

杉木热处理材的耐腐性研究

程大莉, 蒋身学, 张齐生

(南京林业大学, 江苏南京 210037)

摘要: 采用白腐菌(彩绒革盖菌)和褐腐菌(绵腐卧孔菌), 对不同温度热处理前后杉木木材的耐腐性进行研究。研究表明: 热处理材的处理温度对白腐菌腐朽性没有影响, 而褐腐菌对热处理材的腐蚀性随温度的上升而下降, 当温度升至 220 ℃ 时, 木材的质量损失率降为 0, 耐腐性上升为 I 级强耐腐等级。

关键词: 热处理; 白腐菌; 褐腐菌; 耐腐性

中图分类号: S791.27; TS652

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2008)06-0011-03

Study on Decay Resistance of Heat-Treated Chinese Fir

CHENG Da-li, JIANG Shen-xue, ZHANG Qi-sheng

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: The effect of heat-treatment on Chinese Fir to improve decay resistance was investigated in this study. After being heat-treated, Chinese Fir samples were exposed to white-rot fungus (*Coriolus versicolor*) and brown-rot fungus (*Poria vaporaria*) for 12 weeks and their weight losses were monitored periodically. It was found that white rot fungus had very little effect on the durability. However, the brown rot fungus caused about 40% weight loss in the control samples. After being heat-treated at 220 ℃ for 3 hours, the Chinese fir samples had no measurable weight loss when exposed to the brown rot fungus for 12 weeks.

Key words: heat treatment; white-rot fungi; brown-rot fungi; decay resistance

木材是天然的有机复合体, 其细胞壁成分和细胞腔中含有的各种碳水化合物, 在一定条件下易受各种木腐菌侵蚀, 使木材发生腐朽和降解。国内主要是利用各种类型的防腐剂处理来提高木材的耐腐性^[1], 处理后的木材基本可达到强耐腐等级。但是, 所使用的防腐剂成分会引起一定程度上的环境污染, 危害人畜。因此, 非毒性的木材防腐处理的研究已日益引起重视。

木材热处理是在水蒸气为保护气体的条件下, 经超高温作用的一种处理方法。经热处理后, 木材细胞壁中的组分发生结构变化, 产生自由基^[2], 因而减少了真菌、霉的寄生场所, 抑制了真菌的繁殖, 从而使木

材的耐腐性得以提高。处理过程只涉及到水蒸气和温度, 不添加任何化学药剂和其他物质, 使用热处理木材对环境不会造成任何影响。本试验采用 2 种菌种, 对热处理前后的杉木木材进行了耐腐性试验, 以考查热处理温度对处理材耐腐性能的影响, 同时初步探讨 GB/T 13942.1-92《木材天然耐腐性实验室试验方法》对于热处理材耐腐性能测定的适用性。

1 试验材料和方法

1.1 试验材料

试材 杉木(*Cunninghamia lanceolata*), 采自庐江冶父山野生森林公园。

菌种 白腐菌采用彩绒革盖菌(*Coriolus versicolor*), 褐腐菌采用绵腐卧孔菌(*Poria vaporaria*)。均由林业微生物菌种保藏中心提供。

试验培养基 河沙木屑-营养液培养基, 洗净干

收稿日期: 2008-03-11; 修改日期: 2008-10-08

基金项目: 国家林业局重点科技项目(2006-57)。

作者简介: 程大莉(1980-), 女, 南京林业大学木材工业学院博士研究生。

河沙(20~30目)150 g,马尾松边材锯屑(20~30目)15 g,玉米粉8.5 g,红糖1 g。

1.2 试验方法

1) 热处理工艺:将杉木窑干材放入热处理箱中保持干球温度80℃、湿球温度72℃预热1 h后,将干球温度快速升至100℃、湿球温度86℃,开始进行干燥。此过程中,干球温度继续缓慢升高至130℃,湿球温度升高至100℃后保持不变,待木材含水率降至3%后,按10℃/h的升温速度升至热处理温度,进行热处理。热处理温度依次选取160、190和220℃,处理时间为3 h。

热处理过程结束后,按照GB/T 13942.1-92制备试块,试块规格20 mm×20 mm×10 mm(长×宽×厚)。

2) 耐腐试验:将试块在(100±5)℃烘箱中干燥至恒质量,称量精确至0.01 g,在无菌条件下放入培养瓶内,每种腐朽菌的试块为12个,然后在温度(28±2)℃、相对湿度75%~85%的条件下进行腐朽试验。12周后取出试块轻轻刮去试块表面菌丝及杂物,再在(100±5)℃烘箱中干燥至恒质量后称量。

1.3 检测方法

采用试块的质量损失率与直观检测腐朽状况(程度)的综合评价方法。参照GB/T 13942.1-92中木材天然耐腐等级评定标准,即以木材受木腐菌腐朽试验前后的质量损失率为评定依据。

针叶树材和阔叶树材的耐腐等级按试样质量损失率分为4级:I、强耐腐(0~10%);II、耐腐(11%~24%);III、稍耐腐(25%~44%);IV、不耐腐(>45%)。

2 试验结果与分析

杉木试块在3种不同热处理温度处理后,经2种腐朽菌腐蚀前后的质量损失率如图1所示。

从图1中可以看到,褐腐菌造成的木材腐朽程度比白腐菌严重;经过褐腐菌的腐蚀试验后,未经热处理的杉木试块质量损失率在40.33%,按照GB/T 13942.1-92来评定,未经热处理的杉木木材为稍耐腐等级。

随着热处理温度的升高,试块的质量损失率随之下降,当温度为160℃时,试块的质量损失率下降为33.26%,但仍然处于稍耐腐等级;当温度达到190℃时,试块的质量损失率下降至24.18%,基本处于耐腐等级;当温度上升至220℃后,木材的质量损失率

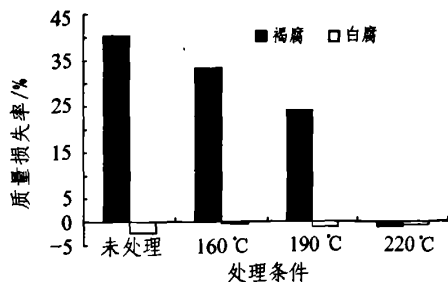


图1 腐朽试验后试块的质量损失率

Fig. 1 Weight loss of specimens treated by two types of fungi

急剧下降,图1中出现-0.98%。数值在1%范围内,人为及试验误差已超过菌种的腐蚀作用所带来的影响,可以归入误差范围。

由图1也可以看出,白腐菌对试块所造成的质量损失率为负值,不超过-2.5%,可以作为误差忽略不计,说明白腐菌对杉木试块的腐蚀性没有影响。通过本试验,初步验证了经过热处理后,木材仍然保留其材种特性,GB/T 13942.1-92适用于热处理改性材的评价。

经过腐朽菌腐朽后,试块外观的对比见图2。

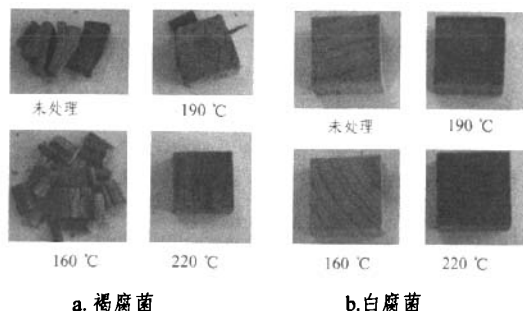


图2 腐朽前后试块外观的对比

Fig. 2 Comparison of specimens before and after exposure test

通过观察试块的外观发现,经过白腐菌腐蚀的杉木试块与处理前比较,其颜色发生了略微的变化,偏向白色,组织结构紧密,保持其基本形状;而经过褐腐菌腐蚀的试块颜色变化明显,偏向褐色,腐朽比较严重;当处理温度达到220℃时,褐腐菌对木材的腐朽能力才得到了完全的抑制。

随着热处理温度的升高,木材的热分解反应愈加明显,木材的化学组成开始发生变化,木材中较不稳定的组分(如半纤维素)开始缓慢分解生成CO₂、CO和少量醋酸等物质。

据文献介绍^[3],在木材热解过程中,3大主要组

分最激烈的热解温度范围是:半纤维素为 180~300℃,纤维素为 240~400℃,木素为 280~550℃。本试验所选用的热处理温度不会对木材本身的物理力学性质和化学构成造成显著影响,整个反应过程中,主要是半纤维素首先发生分解,随着热处理温度的升高,并伴随部分纤维素发生分解,大分子链断裂产生了自由基,这些新产生的基团和分子可以看成是木材的保护剂^[4]。

热处理过程降低了木材组分中的羟基浓度,减少了木材的吸湿性;同时木材组分发生化学反应,生成游离醋酸,从而增加了木材的耐腐蚀性^[5]。

木材中半纤维素发生变化,特别是多糖醛酸等发生化学反应,生成不易吸湿的聚合物(半纤维素降解形成的醋酸之间发生酯化作用而形成),或是通过纤维素链上的羟基之间形成氢键结合,木材的吸湿性随之降低;此处理过程中也引起了木材中的基本营养物质戊烷(半纤维素中成分)的减少^[6]。由于提供菌类生活所必需的水分和营养物质的减少,抑制了真菌的繁殖,从而提高木材的耐腐蚀性。

3 结论

1) 褐腐菌对杉木木材有较强的腐蚀性,而白腐菌对其腐蚀性基本没有影响。

(责任编辑 鲍加芬)

(上接第7页)

1) 低分子量酚醛树脂密实化处理对杨木板材加工性能的影响较大,与未处理材相比,处理材的各项加工性能质量指标都有显著的提高。

2) 杨木未处理材的加工缺陷主要是毛刺、凹凸纹、撕裂和表面绒毛,而这些缺陷在处理材的加工中却很少发生,处理材加工表面的光洁度和平整度优于未处理材。

3) 低分子量酚醛树脂密实化处理过的人工林杨木可以用于实木地板的加工。

4) 本研究尚未就加工进料速度、切削刀具角度和刀轴转速,以及切削工具的钝化速度和切削过程中能耗的影响等因素进行评价,有待于今后进行进一步的研究。

参考文献:

- [1] Furuno T, Imamura Y, Kajita H. The modification of wood by treatment with low molecular weight phenol-formaldehyde resin [J]. Wood Sci Technol, 2004, 37(5): 349-361.

2) 热处理杉木木材经过 12 周褐腐菌的侵蚀,与未处理试块相比,160℃处理材的耐腐蚀性提高不明显;当处理温度为 190℃时,处理材的耐腐蚀性由原来的稍耐腐上升为Ⅱ级耐腐等级;随着温度继续上升至 220℃,处理材的质量损失率为 0,耐腐蚀性变为Ⅰ级强耐腐等级。

参考文献:

- [1] 方桂珍,任世学. 铜-季铵盐复配木材防腐剂的防腐性能[J]. 林产化学与工业, 2002, 22(1): 71-73.
- [2] B F Tjeerdsmā, H Militz. Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat-treated wood[J]. Holzals Rohund Werkstoff, 2005(63): 102-111.
- [3] 黄律先. 木材热解工艺学(第2版)[M]. 北京:中国林业出版社, 1996: 4-22.
- [4] Kotilainen R. Chemical changes in wood during heating at 150~260℃[D]. Ph D thesis, Research report 80, Finland, 2000.
- [5] W E Hillis, A N Rozsa. High temperature and chemical effects on wood stability. Part 1. General considerations[J]. Wood Science and Technology, 1984(18): 281-293.
- [6] Michiel J Boonstra, Bōke Tjeerdsmā. Chemical analysis of heat treated softwoods[J]. Holzals Rohund Werkstoff, 2006, 64(3): 204-211.

- [2] 方桂珍,李淑君,刘健威. 低分子量酚醛树脂改性大青杨木材的研究[J]. 木材工业, 1999, 13(5): 17-19.
- [3] 刘君良,江泽慧,许忠允. 人工林软质木材表面密实化新技术[J]. 木材工业, 2002, 16(1): 20-28.
- [4] 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.
- [5] 罗建举,向仕龙. 脲醛树脂改性木材的研究[J]. 木材工业, 1993, 7(2): 19-22.
- [6] Derek W. Roman M. Machining and related mechanical properties of 15 British Columbia wood species[D]. Forintek Canada Corp, 1998: 1-4.
- [7] ASTM D 1666-87, Standard Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood-base materials[S].
- [8] 江京辉. 西南桦、红椎人工林木材应用于家具与装饰材的适应性评价[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2005: 9-10.
- [9] J C P Turner, D J Cown. 3种杨树木材机械加工性能的研究[J]. 王桂岩,王彦,史少军译. 山东林业科技, 1999(3): 12-17.
- [10] 侯新毅,姜笑梅,高建民. 木材的机械加工性能研究现状与进展[J]. 木材工业, 2003, 17(6): 3-5.

(责任编辑 鲍加芬)