

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.07.013

PVC/竹片木塑复合材料制备工艺^{*}

刘玉星¹,王进²,邓卫萍³,孙志鹏²,冉文生²

(1. 新疆轻工职业技术学院, 乌鲁木齐 830021; 2. 新疆维吾尔自治区产品质量监督检验研究院, 乌鲁木齐 830011;

3. 新疆维吾尔自治区质量技术监督审核评价中心, 乌鲁木齐 830099)

摘要:以竹片为原料,复合聚氯乙烯(PVC)薄膜,通过热压-冷压工艺制备了新型PVC木塑复合材料。通过改变热压时间、热压温度和PVC添加量,研究了不同工艺条件下所制备的PVC木塑复合材料的力学性能和界面性质。实验结果表明,制备厚度为1 cm,面积为10 cm²的木塑复合材料的最佳加工工艺为:在180℃的热压温度下热压时间750 s,PVC添加量为0.3 g。加入硅烷偶联剂KH550可以有效提高PVC木塑复合材料的力学性能和界面相容性,在最佳加工条件下加入KH550为1%时,材料的胶合强度为1.212 MPa。

关键词:竹片;聚氯乙烯;木塑复合材料;硅烷偶联剂;加工工艺;性能

中图分类号:TQ325.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-3539(2017)07-0065-04

Preparation of Wood Plastic Composite with PVC Film/Bamboo

Liu Yuxing¹, Wang Jin², Deng Weiping³, Sun Zhipeng², Ran Wensheng²

(1. Xinjiang Institute of Light Industry Technology, Urumchi 830021, China; 2. Xinjiang Uygur Autonomous Region Product Quality Supervision and Inspection Institute, Urumchi 830011, China; 3. Xinjiang Quality Technology Supervision Audit Evaluation Center, Urumchi 830099, China)

Abstract: A new type of wood plastic composite was prepared from bamboo, in the presence of polyvinyl chloride (PVC) film, through hot pressing and cold pressing process. By changing the hot pressing time, hot pressing temperature and adding amount of PVC, the mechanical properties and interfacial properties under different technological conditions of the prepared wood plastic composite materials were investigated. The results show that when the prepared wood plastic composite is 1 cm of thickness and 10 cm² of area, the hot pressing temperature have to be controlled at 180℃, keeping for 750 s, and 0.3 g of PVC necessarily. When silane coupling agent KH550 is added in the processing of wood plastic composite materials, the mechanical properties and interfacial compatibility of materials can be effectively improved. When the amount of KH550 is 1%, the bonding strength of materials could be improved to as high as 1.212 MPa.

Keywords: bamboo; polyvinyl chloride; wood plastic composite; silane coupling agent; processing technology; property

木塑复合材料是以木材和热塑性高分子材料为原料,通过混炼、热压等工艺所制备的复合材料。该材料制备简单、生产成本低廉、力学性能优异、环保价值可观,在建筑、包装等领域应用十分广泛^[1-5]。竹材(包括竹片、竹粉等)和聚乙烯、聚丙烯分别是在木塑复合材料加工制备中应用最广泛的木材和高分子材料^[6-8]。较为常见的木塑复合材料则是通过混炼工艺制备的材料,对胶合板材料的制备和研究则相对较少。

木塑胶合板对木材和高分子材料的利用率较高,在其制备过程中需用高分子薄膜来提高其界面胶和强度^[9-12]。但是常见的高分子薄膜中均含有甲醛、乙醛、甲苯等挥发性有机化合物(VOC),在应用过程中这些物质的释放会对环境和人类健康产生有

害影响。聚氯乙烯(PVC)是一种热塑性高分子材料,加热至其熔点以上呈熔融状态,温度降至熔点以下后又呈坚硬状态,并且具有一定的力学强度。若将PVC代替传统高分子薄膜,不仅可以制备出性能优异的木塑复合材料,还可以有效减少VOC释放,提高环境友好性能,改善人类居住环境。笔者以竹片为木材原料,以PVC作高分子薄膜,在热压-冷压工艺下制备了一系列木塑复合板材,并对其力学性能和界面相容性进行了研究。随后又在最优工艺条件下,加入了硅烷偶联剂来提高竹片和PVC的界面相容性,研究了硅烷偶联剂对PVC木塑复合材料性能的影响。

^{*} 新疆维吾尔自治区基金项目(2014-07)

联系人:刘玉星,讲师,主要从事功能材料的制备与应用

收稿日期:2017-05-03

1 实验部分

1.1 主要原材料

竹片:含水率6%的三年生毛竹竹片,尺寸为100 mm×100 mm×10 mm,自制;

PVC薄膜:单层薄膜厚为0.025 mm,重庆海君包装制品有限公司;

硅烷偶联剂:KH550,南京优普化工有限公司。

1.2 主要设备及仪器

全自动PLC控制四柱液压热压机:YMQ32型,滕州市盛丰机械厂;

冷压机:SY-JK60型,山东曲阜圣源机械厂;

多功能电子拉力试验机:JDL型,江都市天发试验机械厂;

扫描电子显微镜(SEM):S-3400N型,日本株式会社日立高新技术那柯事业所。

1.3 PVC木塑复合材料制备

称量特定质量的PVC薄膜,按照图1所示方法平铺于两片竹片之间,放置竹片时,保证相邻竹片的纹理垂直。胶合板毛坯为5层木塑复合材料,其中三层竹片,两层PVC膜。组坯完成后,将其放置到预先设定好温度的热压机中热压设定的时间,热压结束后立即将其放置到冷压机中冷压,以防止PVC膜冷却收缩。样品厚度为1 cm,面积为10 cm²。

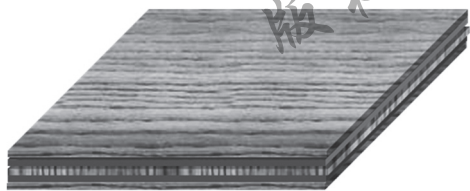


图1 PVC木塑复合板毛坯示意图

1.4 性能测试

胶合强度测试:依据GB/T 9846-2015制备木塑复合板胶合强度测试试样,根据GB/T 17657-2013进行木塑复合板胶合强度测试;每个木塑复合板试样进行3次平行测试,每块试样随机取10个测试点。

木塑复合板界面形貌分析:制备木塑复合板断面试样,喷金后利用SEM观测界面相分离情况。

2 结果与讨论

2.1 PVC添加量对木塑复合板性能的影响

设定加工工艺为:热压温度为180℃,热压时间为750 s,热压压力为1 MPa,冷压压力为1 MPa,冷压时间为800 s,制备了PVC添加量分别为0.1,

0.2,0.3,0.4 g四种木塑复合板材料,并研究了不同PVC添加量的木塑复合板的胶合强度情况,具体实验结果如图2所示。研究发现,随着PVC添加量由0.1 g增加到0.3 g时,所制备木塑复合板的胶合强度逐渐增加,并在PVC添加量为0.3 g时达到最大,为1.13 MPa。这是由于PVC在木塑复合板中起到了粘接作用,在竹片层间,PVC与竹片咬合,从而提高了木塑复合板的力学性能。而且随着PVC含量增加,PVC与竹板的咬合强度也逐渐增大,因此木塑复合板的胶合强度也逐渐增大。但是进一步增大PVC的添加量至0.4 g后,木塑复合板的胶合强度不升反降,这可能是因为PVC添加量过多,其在热压时不完全熔融,且流动性能受阻,随后在冷压过程中发生回缩,从而导致了胶合程度降低,所以木塑复合板的胶合强度也随之降低。

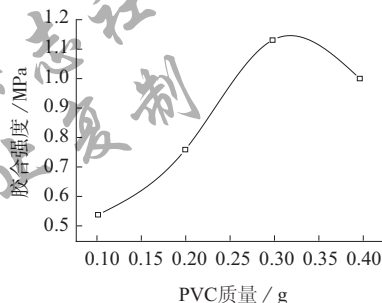


图2 不同PVC添加量时PVC木塑复合板胶合强度

2.2 热压温度对PVC木塑复合板性能的影响

选定PVC添加量为0.3 g后,在其它加工工艺保持不变的情况下,又分别选取了160,180,200,220℃四个热压温度点,并研究了不同热压温度条件下木塑复合板胶合强度,具体实验结果如图3所示。

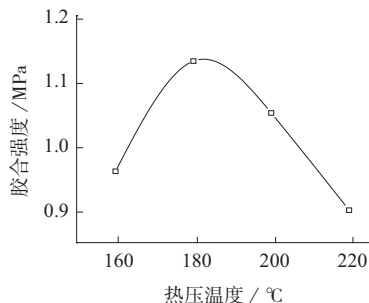


图3 不同热压温度时PVC木塑复合板胶合强度

研究发现,当热压温度为180℃时,木塑复合板的胶合强度最高。这是由于PVC在180℃时才开始呈现流动状态,而当热压温度为160℃时,PVC尚不能完全流动受阻,不能完全渗透到竹片中,所以导致了二者咬合程度不完全,胶合强度低;而温度高于200℃后,PVC在长时间热压过程中容易发生

分解,生成链段较短的PVC分解物。随着PVC分子量降低,分子链缠结程度也相应降低,于是导致了PVC与竹片的咬合强度也发生降低,所以当热压温度为200℃以上时,木塑复合板的胶合强度也低于180℃下所制备的木塑复合板。

2.3 热压时间对PVC木塑复合板性能的影响

选定PVC添加量为0.3 g,热压温度为180℃,在其它加工工艺保持不变的情况下,又通过改变热压时间为650,700,750,800 s,研究了不同热压时间时木塑复合板胶合强度,具体实验结果如图4所示。研究发现,随着热压时间的延长,木塑复合板的胶合强度逐渐上升。当热压时间由650 s延长至750 s时,所制备的木塑复合板的胶合强度上升较为明显。而当热压时间长于750 s后,所制备的木塑复合板的胶合强度上升不再明显。以上现象说明,在制备木塑复合板过程中,需要有足够的热压时间来保证PVC的充分熔融和流动,使其渗透到竹片之中,提高二者的咬合程度。而热压时间可以充分满足PVC流动需要后,继续延长则意义不大,所以最终选定热压时间为750 s。

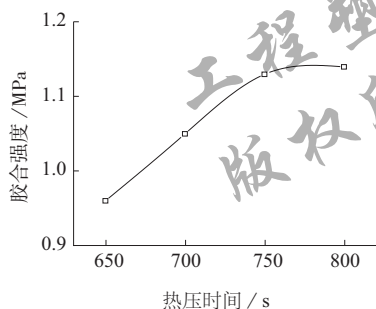


图4 热压时间对木塑复合板胶合强度的影响

2.4 不同加工条件下PVC木塑复合板界面形貌

通过正交试验分析,选取了四个不同条件下加工所得的PVC木塑复合板样品,并利用SEM对其断面形貌进行了观测,进而研究界面相容性情况。如图5所示,四个样品的制备工艺(其中固定热压压力为1 MPa,冷压压力为1 MPa,冷压时间为800 s)分别为:

(I) PVC添加量为0.1 g,热压温度为180℃,热压时间为750 s;

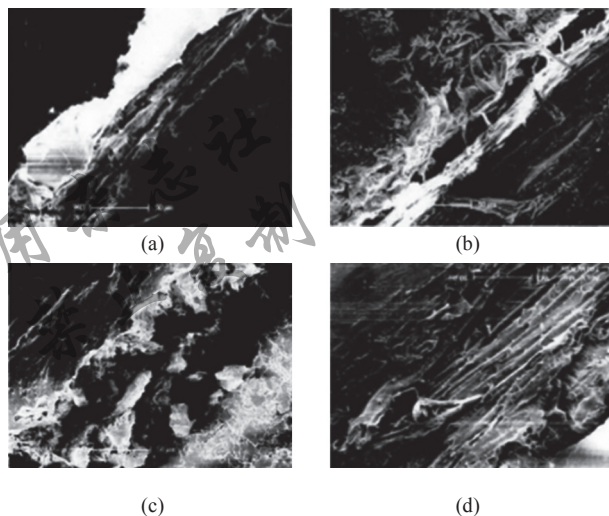
(II) PVC添加量为0.3 g,热压温度为160℃,热压时间为750 s;

(III) PVC添加量为0.3 g,热压温度为180℃,热压时间为700 s;

(IV) PVC添加量为0.3 g,热压温度为180℃,

热压时间为750 s。

如图5所示,白色部分为PVC,黑色部分为竹片。图5a中,PVC与竹片界面分离较为明显,这说明在该加工条件下PVC尚未完全渗透到竹片中去;图5b中,PVC与竹片的界面已出现一定程度的互溶,有少量PVC渗透到竹片中;图5c中,PVC与竹片相容性较前两者稍好一些,渗透到竹片中的PVC的量有所增加;而在图5d中,PVC几乎完全与竹片相互咬合。这四组样品的界面形貌也在一定程度上说明,通过改变加工条件可以改善PVC与竹片的咬合强度,从而提高所制备的木塑复合板的胶合强度,这与前面的实验结果吻合程度较高。



a—工艺I;b—工艺II;c—工艺III;d—工艺IV

图5 不同工艺条件下制备的PVC木塑复合板的断面形貌

2.5 硅烷偶联剂对PVC木塑复合板性能的影响

确定木塑复合板最佳加工工艺为:热压温度为180℃,热压时间为750 s,热压压力为1 MPa,冷压压力为1 MPa,冷压时间为800 s,PVC最佳添加量为0.3 g后,又在加工过程中添加了不同质量分数的硅烷偶联剂KH550,并研究了硅烷偶联剂KH550添加量为0.2%,0.5%,1.0%,1.5%时PVC木塑复合板胶合强度和界面相分离情况,具体实验结果分别如图6和图7所示。当在加工过程中添加硅烷偶联剂之后,PVC木塑复合板的胶合强度有明显的改善,当硅烷偶联剂的质量分数为1.0%时,所制备的木塑复合板的胶合强度可高达1.212 MPa。这是由于硅烷偶联剂为亲水性物质,当在加工时加入硅烷偶联剂后,PVC和竹片的界面相容性会被大大改善,从而促进PVC与竹片的相互咬合,提高了PVC木塑复合板的胶合强度。随着进一步提高硅

烷偶联剂添加量, PVC 木塑复合板的胶合强度上升则不再明显。另外,从添加了质量分数为 1.0% 硅烷偶联剂的 PVC 木塑复合板断面形貌来看, PVC 与竹片的界面相容性得到了很大程度改善, PVC 均匀地渗透到竹片之中,这也进一步说明了是由于硅烷偶联剂的界面增容作用使得 PVC 木塑复合板的胶合强度得到了改善。

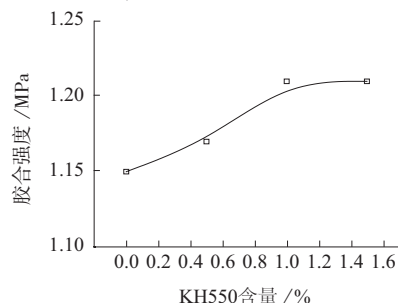


图6 KH550 含量不同时 PVC 木塑复合板的胶合强度

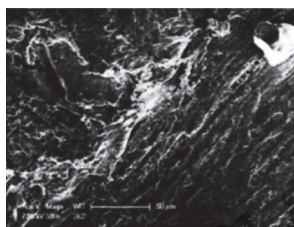


图7 添加 KH550 后 PVC 木塑复合板的断面形貌

3 结论

通过改变热压-冷压工艺制备了 PVC/竹片复合材料,其中 PVC 为高分子薄膜。研究结果发现,当制备厚度为 1 cm,面积为 10 cm² 的 PVC 木塑复合材料时,需添加 0.3 g 的 PVC。最佳加工工艺为:热压温度为 180℃,热压时间为 750 s,热压压力为 1 MPa,冷压压力为 1 MPa,冷压时间为 800 s。在此工艺条件下,加入质量分数为 1% 的硅烷偶联剂 KH550 后,材料的力学性能和界面相容性得到明显改善,胶合强度高达 1.212 MPa。

参考文献

- [1] 边慧光,胡纪全,汪传生,等. MAPP 对木塑复合材料性能的影响[J]. 弹性体,2016(4):40-43.
Bian Huiguang, Hu Jiquan, Wang Chuansheng, et al. Influence of MAPP on WPC properties[J]. China Elastomerics, 2016(4):40-43.
- [2] 邓昕玥. 木塑复合材料的特点与应用[J]. 大科技,2016(33):284.
Deng Xinyue. The characteristics and application of wood plastic composites[J]. Super Science, 2016(33):284.
- [3] 赵明华. 改性木塑复合材料建筑模板研究[J]. 塑料工业,2016, 44(10):130-133.
Zhao Minghua. Modification of building template based on wood plastic composites[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(10):130-133.
- [4] 田园. 工艺对轻质木塑复合材料性能的影响研究[J]. 化工管理, 2016(33):135-136.
Tian Yuan. Study on process influence on properties of lightweight wood plastic composite materials[J]. Chemical Enterprise Management, 2016(33):135-136.
- [5] 祝若城,王海刚,李聪,等. 木塑复合材料的可循环加工性研究[J]. 新型建筑材料,2016,43(8):49-53.
Zhu Ruocheng, Wang Haigang, Li Cong, et al. Research on reprocessing of wood-plastic composites[J]. New Building Materials, 2016, 43(8):49-53.
- [6] 李嘉俊,汪济奎. 聚丙烯竹塑复合材料的研究[J]. 塑料工业, 2008,36(11):17-19.
Li Jiajun, Wang Jikui. Research on bamboo / polypropylene composite[J]. China Plastics Industry, 2008, 36(11):17-19.
- [7] 葛正浩,元庆凯,田普建,等. 竹粉目数对竹塑复合材料性能的影响[J]. 塑料科技,2011, 39(3):39-42.
Ge Zhenghao, Yuan Qingkai, Tian Pujian, et al. Effect of mesh number of bamboo powder on properties of bamboo-plastic composite[J]. Plastics Science and Technology, 2011, 39(3):39-42.
- [8] 陈伟博,葛正浩,元庆凯,等. 偶联剂对 HDPE 基竹塑复合材料力学性能的影响[J]. 塑料,2012,41(1):37-38.
Chen weibo, Ge Zhenghao, Yuan Qingkai, et al. The effect of the coupling agent on bamboo / wood-plastic composite properties[J]. Plastics, 2012, 41(1):37-38.
- [9] 陈茜文,谷文众,王贵武. 湿地松单宁制造胶合板薄膜的研究[J]. 林产工业,2008,35(1):27-29.
Chen Qianwen, Gu Wenzhong, Wang Guiwu. Research on preparation of plywood adhesive from pinus elliottii tannin[J]. China Forest Products Industry, 2008, 35(1):27-29.
- [10] 李之朋,徐文彪,时君友. 碱木素-大豆蛋白薄膜在胶合板中的应用研究[J]. 林产工业,2016,43(9):23-26.
Li Zhipeng, Xu Wenbiao, Shi Junyou. Investigation of kraft lignin-soy protein adhesive application in plywood[J]. China Forest Products Industry, 2016, 43(9):23-26.
- [11] 张凯. 改性氯丁胶乳胶粘剂对胶合板粘接机理研究[J]. 粘接, 2016(10):22-27.
Zhang Kai. Study of modified polychloroprene latex adhesive and its bonding mechanism worked on plywood[J]. Adhesion, 2016(10):22-27.
- [12] 蔡汉忠,牛笑一,徐国锋,等. 基于长白山臭冷杉胶合板强度的水性异氰酸酯薄膜配比[J]. 北华大学学报(自然),2016, 17(5):697-700.
Cai Hanzhong, Niu Xiaoyi, Xu Guofeng, et al. Ratio of aqueous isocyanate adhesive based on the strength of abies changbai plywood[J]. Journal of Beihua University (Natural Science), 2016, 17(5):697-700.