

水处理活性炭的电化学再生技术研究^{*}

张会平 钟 辉 叶李艺

(厦门大学化学工程系, 厦门 361005)

选择椰壳水处理活性炭作为吸附剂吸附处理低浓度苯酚废水, 在室温条件下, 在静止的电化学电极上对吸附苯酚后的活性炭进行电化学再生, 探讨了各个操作参数对活性炭的电化学再生效率的影响。实验结果表明, 电化学再生活性炭的效率较好, 基本没有二次污染。再生效率随着电解质(氯化钠)溶液浓度的增加而增加, 但达到 1% 以后基本没有变化。同时, 再生效率随着再生电流的增加而提高, 随着再生时间的增加, 再生效率亦随之提高, 但到 5h 以后, 再生效率基本不随时间的变化而变化。

关键词: 活性炭 吸附 再生 电化学

活性炭作为一种良好的水质净化材料, 广泛应用于脱除工业和城市污水中的有机污染物。长期以来, 人们对活性炭的再生进行了广泛的研究, 提出了各种再生工艺技术^[1~11]。比较常用的方法有热再生方法^[2]、化学再生法^[3~4]和溶剂再生法^[5]等。热再生法通常需要将使用过的活性炭运输到活性炭生产厂家进行高温再生, 成本高, 同时活性炭再生后会损耗 5%~10%。化学再生法能够在现场进行再生, 但也会造成一定程度的碱或其它污染及活性炭损耗, 不能从根本上解决污染问题。如何开拓一项新型的基本没有二次污染的活性炭再生工艺技术, 是一项既有理论意义又有实际应用价值的研究课题。本研究是国家自然科学基金资助项目的一部分, 初步探讨电化学再生活性炭的机理和主要的操作控制因素, 为今后将电化学工程技术与化工吸附分离工程相结合, 研究开发固定床电化学再生活性炭工艺技术奠定基础。

1 实验材料与方法

实验所用活性炭是河北保定净化材料厂生产的, 碘值为 1000mg/g, 四氯化碳吸附值为 58%, 强度为 93%。实验所用含酚废水由化学试剂和去离子水配制而成。实验所用电极均采用金属铂电

极。

实验在一个电化学电解槽中进行, 其中有一个阴极, 一个阳极和一个参比电极, 阴阳极均为金属铂电极, 同时电解槽有一定浓度的辅助电解质溶液。实验中, 采用吸附平衡的瓶点测试方法, 在一定酚水浓度和室温条件下, 将定量活性炭与酚水充分接触, 以便活性炭吸附苯酚达到饱和。然后, 将饱和后的活性炭置于电解槽中所选择的电极上进行电化学再生, 再生后的活性炭移入柱塞锥形瓶内与相同条件下的酚水进行二次吸附饱和。根据电化学再生前后活性炭对苯酚的饱和和吸附量的差异来确定其再生效率。

2 实验结果与讨论

2.1 再生时活性炭所在电极对再生效率的影响

实验选择 NaCl 为辅助电解质, 电解质溶液浓度为 1%, 每次用量为 800mL, 电极板间距为 1.8cm, 再生时间为 5h。在不同的再生电流条件下, 分别将活性炭放在阳极或阴极上进行再生, 按照前述方法测定活性炭的再生效率。实验结果如图 1 所示。

从图 1 可以看出, 活性炭在阴极上的再生效率比在阳极上的再生效率明显要好, 同时随着再生电流的增大, 再生效率也提高。活性炭在阴极

* 国家自然科学基金资助课题

上再生时,在电极上有十分明显的气体生成,似雾状,出现的气泡不易破碎,在电解液上方凝聚成白色泡沫。电解液略显暗褐色,电解槽中有不愉快的气味,电解液中有一定的残留酚。活性炭在阳极上的再生效率较低,电解液透明,电解液中基本没有酚残留。对于阴极上再生出现电解液不透明,有气味和电解液有残留酚,通过提高电解质溶液浓度可以得到解决,电解质溶液浓度为 2% 即可行。此时,阳极和阴极的再生都完全透明,电解液中均基本没有残留酚。因此,阴极上的活性炭再生效率比阳极上的好,后续实验均是在阴极上进行。

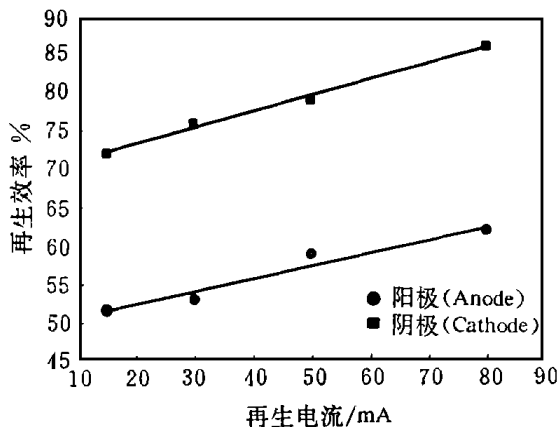


图 1 活性炭所处电极对再生效率的影响

阴极上的活性炭再生效率比阳极上的好,原因是活性炭对苯酚的吸附性能受到 pH 值的影响^[12],在碱性条件下,随着 pH 值的增大,活性炭对苯酚的吸附性能明显呈直线下降,在酸性条件下,随着 pH 值的减小,活性炭对苯酚的吸附性能下降相对不是十分明显。因此,在辅助电解质 NaCl 存在条件下电解,Na⁺ 向阴极迁移(使得阴极区 pH 增大),Cl⁻ 向阳极迁移(使得阳极区 pH 减小),造成苯酚从活性炭上的脱附难易程度不同,在阴极区比阳极区相对要容易,Na⁺ 本身也是脱附剂,在阴极区脱附比阳极区会更加完全。同时,由于苯酚钠在阴极区和阳极区之间存在浓度差而向阳极迁移,在阳极区被氧化,且 Na⁺ 与 Cl⁻ 反应生成 NaCl 使得辅助电解质可以循环使用。在电化学再生前后,用 pH 计检测溶液的 pH 值,发现反应前后基本没有变化。至于具体的反应历程,传递过程机理和溶液 pH 值的影响等方面,作者正在做进一步研究。

2.2 辅助电解质对再生效率的影响

实验分别选择用 NaCl, Na₂CO₃, NaHCO₃ 和 Na₂SO₄ 为辅助电解质,电解质溶液浓度均为 1%,每次用量为 800mL,电极板间距为 1.8cm,再生时间为 5h,电流强度 50mA,分别测定对应的活性炭再生效率,实验结果如下表

活性炭在各种电解质溶液中的再生结果

| | NaCl | Na ₂ CO ₃ | NaHCO ₃ | Na ₂ SO ₄ |
|-----------------|------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| 再生效率 η / % | 78 | 66 | 57 | 65 |
| 溶液中残留酚浓度 / mg/L | 11 | 24 | 22 | 28 |

实验结果表明,选择 NaCl 作为辅助电解质进行电化学再生活性炭,无论是从再生效率,还是从酚的残留浓度而言,都是比较好的。

2.3 辅助电解质溶液浓度对再生效率的影响

选择 NaCl 作为辅助电解质,保持其它操作条件不变,分别改变电解质溶液浓度,测定活性炭的电化学再生效率,实验结果如图 2

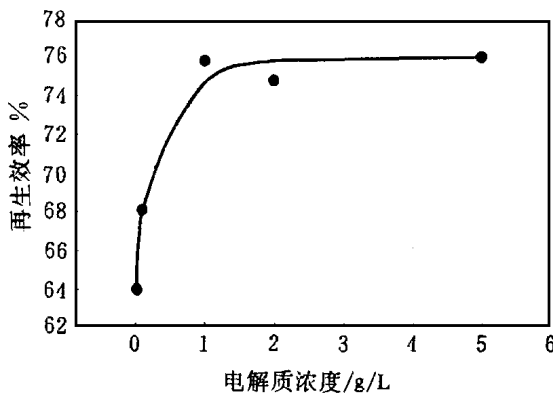


图 2 电解质溶液浓度对再生效率的影响

实验结果表明,随着电解质溶液浓度的增大,活性炭的电化学再生效率亦随之增大。这也说明,NaCl 浓度的提高,增强了对水的净化能力。实验中可以观察到,电解质溶液的浓度较低时,再生后溶液的颜色较深,浓度达到 2% 以后,就变得澄清透明。因此,选择浓度为 2% 的电解质溶液进行电化学再生,就可以达到比较好的再生效果。

2.4 再生电流大小与再生时间对再生效率的影响

保持其它操作条件不变,分别改变再生电流的大小,测定活性炭的电化学再生效率,实验结

果如图 3和图 4

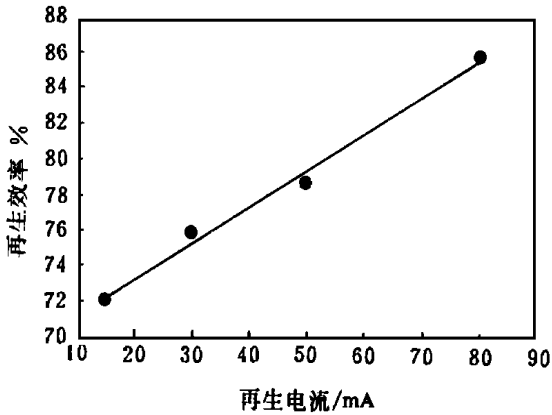


图 3 再生电流的大小对再生效率的影响

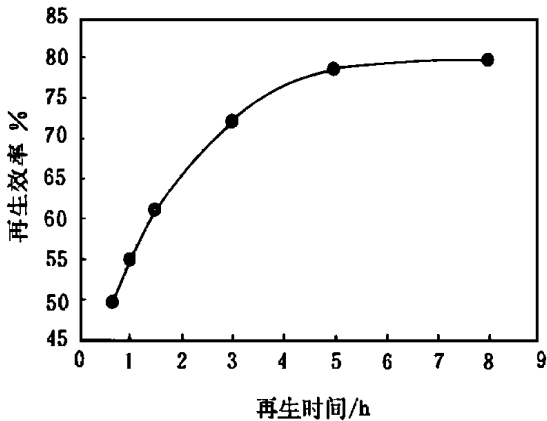


图 4 再生时间对再生效率的影响

实验结果表明,随着再生电流的增加,再生效率随之提高,再生效率与再生电流的大小成正比,为一线性关系,实际操作中,考虑到再生成本,需根据成本核算选择合适的再生电流值。同时,随着再生时间的增加,再生效率亦随之提高,但到 5h 以后,再生效率随时间的变化很小或基本没有变化,实际操作可以选择再生时间为 5h 进行实验。

3 结论

实验结果表明,采用电化学方法再生活性炭具有较好的再生效果,同时基本没有二次污染。氯化钠溶液是一种比较好的辅助电解质,吸附苯酚后的活性炭再生效率随着电解质(氯化钠)溶液浓度的增加而增加,但达到 1% 以后基本没有变化,实际操作中选择 2% 的氯化钠溶液比较合适。同时,再生效率随着再生电流的增加随之提高,再生效率与再生电流的大小成正比,为一线性关系,随着再生时间的增加,再生效率亦随之提高,但到 5h 以后,再生效率随时间的变化很小或基本没有变化。

参 考 文 献

- 1 钱慧娟. 国内外活性炭生产与市场预测, 1996 年全国活性炭学术交流会议论文集. 山东烟台, 1996: 331.
- 2 Guinont F J. The effect of capital and operation costs on GAC adsorption system design. A ctivated carbon Adsorption of organics from the aqueous phase. McGuire M J et al eds. Ann Arbor Science. Ann Arbor MI 1980. Vol 2.
- 3 Leng Chi-cheng, Pinto N G. Ind Eng Chem Res, 1996, 35 (6): 2024.
- 4 Bercic G, et al. Ind Eng Chem Res, 1996, 35 (12): 4619.
- 5 Sutikno T. Ind Eng Chem Fundam, 1983, 22: 420.
- 6 Martin R J, Ng W J. Water Res, 1984, 18: 59.
- 7 Martin R J, Ng W J. Water Res, 1985, 19: 1529.
- 8 Martin R J, Ng W J. Water Res, 1997, 21: 961.
- 9 Hairston D. Chemical Engineering, 1995, 11: 75.
- 10 Cooney D O, et al. Water Res, 1983, 17: 403.
- 11 范顺利等. 河南师范大学学报, 1995, 23 (3): 51.
- 12 钟 辉. 水处理活性炭的碱法再生与电化学再生的对比研究 [厦门大学硕士学位论文] 1998.

Advances in the Coupling Process of Enzymatic Reaction in Reversed Micelles with Membrane Separation

Wu Jinchuan He Zhin in Yao Chuanyi

(Chemical Engineering Research Center, Tianjin University, Tianjin 300072)

Coupling enzymatic reaction in reversed micelles with membrane separation is regarded as a potential method for the commercialization of the reversed micellar enzymatic reaction process. The development of this method was reviewed and the directions for further research were discussed.

Keywords reversed micelle, enzymatic reaction, membrane reactor

The Regeneration of Activated Carbon by Electrochemical Method

Zhang Huiping Zhonghui Ye Liyi

(Department of Chemical Engineering, Xi'an University, Xi'an 71005)

The electrochemical regeneration technology of activated carbon adsorbed with phenol is studied in different operative conditions. The activated carbon made from coconut shell is used as adsorbent. The effects of several operative parameters on electrochemical regeneration efficiency are measured in room temperature. The experimental results express that it is much better for activated carbon to be put on the cathode than on the anode and sodium chloride solution is a good electrolyte for regeneration. The electrochemical regeneration efficiency depends on electrolyte concentration, regeneration current intensity, regeneration time.

Keywords activated carbon, adsorption, regeneration, electrochemistry

Synthesis of MgO UFP by Direct Precipitation Method

Zhang Jin

(Department of Chemistry and Chemical Engineering, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062)

MgO ultrafine powder were prepared from $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ and $NH_3 \cdot H_2O$ by direct precipitation method. The most favorable experimental conditions for the synthesis of MgO UFP have been researched. XRD, TG, DSC and TEM examinations were given to investigate the characteristic of the sample. The cubic MgO UFP product has an average diameter of 62nm with good dispersivity and yield.

Keywords UFP, MgO, direct precipitation, synthesis