

研究与开发

树脂增强桦木单板重组材的性能研究

陈勇平, 李春生, 王金林, 王志同

(中国林科院木材工业研究所; 国家林业局木材科学与技术重点实验室, 北京 100091)

摘要: 采用三聚氰胺甲醛树脂辊压浸注桦木单板, 通过热压定型得到树脂增强重组材。探讨不同树脂固体含量、辊压压榨率和热压压力对板材吸水厚度膨胀率、静曲强度、顺纹抗拉强度、胶合强度等性能的影响。结果表明, 树脂固体含量50%、辊压压榨率20%、热压压力2.0 MPa时, 重组材的物理力学性能指标综合水平较佳。

关键词: 三聚氰胺甲醛树脂; 桦木; 单板; 浸注; 重组材

中图分类号: TS6 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2008)03-0013-03

Performance of Reconstituted Birch Veneer Lumber Impregnated with Melamine-Formaldehyde Resin

CHEN Yong-ping, LI Chun-sheng, WANG Jin-lin, WANG Zhi-tong

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry;

Key Lab of Wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: To improve the performance of veneer-based panel products, melamine-formaldehyde resin was impregnated into each individual Birch veneer by roller-pressing before lamination. The effects of resin content, compression rate of the roller-pressing, and pressure during hot-pressing were evaluated for selected panel properties including thickness swell, modulus of rupture, tensile strength, and internal bond strength. The results showed that with 50% resin content, 20% compression ratio, and 2.0 MPa pressure during hot pressing to make the reconstituted veneer lumber, performance of the lumber could meet the desirable specifications.

Key words: melamine-formaldehyde resin; Birch; veneer; impregnation; reconstituted lumber

桦木是我国主要的阔叶树商品用材, 其林分面积占阔叶树用材林的10%^[1], 主要分布于东北、华北、西南、西北等林区, 其中在东北林区较多, 约占次生林面积的1/3, 仅次于柞木林。桦木适应性强、生长快, 同时具有易胶合、密度适中、花纹装饰性强等特性, 广泛用于胶合板、家具、木地板等木材加工行业^[2-3]。尤其是近年来随着珍贵木材的匮乏, 以桦木薄木或单板装饰的板式家具, 越来越受市场欢迎。

但由于桦木生长速度较快, 导致材质略差以及自身耐腐蚀性弱, 造成桦木单板在使用过程中常出现色斑等缺陷, 使其应用范围受到一定限制^[4]。因此, 进行桦木改性处理, 提高其物理力学性能和装饰性能, 对于促进桦木林的发展和实现增值利用, 缓解我国珍贵树种优质材和特种用材的供需矛盾, 具有重要的意义。

本研究以桦木单板和三聚氰胺甲醛树脂为原料, 采用辊压浸注树脂的方法处理单板, 以期改善桦木单板重组材的物理力学性能, 拓展桦木在家具、地板领域的应用。

收稿日期: 2007-06-22; 修改日期: 2008-04-16

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划专题(2006BAD18B06); 引进国际先进林业科学技术计划“948”专题(2006-4-C04)。

作者简介: 陈勇平(1979—), 男, 中国林科院木材工业研究所博士研究生。

1 材料及方法

1.1 材料

桦木(*Betula* spp.)单板 购自河北文安,密度 0.55 g/cm³(含水率约 8%),要求平整、无腐朽、无死节,规格为 250 mm×170 mm×0.7 mm。

三聚氰胺甲醛树脂 外购。性能指标:无色透明液体,固体含量 50%,黏度(20℃)45 mPa·s,pH 值约 8.6,密度 1.24 g/cm³。

1.2 方法

采用正交试验表 $L_9(3^4)$,变量因子及水平见表 1,每种条件重复试验 3 次。

表 1 变量因子及水平

Tab. 1 The experimental factors and levels

因子	水平		
	1	2	3
树脂固体含量 / %	20	35	50
辊压压榨率* / %	20	30	40
热压压力 / MPa	0.8	1.4	2.0

* 辊压压榨率=(单板厚度-辊筒间隙)/单板厚度×100%

主要试验工序为:树脂浸注→单板干燥→热压成型→性能检测

1) 辊压浸注:按树脂固体含量和辊压压榨率从低到高的顺序,分别对单板进行辊压浸注树脂。压辊驱动转速保持恒定 为 800 r/min。浸注树脂之后,单板在胶槽中继续浸泡 15 min,再取出按组称质量,然后准备进行干燥。

2) 单板干燥:利用移动夹具,将单板沿长度方向固定于烘箱的活动架下进行干燥,每块单板板面和侧缘之间的间距均超过 5 cm,且不得贴近烘箱内壁。干燥温度 75~80℃、时间 20~30 min,单板终含水率 20%左右。干燥后按组称单板质量。

3) 热压定型:采用横顺纹交错的方法组坯。热压工艺参数为:温度(150±5)℃,时间 1 min/1mm。热压定型后成品板材的尺寸为 250 mm×170 mm×(20~24) mm。

4) 性能检测:热压后的板材放置 24 h 后锯取试件。参照 LY/T 1401~1415-1999《木质层积塑料》检测密度、静曲强度、顺纹抗拉强度和胶合强度,参照 GB/T 17657-1999《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》检测吸水厚度膨胀率。

2 结果与分析

不同试验条件下压制所得的桦木单板重组材的物理力学性能检测值列于表 2。

表 2 桦木单板重组材的物理力学性能检测结果

Tab. 2 Physical and mechanical properties of reconstituted

Birch veneer lumbers

序号	密度/ (g·cm ⁻³)	吸水膨胀率 / %			静曲强度 / MPa	顺纹抗拉强度 / MPa	胶合强度 / MPa
		长度	宽度	厚度			
1	0.944	0.07	2.14	3.41	172.56	160.39	20.07
2	1.009	0.06	2.15	3.13	157.68	156.99	20.61
3	1.034	0.35	2.48	2.61	145.60	192.57	22.21
4	0.924	0.16	2.21	3.76	164.64	186.62	19.12
5	0.945	0.11	2.58	2.71	148.48	169.91	19.07
6	0.789	0.11	2.22	4.33	166.00	127.37	18.12
7	0.833	0.03	3.62	8.17	143.68	119.92	19.44
8	0.709	0.24	3.45	10.01	153.84	106.91	15.48
9	0.773	0.04	5.22	10.71	174.88	146.88	17.04

2.1 密度

重组材的密度由树种密度、树脂浸注量和热压压缩率三方面因素决定。表 2 结果表明,在本试验范围,重组材的密度为 0.709~1.034 g/cm³,平均密度为 0.884 g/cm³。通过测量热压前后板坯的厚度,计算可得,热压压力在 0.8~2.0 MPa 时,板坯压缩率为 12%~21%。由此可知,由树脂浸注而引起的密度增加率为 14.5%~54.5%,即树脂浸注后单板的密度提高为未浸注树脂的 1.145~1.545 倍。

利用 SAS 软件对密度指标进行方差分析,结果见表 3。由此可见,提高树脂固体含量和热压压力,能显著增加重组材的密度,但辊压压榨率对重组材的密度无显著影响。

表 3 密度的方差分析

Tab. 3 Variance of analysis for density

方差来源	自由度	平方和	方差	F	Pr>F
树脂固体含量	2	0.07527489	0.03763744	296.88	0.0034
辊压压榨率	2	0.00188422	0.00094211	7.43	0.1186
热压压力	2	0.02420356	0.01210178	95.46	0.0104
误差	2	0.00025356	0.00012678		

注:显著水平 $\alpha=0.1$,以下同。

2.2 吸水厚度膨胀率

从表 2 可知,重组材在长度、宽度和厚度等 3 个方向的吸水膨胀率,以厚度方向的为最大。其吸水厚度膨胀率在 2.61%~10.71%之间。试板吸水厚度膨胀率的方差分析见表 4。

表 4 吸水厚度膨胀率的方差分析

Tab. 4 Variance of analysis for TS

方差来源	自由度	平方和	方差	F	Pr>F
树脂固体含量	2	0.00799572	0.00399786	327.05	0.0030
辊压压榨率	2	0.00009821	0.00004911	4.02	0.1993
热压压力	2	0.00039004	0.00019502	15.95	0.0590
误差	2	0.00002445	0.00001222		

表 4 结果表明,桦木单板重组材的吸水厚度膨胀率主要受树脂固体含量的影响,随着树脂固体含量的提高而明显降低;其次是热压压力,随热压压力增大而减小;而辊压压榨率无显著影响。进一步利用 SAS 进行极差分析可知,以吸水厚度膨胀率为评价指标时,各试验因子的优劣顺序为:树脂固体含量 50% > 35% > 20%,热压压力 2.0 MPa > 1.4 MPa = 0.8 MPa,辊压压榨率 20%、30%、40% 处于同一影响水平。

2.3 主要力学性能

对桦木单板重组材的力学性能进行 SAS 方差分析,结果列于表 5。

表 5 静曲、顺纹抗拉、胶合强度的方差分析
Tab. 5 Variance of analysis for MOR, tensile strength, bonding strength

衡量指标	方差来源	自由度	平方和	方差	F	Pr>F
静曲强度	固体含量	2	7.527822	3.763911	0.04	0.9645
	压榨率	2	129.836089	64.918044	0.63	0.6116
	热压压力	2	726.853689	363.426844	3.55	0.2195
	误差	2	204.468622	102.234311		
顺纹抗拉强度	固体含量	2	3486.864022	1743.432011	2.60	0.2781
	压榨率	2	242.956289	121.478144	0.18	0.8468
	热压压力	2	1882.608156	941.304078	1.40	0.4164
	误差	2	1343.165422	671.582711		
胶合强度	固体含量	2	20.187089	10.093544	29.27	0.0330
	压榨率	2	2.056956	1.028478	2.98	0.2511
	热压压力	2	8.323889	4.161944	12.07	0.0765
	误差	2	0.689622	0.344811		

分析结果表明:1) 树脂固体含量对桦木单板重组材胶合强度的影响显著,对顺纹抗拉强度和静曲强度均无显著影响。随着树脂固体含量的增加,重组材的胶合强度不断增强,顺纹抗拉强度略呈上升趋势,静曲强度则先增后减。这是因为随着固体含量增加,树脂浸注量增加,故胶合强度增大。但树脂浸注量过大,可使材料的脆性增大,从而使得静曲强度下降。在试验中发现有试件沿厚度方向出现微裂纹。

2) 辊压压榨率对桦木单板重组材各项力学性能的影响均不显著。这是因为辊压压榨率在 20%~40%,单板的弹性形变所提供的真空负压作用不太显著,从而使得树脂浸注量在此范围内的变化不明显。有待补充辊压压榨率 < 30%、30%~50%、50%~70% 和 > 70% 区间段的试验。

3) 热压压力对桦木单板重组材胶合强度的影响较为显著,对静曲强度和顺纹抗拉强度的影响不显著。随着热压压力的增大,重组材的胶合强度不断增强,静曲强度和顺纹抗拉强度却呈现先增后略减的趋势。这是因为热压压力增加,温度从板坯表面传递到

中心的时间变短,而材料内部蓄积高温的时间变长,使得材料中胶黏剂的脆性增大,沿厚度方向产生微裂纹的几率增大,从而影响了材料的力学性能。

将制备的重组材与密度相近的实木(密度 0.90~1.10 g/cm³)进行力学性能比较^[2],结果表明,同等密度条件下,重组材的力学性能优于实木,其中顺纹抗拉强度增加了约 15%,静曲强度稍高于实木。但随着密度的增大,重组材顺纹抗拉强度和静曲强度的增幅减小,个别试件的静曲强度还略低于实木。

进一步利用 SAS 进行极差分析,发现以成品板材的静曲强度、顺纹抗拉强度和胶合强度为评价指标时,各试验因子的优劣顺序为:树脂固体含量 50% > 35% > 20%,热压压力 2.0 MPa > 1.4 MPa > 0.8 MPa,辊压压榨率在 20%、30% 和 40% 时处于同一水平。

3 结论

1) 采用低分子量的三聚氰胺甲醛树脂浸注处理桦木单板,对提高桦木单板重组材的物理力学性能以及固定压缩变形等效果明显。

2) 树脂固体含量对桦木单板重组材的各项性能影响显著。随着树脂固体含量的提高,重组材的密度、顺纹抗拉强度和胶合强度提高,吸水厚度膨胀率减小,静曲强度呈现先增后略减的趋势。

但树脂固体含量增加,则成本上升,故需根据材料的不同用途,来确定树脂适宜的固体含量。

3) 辊压压榨率在 20%~40% 范围内,对桦木单板重组材各项物理力学性能的影响均不显著。有待进一步进行辊压压榨率 < 30%、30%~50%、50%~70% 和 > 70% 区间段的试验。

4) 热压压力对桦木单板重组材的大部分性能影响显著。随着热压压力的提高,重组材的密度和胶合强度增大,吸水厚度膨胀率减小,静曲强度和顺纹抗拉强度的变化不显著。

参考文献:

[1] 李增超,邱增处,杨庆,等. 桦木板材的快速干燥[J]. 陕西林业科技,2001(1):42-44.
[2] 成俊卿. 木材学[M]. 北京:中国林业出版社,1981.
[3] 伍步生. 关于桦木经营利用的探讨[J]. 林业实用技术,1990(2):22-25.
[4] 于洪亮,房敏,郭明辉,等. 桦木单板漂白处理工艺的优先[J]. 东北林业大学学报,2006,24(6):10-12.

(责任编辑 向 琴)