

研究简报

热处理对 MDF 力学性质的影响

彭万喜¹, 李凯夫², 温福泉², 吴义强¹, 李年存¹

(1. 中南林业科技大学材料科学与工程学院, 湖南长沙 410004; 2. 华南农业大学林学院, 广东广州 510640)

摘要: 对市场随机购买的中密度纤维板(MDF)进行热处理,以期改善其力学性质。采用全因素试验方法,对影响 MDF 热处理效果的因子进行了分析。结果表明:热处理温度、时间,以及不同的生产厂家和产品厚度,对板材的主要力学性质指标可产生一定的影响。建议:当产品中的胶黏剂未完全固化时,可以采用热处理工艺以提高其内结合强度。

关键词: 中密度纤维板(MDF); 力学性质; 热处理

中图分类号:TS653.6

文献标识码:B

文章编号:1001-8654(2008)06-0014-03

Influence of Heat Treatment on Mechanical Properties of Medium Density Fiberboard

PENG Wan-xi¹, LI Kai-fu², WEN Fu-quan², WU Yi-qiang¹, LI Nian-cun¹

(1. College of Materials Science and Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, Hunan, China;

2. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510640, Guangdong, China)

Abstract: Small samples of medium density fiberboard were treated at various temperatures and durations in a dry oven. The mechanical properties of these samples were evaluated to examine the effect of the heat-treatment. The results showed that temperature has a significant effect on the modulus of rupture while duration exhibited considerable impact on internal bond and modulus of elasticity. It was observed that heat treatment could improve internal bond when the press time was not long enough to cure the binder.

Key words: medium density fiberboard; mechanical properties; heat treatment

室内环境质量直接关系到人们的健康。据日本学者花井义的研究,污染室内空气中的甲醛主要来自于纤维板、胶合板等人造板制品^[1]。中密度纤维板(MDF)是当前主导市场的人造板产品,大量用于家具生产及室内装饰,时常引发一些室内甲醛超标或严重超标的事件。

热处理可以快速降低人造板中甲醛含量,因而被一些企业采用,但在降低 MDF 甲醛释放量的同时,易导致板材力学强度下降过大^[2-3]。如何在热处理中保持和提高板材的物理力学性质,一直为生产企业所关注。鉴于此,笔者采用全因素试验法,分析热处理

条件对不同厚度 MDF 力学性质的影响,以期改善 MDF 产品的性质提供技术支撑。

1 试验材料与方法

1.1 材料

MDF:幅面为 2440 mm×1220 mm,在市场上随机挑选 4 个厂家的产品,从每个厂家购买 2 种厚度规格的产品各 10 张。4 个厂家分别记为 F1、F2、F3、F4,其 15 mm 厚 MDF 产品的密度分别为 0.68、0.71、0.76、0.72 g/cm³,18 mm 厚 MDF 产品的密度分别为 0.69、0.70、0.74、0.73 g/cm³。

1.2 方法

将 MDF 裁切成 600 mm×600 mm 的试验板。根据实际生产的情况,设置试验考察因子与水平(见表 1)。

收稿日期:2008-02-20; 修改日期:2008-10-16

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2007CB210201);国家自然科学基金(30671634);中南林业科技大学青年科学研究资助项目(05036B)。

作者简介:彭万喜(1974—),男,中南林业科技大学副教授,博士。

表 1 试验因子与水平

Tab. 1 Factors and levels designed for the experiment

因子	水平			
	1	2	3	4
A 热处理温度/℃	45	55	65	75
B 热处理时间/min	30	60	90	120
C MDF 生产厂家	F1	F2	F3	F4
D MDF 厚度/mm	10	15		

在 EL-10PA 型高低温交变试验箱中对板材进行热处理,然后按照 GB/T 11718-1999《中密度纤维板》对产品性能进行检测。由于生产实践已经证实,热处理可以快速降低人造板的甲醛释放量,故本研究只测试板材的静曲强度(MOR)、弹性模量(MOE)、内结合强度(IB)等力学性质。

2 试验结果与分析

热处理后 MDF 的力学性质检测结果列于表 2,方差分析见表 3。

表 2 热处理 MDF 的力学性质检测结果

Tab. 2 The mechanical properties of heat treated MDF

指标	水平	因子			
		A	B	C	D
MOE/MPa	1	2 320	2 396	2 170	2 203
	2	2 326	2 361	2 362	2 375
	3	2 307	2 253	2 259	
	4	2 202	2 146	2 365	
MOR/MPa	1	23.5	22.2	23.3	22.8
	2	21.2	22.6	23.4	21.0
	3	21.9	21.8	23.0	
	4	21.1	21.2	18.1	
IB/MPa	1	0.488	0.525	0.493	0.522
	2	0.522	0.514	0.490	0.460
	3	0.500	0.493	0.488	
	4	0.453	0.431	0.493	

2.1 热处理温度的影响

由表 3 的分析可知,热处理温度对 MDF 的 MOR 影响显著,对 IB 和 MOE 影响不显著。这是因为试验设置的最高热处理温度仅为 75℃,在此温度下,木纤维的主要化学成分不会发生变化。当温度升高时,木素的塑性增加,尽管这种作用是可以恢复的,但由于受到胶黏剂的影响,只能部分恢复^[4];另外,温度升高后,木材产生热膨胀和分子振动,引起晶格间隔变化,分子内聚力减小,纤维素分子链滑移,木素和半纤维素软化,塑性变形增加,造成应力的不均匀分布,使得板材的力学性质发生变化^[2,4]。表 3 显示,热处理温度选择 55℃ 比较适宜。

表 3 热处理 MDF 力学性能的方差分析

Tab. 3 Analysis of variance on mechanical properties of treated MDF

指标	方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
MOE/MPa	A	327 133	3	109 044.3	1.51	
	B	1228 739	3	409 579.8	5.67	***
	C	837 415	3	279 138.3	3.86	**
	D	951 683	1	951 682.6	13.18	***
	误差	8 450 701	117	72 228.2		
	总和	11 795 671	127			
MOR/MPa	A	118	3	39.3	2.16	*
	B	36	3	11.9	0.66	
	C	631	3	210.3	11.56	***
	D	107	1	106.9	5.88	**
	误差	2 129	117	18.2		
	总和	3 020	127			
IB/MPa	A	0.080	3	0.026 67	1.88	
	B	0.169	3	0.056 33	3.99	***
	C	0.001	3	0.000 33	0.01	
	D	0.123	1	0.123 00	8.69	***
	误差	1.656	117	0.014 15		
	总和	2.029	127			

注: $F_{0.01}(3,117)=3.95$, $F_{0.05}(3,117)=2.68$, $F_{0.1}(3,117)=2.13$, $F_{0.01}(1,117)=6.86$, $F_{0.05}(1,117)=3.92$; *, **, *** 分别表示因素在 0.1、0.05、0.01 水平影响显著。

2.2 热处理时间的影响

表 3 显示,热处理时间对 MDF 的 IB 和 MOE 影响极为显著,而对 MOR 影响不显著。在热处理中, MDF 内残余应力释放,使胶层发生机械破坏,导致力学强度下降。另外,在热作用下,木材中的水分解吸,使细胞壁紧缩,导致木材脆性增加^[2,4]。因此,随着热处理时间的延长,板材的 IB、MOR 和 MOE 均表现为降低的趋势。由此可见,在生产实践中,应严格控制 MDF 的热处理时间。

2.3 厂家的影响

从表 2 中可以看出,在同样试验条件下,不同生产厂家的 MDF 产品的 MOE 和 MOR 差异很大,而 IB 较为接近。这是因为各个厂家采用的胶黏剂、制造工艺、纤维树种及其比例不尽相同,导致对 MDF 的力学性质影响各异^[5]。

在实际生产中,一些厂家为了提高生产效率而缩短热压时间,导致脲醛树脂胶固化不完全,影响产品的 IB 值较低。采用一定的热处理工艺,可以提高产品的 IB,如笔者从 F2 厂购买的 15 mm 厚 MDF,其 IB 原仅为 0.39 MPa,在 55℃ 处理 90 min 后,IB 提高到 0.52 MPa。但对于胶黏剂固化较完全的板材,热处理反而会降低板材强度。

2.4 产品厚度的影响

表3结果表明,产品厚度对热处理 MDF 的 IB 和 MOE 影响极为显著,而对 MOR 影响显著。其原因是,在热压过程中,表层胶黏剂受热先固化,然后逐步向芯层固化。板坯越厚,所需热压时间越长,由此引起预固化层也越厚;反之,则芯层的胶黏剂未能完全固化,使板材的力学性质降低^[6-8]。在生产实际中,薄板的 IB 一般较高于厚板。因此,应将不同厚度的 MDF 分开热处理,以达到最佳处理效果。

3 结论

1) 热处理过程中,温度对 MDF 的 MOR 影响显著;处理时间、产品厚度对 MDF 的 IB 和 MOE 影响极为显著;生产厂家对 MDF 的 MOE 影响显著,对 MOR 影响极为显著。

2) 当 MDF 产品中的胶黏剂未完全固化时,热处理可以提高板材的 IB,但必须严格控制处理时间。

3) 适宜的热处理工艺为:温度 55℃,时间 60~

90 min。由于各个工厂的产品千差万别,故进行热处理时,应进行必要的验证试验以完善工艺。

参考文献:

- [1] 林凤鸣. 世界人造板产业政策[J]. 人造板通讯, 2001(1): 11-12.
- [2] 曹永建, 吕建雄, 孙振莺, 等. 国外木材热处理工艺进展及制品应用[J]. 林业科学, 2007, 43(2): 104-110.
- [3] 乔建政, 彭万喜, 吴义强. 热处理工艺对脲醛树脂刨花板力学性质的影响[J]. 林业科技, 2008, 33(1): 44-46.
- [4] Roger Rowell. The chemistry of solid wood[M]. Washington D C: American Chemical Society, 1984: 1-420.
- [5] 曹忠荣, 黄洛华, 曲岩春. 三种速生建筑材树种制造中纤维的制浆工艺和磨片选型[J]. 木材工业, 1999, 13(3): 3-13.
- [6] 黎爱纯. 中密度纤维板导热系数的研究[J]. 林产工业, 1997, 24(2): 27-30.
- [7] 谢力生, 赵仁杰, 张齐生. 胶黏剂对纤维板热压传热的影响[J]. 木材工业, 2003, 17(2): 15-16.
- [8] 杨松. 连续压机生产 HDF/MDF 常见问题的分析与改进[J]. 木材工业, 2008, 22(4): 36-38. (责任编辑 向琴)

欢迎订阅2009年 木材工业 杂志

刊号: ISSN 1001-8654 CN 11-2726/S

邮发代号: 2-311

《木材工业》为中国林科院木材工业研究所主办, 1987年创刊, 国内外公开发行人。以“面向社会, 服务行业”为宗旨, 以报道木材工业领域的前沿科学研究、行业发展方针与政策、先进实用生产技术为主要内容。为《中文核心期刊》、《中国科技核心期刊》, 国家林业局优秀科技期刊, 《中国科技期刊精品数据库》、《CAB Abstracts》收录; 《中国期刊网》、《中文科技期刊数据库》、《万方数据数字化期刊群》全文收录。期刊经营上, 积极拓展思路, 发挥媒体的服务功能, 并获得良好的经济效益; 国际上, 多次应邀出访国外的科研、企业、媒体, 进行广泛的交流与合作, 具有一定的影响力。是我国木材领域集研究开发与生产管理、行业信息为一体的行业领先科技期刊。

编委会名誉主任: 江泽慧 张齐生

编委会主任/副主任: 陈绪和/叶克林

★报道领域

- 1 木材人造板、结构板材、木塑复合材料、秸秆板的制造技术;
- 2 表面装饰加工技术; 木工胶黏剂与涂料的制造与应用技术;
- 3 木材干燥、阻燃、防腐、改性处理技术; 木结构房屋、门窗、地板的加工技术;
- 4 人造板机械、木工机械的设计、制造与应用, 计算机技术在木材加工领域的应用;
- 5 家具生产工艺、新材料开发与应用、家具结构设计及软件开发与应用;
- 6 节能、降耗、减排, 工艺革新, “三废”治理技术

★行业层面

业内具有一定技术实力的生产企业, 科研、设计院所, 专业院校, 行业协会与学会组织, 质量监督检验机构, 商贸机构, 相关政府部门及管理机构

★目标读者

木材加工、人造板生产、家具制造以及相关的机械、化工、自控领域, 从事研究开发、生产管理、质量监控、设计制造、专业教学、技术咨询、木材贸易、市场营销等工作, 具有一定专业基础的中、高层技术人员以及业务人员

★订阅方式

10元/册, 全年60元(挂号85元/年)。全国各地邮电局(所)办理订阅, 邮发代号2-311。

本刊亦常年受理《木材工业》订阅

自2009年改为单月5号出版, 订单下载请登录: www.cwijournal.com