

苄基化木粉与塑料界面相容性研究

姜志宏¹, 沈建¹, 孙丰文², 张彰²

(1. 浙江农林大学工程学院, 浙江临安 311300; 2. 南京林业大学竹材工程研究中心, 江苏南京 210037)

摘要: 采用氯化苄对木粉进行改性,探讨了苄基化木粉的表面自由能、极性和热塑性,并测试了苄基化木塑复合材料的拉伸强度和静曲强度。结果表明,苄基化木粉自由能低、极性小,与塑料的相容性好、热塑性好,苄基化木塑复合材料的强度高。

关键词: 苄基化; 塑料; 相容性; 木塑复合材料

中图分类号: S781.7; S792.11

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2010)04-0012-03

Benzylated Wood Powder and Plastic Compatibility

JIANG Zhi-hong¹, SHEN Jian¹, SUN Feng-wen², ZHANG Zhang²

(1. School of Engineering, Zhejiang A & F University, Linan 311300, Zhejiang, China;

2. Bamboo Engineering Research Center, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: Benzyl chloride was used to modify wood powder to improve wood and plastic compatibility for better bonding. Benzylated wood powder was tested for surface free energy, polarity, and thermoplasticity and wood-plastic composites were evaluated for tensile and flexural strengths. The results indicated that benzylated wood powder had low free energy and polarity that improved compatibility with plastic. It was also observed that the wood/plastic composite made with benzylated modified wood had higher strengths.

Key words: benzyl chloride; plastic; compatibility; wood-plastic composite (WPC)

界面相容性一直是木塑复合材料研究中最关键、最核心的内容^[1-5]。木纤维表面含有大量的醇羟基,具有强极性;塑料的表面一般系非极性或极性较小。木塑复合材料的制备过程中,极性的木质材料与非极性的塑料基体之间,存在着较高的界面能差,两者很难达到充分的界面融合,使其复合材料的机械性能和尺寸稳定性差。因此,需要解决如何使亲水的强极性的木纤维表面与疏水的非极性的塑料基体界面之间,具有良好的相容性,使2种不同性质的材料有机地复合在一起,形成比原来单一材料性能更加优良的新型复合材料。

苄基塑化改性木材,不仅具有较好的热塑性能,而且具有很好的憎水性^[6-7]。本试验是在此基础上,

对苄基化木粉与塑料的界面相容性进行研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

杨木(*Populus*)木粉 木粉40目过筛,取自江苏省宿迁市曙光木业有限公司;

聚乙烯(PE)颗粒 购自昆山鸣电塑业包装有限公司,清洗、干燥后放入干燥器中备用;

试剂 氯化苄(C_7H_7Cl),分析纯;氢氧化钠(NaOH),分析纯;均由上海化学试剂有限公司生产。

1.2 试验方法

1.2.1 杨木木粉的苄基化

苄基化杨木木粉制备,采用预试验确定的改性工艺:在500 mL的三口烧瓶中,将10 g绝干杨木木粉与50 g质量分数为30%的氢氧化钠溶液,搅拌均匀后润胀2 h;然后加入20 g氯化苄,在120℃油浴中反应

收稿日期: 2010-04-27; 修改日期: 2010-05-28

基金项目: 浙江省重大科技计划项目(2005C12018)。

作者简介: 姜志宏(1962—),男,浙江农林大学工程学院副教授。

3 h。而后将反应产物用清水和工业乙醇交替洗涤4次,真空抽滤后,将产物在70℃下真空干燥12 h。

1.2.2 样品制备

1) 通过苄基化处理,杨木木粉被转化为热塑性材料,可不施加任何物质,在温度110℃,压力2.0 MPa,热压时间10 min的条件下,苄基化木粉可以自行熔合。取10%、20%、30%的苄基化杨木木粉分别与PE混合、搅拌均匀,按上述热压工艺,制得300 mm×300 mm×2 mm复合材料测试样品各2片。

2) 采用同样方法,用未改性杨木木粉与PE混合,制备对照的测试样品。

3) 用同样压制条件,制得同上尺寸纯苄基化杨木木粉薄板2片,用于测量表面自由能。

4) 制得同上尺寸PE薄板2片,用于表面自由能对比测量。

1.2.3 检测仪器

1) 200型环境扫描电子显微镜。分析条件:样品干燥后用电胶粘台,经导电处理后电镜观察。

2) DSC-204F1型差示扫描量热仪。此测试条件在氮气保护下进行,温度范围0~250℃,升温速率10℃/min。

3) 电子万能力学试验机。

4) GS型接触角全自动测量仪。

1.2.4 性能测定

用电子显微镜观察木塑复合材料的界面微观结构,差示扫描量热仪分析杨木木粉熔点的变化;通过接触角测量,分析对比3种薄板(未改性杨木木粉薄板、苄基化杨木木粉薄板和聚乙烯薄板)的自由能,从三个角度分析苄基化杨木木粉与塑料界面的相容性;拉伸强度按GB/T 1040-1992《塑料拉伸性能试验方法》,抗弯强度按照GB/T 9341-2000《塑料弯曲性能试验方法》测试。

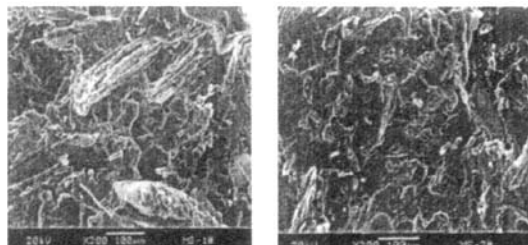
2 结果与分析

2.1 木塑复合材料界面微观结构

图1为木粉用量均为30%杨木木粉改性与否,与PE复合材料的断面扫描电镜图片。

图1(a)中,未改性杨木木粉与PE的界面清晰,木粉呈纤维束线性状,周围有空隙,分散不均匀,木粉颗粒在断面容易脱落;

图1(b)显示,苄基化杨木木粉具有良好的热塑性,与PE之间形成了稳定均匀的界面层,木粉纤维的线性结构消失,两者之间具有良好的界面相容性。



(a) 未改性杨木木粉薄板(×200) (b) 苄基化杨木木粉薄板(×200)

图1 改性与未改性木粉与PE的复合材料断面扫描电镜图片

Fig. 1 SEM micrographs of untreated benzylated poplar powder PE wood

2.2 差示扫描量热分析

图2为聚乙烯和苄基化杨木木粉的差示扫描量热图。

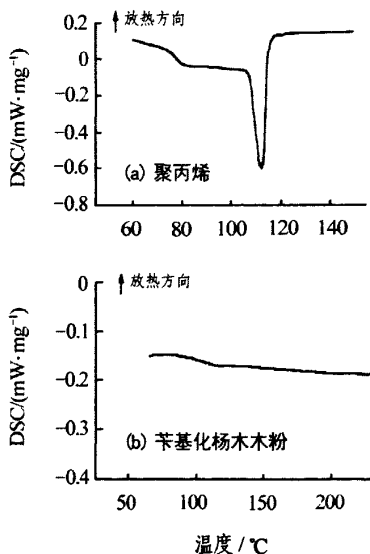


图2 聚丙烯与苄基化杨木木粉的差示扫描量热图谱

Fig. 2 DSC curve of polyethylene and benzylated poplar powder

图2(a)中PE在105~115℃之间,出现了一个明显的吸热峰,为PE在此温度范围内吸热熔融所致,即PE的热熔温度在105~115℃。

图2(b)为苄基化杨木木粉,在87~113℃之间出现吸热峰,可以判断87~113℃为苄基化杨木木粉的热软化点温度,由于苄基化改性产物的热软化点温度不同,所以峰的范围较宽。

从差示扫描量热图谱分析的结果可知,在PE的热熔温度范围内,苄基化杨木木粉具有同样良好的热软化性能。

2.3 表面自由能分析

采用 GS 型接触角全自动测量仪,测得未改性杨木木粉薄板、苧基化杨木木粉薄板和聚乙烯薄板的表面自由能,结果如表 1 所示。

表 1 3 种薄板试件的表面自由能
Tab. 1 Surface free energy of 3 kinds of samples

薄板 类型	总表面 自由能/ (10 ⁻³ N·m ⁻¹)	表面自由能 非极性部分/ (10 ⁻³ N·m ⁻¹)	表面自由能 极性部分/ (10 ⁻³ N·m ⁻¹)
未改性木粉	48.14	4.12	44.02
苧基化木粉	27.73	11.79	15.94
聚乙烯	27.83	10.16	17.67

从表 1 可见,未改性杨木木粉薄板的表面自由能极性部分最大,苧基化杨木木粉薄板与 PE 薄板的表面自由能极性部分、非极性部分和总表面自由能都非常接近,说明两者之间具有良好的界面相容性。

2.4 拉伸强度

不同木粉用量时复合材料试件的拉伸强度测定结果列于表 2。

表 2 未改性及苧基化杨木木粉-PE 复合材料的拉伸强度
Tab. 2 Tensile strength of untreated and modified wood-plastic composites

木粉用量/%	拉伸强度/MPa	
	未改性木粉-PE	苧基化木粉-PE
10	24.9	27.9
20	22.6	27.1
30	21.4	26.5

从表 2 可以看出,苧基化杨木木粉-PE 复合材料的拉伸强度,随木粉用量的增加而略有下降,总的趋势比较平稳;而未改性杨木木粉-PE 复合材料,拉伸强度随木粉用量的增加而大幅下降。当相同的木粉用量时,苧基化杨木木粉-PE 复合材料的拉伸强度>未改性杨木木粉-PE 复合材料,这是因为苧基化的杨木木粉与 PE 具有更好的界面相容性。

2.5 抗弯强度

不同木粉用量的复合材料试样的抗弯强度,结果列于表 3。

表 3 改性杨木木粉-PE、苧基化杨木木粉-PE 的抗弯强度
Tab. 3 Flexural strength of untreated and modified wood-plastic composites

木粉用量/%	抗弯强度/MPa	
	未改性木粉-PE	苧基化木粉-PE
10	23.2	25.1
20	21.1	24.8
30	19.3	24.3

从表 3 可以看出,未改性杨木木粉-PE 复合材料的抗弯强度,随木粉用量的增加,下降幅度较大;苧基化杨木木粉-PE 复合材料的抗弯强度,随木粉用量的增加,几乎保持一致。

当添加苧基化杨木木粉 30%用量时,苧基化杨木木粉-PE 复合材料的抗弯强度,仍大于木粉用量为 10%的未改性杨木木粉-PE 复合材料的抗弯强度,说明苧基化杨木木粉与 PE 之间具有更好的界面结合性。

3 结论

1) 苧基化杨木木粉与聚乙烯之间,可形成稳定均匀的界面层,融合良好,木粉在基体中分散均匀。

2) 苧基化杨木木粉的热软化温度和表面极性、非极性自由能与聚乙烯均比较接近。

3) 苧基化杨木木粉-聚乙烯复合材料的拉伸、弯曲强度,随木粉用量的增加而略有下降,但总的趋势比较平稳;

而作为对照的未改性杨木木粉-聚乙烯复合材料的强度,随木粉用量的增加,则降幅较大;当添加相同的木粉用量时,苧基化杨木木粉-聚乙烯复合材料的强度优于未改性杨木木粉-聚乙烯的拉伸强度。

4) 苧基化杨木木粉与聚乙烯之间具有良好的界面相容性,木粉的苧基化可用于木塑复合材料的改性处理。

参考文献:

[1] David Alan Balma. Evaluation of bolted connections in wood plastic composition [J]. Graduate Dissertation of Washington State University, 1999 (10):35-39.

[2] Mahlberg R, Paajanen I, Nurmi A, et al. Effect of chemical modification of wood on the mechanical and adhesion properties of wood fiber/polypropylene fiber and polypropylene/veneer composites[J]. Holz als Roh- und Werkstoff, 2001(59) :319-326.

[3] 周兴平,解孝林,LI R K Y. 硅烷偶联剂处理对 SF/PP 结构和性能的影响[J]. 材料科学与工艺, 2005,13(3):25-29.

[4] 钟鑫,薛平,丁筠. 改性木粉/PVC 复合材料的性能研究[J]. 中国塑料, 2004,18(3):62-66.

[5] 李凯夫,戴东花,谢雪甜,等. 偶联剂对木塑复合材料界面相容性的影响[J]. 林产工业, 2005 ,32(3) :24.

[6] 王正,赵行志,郭文静. 木材纤维/回收塑料复合材料工艺及性能的研究[J]. 北京林业大学学报, 2005,(27)1:1-5.

[7] 孙丰文,张彰. 杨木单板苯甲基化改性的研究[J]. 南京林业大学学报, 2008, 32(6):85-88.

(责任编辑 鲍加芬)