

交联壳聚糖/多孔碳复合膜的吸附性能研究

贾丽梅 张真真
临邑县环境保护局

摘要: 采用微波辐射技术制备了戊二醛交联壳聚糖/多孔碳复合膜, 并进行了吸附试验研究, CPTS对铜离子的吸附条件是: 25℃, pH5.5, 50mL200mg/LCu(II)溶液中, 投加0.06g吸附剂, 吸附3h, 吸附量为115.7mg/g。与未经改性的壳聚糖膜相比, 物理性能和吸附能力均有较大提高。

关键词: 微波辐射; 戊二醛; 壳聚糖; 多孔碳; 吸附

随着经济的高速发展, 采矿、电镀、冶炼等工业规模日益扩大, 重金属废水的排放量也越来越多。重金属具有高毒性和难生物降解性, 严重影响环境质量, 危害人体健康^[1]。

一、实验部分

(一) 主要仪器与试剂

仪器: MAS-3型微波合成反应仪(上海心仪微波化学科技有限公司); TSA-990原子吸收分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司); X-650型扫描电子显微镜(北京第二光学仪器厂); WQF-410傅里叶变换红外光谱仪(北京第二光学仪器厂); 微机控制电子万能试验机(深圳市瑞格尔仪器有限公司); HZS-HA水浴振荡器(哈尔滨东联电子科技发展有限公司); ALB-124型电子天平; 雷磁pHS-3C型酸度计; 干燥箱。

试剂: 壳聚糖(脱乙酰度≥90%); 醋酸、氢氧化钠、无水乙醇、25%戊二醛、CuSO₄·5H₂O均为分析纯, 多孔碳(分析纯, 南京·先丰纳米)。以上药品除多孔碳外均购自国药集团化学试剂有限公司。

(二) 实验方法

(1) 交联壳聚糖/多孔碳复合膜的制备

壳聚糖溶于3%的乙酸中, 配成2%的壳聚糖溶液。向三口瓶中加入2%的壳聚糖溶液25mL, 0.08g多孔碳粉末, 超声波分散均匀, 再加入1%的戊二醛溶液1.0mL, 放入微波反应器中, 设置搅拌速度400r/min, 温度45℃, 微波辐射5min, 得制膜溶液。冷却至室温, 吸取一定量制膜液于玻璃片上流延制膜, 真空干燥, 0.1mol/L的NaOH溶液中浸泡揭膜, 去离子水冲洗至中性, 室温下干燥备用。

(2) 吸附实验

取50mL 200mg/L的Cu²⁺溶液于锥形瓶中, 调节pH, 加入一定量的CPTS, 放置恒温振荡器上振荡一定时间后, 取下静置。吸取上层清液用火焰原子吸收法测定Cu²⁺离子的浓度, 计算吸附量。吸附量计算公式:

$$q = (C_0 - C_e) V / W \quad (1-1)$$

式中: q为吸附容量(mg/g); C₀、C_e分别为吸附前、后金属离子的浓度(mg/L); W为吸附剂干重(g); V为溶液体积(L)。

二、实验结果

(一) 吸附条件对吸附性能的影响

(1) pH的影响

按1.2.5方法, 振荡吸附2h, 考察了溶液pH对吸附的影响, 结果如图4所示。

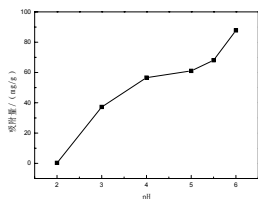


图3 pH对吸附量的影响

Fig.3 Effect of pH on the adsorption

由图3可见, pH对吸附量有较大影响, 这种影响与吸附剂的结构有关。CPTS膜表面含有大量-OH和-NH₂等吸附位点, 当pH较小时, 溶液中H⁺浓度较大, -OH和-NH₂易结合H⁺质子化, 形成-OH₂⁺和-NH₃⁺, 对Cu²⁺阳离子产生排斥作用, 并且使-OH和-NH₂吸附位点减少, 配位能力减弱, 吸附量较小。随着pH升高, 溶液中H⁺浓度减小, -OH和-NH₂吸附位点增多, 配位能力增强, 吸附量明显增

大。但当pH较高时, 实验中pH≥6.0时, Cu²⁺的水解程度增大, 溶液变浑浊, 不利于吸附, 因此, 吸附Cu²⁺的适宜pH为5.0-5.5。

(2) 投加量的影响

按1.2.5方法, pH=5.5时, 选择不同吸附剂投加量, 振荡吸附2h, 结果如图4所示。

随投加量的增加吸附量逐渐减小, 吸附率则逐渐增大。这是由于当少量的吸附剂与大量的Cu²⁺接触时, 单位质量吸附剂吸附Cu²⁺的质量较高, 但被吸附Cu²⁺的总量较低, 因此吸附率较低。当投加量增大而Cu²⁺浓度不变时, 吸附剂的吸附位点增加, 被吸附Cu²⁺的总量升高, 吸附率随之升高, 但吸附量有所下降。吸附量在0.06g之后下降幅度增大, 而吸附率在0.06g之后增大趋势变小, 说明投加量在0.06g时, 吸附剂的使用率较高。

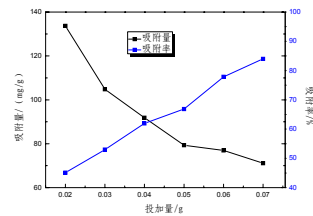


图4 投加量对吸附量的影响

Fig.4 Effect of pH on the adsorption

(3) 溶液初始浓度的影响

按1.2.5方法, 在上述优化条件下, 溶液初始浓度的吸附结果如图5所示。

可以看出, 随着铜离子初始浓度的增大, 吸附量逐渐增加, 当铜离子浓度增加到200mg/L后, 随着浓度的继续增加, 吸附量继续增大, 但是增大的趋势逐渐变缓, 所以以后试验可以选定对铜离子吸附的初始浓度为200mg/L, 此时吸附量可达到103mg/g。

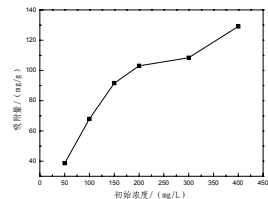


图5 初始浓度对吸附量的影响

Fig.4 Effect of concentration on the adsorption

(4) 反应时间的影响

按1.2.5方法, 在上述优化条件下。

CPTS对Cu²⁺吸附量随时间延长而增加。3h之内吸附量迅速增加。3-6h之间增加缓慢, 6h以后基本恒定。这是由于开始时, CPTS表面吸附位点均是空位, 溶液中Cu²⁺浓度较高, 吸附速率较大, 随着吸附的进行, 吸附位点逐渐被占, Cu²⁺浓度不断降低, 吸附速率逐渐减小, 6h时吸附基本饱和, 达到了平衡状态。考虑吸附效率, 吸附时间宜选3-6h。

三、结论

CPTS膜对Cu²⁺的吸附条件: 25℃, 50mL200mg/L的Cu²⁺溶液中。pH=5.5, CPTS投加量为0.06g, 吸附3h, 吸附量为115.7mg/g。

参考文献

[1]Khalid Z, Elwakeel. Removal of Cr(VI) from alkaline aqueous solutions using chemically modified magnetic chitosan resins. [J]. Desalination. 2010, 250: 105-112.
[2]姜华玮,王同华,李琳等. 有序介孔复合碳膜的制备及其性能研究[J]. 新型炭材料, 2010, 25(4):273-278.
[3]祝建中,杨嘉, Deng Bao-lin. 有序介孔炭合成. 改性及其对汞离子的吸附性能[J]. 新型炭材料, 2008, 23(3):221-227.