2　Cu-NDDTC 螯合物颗粒粒径分布

3.2　NaDS 对粒径分布的影响

芯片加工原废水中 SS 粒径分布，如图 3 所示，其中小于 1 μm 颗粒或大于 50 μm 属少量者，另表 5 所示分别以 0.45 及 0.2 μm 滤纸过滤，予以探讨其粒径分布情形，但经浮除后，则以 NaDS 剂量添加变化，影响并不显著. 但经浮除后，则以 NaDS 10 mg/L 剂量时，的残余 SS 2 mg/L 为最少，而且如图 4 所示，浮除后 SS 粒径为属小于 0.5 μm 者，且为微量. 显示 NaDS 剂量显著影响浮除效率.

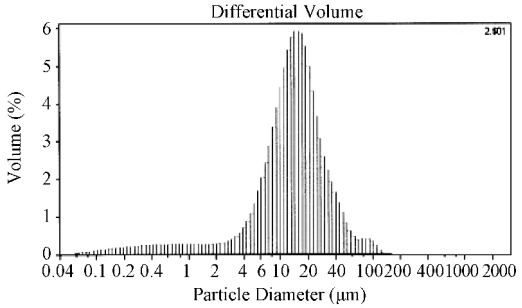


图 3　芯片加工废水 SS 粒径分布

表 5　NaDS 添加剂量对芯片加工废水粒径分布的影响

NaDS(mg/L)	过滤(μm)	原水 SS(mg/L)	浮除 SS(mg/L)
0	0.45	130	83
	0.20	50	28
5	0.45	103	49
	0.20	8.3	30
10	0.45	103	15
	0.20	8.3	2
20	0.45	123	45
	0.20	1.3	8.3
30	0.45	85	48
	0.20	2.5	3.3
40	0.45	103	35
	0.20	3.8	11

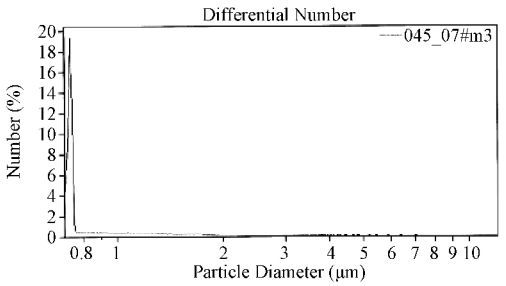


图 4　芯片加工废水经电解浮除 SS 粒径分布

4　结论与建议

本研究经改良的浮除槽配合模块化设计及具设置扩建弹性，更能以较小的反应槽需用空间，达成较高的效能，能符合易于操控、低耗能的研究主要目标，也可以较少药剂添加仍维持良好效果而减少污泥产生量，也即能协助国内业者克服目前面临的困境，增进业者有确实操作的意愿.

本研究以较大流量负荷虽对连续式电解率有相当程度降低效果，但若能配合适度提高电流(即增加气泡量，并同时增加气泡粒径) ，予以电解浮除时，仍可有效提升浮除效率达 88% 以上. 然而，当电流增加过量时，亦即大量气泡量上升所造成流体流况改变，浮除槽的流体流况有很明显的对流情形，则造成浮除效率明显下降. 所以，此项研究具有很好的利用价值及深远的影响[3,10].

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参 考 文 献

[1] 张忠祥，钱易. 城市可持续发展与水污染防治对策[M]. 北京：中国建筑工业出版社，1997，10.
[2] 北京市环境保护科学研究院等主编. 三废处理工程技术手册：废水卷[M]. 北京：化学工业出版社，2000.
[3] 魏振枢. 铁氧体法处理含铬废水工艺条件探讨[J]. 化工环保，1998，18(1)：33－36.
[4] 胡勇有，涂传青. 镀铬废水治理、资源回用技术及进展[J]. 电镀与环保，1999，19(3)：28－32.
[5] 郑礼胜，王士龙. 用沸石处理含铬废水的试验研究[J]. 环境工程，1997，15(3)：13－15.
[6] 钟铅光. 镀铬废水废渣提铬除毒法：1189463A[P]. 1998-08-05.
[7] 陈志勇，王辉. 漂白粉氧化处理化学镀镍废液的研究[J]. 电镀与环保，2001，21(4)：30－31.
[8] 余蜀宜，李建华，余蜀兴. 用陶土吸附处理含镍废水的研究[J]. 化工环保，1998，18(4)：199－202.
[9] 蒋佰坤，戚洪彬. 13X 沸石去除废水中镍离子的实验研究[J]. 环境科学与技术，2003，26(6)：23－24，30.
[10] 沈品华. 电镀废水治理方法探讨[J]. 电镀与环保，1998，18(3)：28－30.

Advances Flotation for Treating Fine Particles Wastewater

Qin Xu

(Longnan Normal College，Chengxian，Gansu 742500)

Abstract

The objective of this project is to upgrade the performance of the flotation. According to modify the condition of bubble and flow condition (counter flow，laminar flow，turbulent flow) was consideredin this project. The characteristics of the advances flotation including: counter-current，bubble blanket at the bottom layer，foam/sludge layer reflux/filtration at the upper layer. The results show that increasing a high flow rate 92 ml/min and increasing a suitable electricity-current 2 Amp (the same as increasing the gas grow rate) may gain an effectively removal efficiency 88% of suspended solid.

Key words: electro-flotation，fine particles，counter-current，heavy metal.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net