

研究与开发

杨木微细纤维的制备及 用于秸秆纤维板的浸渍处理

黄润州^{1,2}, 周兆兵¹, 张洋¹, 刘艳萍¹, 崔举庆¹

(1. 南京林业大学木材工业学院, 江苏南京 210037; 2. 美国路易斯安那州立大学再生资源学院, Louisiana 70803-6202)

摘要: 为了改善秸秆纤维板的尺寸稳定性,将制备的杨木微细纤维悬浮液,与三聚氰胺树脂混合后,应用于秸秆纤维板的浸渍处理。试验结果表明:采用高压均质器制备杨木微细纤维悬浮液是可行的;浸渍处理可以提高秸秆纤维板的增重率和阻湿率;在本试验范围内,微细纤维悬浮液的质量分数愈高,浸渍时间愈长,秸秆纤维板的增重率和阻湿率亦愈高。

关键词: 秸秆纤维板; 微细纤维; 三聚氰胺树脂

中图分类号: S792.11; TS721.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2012)01-0024-03

Immersion Treatment of Straw Fiberboard with Micro Poplar Fibrils

HUANG Run-zhou^{1,2}, ZHOU Zhao-bing¹, ZHANG Yang¹, LIU Yan-ping¹, CUI Ju-qing¹

(1. College of Wood Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;

2. School of Renewable Natural Resources, Louisiana State University Agricultural Center, LA 70803-6202, USA)

Abstract: Micro fibrils produced from poplar pulp were mixed with melamine formaldehyde resin and used as a immersion treatment for straw fiberboard. The authors evaluated specimens cut from the treated fiberboard for weight-gain and moisture-resistance rates. The results showed that as the micro fibril concentration and treatment duration increased, the fiberboard weight-gain and moisture-resistance rates improved considerably.

Key words: straw fiberboard; micro fibrils; melamine formaldehyde resin(MF)

农作物秸秆作为木材原料的替代品之一,近年来,在用于人造板研究、制造及产业化发展方面进展迅速^[1]。但秸秆表面的蜡状物和有机硅,对人造板产品质量、加工工艺以及产品类型均有较大的影响^[2]。采用脲醛树脂或酚醛树脂生产的秸秆人造板,难以得到理想的尺寸稳定性和胶合强度。如何改善采用脲醛树脂胶生产的秸秆板性能,一直是研究的热点。

从天然纤维中分离微细纤维的主要方法有化学法和机械分离法。分离后的微细纤维由成束的高强度(10 GPa)和高杨氏弹性模量(150 GPa)的纤维素分子链组成^[3-4],具有极高的机械特性。国外的科研人员以木材纸浆为原料,采用高压均质器对其进行机械分离加工,制成纤维素微细纤维产品,并且成功应用于食物、化妆品和医学产品等领域^[4]。

杨树是分布最广、适应性最强的树种之一,也是我国重要人工林树种之一。将杨木纤维加工成微细纤维加以利用,可以提高其附加值。

鉴于此,笔者采用机械分离法制备杨木微细纤维

收稿日期: 2011-03-19; 修改日期: 2011-11-28

基金项目: 国家自然科学基金(31070492); 江苏高校优势学科建设工程资助项目。

作者简介: 黄润州(1979—),男,南京林业大学博士研究生。

通讯作者: 张洋,男,南京林业大学教授,博士生导师。

悬浮液,并用于秸秆纤维板成品板的浸渍处理,目的是提高秸秆纤维板的尺寸稳定性,并为扩大杨木微细纤维的应用领域和改善秸秆人造板的性能提供参考。

1 材料和方法

1.1 试验材料

1) 杨木纤维:纸浆纤维,苏北造纸厂提供,购回后使其自然阴干,含水率约为15%。

2) 三聚氰胺树脂(MF):实验室自制,无色透明液体,固体含量46%~48%,黏度45 mPa·s(20℃),pH值=9。

3) 微细纤维悬浮液的制备:将杨木纤维粉碎,再磨成80目的细小纤维后,将其分散在蒸馏水中,分别配置成质量分数0.7%和1.0%的纤维悬浮液浆料。然后使用高压均质仪对其进行均质处理,根据预备试验结果,均质压力采用80 MPa,循环30次(从进料到出料为1个循环)。

4) 微细纤维/MF混合液:自制,无色透明液体,微细纤维悬浮液为0.7%和1.0%两种质量分数,按照 $m(\text{微细纤维悬浮液}):m(\text{MF树脂})=1:3$ 的比例,加入MF树脂。

添加MF树脂目的是使杨木微细纤维与秸秆纤维板产生良好的结合。利用高压超声波处理混合液30 min,使其不易团聚。

5) 秸秆纤维板:密度0.6 g/cm³,秸秆纤维和脲醛胶(UF),均为实验室自制。热压温度180℃,热压压力3.0 MPa,热压时间0.3 min/mm(板厚),UF胶施加量为12%。制成试板的规格(长×宽×厚)50 mm×50 mm×10 mm。

1.2 试验仪器

AH 100D型高压均质仪,ATS工业系统有限公司生产;Winner 2005型激光粒度分析仪,济南微纳颗粒技术有限公司产;真空干燥箱。

1.3 浸渍处理

为了验证微细纤维溶液可有效地改善板材的尺寸稳定性,以同样质量的蒸馏水+等质量的MF树脂,作为对照试验,对照处理液标记为质量分数0。

1) 将秸秆纤维板分别浸入质量分数为0(对照)、0.7%和1.0%的微细纤维/MF混合液中,放入真空干燥箱中,在常温下抽真空(-0.1 MPa)。

2) 分别浸渍8、16、24 h,随后取出晾干。

3) 放入干燥箱(120℃)干燥24 h,使MF树脂完全固化。

1.4 评价方法

1) 将少量均质处理后的微细纤维,放在冷冻干燥机中干燥后,进行粒径分布分析,了解微细纤维分离的效果。

2) 对浸渍处理前后的秸秆纤维板的质量进行称量,计算增重率以评价秸秆板浸渍处理的效果。

3) 以阻湿率为指标,衡量微细纤维/MF处理液,对秸秆纤维板尺寸稳定性改善效果。计算公式:

$$MEE = \frac{X - X_0}{X_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中:MEE—阻湿率,%;X—未处理秸秆板的吸湿率,%;X₀—处理秸秆纤维板的吸湿率,%。

吸湿率的测定方法:

① 将未处理试件在105℃下烘至绝干;

② 浸渍后试件在120℃下烘至绝干;

③ 将绝干的未处理、浸渍处理秸秆板,一同置于相对湿度70%,温度20℃的环境中15天后称量,计算其吸湿率。

2 结果与分析

2.1 杨木微细纤维的粒径分布

利用激光粒度分析仪,对微细纤维悬浮液进行粒径分布分析的结果显示,当均质压力为80 MPa、循环30次时,质量分数为0.7%的杨木微细纤维,其粒径分布在148 nm~16.4 μm之间,单位体积表面积为12 761.8 cm²/cm³;而质量分数为1.0%的微细纤维粒径在64 nm~69.8 μm之间,表面积为84 763.6 cm²/cm³。

杨木纤维悬浮液浆料通过高压均质仪的柱塞泵吸入,在柱塞作用下进入压力可调节的阀组中,经过特定宽度的限流缝隙后,瞬间失压的物料以极高的流速喷出,撞击在碰撞环上,剧烈的撞击力致使物料粉碎细化。在同样循环次数条件下,当悬浮液质量分数较高时,纤维分离成微细纤维的均匀性受到影响。从而导致微细纤维粒径与表面积不同。

经过均质仪处理后,溶液中的纤维颗粒直径多达到微米级,部分达到纳米级。当粒径达到纳米级时,其表面粒子数、表面积和表面能均会大幅增加^[5]。因

此,本研究所采用杨木微细纤维的制备方法,及均质处理参数的设定合理可行。

2.2 秸秆纤维板的增重率与阻湿率

经微细纤维/MF 混合溶液浸渍处理后,秸秆板的增重率和阻湿率变化趋势见图 1。

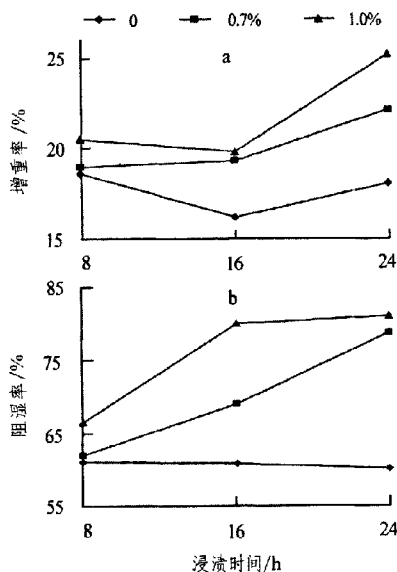


图 1 浸渍处理秸秆板的增重率和阻湿率的变化

Fig. 1 Weight-gain rates and moisture-resistance rates of straw fiberboard samples before and after treatments

1) 增重率

图 1a 显示,处理时间在 8~16 h 之间,秸秆板的增重率变化幅度很小;处理时间超过 16 h 后,增重率迅速增加。

对未添加微细纤维的对照板,处理时间对其增重率影响不大,但加入微细纤维后,增重率明显提高,且随微细纤维质量分数的增加,以及延长浸渍时间,增重率改善显著。

主要是因为微细纤维与三聚氰胺的混合物进入秸秆纤维板,悬浮液质量分数愈高,进入秸秆板的微细纤维与 MF 的量愈大。

2) 阻湿率

从图 1b 看出,当浸渍时间 < 16 h 时,秸秆板的阻湿率迅速上升;16 h 后,质量分数为 0.7% 的微细纤维/MF 混合溶液处理的秸秆板,其阻湿率仍然保持迅速上升的态势;而 1% 微细纤维溶液处理板材的

阻湿率变化趋于平缓。

未添加微细纤维时,处理时间对秸秆纤维板阻湿率几乎没有影响,微细纤维的添加,使秸秆板的阻湿率明显提高,且随微细纤维质量分数、浸渍时间的增加,秸秆板的阻湿率不断提高。

主要原因是微细纤维的加入,使秸秆纤维板表面纤维素含量增加;同时,借助 MF 树脂的作用,微细纤维与秸秆纤维板表面纤维产生良好的结合,使秸秆表面纤维的吸湿基团减少。

混合液的质量分数不同,微细纤维的尺寸分布亦不同,其表面积和表面能相差较大。1.0% 的微细纤维的单位体积表面积,远大于 0.7% 微细纤维混合溶液。因此,在一定的浸渍时间内,质量分数较高的微细纤维,更有利于秸秆纤维板性能的改善。

3 结论

1) 采用机械均质分离法可以制备出符合要求的杨木微细纤维溶液。

2) 随着杨木微细纤维质量分数的提高,以及浸渍时间的增加,浸渍处理秸秆纤维板增重率和阻湿率得到显著改善。

3) 在本试验范围内,采用质量分数 0.7% 的微细纤维悬浮液与 MF 混合,处理秸秆板 24 h 左右;采用 1.0% 的微细纤维与 MF 混合溶液,处理 16 h,秸秆板增重率和阻湿率的改善效果较好。

4) 对于微细纤维在秸秆纤维板表层的分布,有待于深入研究。

参考文献:

- [1] 周定国,梅长彤.面向 21 世纪的农作物秸秆材料工业[J].南京林业大学学报,2001(5): 1-4.
- [2] 孙红宁.以麦秸为原料生产人造板产品存在的问题[J].四川林勘设计,2003(4): 16-18.
- [3] 程庆正,王思群.天然木质微/纳纤维增强纳米复合材料的研究现状[J].林产工业,2007,34(3): 3-7.
- [4] Sakurada I, Nukushina Y, Ito T. Experimental Determination of Elastic Modulus of Crystalline Regions in Oriented Polymers [J]. Journal of Polymer Science, 1962, 57(165): 651-660.
- [5] Eychmuller A. Structure and photophysics of semiconductor nanocrystals [J]. Journal of Physical Chemistry B, 2000, 104 (28): 6514-6528.

(责任编辑 张一萍、姜征)