

微波加强铁碳内电解处理活性艳蓝 KN-R 溶液 实验装置影响因子正交实验分析*

李黎^{1, 2}, 阮新潮¹, 曾庆福¹

(1. 武汉科技学院环境科学研究所, 湖北 武汉, 430073; 2. 华中科技大学环境科学与工程学院, 湖北 武汉, 430074)

摘要: 本文对微波加强铁碳内电解装置处理活性艳蓝 KN-R 溶液的实验装置上的主要影响因子进行正交实验分析, 实验结果表明: 微波处理前, A_{592} 和 COD_{Cr} 去除率以及微波处理后 A_{592} 去除率的影响因子的顺序是: 鼓气量>循环液量 / 铁碳体积>循环速度>铁碳体积比, 微波处理后, COD_{Cr} 去除率的影响因子的顺序是: 循环液量 / 铁碳体积>鼓气量>循环速度>铁碳体积比, 并对上述因子影响的规律加以分析。

关键词: 微波; 内电解; 正交实验

中图分类号: TQ610.9

文献标识码: A

文章编号: 1009-4725(2005)2-0034-04

The Orthogonal Analysis of Interfering Factors in Iron-carbon Inner-electrolysis Instrument Enforced by the Microwave Treatment of Active Brilliant-blue KN-R Solution

LI Li^{1,2}, ZENG Qing-fu¹, RUAN Xin-chao¹

(1. The Research Institute of Environmental Science, Wuhan Institute of Science and Technology, Wuhan 430073, China; 2. School of Environmental Science and Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The main interfering factors in the iron-carbon inner-electrolysis instrument enforced by the microwave treatment of active brilliant-blue KN-R solution are discussed in this article. The outcome indicates that As for the A_{592} and COD_{Cr} extraction rate before microwave treatment and the A_{592} extraction rate after microwave treatment the sequences of interfering factors are: the volume of air-blasting > circulating liquid/the volume of iron and carbon > the circling speed > the volume of iron/the volume of carbon. After microwave treatment the sequences of interfering factors on COD_{Cr} extraction is circulating liquid/the volume of iron and carbon > the volume of air-blasting > the circling speed > the volume of iron/the volume of carbon. The interfering regulations of above factors are also discussed.

Key words: microwave ;inner-electrolysis ;orthogonal experiment

1 前言

内电解法是从70年代初开始随着铁在废水处理中

的应用而逐渐发展起来的废水处理技术。它是基于电
化学氧化还原反应的原理,通过铁屑对絮体的电附集、
混凝、吸附、过滤等综合作用来处理废水,内电解废水

收稿日期: 2004-12-3



处理技术具有设备构造简单,易制作,操作方便,处理成本低,适用范围广,易与其它方法联合使用的特点^[1]。该方法最早用于电镀废水和重金属离子废水的处理,近几年来,许多刊物报导了采用内电解处理各种工业废水的专利和技术,包括处理电镀废水,石油化工废水,染化废水,印染废水,煤气洗涤废水和制药废水等难处理的工业废水^[2]。这种水处理技术尤其在染料废水脱色方面,更显示出良好的应用前景。

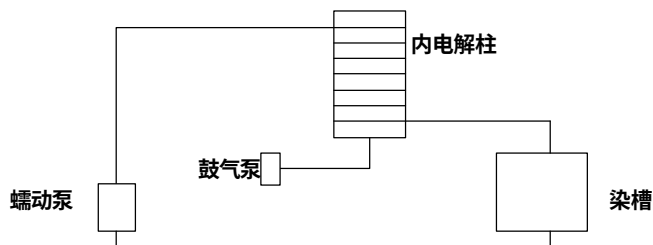
在铁碳内电解的基础上,采用微波场对铁碳进行加热,再生利用,此项技术我们称之为微波加强内电解技术,将之用于对模拟染料废水的处理和降解,将传统内电解技术和新型微波物化技术相结合,使内电解材质得到重复利用,相对提高了内电解的效率,同时也降低了铁屑结块的程度,本研究即采用自制的内电解实验装置,对活性艳蓝KN-R溶液进行降解,并对其中有关装置的几个主要影响因子影响程度和影响的规律进行了分析和研究。

2 实验

2.1 实验材料与仪器

自制微波反应器(输出功率800W,2450Hz),UV-1100型紫外可见分光光度计(北京瑞利仪器公司),椰壳活性炭(HA-A,粒径为8~12目,产自江西怀玉山),铁屑是取自武汉空压机厂车间的废铁屑,活性艳蓝KN-R(上海染料八厂),自制微波加强内电解装置。

2.2 微波加强内电解装置图



模拟染料(活性艳蓝KN-R,0.5g/L,1500mL)废水放入染槽中,随蠕动泵进入内电解柱,鼓气泵接在内电解柱的下部,自下而上鼓入空气,活性炭和铁屑体积总量为600mL,铁屑粒径0.9~2mm。

2.3 实验步骤

活性炭与铁屑使用前均需进行预处理,活性炭用自来水冲洗4h以防止碳黑及其他杂质的干扰,放入烘箱烘干、密封。铁屑先用工业碱浸泡,洗去表面的油污,清洗后放入马弗炉培烘(350℃×3h),再用稀盐酸洗去表面的氧化物,然后用自来水洗净、烘干、用分样筛按粒径分类、密封待用。

分别量取一定体积的活性炭和铁屑,用无纺布进行包裹,放入内电解反应柱中,同时量取一定体积的活性艳蓝KN-R染液0.5g/L,连接好循环橡皮管以及蠕动泵和鼓气泵,将蠕动泵和鼓气泵开到需要的大小,开始循环,循环时间分别为0.5h,1.0h,1.5h,2.0h,2.5h时取样进行吸光度和COD_{Cr}的分析。

循环2.5h后,将处理后的残液放掉,将无纺布包裹取出,打开将里面的铁碳混合物倒入一石英容器中,放入微波炉中进行加热再生(850W×2min),再生后,重新再用无纺布包好,放入内电解柱中,同时量取一定量的活性艳蓝KN-R染液,开始循环,循环时间分别为0.5h,1.0h,1.5h,2.0h,2.5h时取样进行吸光度和COD_{Cr}的分析。

2.4 实验测试方法

活性艳蓝KN-R在低浓度时符合朗伯一比耳定律。由于其浓度与吸光度成正比关系,故由其吸光度的变化就可以推算出染料的降解情况,而其在最大吸收波长的吸光度可以代表其染料浓度,因此测定活性艳蓝KN-R在最大吸收波长592nm处的吸光度的变化,就可以计算出其脱色率。

脱色率计算公式:脱色率(%)=(原液的A₅₉₂值-残液

正交实验表:(L₉(3⁴))

实验序号	循环速度 (rpm)	鼓气量	循环液量/铁碳体积 (mL/mL)	铁碳体积比
1	100	无	1500/600	0.5:1
2	100	低	1500/400	1:1
3	100	高	1500/200	2:1
4	67	无	1500/400	2:1
5	67	低	1500/200	0.5:1
6	67	高	1500/600	1:1
7	33	无	1500/200	1:1
8	33	低	1500/600	2:1
9	33	高	1500/400	0.5:1

的 A_{592} 值) / 原液的 A_{592} 值 $\times 100\%$

COD_{Cr} 值的测量见国家标准方法 GB11914-89。

COD_{Cr} 去除率的计算公式: COD_{Cr} 去除率 = (原液 COD_{Cr} 值 - 残液 COD_{Cr} 值) / 原液 COD_{Cr} 值 $\times 100\%$

2.5 正交实验设计

我们选取了和微波加强铁碳内电解装置有关的四个参量进行正交实验分析。

3 实验结果分析与讨论

3.1 实验结果

实验序号	MW 前 A_{592} 去除率 (%)	MW 后 A_{592} 去除率 (%)	MW 前 COD_{Cr} 去除率 (%)	MW 后 COD_{Cr} 去除率 (%)
1	65.89	55.76	49.27	64.14
2	86.76	66.20	85.33	74.20
3	81.57	58.88	65.70	49.12
4	48.91	50.31	43.34	35.87
5	73.52	60.59	52.29	47.96
6	95.23	87.54	91.01	84.02
7	23.83	3.27	22.34	0.79
8	88.94	85.05	63.16	55.56
9	89.56	54.68	79.24	61.89

内电解反应时间 30min, 600mL 铁碳混合物分两次盛入石英容器中放进微波炉中加热, 微波功率 850W, 微波作用时间 2min。实验结果显示 6# 的各项去除率最高, 相应的最佳工艺条件是循环速度 67rpm, 鼓气量高, 循环液量 / 铁碳体积 1500mL / 600mL, 铁碳体积比 1:1。

3.2 正交实验结果分析

3.2.1 A_{592} 去除率影响因子分析

微波处理前

微波处理前, 对色度去除影响最为显著的是是否

鼓入空气, 显著性超过 10%, 其次是循环液量, 显著性超过 5%, 再其次是循环速度和铁碳体积比。

微波处理后

	循环速度	鼓气量	循环液量 / 铁碳体积	铁碳体积比	总体平方和
Ma	180.84	109.34	228.35	171.03	
Mb	198.44	211.84	171.19	157.01	
Mc	143.00	201.10	122.74	194.24	
平均	174.09	174.09	174.09	174.09	
Rj	55.44	102.50	105.61	37.23	
Sj	535.02	2115.72	1863.13	235.70	4749.57

	Sj	自由度 f	均方	F 值	显著性
Sa	535.02	2	267.51	2.270	
Sb	2115.72	2	1057.86	8.976	*
Sc	1863.13	2	931.57	7.905	*
Sd	235.70	2	117.85		
S总	4749.57	8			

微波处理后, 对色度去除影响最为显著的仍是是否鼓入空气, 其次是循环液量, 再其次是循环速度和铁碳体积比。但明显的是鼓气量的影响显著程度有所降低。

3.2.2 COD_{Cr} 去除率影响因子分析

微波处理前

	循环速度	鼓气量	循环液量 / 铁碳体积	铁碳体积比	总体平方和
Ma	200.30	114.95	203.44	180.80	
Mb	186.64	200.78	207.91	198.68	
Mc	164.74	235.95	140.33	172.20	
平均	183.89	183.89	183.89	183.89	
Rj	35.56	121.00	67.58	26.48	
Sj	214.52	2582.75	952.21	121.65	3871.13

	Sj	自由度 f	均方	F 值	显著性
Sa	214.52	2	107.26	1.763	
Sb	2582.75	2	1291.38	21.229	**
Sc	952.21	2	476.11	7.827	*
Sd	121.65	2	60.83		
S总	3871.13	8			

	循环速度	鼓气量	循环液量 / 铁碳体积	铁碳体积比	总体平方值
Ma	234.22	138.63	250.06	228.97	
Mb	217.66	249.22	225.23	205.82	
Mc	202.33	266.36	178.92	219.42	
平均	218.07	218.07	218.07	218.07	
Rj	31.89	127.73	71.14	23.15	
Sj	169.59	3204.33	869.11	90.23	4333.26

	Sj	自由度 f	均方	F 值	显著性
Sa	169.59	2	84.65	1.876	
Sb	3204.33	2	1602.17	35.509	**
Sc	869.11	2	434.56	9.631	*
Sd	90.23	2	45.12		
S总	4333.26	8			

** —— 10% 以上显著性 * —— 5~10% 显著性



微波处理前,对 COD_{Cr} 去除影响最为显著的是否鼓入空气,其次是循环液量,再其次是循环速度和铁碳体积比,同对色度去除率的影响是一致的。

微波处理后

要降低很多。

4 结语

铁碳内电解法处理染料废水具有成本低,效果好,见效快等优点,应用前景是广阔的,用微波处

	循环速度	鼓气量	循环液量 / 铁碳体积	铁碳体积比	总体平方和
Ma	187.46	100.80	203.72	173.99	
Mb	167.85	157.72	171.96	159.01	
Mc	118.24	195.03	97.87	140.55	
平均	157.85	157.85	157.85	157.85	
Rj	69.22	94.23	105.85	33.44	
Sj	848.57	1545.69	1966.92	187.05	4548.23

	Sj	自由度 f	均方	F 值	显著性
Sa	848.57	2	424.29	4.536	*
Sb	1545.69	2	772.85	8.263	*
Sc	1966.92	2	983.46	10.515	**
Sd	187.05	2	93.53		
S 误	4548.23	8			

微波处理后,对 COD_{Cr} 去除影响最为显著的是循环液量和铁碳体积的比值,其次是是否鼓气和鼓气量的大小,再次是循环液量和铁碳体积比。鼓气量的影响显著程度显著降低。

微波处理前后, A_{592} 去除率的影响因子的顺序是:鼓气量>循环液量/铁碳体积>循环速度>铁碳体积比;微波处理前, COD_{Cr} 的去除率的影响因子的顺序是鼓气量>循环液量/铁碳体积>循环速度>铁碳体积比;微波处理后, COD 的去除率的影响因子的顺序是:循环液量/铁碳体积>鼓气量>循环速度>铁碳体积比。

整个反应过程中影响因子的排序,发生变化的就是鼓气量因子的影响,分析其原因如下:鼓气的作用是加速铁屑的氧化,加速铁屑对污染物的降解,同时也加快内电解的电极反应,因此,当铁屑未氧化时,鼓气量对反应的影响比较显著,当铁碳混合物经微波再生后,铁屑的氧化程度进一步提高,氧化程度已达到相当饱和的程度,此时,鼓气量对反应的影响程度的显著性

理对铁碳混合物进行再生,可进一步提高内电解材质的利用效率,在其间,各种参数对处理效果的影响有待于进一步的探索和研究。

参考文献

- [1] 王有乐, 张庆芳. 内电解法处理工业废水的研究进展[J]. 甘肃工业大学学报, 2003, 29(1): 67-69.
- [2] 王连军, 黄中华, 刘晓东, 等. 染料废水的内电解脱色处理研究[J]. 重庆环境科学, 1999, 21(5): 27-30.
- [3] 姚培正, 岳贝贝, 常晓析, 等. 铁屑-活性炭内电解法处理废水研究[J]. 环境科学研究, 1994, 7(5): 54-59.

* 基金项目; 国家科技部“863”基金资助项目(项目编号: 2002AA601300)

作者简介: 李黎(1972—), 女, 华中科技大学环境学院在读硕士生, 湖北武汉人, 研究方向: 水污染控制技术。

电话: 027-87611776 13667100640

E-mail 邮箱: lily_7259@hotmail.com

通讯地址: 武汉科技学院环科所 430073

欢迎投稿, 欢迎订阅, 欢迎刊登广告!

订阅热线: 82211715, 82211892