

高温水热处理对刨花制板性能的影响

高晨超, 张洋, 王超

(南京林业大学, 南京 210037)

摘要: **目的** 提高人造板的尺寸稳定性及使用价值。 **方法** 采用高温水热处理来脱除杨木刨花中部分半纤维素, 研究处理温度及时间对脱除效果的影响, 并测试刨花压制板的力学性能及吸水膨胀性能。 **结果** 处理后的刨花组分含量发生变化, 大部分半纤维素被脱除, 半纤维素的脱除对刨花原料的润湿性有影响。在处理温度为 170 ℃, 处理时间为 60 min 时, 刨花的质量损失率最高(24.9%), 所压制板材的防潮性能的提高幅度最大(13.4%), 而力学性能有所降低, 其静曲强度为 14.4 MPa, 内结合强度为 0.53 MPa。 **结论** 刨花原料经高温水热处理能够提升其压制板材的防潮性能。

关键词: 刨花板; 高温水热处理; 半纤维素; 润湿性; 吸湿

中图分类号: TB484.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)07-0036-04

Effect of High-temperature Hydrothermal Treatment on Properties of Particle Board

GAO Chen-chao, ZHANG Yang, WANG Chao

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

ABSTRACT: The purpose of this study was to improve the dimensional stability and end-use value of the wood-based panel. The effects of experimental parameters such as temperature and time on the effectiveness and efficiency of hemicellulose extraction from poplar particles by high-temperature hydrothermal treatment were studied. And the mechanical performance and swelling properties of the particle board were tested. The results showed that high-temperature hydrothermal treatment had strong influence on the composition of particles, with most hemicelluloses removed, which influenced the wettability of particles. The mass-loss rate reached a maximum of MS:24.9% upon 60 minutes of treatment at 170 ℃. The panels made of treated materials showed an maximum improvement in moisture absorption property (13.4%) at small sacrifice of mechanical properties (MOR: 14.4 MPa, IB: 0.53 MPa). In conclusion, high-temperature hydrothermal treatment could improve the moisture absorption property of particle board.

KEY WORDS: particle board; high-temperature hydrothermal treatment; hemicelluloses; wettability; moisture absorption

随着人们保护资源的意识逐渐提高,使用速生材生产的人造板材代替传统木材生产的包装材料、家具和装修材料等已成为共识。人造板材易吸湿变形,且变形后不易恢复,降低了其使用性能,且视觉效果不理想。木材主要由纤维素、半纤维素和木质素等3种基本成分组成,纤维素以微纤丝束的形式构成细胞壁

的骨架,半纤维素与木质素分散包裹在微纤丝束的周围及其表面^[1-2]。木材吸湿主要是由于木材中的羟基通过氢键与水分子结合,半纤维素较纤维素含有更多的羟基,故成为木材吸湿的主要原因。预处理除去原料中高亲水性的组分,从而减少吸湿,且被分解的糖类可作为发酵原料,不仅是改善人造板吸湿性能的一

收稿日期: 2014-08-28

基金项目: 江苏省科技型企业技术创新资金(BC2013422)

作者简介: 高晨超(1990—),男,江苏南京人,南京林业大学硕士生,主攻人造板与胶黏剂。

通信作者: 张洋(1956—),男,江苏无锡人,南京林业大学教授,主要研究方向为木材科学与技术。

种创新思路,还可以为新能源的开发提供新途径^[3-4]。

研究表明,半纤维素的热稳定性较纤维素和木质素差^[5-9]。150 ℃时,半纤维素的降解速度比纤维素快4倍,比木质素快2倍。在225 ℃左右时可检测到纤维素的分解,而结晶区的纤维素在接近300 ℃时才开始分解。与纤维素和木质素相比,在受热的情况下半纤维素更容易分解,开始分解的温度约为160 ℃^[10]。

为此,文中采用高温水热处理除去杨木中的半纤维素,分析探讨热处理对原料组分及压制刨花板性能的影响,以期为生产实践提供理论依据。

1 实验

1.1 材料

实验材料:刨花,刨花由碎单板经刨片机加工获得,碎单板来源于江苏舜天木业有限公司,树种为意杨,含水率为12%;脲醛树脂胶黏剂,固含量为45%,固化时间为62 s。

1.2 方法

1.2.1 试样制备

- 1) 将杨木单板制成1 cm×1 cm的小木片,区分好正反面,以备测量接触角。
- 2) 半纤维素脱除。在3种处理温度(140, 155, 170 ℃)和2个处理时间(30, 60 min)的条件下脱除杨木中的半纤维素,刨花与水的固液质量比为1:20。用纱布分别包取经称量后的绝干刨花、小木片,以备测量质量损失率和表面接触角。蒸煮后的刨花经大量清水漂洗后在70 ℃下烘干24 h^[11-12]。

3) 刨花板工艺。经155, 170 ℃处理和未处理的刨花分别干燥后,施胶(未添加防水剂),经铺装、热压、后期加工处理后检测性能。刨花板覆面尺寸为30 cm×30 cm,厚度为1.1 cm,密度为0.75 g/cm³,热压温度为160 ℃,热压时间为6 min。

1.2.2 性能测试

1) 质量损失率。称量刨花处理前后的质量,计算刨花的质量损失率 ω ,计算公式为:

$$\omega = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\%$$

式中: m_1 为处理前质量; m_2 为处理后质量。

2) 高效液相色谱测定成分。使用Agilent1100型高效液相色谱仪,测试条件:色谱柱 Aminex HPX-87P (300 mm×78 mm),柱温为80 ℃,流动相为脱气超纯

水,流速为0.4 mL/min,监测器为折光示差检测器、紫外检测器,进样量为0.5 μL。采用外标法测定木质素、半纤维素的含量^[13]。

3) 接触角测量。使用滴液法测试其表面接触角,仪器采用接触角测量仪JC2000C,测试液体为脲胶,接触角的测量方法采用切线法。图片从液滴刚接触单板表面开始,每隔5 s拍摄1张,至第60 s时结束。实验时拍3组图片,测量接触角后,数据取平均值^[14-17]。

4) 刨花板性能测试。按照GB/T 4897.1—2003《刨花板国家标准要求》,使用万能力学试验机(CMT 614型,新三思)测试其静曲强度和内结合强度。检测刨花板的24 h吸水厚度膨胀率。

2 结果与讨论

2.1 质量损失

在不同处理温度及处理时间的条件下,刨花经高温水热处理后的质量损失率见表1。可以看出,质量损失率随处理温度和处理时间的增加而增大,在处理温度为140 ℃时,质量损失率很小,处理时间为30 min和60 min时的质量损失率分别为3.8%和4.5%;处理温度为155 ℃时,其对应的质量损失率分别为10.4%和14.3%;当处理温度为170 ℃、处理时间为60 min时,质量损失率为24.9%。这是因为温度越高,木材中的物质降解得越剧烈,反应时间越长分解越充分。另外,随着温度的升高,容器内压力增大,水在压力的作用下更容易渗入木材内部,加快了木材中物质的降解。

表1 刨花处理后的质量损失率
Tab.1 Mass loss rate after treatment

温度/℃	时间/min	蒸煮前质量/g	蒸煮后质量/g	质量损失率/%
140	30	18.86	18.14	3.8
140	60	19.26	18.38	4.5
155	30	19.34	17.32	10.4
155	60	20.09	17.21	14.3
170	30	17.79	14.72	17.3
170	60	18.97	14.25	24.9

2.2 高效液相色谱成分测定

经高效液相色谱测定,杨木原料主要成分的含量变化见图1。可以看出,组成半纤维素的木聚糖质量分数随着处理温度 and 时间的延长而降低,从12.4%(未

处理)下降到6.7%(温度为170℃,时间为60 min),半纤维素脱除了一半。组成纤维素的葡萄糖经处理后,质量分数由46.4%(未处理)提升到62.3%(温度为170℃,时间为60 min)。木质素的含量略有增长,但增长幅度没有纤维素的明显,这可能是由于在高温条件下,随着木质素的降解,部分半纤维素也被降解,而纤维素却比较稳定。原料中半纤维素含量减少,则原料与水的结合能力相应减弱,在宏观上表现为吸湿性能得到改善。

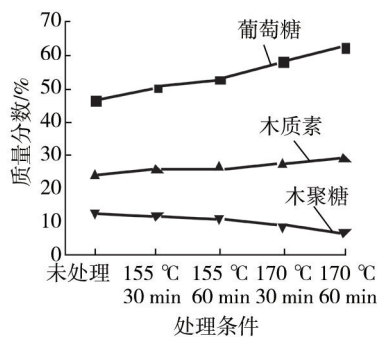


图1 主要化学成分变化
Fig.1 Changes of main chemical components

2.3 润湿性

脲胶对经处理杨木接触角与时间的关系见图2。可以看到,接触角随着时间的推移逐渐减小,高温水热处理使接触角增大。从初始角的大小来看,经过处理的杨木接触角有增加趋势,由未处理时的97.36°增加到113.88°(140℃)和119.10°(155℃),但是当温度为170℃时接触角又减小,为106.5°。另外,观察4条折线随时间的变化趋势可知,经水热处理后,胶液进入杨木的速率变慢,但处理温度为170℃的杨木除外。这表明,处理后的杨木有一定的疏水性,这是由于在高温作用下,杨木中半纤维素等物质发生降解,亲水基团有所减少,而在170℃时,杨木中过多的成分流失使其组织变松散,胶液对其渗透增强,导致宏观上的接触角减小。

2.4 板材性能

处理前后刨花所压制板材的性能见表2。可以看出,处理后的刨花压制板材的24 h吸水厚度膨胀率明显下降,从23.4%降低到13.4%,可见板材的吸湿性能得到了改善。从静曲强度和内结合强度的数据可知,在改善板材吸湿性能的同时,其力学性能相应降低,静曲强度和内结合强度都呈下降趋势。这可能是由于在高温水热处理的情况下,刨花中半纤维素等含有

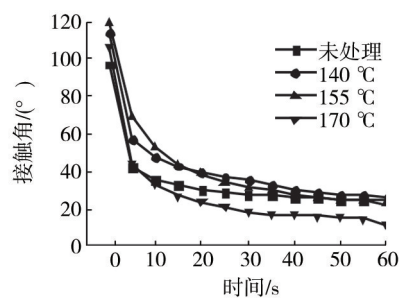


图2 脲胶与处理杨木接触角
Fig.2 Contact angle of UF-poplar

表2 刨花板力学及物理性能
Tab.2 Mechanical and physical properties of particle boards

温度/ ℃	时间/ min	静曲强 度/MPa	内结合 强度/MPa	24 h吸水厚度 膨胀率
—	—	18.5 ± 0.8	0.57 ± 0.09	23.4 ± 2.1
155	30	17.3 ± 0.9	0.57 ± 0.05	21.3 ± 4.5
155	60	16.8 ± 1.1	0.55 ± 0.05	20.5 ± 1.6
170	30	16.3 ± 0.8	0.53 ± 0.07	15.1 ± 1.6
170	60	14.4 ± 0.9	0.53 ± 0.02	13.4 ± 2.3

丰富羟基的组分被降解,所以木材的吸湿性能得到改善。在胶黏剂与木材胶合过程中,羟基起到增强胶合强度的作用,羟基的脱除在一定程度上降低了胶合强度。在大量组分流失的同时,木材的内部结构受到一定程度的破坏,组织变得松散,从而影响了所压制刨花板的力学性能。

3 结语

- 1) 在杨木的高温水热处理过程中,部分物质因为降解而被脱除,经高效液相色谱测定,发现主要的降解物质是半纤维素,且温度越高,反应时间越长,降解越充分,原料的质量损失就越大。
- 2) 经高温水热处理后,杨木的表面润湿性能有所降低,但是温度过高会使组分流失过多,从而导致组织变松散,杨木的渗透性增加。
- 3) 经高温水热处理后,杨木刨花压制板材的吸湿性能得到改善,但由于原料组分的流失,其力学性能有所下降。

参考文献:
[1] 刘艳萍. 酶处理对麦秸纤维及其制版特性的影响机理研究[D]. 南京:南京林业大学,2010.
LIU Yan-ping. Study on the Influencing Mechanism of Enzyme Treatment on Properties of Wheat-straw Fiber and

- Wheat-straw Fiberboard[D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2010.
- [2] GARCIA-MARAVER A, SALVACH A B. Analysis of the Relation between the Cellulose, Hemicellulose and Lignin Content and the Thermal Behavior of Residual Biomass from Olive Trees[J]. Waste Management, 2013, 33: 2245—2249.
- [3] KATHARINA E, KLAUS K. Comparison of Different Pre-treatment Methods for Separating Hemicellulose from Straw during Lignocellulose Bioethanol Production[J]. Energy Procedia, 2013(40): 172—181.
- [4] 丁兴红. 利用玉米芯半纤维素水解液发酵生产木糖醇的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2006.
DING Xing-hong. Study on the Xylitol Fermentation from Hemicellulosic Hydrolysate of Corncob[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2006.
- [5] 孙伟伦, 李坚. 高温热处理落叶松木材尺寸稳定性及结晶度分析表征[J]. 林业科学, 2010, 46(12): 114—118.
SUN Wei-lun, LI Jian. Analysis and Characterization of Dimensional Stability and Crystallinity of Heat-treated Larix spp [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2010, 46(12): 114—118.
- [6] 陈人望, 李惠明, 严婷. 热处理改性木材的性能分析 V——热处理木材的尺寸稳定性能[J]. 木材工业, 2010, 24(5): 48—49.
CHEN Ren-wang, LI Hui-ming, YAN Ting. Dimensional Stability of Heat-treated Lumber[J]. China Wood Industry, 2010, 24(5): 48—49.
- [7] 刘星雨. 高温热处理木材的性能及分类方法探索[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2010.
LIU Xing-yu. The Properties Changes and Classification Explore of Heat Treatment Wood[D]. Beijing: Chinese Academy of Forestry, 2010.
- [8] 周永东, 姜笑梅, 刘君良. 木材超高温热处理技术的研究及应用进展[J]. 木材工业, 2006, 20(5): 1—3.
ZHOU Yong-dong, JIANG Xiao-mei, LIU Jun-liang. Development and Application of Heat-treatment Techniques for Lumber[J]. China Wood Industry, 2006, 20(5): 1—3.
- [9] DUBEY M, PANG S, WALKER J. Oil Uptake by Wood during Heat-treatment and Post-treatment Cooling, and Effects on Wood Dimensional Stability[J]. European Journal of Wood Products, 2012, 70(1/3): 183—190.
- [10] MANUEL R P, VIKRAM Y. A Review of Wood Thermal Pre-treatments to Improve Wood Composite Properties[J]. Wood Science and Technology, 2013(65): 456—465.
- [11] HOSSEINAEI O, WANG SI-QUN, KIM J W. Effect of Hemicellulose Extraction on Water Absorption and Mold Susceptibility of Wood-plastic Composites[J]. International Biodeterioration & Biodegradation, 2012, 71: 29—35.
- [12] CELEBIOGLU H Y, CEKMECELIOGLU D. Effect of Extraction Conditions on Hemicellulose Yields and Optimisation for Industrial Processes[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2012(47): 2597—2605.
- [13] 杨雨微. 杨木微纳纤维的分离工艺及特性研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2013.
YANG Yu-wei. Manufacture Process and Characterization of Poplar Cellulose Micro/Nano Fibrils[D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2013.
- [14] TAMMAR S M, ABRAHAM M. Contact Angle Measurement on Rough Surfaces[J]. Journal of Colloid and Interface Science, 2004(274): 637—644.
- [15] 周兆兵, 张洋, 袁少飞, 等. 速生杨木材的动态润湿性能[J]. 东北林业大学学报, 2008, 36(4): 20—21.
ZHOU Zhao-bing, ZHANG Yang, YUAN Shao-fei, et al. Dynamic Wettability of Fast-growing Poplar Wood[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2008, 36(4): 20—21.
- [16] 杜文琴, 巫莹柱. 接触角测量的量高法和量角法的比较[J]. 纺织学报, 2007, 28(7): 29—32.
DU Wen-qin, WU Ying-zhu. Comparison of Hypsometry and Goniometry in Contact Angle Measurement[J]. Journal of Textile Research, 2007, 28(7): 29—32.
- [17] 丁晓峰, 陈沛智, 管蓉. 接触角测量技术的应用[J]. 分析实验室, 2008, 27: 72—75.
DING Xiao-feng, CHEN Pei-zhi, GUAN Rong. The Application of Contact Angle Measurement[J]. Chinese Journal of Analysis Laboratory, 2008, 27: 72—75.

欢迎订阅

欢迎投稿