

应用技术

软质纤维板的闭式喷蒸热压工艺

李霞镇¹, 任海青¹, 谢力生², 徐明¹

(1. 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;

2. 中南林业科技大学材料科学与工程学院, 湖南长沙 410006)

摘要: 闭式喷蒸热压克服了蒸汽泄漏的缺点, 适合用于软质纤维板的生产。本试验参照有关资料, 确定了热压工艺参数为: 热压温度 160 ℃、施胶量 10%、喷蒸时间 10 s、热压时间 10 s/mm 进行试验, 按此参数压制的软质纤维板, 板材性能符合 GB/T 17657-1999 要求。

关键词: 闭式; 喷蒸热压; 软质纤维板; 热压工艺

中图分类号: TS6

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2008)03-0041-03

Enclosing a Steam Injection Press for Manufacturing Low Density Fiberboard

LI Xia-zhen¹, REN Hai-qing¹, XIE Li-sheng², XU Ming¹

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Key Lab of Wood Science and Technology of State

Forestry Administration, Beijing 100091, China; 2. School of Material Science and Engineering,

Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410006, Hunan, China)

Abstract: This study focused on enclosing a steam-injection press, to eliminate any steam leakage, to produce low density (0.3 g/cm^3) fiberboard. After reviewing this technology from previous studies, the authors designed an orthogonal experiment to optimize the process parameters for making low density fiberboard. The results indicated that when 10% resin content, 160 ℃ pressing temperature, 10 s steam injection time, and 10 s/mm pressing time were used, the properties of fiberboards met the requirements of national standard GB/T 17657-1999.

Key words: enclosing; steam-injection pressing; low density fiberboard; hot-pressing technology

软质纤维板的厚度和板坯的空隙率均较大, 热压时传热速度慢、芯层固化时间长, 采用一般的热压工艺, 板材很难达到标准要求。喷蒸热压过程中发生的物理、化学变化比传统热压复杂, 板坯中的蒸汽流向是一个动态的过程, 从上、下蒸汽孔中喷出来的蒸汽将对板坯造成冲击, 引起板坯空隙率的变化。另外, 喷蒸期间蒸汽快速流向板坯的芯层及四周, 喷蒸停止后, 蒸汽则流向边缘, 在板坯厚度及水平方向易导致气压梯度变化剧烈^[1], 蒸汽会大量逸出。

为了克服这一缺点, 有学者提出闭式喷蒸热压的

新工艺, 即用木框或金属框密封板坯的四周, 尽可能减少喷蒸热损失^[2]。笔者就此参照国外的闭式喷蒸热压技术, 将其用于压制软质纤维板, 以期为该工艺技术的进一步工业化应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

采用尾巨桉 (*Eucalyptus urophylla* × *E. grandis*) 和马尾松 (*Pinus massoniana*) 的混合纤维; 氯化铵 (NH_4Cl), 含量 ≤ 99.5%; 脲醛树脂 (UF), 固体含量 52%, 黏度为 15 s (涂-4 杯, 20 ℃); 自制石蜡乳液, 体积分数为 30%。

1.2 设备

QD 型热压机; 喷雾式拌胶机; 101A-3 型恒温干燥箱; MWD-50 型试验机; 电子秤; 木质密封框等。

收稿日期: 2007-07-16; 修改日期: 2008-04-16

基金项目: 公益性行业科研专项基金 (200704013)。

作者简介: 李霞镇 (1985—), 女, 中国林科院木材工业研究所硕士研究生。

通讯作者: 任海青, 女, 中国林科院木材工业研究所研究员。

1.3 方法

选择热压温度、施胶量、喷蒸时间和热压时间为影响因子,按正交试验 $L_9(3^4)$ 设计(见表 1)。根据前人的研究^[3],设定蒸汽压力 0.35 MPa、温度 175 ℃,在此条件下压制目标厚度 50 mm、密度 0.3 g/cm³ 的软质纤维板。板坯初含水率为 8%,芯层达到稳定温度的时间为 6 s 左右,稳定温度约为 100 ℃。板坯到达热压时间后,闭合状态保持 15 min。

表 1 正交试验
Tab. 1 Experimental factors and levels

试验号	热压温度/ ℃	施胶量/ %	喷蒸时间/ s	热压时间/ (s·mm ⁻¹)
1	160	6	10	8
2	180	6	6	6
3	200	6	8	10
4	160	8	8	6
5	180	8	10	10
6	200	8	6	8
7	160	10	6	10
8	180	10	8	8
9	200	10	10	6

固化剂添加量 1%,石蜡乳液用量 1%。每个试验重复 3 次,结果取其平均值。

1.4 检验

参照 GB/T 17657-1999《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》,检测板材的静曲强度(MOR)、弹性模量(MOE)、吸水厚度膨胀率(TS)和极限吸水率(WA)。

2 分析与讨论

2.1 MOR 和 MOE

由图 1 可见,热压温度和施胶量是影响板材 MOR 的主要因素,喷蒸时间对板材 MOR 也有一定影响,而热压时间对其几乎无影响;影响板材 MOE 最显著的因子是热压时间和施胶量,热压温度的影响较小。

1) MOR

当热压温度从 160 ℃ 上升到 200 ℃,板材的 MOR 缓慢降低。这是因为当热压温度持续升高并超过一定范围时,热压板传给板坯的热能过量,加速了树脂的解体^[4-6],产生预固化层所致。

MOR 随着施胶量的增加呈直线上升。在施胶量为 6% 时,板坯内的纤维表面未形成胶层,使热压后板材的 MOR 较低;随着施胶量的增加,纤维表面胶液均匀,热压时板坯内部的纤维胶合性能增大,板材的 MOR 呈明显上升趋势。

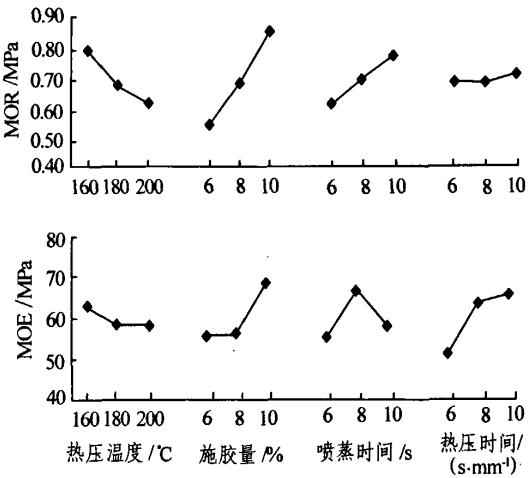


图 1 各工艺参数对板材 MOR、MOE 的影响

Fig. 1 Effects of steam-injection pressing parameters on fiberboard MOR and MOE

增加喷蒸时间,意味着有更多的蒸汽达到板坯的芯层,可提高板坯内部温度,促使芯层胶层固化充分,故有利于提高板材的 MOR。

喷蒸热压中,板坯的表层和芯层几乎同时被瞬间加热,热压板的接触传热对板坯芯层温度的提高几乎没有作用。

2) MOE

随着热压温度上升,板材表层可出现预固化层厚度增加、胶层降解脆化、木纤维炭化热解等问题,影响到表层强度,而板材的 MOE 主要与其表层强度有关,因而 MOE 降低。

施胶量从 6% 增加到 8% 时,MOE 没有较大的上升趋势,但是从 8% 增加到 10%,MOE 呈线性增加。这是因为随着施胶量的增加,纤维表面胶层厚度逐渐增大,且分布均匀,增强了其抗弯性能,板坯内部的胶合强度也随之增大,故 MOE 上升明显。

喷蒸时间对 MOE 有较大影响。随着喷蒸时间的延长,有利于芯层温度的提高,改善胶合性能,但喷蒸时间延长到 10 s 后,MOE 反而下降。主要原因为喷蒸时间的延长虽可促进胶层固化,但也增加了纤维的含水率,降低了纤维的刚性。当后者的作用大于前者时,板材 MOE 呈总体下降趋势。

热压时间从 6 s/mm 增加到 8 s/mm 时,MOE 急剧增加。这是因为热压时间的增加,有利于胶黏剂进一步固化,改善胶合性能,使 MOE 随热压时间的增加而增大。但热压时间过长,胶黏剂已接近完全固

化,延长热压时间效果不明显,而且增加能源消耗。

2.2 WA和TS

从图2可见,WA与TS变化趋势大致相近。在施胶量一定的条件下,两个指标的相关程度较大^[4],影响较显著的均是施胶量。

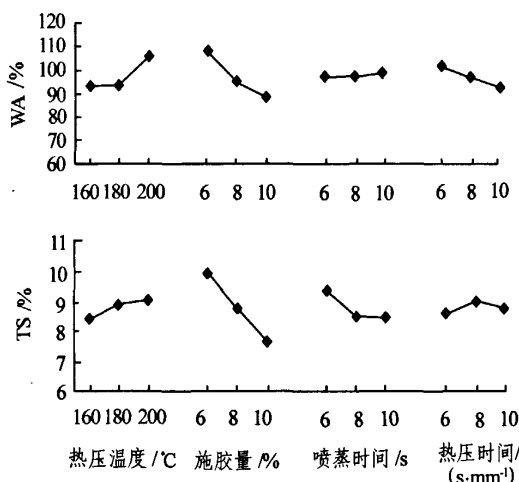


图2 各工艺参数对板材WA、TS的影响

Fig. 2 Effects of steam-injection pressing parameters on fiberboard WA and TS

施胶量对板材WA与TS的影响原因基本一致。增加施胶量,板坯内胶液分布均匀性得到加强,纤维间空隙缩小,胶量的增加直接增大了板材内纤维表层胶液的覆盖率,从而阻止纤维与水的接触,故板材WA减小。当胶料所占的面积相对增加时,对水分的吸收能力下降,使板材TS减小。

热压温度过高时,板坯层纤维及胶黏剂易发生分解,甚至完全失去胶合性能,从而导致表层吸水厚度膨胀和吸水量加剧。

喷蒸时间和热压时间对板材的WA和TS性能影响相对较小。延长喷蒸时间,可促使整个板坯快速的受热,同时提高板坯中表层和芯层木纤维的塑化程度,增加其防水性能和板材的胶合强度,从而使板材的TS下降;对板坯热压过程中施加的热量超过一定值,易使木材和胶层分解,反而降低板材的物理力学性能,影响板材的WA。

2.3 验证试验

综合以上各因素对软质纤维板的各项性能指标的分析,在本试验范围内,较佳的闭式喷蒸热压工艺参数为:热压温度160℃、施胶量10%、喷蒸时间10s、热压时间10s/mm。按此工艺参数进行验证试验

和样板性能的测试,结果显示:MOR为1.08MPa,MOE为68MPa,WA为71.2%,TS为3.25%,符合GB/T 17657-1999的性能指标要求。

3 结论

1) 影响软质纤维板MOR的因素依次为:施胶量、热压温度、喷蒸时间、热压时间。MOR可随着施胶量的增大和喷蒸时间的延长而增大;随着热压温度的上升而减小;热压时间对其影响可忽略不计。

影响MOE的因素依次为:热压时间、施胶量、喷蒸时间、热压温度。MOE随着热压时间的延长和施胶量的增加而增大;随着热压温度的上升而减小;随着喷蒸时间的延长,则出现先增大后减小现象。

2) 影响软质纤维板WA的因素依次为:施胶量、热压温度、热压时间、喷蒸时间。WA随着施胶量的增大和热压时间的延长而减小;随着热压温度的上升和喷蒸时间的延长而增大。

影响TS的因素依次为:施胶量、喷蒸时间、热压温度、热压时间。TS随着施胶量的增大和喷蒸时间的延长而减小;随着热压温度的升高而增大。热压时间的影响可忽略不计。

3) 在蒸汽压力为0.35MPa,板材目标密度为0.3g/cm³的条件下,本试验范围的较佳热压工艺为:热压温度160℃、施胶量10%、喷蒸时间10s、热压时间10s/mm。样板各项性能的检测结果,符合GB/T 17657-1999要求。

参考文献:

- [1] 徐长妍, 华毓坤. 喷蒸真空热压技术[J]. 林产工业, 1999, 26(2): 20-22.
- [2] Hsu W E. Apparatus for steam pressing compressible mat material[P]. U S Patent, 4850489, 1989.
- [3] 谢力生, 李昱坤, 李翠翠, 等. 纤维板喷蒸热压传热传质规律研究[J]. 林业科技, 2007, 32(1): 46-49.
- [4] Subiyanto B, Kawai S, Sasaki H, et al. Studies on curing condition of particle-board adhesive I. Effect of environmental temperature and adhesive temperature on gelation time[J]. Mokuzai Gakkaishi, 1988, 34(4): 333-336.
- [5] Subiyanto B, Kawai S, Tanahashi M, et al. Studies on curing condition of particleboard adhesive II. Curing of adhesives under high steam pressures or temperatures[J]. Mokuzai Gakkaishi, 1989, 35(5): 419-424.
- [6] Xu J Y, Han G P, Wong E D, et al. Development of binder less particleboard form kenaf core using steam-injection pressing[J]. Journal of Wood Science, 2003, 49(4): 327-332.

(责任编辑 鲍加芬)