

研究与发展

泡桐木材漂白过程中双氧水分解率的研究

陈玉和, 胡伟华, 常德龙

(国家林业局泡桐研究开发中心, 郑州 450003)

摘要: 本文对一组木材复合漂白剂进行了研究, 采用高锰酸钾滴定法测定双氧水质量浓度, 用正交试验法分析了相关因素对泡桐木材漂白过程中双氧水分解率的影响。

关键词: 泡桐; 双氧水; 漂白

中图分类号: S792.43, S781.43 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2001)06-0006-03

Study on Decomposition Rate of Hydrogen Peroxide in Paulownia Wood Bleaching

CHEN Yu-he, HU Wei-hua, CHANG De-long

(Paulownia Research and Development Center, State Forestry Administration, Zhengzhou 450003)

Abstract: The Paulownia (*Paulownia elongafa*) veneer was bleached by a group of compound wood bleaching agents in this paper. Relative factors affecting the decomposition rate of H_2O_2 were studied based on the orthogonal experiment by testing the concentration of H_2O_2 with $KMnO_4$.

Key words: Paulownia Wood; Hydrogen peroxide solution; Bleaching

木材漂白是将木材中的发色基团或助色基团及与着色相关的组分, 在漂白剂作用下脱色的过程。根据漂白剂作用机理的不同, 主要分为氧化型漂白和还原型漂白, 木材工业常用双氧水、亚氯酸钠等氧化型漂白方法。双氧水是一种优良的氧化型漂白剂, 稳定性好, 能使木材白度纯正, 不腐蚀设备, 并且没有污染, 常用于木制品的漂白和脱色处理^[1~3]。本试验以双氧水为主要研究对象, 在前人研究的基础上, 根据笔者多年的木材漂白研究和生产经验^[4], 确定一组木材漂白剂配方。该配方除含有 H_2O_2 外, 还含有碱类、稳定剂、渗透剂和增效剂等, 其中碱类为烧碱, 起改善漂白溶液介质环境的作用; 稳定剂是吸附型稳定剂, 与增效剂协同反应, 具有缓和化学反应速度, 减缓对木材的过度损伤, 提高双氧水利用率, 降低生产成本的作用; 渗透剂起着润湿和渗透作用, 提高漂液对木材的穿透力, 增加木材漂白深度。采用正交分析方法, 用高锰酸钾滴定法测定双氧水质量浓度, 研究相关因素在木材漂白过程中对双氧水分解率的影响。

1 试验材料和方法

试验材料为兰考泡桐 (*Paulownia elongafa*) 刨切单板, 取自河南省商丘市, 厚 0.5 mm, 试件尺寸为 70 mm×50 mm。复合漂白剂配方由 H_2O_2 、NaOH、稳定剂、增效剂和渗透剂等组成, 常温配制, 水为溶剂。配制时先将助剂溶于漂液中, 再取一定量双氧水加入其中, 配制后应立即使用, 否则会影响药效。以双氧水分解率为观测指标, 药剂浓度和处理时间为试验因素, 每个因素安排 3 个水平, 每个水平取 20 个试件, 考虑交互作用, 选用 $L_{27}(3^3)$ 安排正交试验 (见表 1)。

表 1 木材漂白试验因素水平

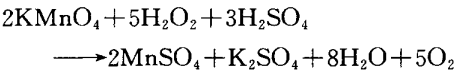
Tab. 1 Levels of factors in orthogonal test

试验因素	水平		
	1	2	3
A H_2O_2 / %	0.5	2	3
B NaOH / %	0.05	0.1	0.15
C 稳定剂 / %	0.03	0.06	0.09
D 渗透剂 / %	0.03	0.06	0.09
E 增效剂 / %	0	0.05	0.1
F 漂白时间 / h	1	2	3

试件编号, 20 个试件一组。每组试件中间用不锈

收稿日期: 2001-04-19, 修改稿: 2001-06-19
第一作者: 陈玉和 (1963-), 男, 国家林业局泡桐研究开发中心副研究员, 博士。

钢网分隔。将试件放入烧杯中压实,倒入按表 1 配制的药液 400 mL。将烧杯盖严,放入水浴锅,浸泡 5 min 后,在 30 min 内加热至 70℃,恒温保持至设计时间。漂白过程中不断搅动药液,保证漂液正常流动,避免漂白不匀。试件取出,水洗一遍后晾干。残液加蒸馏水至 400 mL,用高锰酸钾滴定法测定漂白前后双氧水的质量浓度,计算双氧水的分解率。测定方法为,取 5 mL 试验溶液倒入 100 mL 三角烧瓶中,加入浓度为 3 mol/L 的硫酸溶液 20 mL,然后用 0.02 mol/L 的 KMnO₄ 溶液滴定,至 30 s 内颜色不消失时,记下 KMnO₄ 溶液的消耗量。根据反应式:



双氧水的质量浓度按下式计算:

$$\rho(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{5}{2} \times \frac{c(\text{KMnO}_4) \times V(\text{KMnO}_4)}{V(\text{H}_2\text{O}_2)} \times M(\text{H}_2\text{O}_2)$$

式中: H₂O₂ 的摩尔质量 $M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34.02 \text{ g/L}$; KMnO₄ 的质量浓度 $c(\text{KMnO}_4) = 0.02 \text{ mol/L}$; $V(\text{KMnO}_4)$ 为高锰酸钾溶液的消耗体积,试验溶液的体积 $V(\text{H}_2\text{O}_2) = 5 \text{ mL}$ 。

双氧水分解率按下式计算:

$$\text{分解率} = 1 - \frac{\text{漂后双氧水质量浓度}}{\text{漂前双氧水质量浓度}} \times 100\%$$

2 结果与分析

双氧水分解率的正交试验和方差分析结果,列于表 2、表 3。

表 2 木材漂白正交试验中双氧水的分解率

Tab. 2 H₂O₂ decomposition rate in orthogonal test

因素	A	B	AB	AB	C	AC	AC	BC	D	误差	BC	E	F
X ₁	81.3	83.0	87.6	87.6	88.4	85.3	86.2	86.4	86.3	87.8	88.7	89.4	87.0
X ₂	91.1	87.7	87.4	86.3	86.2	86.9	88.2	86.1	87.4	87.1	85.4	88.0	88.9
X ₃	88.2	89.9	85.5	86.7	85.9	88.3	86.2	88.1	86.8	85.7	86.5	83.1	84.7
极差	9.8	6.9	2.1	1.3	2.5	3.0	2.0	2.0	1.1	2.1	3.3	6.3	4.2

表 3 木材漂白正交试验中双氧水分解率的方差分析

Tab. 3 Variance analysis of H₂O₂ decomposition rate

方差来源	平方和	自由度	均方值	F 值
A	456.72	2	228.36	33.63**
B	228.51	2	114.26	16.83*
C	32.15	2	16.07	2.37
D	(5.40)			
E	200.14	2	100.07	14.74*
F	79.05	2	39.52	5.82
A×B	33.53	4	8.38	1.23
A×C	65.62	4	16.41	2.42
B×C	75.03	4	18.76	2.76
剩余	21.76	4	6.79	

注:临界值 $F_{0.01}(2,4) = 18$, $F_{0.05}(2,4) = 6.9$

2.1 各试验因素对双氧水分解率的影响

根据表 2,将各试验因素对双氧水分解率的影响

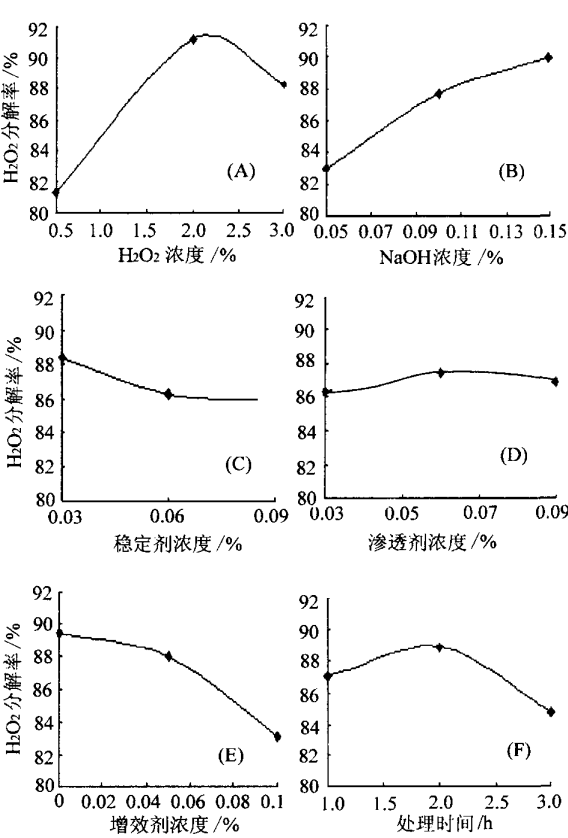


图 1 各因素对双氧水分解率的影响

Fig. 1 Effect of different testing factors on decomposition rate of H₂O₂

趋势图绘于图 1A~F。采用直观分析法分析泡桐木材漂白的相关因素对双氧水分解率的影响。

从表 3 及图 1A 可以看出, H₂O₂ 浓度变化对双氧水分解率的影响达高度显著水平。当 H₂O₂ 浓度为 0.5% 时, H₂O₂ 分解率为 81.3%, 当 H₂O₂ 浓度为 2% 时, H₂O₂ 双氧水的分解率迅速提高至 91.1%, 二者相差 9.8%。但双氧水浓度继续增加, 分解率有所降低, 说明泡桐单板漂白时随双氧水用量的增加, 分解率提高, 但达到一定浓度, 继续增加的双氧水量, 分解率反而下降。

从图 1B 可以看出, NaOH 浓度增加, 双氧水的分解率明显提高, 即 NaOH 浓度为 0.05% 时 H₂O₂ 分解率为 83%, 当 NaOH 浓度增加到 0.15% 时, H₂O₂ 分解率提高到 89.9%, 说明 NaOH 显著促进双氧水的分解。但在生产过程中也应注意碱的用量不可过大, 否则会使半纤维素和部分纤维素过度降解, 影响漂白木材的表面质量。

稳定剂的作用是抑制双氧水的分解速度, 减缓对木材的过激反应, 提高双氧水的有效利用率。从图 1C

可见,随着稳定剂浓度的增加,双氧水分解率降低。当稳定剂浓度为 0.03% 时, H_2O_2 分解率 88.4%, 浓度增加到 0.09% 时, H_2O_2 分解率降低到 85.9%。稳定剂和烧碱、双氧水浓度之间的交互作用明显,对双氧水分解率的影响大于稳定剂单独作用时的效果。

渗透剂在漂白过程中仅起润湿、渗透的作用,从图 1D 可见,当渗透剂浓度由 0.03% 增加到 0.06% 时,双氧水分解率由 86.3% 仅增至 87.4%,对双氧水的分解没有明显的影响。

从图 1E 可见,增效剂浓度对 H_2O_2 分解的抑制作用明显。不加增效剂时, H_2O_2 分解率为 89.4%,当增效剂浓度为 0.05% 时, H_2O_2 分解率明显降低为 88%。当浓度增加到 0.1% 时, H_2O_2 分解率迅速降低到 83.1%。增效剂的主要作用是与稳定剂协同反应,抑制双氧水的无效分解,提高漂白剂的有效利用率。若仅从双氧水分解率提高的贡献来看,增效剂是无益的。

从图 1F 可见, H_2O_2 的分解率随着漂白时间的延长而提高。漂白 1 h, H_2O_2 分解率是 87%, 2 h 达到本试验的最大分解率 88.9%。说明延长处理时间对提高双氧水的分解率有促进作用。

2.2 最佳双氧水分解率工艺参数

从表 3 结果可知,因素 A,即 H_2O_2 的浓度变化对双氧水分解率作用高度显著,因素 B、E,即 NaOH 和增效剂浓度变化对双氧水分解率作用显著。按表 3 中均方比 F 值的大小可知,各试验因素对双氧水分解率作用大小排序为 A, B, E, F, B×C, A×C, C, A×B, D, 即双氧水浓度作用最强、烧碱浓度次之,其次是增效剂和漂白时间,稳定剂对双氧水分解率的作用较弱,渗透剂最弱。稳定剂和烧碱、双氧水浓度之间的交互作用明显,对双氧水分解率的影响大于稳定剂单独作用的效果。

根据对表 2 各因素不同水平时双氧水分解率平

均值的分析,可以得出泡桐单板漂白最佳双氧水分解率工艺参数为: A_2 、 B_3 、 C_1 、 D_2 、 E_1 、 F_2 , 即 H_2O_2 浓度 2%、NaOH 浓度 0.15%、稳定剂浓度 0.03%、渗透剂浓度 0.06% 和漂白时间 2 h。由于本试验提出的工艺参数是以漂白时双氧水分解率的大小得出,在生产实际中,还应对应木材漂白效果进行测试和调整,才能得出理想的漂白工艺参数。另外,木材漂白因树种和处理方法不同,工艺参数变化很大,批量漂白生产之前,须经试验。木材漂白后应陈放一段时间,若陈放时间不足会有泛黄现象。解决办法可延长陈放时间、更换油漆品种或进行耐黄变处理。耐黄变处理技术性很高,须经反复试验后才能使用。关于木材漂白效果的试验和分析,笔者将作进一步的研究。

3 结论

0.5 mm 泡桐单板漂白正交试验的结果表明, H_2O_2 、NaOH 和增效剂浓度变化对双氧水分解率作用达高度显著或显著水平;各试验因素对双氧水分解率作用大小依次为 H_2O_2 、NaOH、增效剂、漂白时间、稳定剂和渗透剂等助剂的浓度,稳定剂和烧碱、双氧水浓度的交互作用明显;泡桐单板漂白最佳双氧水分解率配方参数为 H_2O_2 浓度 2%、NaOH 浓度 0.15%、稳定剂浓度 0.03%、渗透剂浓度 0.06%、漂白反应时间 2 h。

参考文献:

- [1] 松下电气(株). 木材的漂白[P]. 日公开特许, 昭 61-44601[专, 日], 1986. 3. 4. 3p.
- [2] 松下电气(株). 木质材料漂白[P]. 日公开特许, 昭 61-32706[专, 日], 1986. 2. 15. 2p.
- [3] 松下电气(株). 木材单板漂白[P]. 日公开特许, 昭 61-32707[专, 日], 1986. 2. 15. 2p.
- [4] 陈玉和, 黄文豪, 常德龙, 等. 氢氧化钠预处理对木材漂白促进作用的研究[J]. 林产化学与工业, 2000, 20(1): 52~56.

(上接第 5 页)

长度来维持大规模生产。产品的多样化反映在生产多种类的家具产品,使客户有更多的选择。这些措施实际是面向市场的,而非面向客户的。现在通过网络可以完成个体采集,即销售对象由群体转向个体,形成了基于网络基础上的一对一的市场,以满足大量单个客户的个性化需求,并且通过全球经销网络,提供远程服务,为大规模定制下系统组合家具的生产提供了更为广阔的发展空间。

3.2 应用前景

大批量定制下的系统组合家具,需要将产品设计过程分为产品开发和快速设计两个阶段,以利于提高产品对市场的适应能力。因为设计人员能够从一开始

就面向产品族进行设计,确定产品定制方法及参数范围等。快速设计从产品开发中分离,使营销人员和设计人员共同完成最终产品的设计,在产品销售时可提高企业对客户需求的适应能力,提高企业的竞争力。这种合理的专业化分工不仅是行业进步的保证,同时也是促进家具企业资产重组、产权交易,推动我国家具业 21 世纪高速发展的重要因素之一。

参考文献:

- [1] 中国家具协会. 中国家具行业“十五”发展计划和 2015 年长远发展规划(纲要)[Z]. 2000, 12.
- [2] [美] B·约瑟夫·派恩. 大规模定制[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2000, 7.
- [3] 董时中. 模块化原理及应用[M]. 北京:中国标准出版社, 2000, 5.