

研究与开发

浸胶法杨木单板层积材的热压传热分析

刘焕荣, 柴宇博, 刘君良

(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, 100091 北京)

摘要: 采用热电偶法测量杨木单板层积材在热压过程中表层和芯层的温度的变化规律, 讨论了施胶方式以及浸胶量和热压温度、压力对板坯在热压过程中传热的影响。结果表明: 施胶量相当时, 浸胶方式在快速升温阶段的升温速度较快; 同时随着浸胶量的增加板坯传热速度增加, 但浸胶量不影响板坯的总热压时间。

关键词: 酚醛树脂; 单板层积材; 热压; 传热; 施胶方式

中图分类号: S792.11; TS65 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2008)01-0026-03

Heat Transfer in Resin Impregnated Poplar LVL during Hot-pressing

LIU Huan-rong, CHAI Yu-bo, LIU Jun-liang

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

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

Abstracts: Better understanding of heat transfer and resin curing during hot pressing will help optimize the wood composite manufacturing process in increasing productivity and improving product quality. Electrical-thermocouples were used in this study to investigate the effects of resin application methods, resin content, hot-pressing temperature, and pressure in hot-pressing poplar laminated veneer lumber (LVL). The results indicated that during the initial pressing stage, the internal temperature increased more rapidly by using a resin impregnation method than a resin spread method. It was found that higher resin content accelerated heat penetration towards the core. However, the resin content didn't significantly affect total hot-pressing time.

Key words: PF resin; laminated veneer lumber; hot-pressing; heat transfer; resin application methods

单板层积材(LVL)是当今北美市场上发展较快的人造板品种之一, 主要被用作木结构建筑的I字梁和桁架等。为了提高单板层积材的密度、表面硬度、尺寸稳定性以及力学强度等性能, 目前, 国内外的研究表明: 浸胶法生产的单板层积材, 其物理力学性能及尺寸稳定性等指标都有明显提高^[1-2]。

板坯内胶的固化过程, 对板坯的热压传热产生一定影响, 是确定热压工艺参数的关键。有研究表明: 胶黏剂对低密度刨花板和干法纤维板热压传热的影响甚微^[3-4], 提高热压温度和板坯含水率, 都有利于板坯芯层的传热速度^[5]。但采用浸胶方式生产单板层

积材时, 浸胶量等因素对板坯热压传热的影响还鲜有报道。因此, 笔者探讨了施胶量相同时, 不同的施胶方式对杨木单板层积材热压传热的影响, 以及采用浸胶方式生产LVL时, 浸胶量、热压温度和热压压力对LVL表层和芯层的热压传热影响, 旨在为浸胶法生产LVL的热压工艺参数确定提供理论依据。

1 试验材料和方法

1.1 试验材料

杨木单板 意杨(*Populus spp.*)产于江苏省泗阳县, 单板平均厚度2.0 mm, 密度0.388 g/cm³, 含水率6%~8%。单板幅面为200 mm×200 mm。

酚醛(PF)树脂胶黏剂 以n(P): n(F): n(NaOH)=1: 2.1: 0.1配比合成, 树脂固体含量50.1%, pH值9~10, 水混合倍数为L>7。

收稿日期: 2007-03-30; 修改日期: 2007-12-16

作者简介: 刘焕荣(1982—), 女, 中国林科院木材工业研究所硕士研究生。

通讯作者: 刘君良, 男, 中国林科院木材工业研究所研究员, 博士。

1.2 试验设备

试验压机,打点记录仪,K 型热电偶。

1.3 试验方法

1) 单板浸渍

将胶黏剂调制质量分数为 30%,采用 3 种工艺进行杨木单板浸渍:①常温常压下浸泡 1 h;②加压至 0.8 MPa,保压 18 min;③抽真空(-0.09 MPa) 15 min,然后加压至 0.8 MPa,保压 1 h。3 种工艺分别获得 80%、130%、180%的浸胶量。

2) 涂胶方式

手工涂刷,涂胶量为 385 g/m²(双面),施胶量与浸胶量为 80%时的胶黏剂干物质的量相当。

3) 温度测试

热电偶导线一端置于设定的板坯中心处,另一端连接打点记录仪接口。待压板闭合时开始记录,每 8 s 记录一次;每组试验重复 2 次,取平均值。

4) 热压工艺

板坯由 9 张单板组成,全按顺纹方向进行组坯。在本试验确定的热压工艺参数:热压温度 150 ℃;压力 1.0 MPa;时间 20 min 条件下,讨论表 1 中所列的杨木 LVL 热压传热情况。

表 1 因素水平表

Tab. 1 Process parameters used for experimental design				
因素	水平			
	1	2	3	4
施胶方式	涂胶	浸胶		
浸胶量/%	80	130	180	
热压温度/℃	130	150	170	190
热压压力/MPa	0.8	1.0	1.2	1.4

2 结果与分析

2.1 施胶方式对板坯表层、芯层传热的影响

分别采用涂胶和第 1 种浸渍工艺(干物质量相当),在热压温度 150 ℃,压力 1.0 MPa,时间 20 min 条件下,将热电偶分别置于板坯的第 1 层和第 4 层单板之间,测试热压过程中板坯表层和芯层的温度变化。

由图 1 可看出,热压过程中 LVL 温度变化分为开始时的快速升温 and 到达水分汽化后的缓慢升温 2 个阶段,与常规刨花板和纤维板的三段式升温方式有所不同^[4,6]。浸胶方式在快速升温段,板坯的表、芯层升温速度比涂胶方式快,而在缓慢升温段,2 种施胶方式的升温速度基本相等。从热压板接触板坯,到芯层温度达到 110 ℃时,浸胶方式所用时间为 5.07 min,比涂胶方式缩短了 32 s。这是由于木材为多孔

性材料,当施胶量相等时,浸胶单板的胶液比涂胶单板先充填于细胞空隙中,使单板的含水率稍高,因此,在快速升温阶段升温速度较快。进入第 2 阶段后,水分几乎蒸发,2 种施胶方式的传热速度几乎相同。同时也测出,当板坯 18 mm 厚时,在此热压工艺条件下,板坯芯层温度达到 140 ℃约需 20 min。

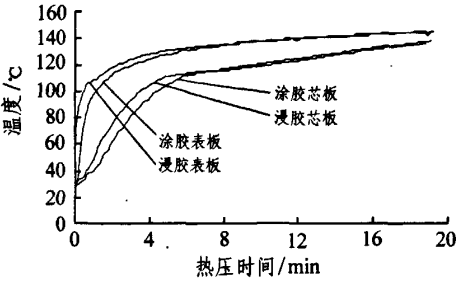


图 1 施胶方式对 LVL 表层、芯层热压传热的影响
Fig. 1 Effect of resin application methods on increasing temperature rate for face and core layers

2.2 浸胶量对表层、芯层温度的传热影响

按前述的热压工艺条件和测定方法,分别取单板浸胶量 80%、130%和 180%,观察热压过程中浸胶量对板坯表、芯层温度变化的影响,如图 2 所示。

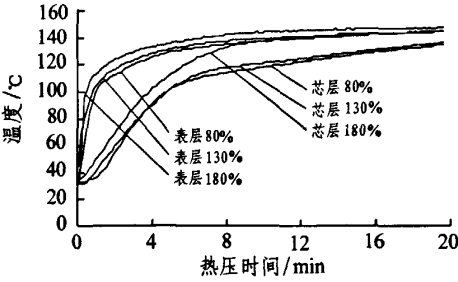


图 2 浸胶量对 LVL 表层、芯层热压传热的影响
Fig. 2 Effect of resin impregnation rate on increasing temperature rate for face and core layers

图 2 显示,相同热压工艺下,表、芯层升温速度都随着浸胶量的增多而加快,尤其是在浸胶量为 180% 时,板坯的表、芯层温度都明显高于其他浸胶量。这是由于固化过程中,从胶液释放出的水分使单板含水率增加,因此,导热系数也随之呈直线增加。

3 种浸胶量的板坯芯层达到 110 ℃,所用的热压时间分别为:5.07、4.53 和 4.13 min;当热压时间为 16.7 min 时,3 种浸胶量的板坯芯层温度分别为 134、137 和 143 ℃。可见,板坯的升温速度随着单板浸胶量的增加而加快,而浸胶量对达到最终热压温度

所需的时间影响不大。在此热压工艺下,浸胶量为130%时,板坯芯层达到140℃时所需时间为18 min。

2.3 热压温度对板坯芯层温度传热影响

设定浸胶量为130%,热压压力为1.0 MPa,观察热压温度为130、150、170和190℃时,对板坯芯层传热速度的影响,见图3。

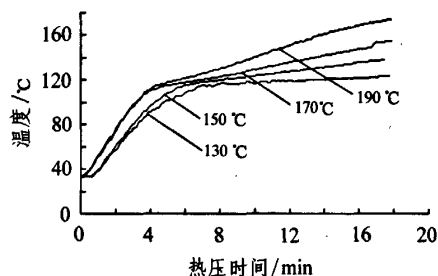


图3 热压温度对LVL芯层传热速度的影响

Fig. 3 Effect of press temperature on increasing temperature rate for the core layer

由图3可见,其他条件一定,板坯芯层传热速度随着热压温度的升高而加快,对缓慢升温段的传热速度的影响尤为显著。热压温度越高,板坯内的温度梯度就越大,传热速度也随之加快。当板坯温度达到110℃时,所用时间分别为5.6、5.2、4.0和3.7 min。当热压时间为20 min时,在4种热压温度下,板坯芯层所达到的温度分别为:124、140、158.5和178.5℃。因此,热压过程中采用较高的热压温度有利于缩短热压时间,提高生产效率。

试验中也发现:130%的浸胶量时,采用高温热压容易出现板材表面颜色变深和“放炮”,原因是在高温热压条件下,PF树脂出现了过固化现象,使木材颜色变深;同时浸胶量过大释放出水分亦增多,使胶层内蒸汽压力加大,在卸压过程中容易“放炮”。因此,用浸胶法生产单板层积材时,建议采用热压温度150℃。

2.4 热压压力对板坯芯层温度传热影响

设定浸胶量130%,热压温度150℃,热压时间20 min条件下,热压压力分别为0.8、1.0、1.2、1.4 MPa,观察板坯芯层的传热过程,结果见图4。

从图4可看出,热压压力对快速升温段的影响不明显,但在缓慢升温阶段,升温速度随着热压压力的增大快速增加。热压压力的主要作用使单板紧密结合,有利于树脂渗透和传热速度的增加。在以上4种压力条件下,板坯芯层温度达到110℃时,所用时间分别为6.27、5.47、4.8和4.27 min。由此得出,增加热压压力,可提高板坯内部温度的传热速度,从而

缩短热压时间,但热压压力过大,不利于板坯内水蒸气的逸出,容易导致板坯“鼓泡”。因此,建议在保证产品质量的前提下,采用相对较高的热压压力。

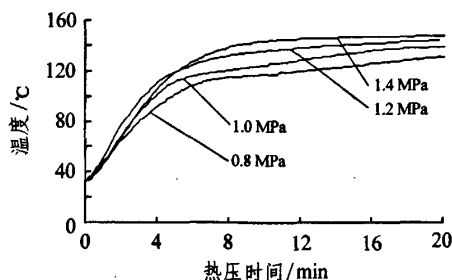


图4 热压压力对LVL芯层传热速度的影响

Fig. 4 Effect of press pressure on increasing temperature rate for the core layer

3 结论

1) 施胶量相当的前提下,采用浸胶工艺时,板坯的表、芯层升温速度较涂胶工艺的快;在快速升温阶段,对传热速度的影响尤为明显。

2) 随着浸胶量的增加,表层和芯层的升温速度提高;缓慢升温阶段,芯层升温速度随着浸胶量的增加而快速增大。因此,浸胶量增加有利于缩短生产杨木单板层积材的热压时间。

3) 浸胶量超过为130%后,随着热压温度和压力的增大,可以明显提高LVL板坯芯层的传热速度,从而缩短热压时间;但热压温度过高和热压压力过大,容易导致板坯“放炮”现象。

4) 采用浸胶方式生产板坯厚度为18 mm的杨木LVL时,建议采用热压温度150℃,热压压力1.0~1.2 MPa,热压时间20~22 min。

参考文献:

- [1] Chui Y H, Schneider M H, Zhang H J. Effects of resin impregnation and process parameters on some properties of poplar LVL[J]. Forest Prod, 1994, 44(8): 74-78.
- [2] 王小青,刘君良,张双保,等. 竹木复合单板层积材制备工艺[J]. 木材工业, 2005, 19(5): 7-9.
- [3] 谢力生,赵仁杰,张齐生. 胶粘剂对纤维板热压传热的影响[J]. 木材工业, 2003, 17(2): 15-16.
- [4] 谢力生,刘焕荣. 低密度刨花板的常规热压传热[J]. 东北林业大学学报, 2005, 30(4): 23-24.
- [5] 林利民,由昌久,杨玲. 单板类人造板热压过程传热速度的研究[J]. 林业科技, 2004, 29(4): 32-35.
- [6] 华毓坤. 人造板工艺学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002.

(责任编辑 鲍加芬)