

三倍体毛白杨制备活性炭的研究

张力平, 徐博函, 陈曦

(北京林业大学材料科学与技术学院, 北京 100083)

摘要: 以三倍体毛白杨木屑为原料,经磷酸浸渍、马沸炉高温烧制后制备活性炭,并且通过模拟染料废水探讨其吸附性能。研究表明,活性炭适宜的制备条件为:木屑粒径40~60目,磷酸质量分数55%,固液体积比1:2,活化温度400℃,活化时间4h;该活性炭对碱性品红的最佳吸附条件为:30℃,pH值7,吸附时间4h;其再生性能良好,与商品活性炭相比,具有更好的吸附性能。

关键词: 三倍体毛白杨; 磷酸; 活性炭; 吸附

中图分类号:TQ35;S792.11 文献标识码:A 文章编号:1001-8654(2007)05-0011-02

Preparation of an Activated Carbon from Triploid *Populus tomentosa*

ZHANG Li-ping, XU Bo-han, CHEN Xi

(College of Material and Science, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: A new activated carbon was manufactured with sawdust from plantation grown triploid *populus tomentosa* by dipping in phosphoric acid and baking under high temperature. Moreover, the adsorption capability of the carbon was also tested. From the results, the proper conditions of making the activated carbon were ascertained as follows, H_3PO_4 concentration of 55%, ratio of solid to liquid was 1:2, baking under 400℃ for 4 h, and sawdust diameter of 40~60 μm . The activated carbon exhibited the most efficient adsorption capacity for alkalinity fuchsine for 4 h at pH 7 and 30℃. The carbon could regenerate six times without degrading the adsorption capability. Its adsorption capability was comparable to the commercial activated carbons.

Key words: Triploid *populus tomentosa*; phosphoric acid; activated carbon; adsorption

活性炭作为一种性能优良的吸附剂,被广泛应用于环境保护、湿法冶金、药物精制、化学工业、石油化工、食品、军事化学防护等多种领域。高效、优质且价格低廉的活性炭,已成为国民经济和国防建设以及日常生活必不可少的产品^[1]。三倍体毛白杨作为速生优质人工林树种,因具有速生、优质、抗病的特点而被大面积种植,其加工剩余物可作为制备活性炭的原料,具有价格低廉的独特优势^[2]。本研究对三倍体毛白杨加工木屑进行磷酸化处理制备活性炭^[3-4],并用于染料废水的吸附处理,旨在进一步发掘、扩展三倍体毛白杨的应用途径^[5]。

1 试验材料及方法

1.1 材料

三倍体毛白杨(*Populus tomentosa*),选自河北晋州市北京林业大学三倍体毛白杨培育基地,加工成木屑(粒度60目左右,含水率约10%);磷酸、碘化钾、碘、盐酸、氢氧化钠,均为分析纯;碱性品红。

1.2 方法

1) 活性炭的制备:以磷酸质量分数、浸渍时的固液体积比、活化温度、活化时间作为制备活性炭的变化因子进行正交试验,因子水平见表1。

具体步骤:称取5g左右木屑置于100 mL烧杯中,按比例加入磷酸,浸渍12h之后,在马沸炉中按规定温度下反应一定时间;活化结束后,取出冷却,用25℃左右的蒸馏水洗至滤液呈中性;将活性炭转移至干燥的培养皿中,于60℃下干燥至质量恒定,经研

收稿日期:2006-06-25; 修改稿:2007-08-28

作者简介:张力平(1959—),女,北京林业大学材料科学与技术学院副教授,博士。

磨、筛分选取一定的活性炭。以活性炭对碱性品红的吸附量为指标,分析、确定最佳制备条件。

表 1 正交试验因子水平
Tab. 1 Experimental factors and levels

水平	磷酸质量分数/%	固液比	温度/℃	反应时间/h
1	40	1:1	300	1
2	45	1:2	400	2
3	50	1:3	500	3
4	55	1:4	600	4

2) 吸附性能的检测:取最佳条件下制得的活性炭 0.02 g,加入 50 mL 品红溶液中,于 30 ℃下振荡 2 h,离心机分离后,用分光光度计检测上清液的吸光度,由标准工作曲线求出品红溶液的质量浓度。根据公式 1,计算出活性炭对碱性品红的吸附量。

$$Q = V \cdot (c_0 - c_e) / m \quad (1)$$

式中:Q 为活性炭的吸附量,mg/g;V 为加入的品红溶液的体积,L; c_0 为吸附前品红溶液的质量浓度,mg/L; c_e 为吸附后品红溶液的质量浓度,mg/L;m 为加入的活性炭的质量,g。

2 结果与讨论

2.1 活性炭的制备工艺试验

由正交试验结果(表略)得出,制备活性炭的最佳条件为:木屑粒径 40~60 目;磷酸质量分数 55%,加入量为木屑体积的 2 倍;活化温度 400 ℃,时间 4 h。

2.2 活性炭对碱性品红吸附性能试验

主要探讨溶液的 pH 值、吸附时间、温度、活性炭投加量等因素对活性炭吸附性能的影响。

1) pH 值 由图 1 可知,随着品红溶液的 pH 值升高,活性炭对碱性品红的吸附量增大。在弱酸性的条件下,吸附量达到最大值。

2) 吸附时间 如图 1 所示,随着吸附时间的延长,活性炭对碱性品红的吸附量逐步增大,并在 4 h 左右趋于饱和。吸附时间短,活性炭的吸附作用未能完全发挥;时间过长,增大各种材料的消耗;因此选择 4 h 为最优吸附时间。

3) 温度 如图 1 所示,在 30 ℃左右时,活性炭对碱性品红的吸附量较高,到 40 ℃时,吸附量降至最低,而在 45 ℃时又有一个上升的趋势。从能耗和经济性综合考虑,确定 30 ℃左右为最佳吸附温度。

4) 活性炭投加量 如图 1 所示,投加量较低时,活性炭对碱性品红的吸附量反而较高,但是脱色效果欠佳;而投加量过高,虽然处理效果较好,但是活性炭

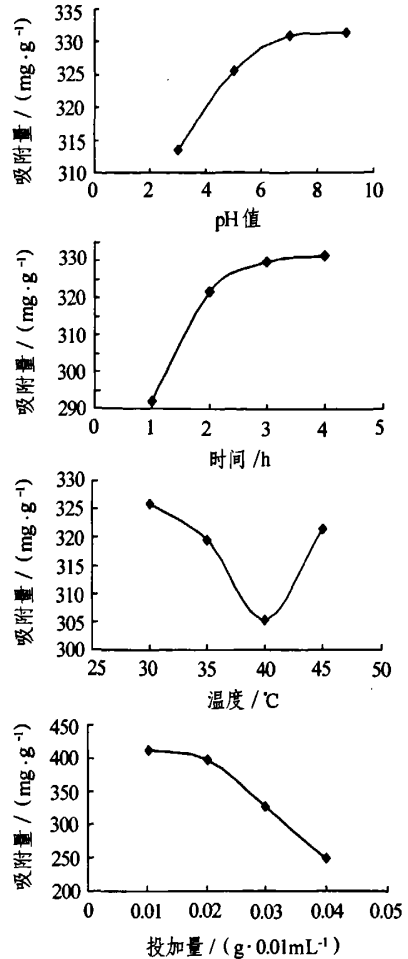


图 1 主要因素对活性炭吸附量的影响
Fig. 1 Effect of the main factors on the adsorption capacity of activated carbon

并没有被充分利用,造成经济成本不合理;因此,综合考虑,选择每 100 mL 品红溶液中投入 0.02 g 活性炭为最佳投加量。

2.3 活性炭的吸附再生

用 0.5 mol/L 的 NaOH 溶液对已吸附碱性品红的活性炭进行再生试验。将活性炭浸在 NaOH 溶液中,室温下振荡 2 h;过滤,用蒸馏水洗至滤液呈中性,于 60 ℃干燥,重复进行吸附试验。从图 2 中看出,经 6 次再生后,活性炭仍具有较好的吸附性能。

2.4 活性炭与商品活性炭的比较

由表 2 可以看出,本试验制备的活性炭在碘吸附和亚甲基兰脱色方面的性能,均比商品活性炭要高,说明三倍体毛白杨制备的活性炭具有良好吸附性能。

(下转第 15 页)

值从 9 到 10 时,漂白速度显著加快^[8]。综合表 2 结果和生产实践情况,漂白液的 pH 值在 9~10 时较佳。若漂白液 pH 值过低,则产生游离基太少,影响漂白速度^[9],并且木材极易发生酸性水解;若 pH 值过高,加剧 H₂O₂ 的分解,易导致漂白液暴沸。

2.6 优化试验

根据表 3 结果以及生产实践情况,对经过水抽提预处理的尾巨桉单板进行漂白工艺的优化组合。选择 H₂O₂ 质量分数 5%、Na₂SiO₃ 质量分数 1.2%、温度 70℃、漂白溶液 pH 值 9~10,在 90 和 120 min 两种时间条件下,进行验证比较试验,其结果是:漂白时间为 90 min 时,单板的白度为 57.93、色差为 12.48 NBS;漂白时间为 120 min 时,单板的白度为 58.28、色差为 12.71 NBS。

3 结论

1) 以白度和色差为指标,综合极差分析和方差分析结果,推断出对水抽提处理尾巨桉单板漂白效果有显著影响的因素为:温度、时间、Na₂SiO₃ 质量分数、H₂O₂ 质量分数。漂白溶液的 pH 值只影响漂白速度,对漂白效果几乎无影响。

2) 对水抽提处理后的尾巨桉单板进行漂白,本试验条件下得到的较佳漂白工艺为:温度 70℃,时间 90~120 min,Na₂SiO₃ 质量分数 1.2%,H₂O₂ 质量分数 5%,漂白溶液 pH 值 9~10。

参考文献:

[1] 范智才. 尾巨桉材量化抽提与漂白机理研究[D]. 广州:华南农业大学硕士学位论文,2006:1-100.
[2] 范智才,朱同林,彭万喜,等. 抽提对尾巨桉木材漂白性影响研究[J]. 浙江林业科技,2007(1):16-19.
[3] 徐志兵. 过氧化氢漂白新技术[J]. 纸和造纸,2001(1):28.
[4] 陈玉和,胡伟华,常德龙. 泡桐木材漂白过程中双氧水分解率的研究[J]. 木材工业,2001,15(6):6-8.
[5] 江茂生,陈礼辉. 漂白过程 H₂O₂ 分解及其抑制模拟[J]. 福建林学院学报,2001,21(3):272-275.
[6] 尹素红,刘云,张军,等. 过氧漂白影响因素的研究[J]. 北京轻工业学院学报,2001,19(1):23-28.
[7] 赵荣碧. 几种常见化学物质的漂白作用[J]. 黔东南民族师范高等专科学校学报,2002,20(3):102-103.
[8] 张曾,黄干强,李兵云,等. 过氧化氢漂白的活化剂[J]. 纸和造纸,2001(3):49-50.
[9] 李年存,向琴,肖水隆. 新型木材漂白剂漂白工艺研究[J]. 木材工业,2001,28(2):28-35.

(责任编辑 向 琴)

(上接第 12 页)

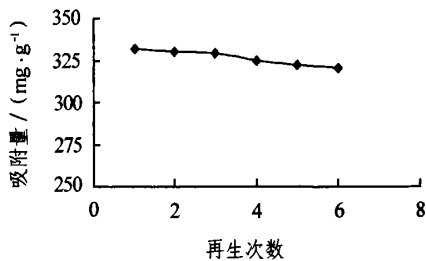


图 2 活性炭吸附再生
Fig. 2 Regeneration times vs. adsorption capacity for the activated carbon

表 2 本试验制备活性炭与商品活性炭的比较
Tab. 2 Comparison of performance between the prepared activated carbon and commodity activated carbon

活性炭类型	碘吸附量/ (mg · g ⁻¹)	亚甲基兰脱色/ (mL · 10 g ⁻¹)
本试验制备的活性炭	666.4	15.5
商品活性炭	627.2	14.0

3 结论

1) 在本试验条件下,以三倍体毛白杨加工木屑制备高效活性炭的最佳条件为:木屑粒径 40~60 目,

固液体积比 1:2,磷酸质量分数 55%,活化温度 400℃,活化时间 4 h。

2) 试验制得的三倍体毛白杨活性炭对碱性品红的最佳吸附条件为:30℃、pH 值 7、吸附 4 h,其中温度对碱性染料吸收率的影响最大;活性炭 6 次再生后对碱性品红的吸附量,与原活性炭的相差不大,回收利用效率较高。

3) 三倍体毛白杨活性炭的碘吸附值和亚甲基兰脱色力均比商品活性炭高,说明利用速生三倍体毛白杨可以制备高质量的活性炭,具有一定的工业价值。

参考文献:

[1] 高尚愚,陈维. 活性炭基础与应用[M]. 北京:中国林业出版社,1984.
[2] 陈振华,毛青山. 三倍体毛白杨的特性[J]. 纸和造纸,2000,9(5):52-53.
[3] 周兵,周强,余泗莲. 用磷酸法生产木屑活性炭[J]. 林产化工通讯,1994(1):36-37.
[4] 时懂宇,庞捷. 棉秆用磷酸法制取脱色粉状活性炭的初步研究[J]. 郑州工业大学学报,1999,20(4):106-107.
[5] 石学军,胡明方,邓中旦,等. 品红染料工业废水治理工艺的实验研究[J]. 环境工程,1997,15(3):3-7.

(责任编辑 向 琴)