

应用技术

汽蒸预处理对杨木板材密实化的影响

苗平, 王正, 黄金成, 张拓

(南京林业大学木材工业学院, 江苏南京 210037)

摘要: 杨木材质松软的特点限制了其应用范围。为了提高杨木板材的性能, 首先对杨木板材进行汽蒸预处理, 再用水溶性低分子量酚醛树脂进行涂刷处理和热压。结果表明, 汽蒸处理可明显提高酚醛树脂的浸注量, 使处理材的物理力学性能有显著提高。

关键词: 杨木; 汽蒸处理; 酚醛树脂; 物理力学性能

中图分类号: TS653; S792.11

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2011)05-0041-03

Influence of a Steam Treatment on Poplar Lumber Densification

MIAO Ping, WANG Zheng, HUANG Jin-cheng, ZHANG Tuo

(College of Wood Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: The authors used a densification method to improve the physical and mechanical properties of poplar lumber. The process included treating the lumber with steam, then coating it with water-soluble low molecular phenol-formaldehyde (PF) resin and then hot-pressing it. The results indicated that extending the resin application and steam treatment improved performance for stiffness, strength, compression ratio and springback.

Key words: poplar; steaming treatment; PF resin; physical and mechanical properties

杨木是我国重要的速生材树种, 但由于杨木材质松软, 尺寸稳定性差, 故产品的附加值低, 限制了其应用范围。对杨木进行改性处理, 以提高其硬度、力学强度及其尺寸稳定性, 极具有应用意义。

已有的木材改性研究包括: 饱水杨木热压处理, 以提高其力学强度^[1]; 用低分子三聚氰胺-甲醛(MF)树脂浸渍法降低杨木压缩回弹率^[2]; 用酚醛(PF)树脂处理杨木, 并分析树脂质量浓度对其尺寸稳定性的影响^[3]; 采用水溶性低分子量 PF 树脂、MF 树脂等, 对柳杉进行浸渍处理, 使其表面强度和物理力学性能得到提高^[4-5]。

借鉴上述研究结果, 笔者尝试一项杨木改性处理方案: 首先对杨木板材进行汽蒸预处理, 提高杨木的渗透性, 再进行水溶性 PF 树脂涂刷, 从而实现提高杨木物理力学性能的目标, 为生产企业拓展杨木应用

途径, 提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) I-72 杨木(*Populus euramericana*), 产地江苏泗阳, 树龄 7 年, 直径 24 mm, 绝干密度 0.402 g/cm³, 初含水率 68%。试件规格(长×宽×厚) 320 mm×80 mm×30 mm, 共 21 块。

2) 水溶性低分子 PF 树脂, 自制, 黏度 166 mPa·s, 固体含量 42.6%。

1.2 试验设备

热压机、万能力学试验机、调温调湿箱。

1.3 试验方法

1) 汽蒸处理 设定汽蒸预处理温度 85℃、相对湿度 100%, 处理时间设置为 0、2、4 h。汽蒸预处理后进行干燥, 控制试材的终含水率在 10% 左右。

2) 涂刷工艺 预备试验发现, PF 树脂中水分含量高, 若直接浸渍, 使板材的含水率明显增加, 热压时

收稿日期: 2010-09-26; 修改日期: 2011-08-04

基金项目: 江苏省高校自然科学基金项目(08KJB220001)。

作者简介: 苗平(1963—), 女, 南京林业大学木材工业学院副教授。

间延长,板面颜色变深。因此,本试验采用在试材上下表面手工涂刷 PF 树脂的方法。首次涂刷时,单面涂布量约 150 g/m²,2~3 h 后,进行第 2 次涂刷,单面涂布量约 120 g/m²。此后每隔 6~8 h 涂刷 1 次,涂布量约 120 g/m²。整个试验分别进行 12 h(涂刷 3 次)或 24 h(涂刷 5 次)。

3) 刻痕处理 为了提高浸胶量,在试材表面划刻 5 条深 5 mm 的贯穿板面的刻痕。

杨木密实化处理工艺见表 1。

表 1 杨木密实化处理工艺

Tab. 1 Poplar lumber densification process

编号	汽蒸处理/h	涂刷时间/h	其他处理
1(对照材)	0	24	无
2		12	无
3	2	24	无
4		12	表面刻痕
5		12	无
6	4	24	无
7		12	表面刻痕

4) 热压工艺

经过前期预备试验,确定热压温度 130 ℃,压力 1.5 MPa,时间 30 min。为避免板材被压溃,及因压缩量过大而造成板材厚度不均,采用 20 mm 的厚度规控制厚度。

1.4 性能检测

1) 测定密实化板材的厚度,然后置于 25~32 ℃、65%~90%的大气环境中 15 d 后,再次测量其厚度,计算回弹率。压缩率和增重率的计算公式:

$$\text{压缩率} = (d_0 - d_1) / d_0 \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{增重率} = (m_1 - m_0) / m_0 \times 100\% \quad (2)$$

式 1 中: d_1 —杨木压缩后厚度,mm; d_0 —杨木试材初始厚度,mm;

式 2 中: m_1 —杨木处理材的质量,g; m_0 —杨木试材初始质量,g。

2) 根据 GB/T 1972-1991《木材物理力学试验方法》,检测试材的静曲强度(MOR)、弹性模量(MOE)和最大载荷。

2 结果与分析

杨木试材按表 1 的工艺条件处理后,其物理力学性能检测结果,列于表 2。

2.1 物理性能

2.1.1 密度和增重率

表 2 的数据显示,与素材相比,处理材的密度增

表 2 杨木处理材的物理力学性能

Tab. 2 Physical and mechanical properties of densified poplar lumber

编号	绝干密度/ (g·cm ⁻³)	增重 率/%	吸湿回 弹率/%	压缩 率/%	MOE/ MPa	MOR/ MPa	最大载 荷/kN
1	0.524	4.04	4.26	24.00	5533.51	74.35	1.57
2	0.544	5.01	4.20	23.66	6341.79	73.73	1.56
3	0.557	6.52	2.81	22.63	7585.84	80.16	1.78
4	0.542	6.61	2.25	26.00	6988.83	71.23	1.58
5	0.532	5.39	4.01	23.20	6639.97	76.11	1.69
6	0.540	6.78	2.40	23.08	7719.28	106.52	2.37
7	0.546	6.80	2.10	25.92	7388.81	88.60	1.97
素材	0.402				4124.64	56.88	1.29

幅为 30%~39%,主要原因是杨木试材厚度方向上被压缩,及 PF 树脂的渗入,增加了板材的质量。

与未经汽蒸预处理的对照材相比,汽蒸处理试材的密度、增重率增幅较大;当涂刷时间相同时,汽蒸处理 4 h 的试材增重率,高于汽蒸处理 2 h 的试材。其原因:汽蒸处理改善了杨木的渗透性,提高 PF 树脂的渗透率。

汽蒸处理时间一定的条件下,表面刻痕试材的增重率>涂刷 5 次>涂刷 3 次。因为在板材表面刻痕,增加了胶的浸注量;涂刷次数增加,板材对 PF 树脂的吸收量亦增加。

2.1.2 回弹率

回弹率与板材的增重率有关。涂刷 5 次的板材浸胶量高于涂刷 3 次,所以回弹率较低;表面刻痕的板材,其增重幅度最高,回弹率最小。

涂刷次数相同时,汽蒸预处理 4 h 的试材,回弹率小,主要是因为汽蒸处理时间愈长,渗透性愈好,从而增加了 PF 树脂的浸注量、渗透深度与均匀度,降低试材的回弹率。

2.1.3 压缩率

表 2 显示,刻痕试材的压缩率最大,未经汽蒸处理试材次之,汽蒸处理材最小。原因可能是试材表面有刻痕,表面强度下降,在相同压力下,压缩率较高。

2.2 力学性能

2.2.1 MOE

与素材相比,处理材的 MOE 增加了 34%~87%。汽蒸预处理材比未汽蒸处理材的 MOE 增加 15%~40%;涂刷次数相同时,汽蒸处理越久,MOE 的增强愈显著。

主要原因是汽蒸处理时间愈长,试材的渗透性愈好,浸注到板材中的树脂量愈多,板材密度增加,从而提高试材的 MOE。

在汽蒸处理时间相同时,有刻痕的试材 PF 树脂的浸入量,虽高于同一涂刷次数的试材,但划痕对板材表面有一定损伤,因此,其 MOE 并未达到最高。

2.2.2 MOR

处理材的 MOR 比素材增加 25%~87%。涂刷条件一致时,汽蒸预处理时间长的试材, MOR 更高;汽蒸时间相同,涂刷 5 次的效果最佳。汽蒸时间越长和涂刷次数越多, MOR 增加愈明显。刻痕影响了试材表面强度,虽然浸注的胶量增加,但其 MOR 增幅有限。

2.2.3 最大载荷

处理材的最大破坏载荷,比素材提高了 20%~83%。随着汽蒸时间的延长和涂刷次数增加,杨木试材的最大载荷逐渐增加。未经汽蒸处理或汽蒸时间短、涂刷次数少的试材,由于 PF 树脂的浸注量相对较少,其承受最大载荷亦较小。

3 结论

1) 汽蒸预处理、涂刷树脂量及表面刻痕,均对杨木的物理性质改善效果影响显著。处理材的密度、增重率均有提高,回弹率明显降低;且汽蒸 4 h 试材的增重率和回弹率改善效果,优于汽蒸 2 h 的处理材。

2) 处理杨木试材的 MOE、MOR 及最大载荷均有提高。表面刻痕虽然提高了 PF 树脂的浸入量,但由于试材表面受到破坏,从而其各项力学强度虽有提高,但未达到最大。

3) 在本试验范围内,汽蒸处理 4 h,涂刷试材表面 5 次为较优的处理工艺。

4) 由于板材表面吸收了 PF 树脂,对热压机压板表面的光洁度要求较高。另外,提高杨木板材表面渗透性的方法,还有待深入研究。

参考文献:

- [1] 陈瑞英,胡国楠.速生杨木密实化研究[J].福建农林大学学报,2005,34(3):324-329.
- [2] 方桂珍,刘一星,崔永志,等.低分子量 MF 树脂固定杨木压缩木回弹技术的初步研究[J].木材工业,1996,10(4):18-21.
- [3] 刘君良,王玉秋.酚醛树脂处理杨木、杉木尺寸稳定性分析[J].木材工业,2004,18(6):5-8.
- [4] Liang B H, Mott L, Shaler S M. Properties of transfer-molded wood-fiber polystyrene composites[J]. Wood and Fiber Science, 1994,26(3):382-389.
- [5] Masafumi Inoue, Kazuya Minato, Misoto Norimoto. Permanent Fixation of Compressed Deformation of wood by Crosslinking[J]. Mokuzai Gakkaish, 1994,40(9):931-936.

(责任编辑 张一萍、姜征)

(上接第 35 页)

参考文献:

- [1] Sekino, S Suzuki. Durability of wood-based panels subjected to ten-year outdoor exposure in Japan[J]. Bulletin of the Iwate Univ. Forests, 2003(4):23-36.
- [2] Kojima Yoichi, Suzuki Shigehiko. Evaluating the durability of wood-based panels using internal bond strength results from accelerated aging treatments[J]. Journal of Wood Science, 2010, 57(1):7-13.
- [3] Ikeda M, S Suzuki. Evaluation of durability performance of wood-based panels subjected to outdoor exposure[J]. Bulletin of Shizuoka Univ. Forests, 1999(23):25-36.
- [4] River B H. Outdoor aging of wood-based panels and correlation with laboratory aging[J]. Forest Products Journal, 1994,44(11/12):55-65.
- [5] Yoichi Kojima, Hiroki Norita, Shigehiko Suzuki. Evaluating the durability of wood-based panels using thickness swelling results from accelerated aging treatments[J]. Forest Products Journal, 2009,59(5):35-42.
- [6] River Bryan H. Outdoor aging of wood-based panels and correlation with laboratory aging[J]. Forest Products Journal, 1994,44(11,12):55-66.

- [7] 吕斌,付跃进,吴盛富,等.室内型胶合板天然耐久性的初步研究[J].林产工业,2004,31(4):17-20.
- [8] 黄小真,蒋身学,张齐生.3种竹材重组材耐老化性能比较[J].林业科技开发,2010,24(2):55-57.
- [9] 黄小真,蒋身学,张齐生.竹材重组材人工加速老化方法的比较研究[J].中国人造板,2010(6):25-27.
- [10] 虞华强,江泽慧,任海青,等.竹篾层压板的力学性质及耐老化性能研究[J].木材加工机械,2006(3):1-4.
- [11] 王志勇,肖生苓,杨丽丽.木质剩余物轨枕复合材料老化性能[J].东北林业大学学报,2009,37(8):42-43.
- [12] 张晓冬,程秀才,班磊.竹木复合层合板老化性能试验[J].林业科技开发,2010,24(3):18-21.
- [13] Okkonen E Arnold, River Bryan H. Outdoor aging of wood-based panels and correlation with laboratory aging: Part 2[J]. Forest Products Journal, Madison: 1996,46(3):68-75.
- [14] 朱晓丹,译.各种加速老化试验对刨花板耐久性的影响[J].建筑人造板,1992,(2):40-43.
- [15] Saito F, Taniguchi T. Particle-bond durability of isocyanate bonded particleboards (in Japanese)[J]. Mokuzai Gakkaish, 1984,30(11):921-926.

(责任编辑 向琴)