

研究简报

基于表面处理的麦秸人造板力学性能研究

王逢瑚, 白波, 孙建平, 杨月明

(东北林业大学; 生物质材料与技术教育部重点实验室, 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要: 采用碱溶液对麦秸原料进行处理, 以期改善其表面润湿性, 提高与胶黏剂的结合强度。基于扩散-渗透理论, 对碱溶液的处理效果进行了评价, 并用处理过的麦秸压制刨花板。检测结果表明: 与未处理麦秸刨花板相比, 处理后板材的静曲强度、弹性模量略有下降, 但内结合强度提高, 吸水厚度膨胀率降低, 各项指标均达到相关国家标准要求。

关键词: 麦秸; 表面处理; 碱溶液; 刨花板; 力学性能

中图分类号: TS653

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2009)01-0028-03

Mechanical Properties of Particleboard Made from Surface-treated Wheat Straw

WANG Feng-hu, BAI Bo, SUN Jian-ping, YANG Yue-ming

(Key Lab of Bio-based Material Science and Technology of Ministry of Education, Northeast Forestry University, Harbin 150040, Heilongjiang, China)

Abstract: In order to improve the surface wettability of wheat straw and increase its bonding strength with adhesives, an aqueous alkali was used to modify the surface characteristics. Based on the theory of spreading penetration, the surface wettability of wheat straw following alkali-treatment was evaluated. The mechanical properties and thickness swelling of the particleboard made from the treated wheat straw were tested and compared with the control wheat straw particleboard. The results showed that both modulus of elasticity and modulus of rupture of the particleboard made with the treated wheat straw were slightly decreased. However, the internal bond strength and 2-hour thickness swell were improved considerably. All properties tested in this study met the product specification of National Standard GB/T 4897-2003 for particleboard.

Key words: wheat straw; surface treatment; aqueous alkali; particleboard; mechanical properties

随着经济的发展, 我国对木材的需求量越来越大。据预测, 我国在 2015 年对木材的最低需求量为 3.3 亿 m^3 , 而届时我国森林资源的可供量仅 1.95 亿 m^3 , 供需缺口将达 1.4 亿 m^3 ^[1]。我国是一个农业大国, 秸秆资源十分丰富, 每年产生的秸秆总量约 7 亿 t, 其中 60% 为稻/麦秸秆^[2]。为了利用农作物秸秆替代木材, 生产各种用途的人造板, 国内外学者做了

大量的研究^[3-10], 但一些关键技术, 如秸秆表面含有大量的蜡质层和 SiO_2 物质影响胶合的问题, 尚未能完全解决。对秸秆原料, 若采用传统的醛类树脂 (UF、PF) 胶, 产品的整体性能难以达到要求; 而异氰酸酯胶则价格昂贵, 导致产品生产成本高, 影响市场竞争力。这些问题阻碍了秸秆人造板工业化的发展。

本研究利用麦秸和 UF 胶制造刨花板。从提高麦秸表面润湿性入手, 利用碱溶液对麦秸表面进行处理, 以改善 UF 胶在麦秸表面的扩散-渗透能力, 在降低材料生产成本的前提下, 提高板材的胶合强度, 生产出符合相关国家标准的麦秸人造板, 旨为今后秸秆人造板的工业化生产提供依据。

收稿日期: 2008-04-24; 修改日期: 2008-12-09

基金项目: 黑龙江省科技攻关重点项目 (GB06B501-1-6) 资助。

作者简介: 王逢瑚 (1953—), 男, 东北林业大学教务处长, 教授, 博士生导师。

通讯作者: 孙建平 (1974—), 男, 东北林业大学副教授, 硕士生导师。

1 试验材料与方法

1.1 材料

麦秸 取自哈尔滨市郊,在大气条件下自然干燥后切断成 2~4 cm 的秆段,去除杂质;然后经碾碎机二次碾碎,由双鼓轮刨片机打磨;最后筛选,除去灰分、细小碎料等杂质。

胶黏剂 1) 改性脲醛树脂胶(UF),固体含量为 64%,自制;2) 二苯基甲烷二异氰酸酯胶黏剂(MDI),固体含量为 32%,外购。

处理剂 NaOH(分析纯),质量分数>96%。

1.2 主要仪器

JC2000A 型接触角测量仪,上海中晨数字技术设备有限公司产。

1.3 方法

1.3.1 制板工艺 设定麦秸刨花板密度 0.7 kg/m³,幅面 340 mm×320 mm,厚度 10 mm。麦秸刨花板工艺流程如下:

备料→干燥→施 MDI→拌胶→施 UF→拌胶→预压→热压→放置→锯切→检验

1) 备料 利用 NaOH 溶液对麦秸进行常温浸泡处理,然后用质量分数为 1%的 HCl 稀溶液,调节麦秸 pH 值到 6~8。处理后的麦秸自然晾干一段时间,然后烘干至含水率为 2%~4%。

2) 施胶 分 2 段进行:利用机械施胶,先施加 1.5%的 MDI 胶、再施加 8%的 UF 胶,以保证胶接强度的同时,降低生产成本;

3) 预压 根据前期试验结果,确定压力为 1.5 MPa,时间为 20~30 s;

4) 热压 根据前期试验结果,确定热压温度 (165±30)℃;热压时间为 6.5 min;三段式曲线,最大压力为 3 MPa。

1.3.2 试验设计 根据前期试验和相关文献研究^[7-8],选取对麦秸表面处理影响较大的 3 个因素:NaOH 溶液质量分数、料液比(麦秸质量与施加碱液的体积比)和处理时间等为变量。按照 L₉(3⁴)正交表安排试验,因子水平列于表 1。每种条件重复试验 3 次。

表 1 正交试验因子和水平

Tab. 1 Factors and levels designed for the orthogonal experiment

水平	A NaOH 质量分数/%	B 料液比	C 处理时间/h
1	0.3	10:3.5	12
2	1.5	10:1.5	24
3	0.6	10:2.5	48

1.3.3 性能检测

1) 碱溶液处理效果的评价:为了考察麦秸表面的润湿情况,以液体在麦秸表面的扩散-渗透系数 K,来定量评价不同处理条件下麦秆表面润湿性。K 值通过测量接触角值,由公式推导出。

接触角的测定方法是,在常温常压下,将胶液(约 3 μL)滴到麦秆表面,利用快速拍照,从初始到平衡,由仪器读出接触角。重复 3 次试验,取平均值。

2) 试板力学性能的测试:根据 GB/T 4897-2003《刨花板》,检测麦秸刨花板的弯曲弹性模量(MOE)、静曲强度(MOR)、内结合强度(IB)、2 h 吸水厚度膨胀率(TS)等力学性能。

2 试验结果与分析

2.1 麦秸表面液体扩散-渗透系数 K

液体对固体的润湿程度,通常用接触角来表示。当液体以液滴形式滴(或喷洒)在麦秸表面上时,会有 3 种过程相继发生,即初始接触角形成、液滴扩散和液滴渗透。对于一个理想的液固体系,扩散和渗透随时间的变化率可以用方程来表示。

$$Y=\frac{\theta_e-\theta_i}{\theta_e}\cdot\ln\frac{\theta_i(\theta_e-\theta)}{\theta(\theta_e-\theta_i)}=Kt$$

(1)

式中:K 为接触角变化率常数;θ 为接触角,θ_e 为平衡接触角,θ_i 为初始接触角;t 为时间。

由方程可知,Y 是随时间 t 变化的一次函数,一次函数的斜率即为扩散-渗透系数 K,由此,根据线性拟合,可得出扩散渗透系数 K。

正交试验所测的平衡接触角,以及由接触角推导出的扩散-渗透系数 K 值,和对 K 的差值分析见表 2。

表 2 正交试验结果
Tab. 2 Results of orthogonal experiment

试验号	因子与水平			平均接触角/(°)	K
	A	B	C		
1	1	1	1	31.67	0.001 27
2	1	2	2	32.00	0.001 55
3	1	3	3	25.33	0.002 00
4	2	1	2	12.42	0.004 19
5	2	2	3	20.42	0.002 69
6	2	3	1	19.25	0.002 20
7	3	1	3	10.67	0.005 48
8	3	2	1	23.50	0.001 86
9	3	3	2	19.08	0.003 23
k ₁	0.004 82	0.010 94	0.005 33		
k ₂	0.009 08	0.006 10	0.008 97		
k ₃	0.010 57	0.007 43	0.010 17		
R _i	0.001 92	0.001 61	0.001 62		

从表 2 可现,不同条件下处理的麦秸,其表面液体平均接触角和 K 值各不相同。 NaOH 溶液的质量分数对 K 值影响最大,料液比和处理时间的影响程度大致相同。

随着 NaOH 质量分数的增大, K 值呈现由小变大、然后又变小的趋势;随着料液比的减小, K 值逐渐变大;随着处理时间的延长, K 值亦呈现增大趋势。正交试验分析结果显示最优方案为 $A_3B_1C_3$ 。但考虑到实际生产的实用性和生产效率,选择原料的碱处理时间为 C_1 ,最终的试验方案确定为 $A_3B_1C_1$,即 NaOH 质量分数 0.6%、料液比 10:3.5、处理时间 12 h。

2.2 麦秸人造板性能

按照试验确定的最优方案处理麦秸原料,将处理和未处理麦秸原料分别压制麦秸刨花板,并对其主要力学性能进行检测,结果见表 3。

表 3 未处理和处理麦秸刨花板力学性能对比

Tab. 3 Mechanical properties of treated and control wheat straw particleboard samples

原料种类	MOR /MPa	MOE /MPa	IB /MPa	2 h TS /%
未处理麦秸	23.13	2 459.44	0.32	13.5
处理麦秸	21.03	2 325.68	0.43	7.7
GB/T 4897-2003	≥14	≥1 800	≥0.40	≤8.0

从表 3 可以看出,与未处理麦秸相比,处理过的麦秸刨花板各项指标均有改变。处理后麦秸板的 MOR 和 MOE 均有所小幅下降,降幅分别为 9.1% 和 5.4%,但仍满足国标要求,其主要原因可能是碱的作用破坏了麦秸的纤维结构;IB 提高了 34.4%,是由于麦秸表面经过碱处理后,其表面上的蜡质成分被一定程度地破坏,麦秸表面的润湿性能得以改善,有利于胶钉和化学键的形成;2 h TS 降低 43%,主要是因为通过碱处理改善了麦秸表面的胶合能力,使胶接强度增大,抑制麦秸刨花板的回弹,从而使板材的尺寸稳定性增强。

3 结论

1) 通过 NaOH 溶液处理后,麦秸原料的扩散-渗透系数 K 值有所提高,说明麦秸表面润湿性能有所改善,有利于胶黏剂的浸润。

2) NaOH 碱溶液的质量分数是影响麦秸表面处理效果的主要因素。利用 NaOH 溶液对麦秸表面进行处理,可采用工艺参数为: NaOH 溶液质量分数 0.4%~0.8%,料液比 10:1.5~10:4.5,处理时间为 12~48 h。

3) 与未处理麦秸刨花板相比,处理后麦秸刨花板的 MOR、MOE 略有降低,但 IB 大幅提高,2 h TS 降低,所有指标均满足 GB/T 4897-2003 的要求。

参考文献:

[1] 姚昌恬. 共同搭建融资平台 加快林业产业发展[J]. 中国林业, 2004(13):10-15.

[2] 周定国. 农作物秸秆碎料板生产的关键技术[J]. 人造板通讯, 2005(3):31-34.

[3] Zhongli Pana, Anna Cathcartb, Donghai Wang. Properties of particleboard bond with rice bran and polymeric methylene diphenyl diisocyanate adhesives [J]. Industrial Crops and Products, 2006, 23(1):40-45.

[4] Bill Keil. It's all a matter of straw[J]. Wood Based Panels International, 1998, 18(2):48-49.

[5] Boquillon N, Elbez G, Schonfeld U. Properties of wheat straw particleboards bonded with different types of resin[J]. The Japan Wood Research Society, 2004, 50(3):230-235.

[6] Zhang Y, Lu X, Pizzi A, et al. Wheat straw particleboard bonding improvements by enzyme pretreatment[J]. Holz als Roh-und Werkstoff, 2003, 61(1):49-54.

[7] 艾军. 麦秆纤维特性及脲醛树脂麦秆纤维板工艺的研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2001.

[8] 刘志明. 麦秆表面特性及麦秆刨花板胶接机理的研究[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2006.

[9] 张洋, 江华, 周兆兵, 等. 酶处理对麦秸表面胶合性能的影响[J]. 木材工业, 2008, 22(1):15-18.

[10] 于文吉, 梁京河. 麦秸均质板生产技术[J]. 木材工业, 2001, 15(1):21-22.

(责任编辑 向 琴)

行业简讯

家具出口退税率提高至 13%

根据国家财政部、国家税务总局发布的《关于提高部分商品出口退税的通知》,从 2008 年 11 月 1 日起,部分劳动密集型和高技术含量、高附加值商品的出口退税率得以提高。

此次出口退税率调整,共涉及 3486 项商品,约占海关税则中商品总数的 25.8%。调整后退税率分为 5%、9%、11%、13%、14% 和 17% 共 6 档。

在调整内容上:部分纺织品、服装、玩具出口退税率提高到 14%;日用及艺术陶瓷出口退税率提高到 11%;部分塑料制品出口退税率提高到 9%;部分家具的出口退税率,分别提高到 11%、13%;数控机床硬质合金刀等商品的出口退税率,分别提高到 9%、11% 和 13%。

本刊讯