

木纤维改性对聚氯乙烯/木纤维力学性能的影响

丁筠¹ 钟鑫¹ 薛平¹ 丁卉²

(1. 北京化工大学塑料机械及塑料工程研究所, 北京 100029;

2. 山东华聚能源股份公司济南分公司, 山东 济宁 272072)

摘 要: 将木纤维先用一定质量分数的氢氧化钠(NaOH)溶液浸泡,再用硅烷偶联剂进行表面处理的两步改性方法,与只用硅烷偶联剂对木纤维进行表面改性相比,聚氯乙烯(PVC)/木纤维复合材料的界面黏合性提高,复合材料的力学性能如拉伸强度、冲击强度、断裂伸长率等有明显提高,改性效果显著。

关键词: PVC; 木纤维; 复合材料

中图分类号: TQ325.3

在国际国内市场上,近几年出现了一种新型绿色环保材料——木/塑复合材料。这种材料是利用木屑和废旧热塑性塑料为主要原料,经高温混炼、再经成型加工而制得的一种廉价的新型复合材料,它是当代工业基础材料废物利用的最佳科研成果在工业生产上的应用,有“合成木材”之名,在建筑、交通、轻工等部门具有广阔的应用前景。这种木/塑复合材料不仅可以替代外运货物木质包装材料和铺垫材料,而且还能用于门、窗框、建筑模板、地板、汽车配件等的生产。

这种新型复合材料 80 年代初在国外已有研究成果和实际应用^[1]。现在国外已对木/塑复合材料有较深入的研究,开发出 PE 木塑、PS 木塑、PP 木塑、PVC 木塑等多种复合材料及制品^[2-6]。而国内开展研究起步较晚,我国在这方面的研究只是近几年的事情。目前国内主要是对 PE、PP/木纤维复合材料的研究^[7-12],产品开发主要是 PE/木纤维复合材料制品,而对 PVC/木纤维复合材料深入研究报道较少,相应的产品开发也少有报道。研制 PVC/木纤维复合材料的重点是提高 PVC/木纤维复合材料的界面相容性,解决好植物纤维与 PVC 树脂的界面黏合作用,这是提高木/塑复合材料性能的关键技术问题,也是目前 PVC/木纤维复合材料研究的热点问题。本文讨论了对木纤维进行两步表面改性方

法,改善木纤维与聚氯乙烯的界面黏合性,与只用硅烷偶联剂处理木纤维相比,PVC/木纤维复合材料力学性能有明显提高。

1 实验部分

1.1 原材料

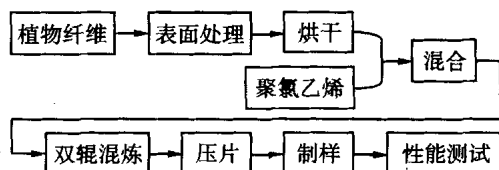
PVC,SG5 型,北京化二股份有限公司;木粉,杉木/松木粉,经 0.245 mm 筛子过筛制得,石家庄新华木粉厂;处理剂,硅烷类偶联剂,工业级,南京曙光化学总厂;其他硬脂酸、二盐基亚磷酸铅、三盐基硫酸铅、硬脂酸钡、CPE,ACR,DOP 等均为市售工业级产品。

1.2 木纤维的表面改性处理

将木粉经不同质量分数的 NaOH 溶液浸泡 48 h,经漂洗、自然风干后,放入 100 的烘箱中干燥 12 h,再加入偶联剂处理,得到两步表面改性处理的木纤维。

1.3 复合材料的制备

按以下工艺流程制备聚氯乙烯/木纤维复合材料



1.4 实验设备与仪器

平板硫化机,QLB-D600 ×600 ×L,铁岭化工厂;双辊开炼机,SK-160B,上海橡胶机械厂;万能力学试验机,Instron1185 型,英国;冲击试验机,XCJ-4

收稿日期: 2003-06-16

基金项目: 北京化工大学青年教师基金资助项目(QN0224)

第一作者: 女,1977 年生,工学硕士

E-mail: echody@163.net

型,承德市材料试验机厂。

2 结果与讨论

木粉是植物纤维的一种,植物纤维分子中含大量氢键,具有较强的分子间氢键极性作用及亲水性,与非亲水性的热塑性材料混合,木粉在共混物中倾向于团聚,导致木粉与 PVC 材料的界面润湿性、界面黏合作用较差,未经表面处理的植物纤维/PVC 树脂复合材料的机械强度较低。一般的木纤维改性,多数是仅仅加入偶联剂进行表面处理,木塑复合材料的力学强度提高不大;因此探索有效的木粉表面处理方法,加工工艺条件,使 PVC/木纤维复合材料具备良好的力学性能,是十分必要的。本实验木纤维在 PVC 中的质量分数均为 20 %。

2.1 不同质量分数 NaOH 溶液对复合材料拉伸性能的影响

选用了五种不同质量分数的 NaOH 溶液处理木纤维,接着再用硅烷偶联剂对木纤维进行表面改性,以提高木纤维与 PVC 的界面黏合性。比较木纤维经两步表面改性处理与只用硅烷偶联剂进行表面改性的 PVC/木纤维复合材料拉伸强度,结果如图 1 所示。

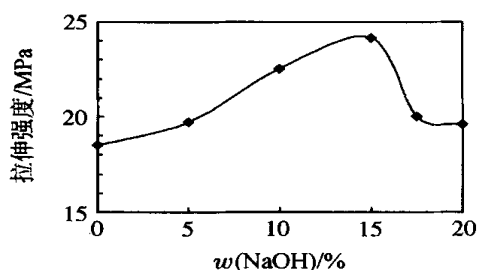


图 1 不同质量分数 NaOH 溶液对 PVC/木纤维复合材料拉伸强度的影响

Fig. 1 Effect of different NaOH solution concentrations on tensile strength of PVC/wood-fiber composite

从图 1 拉伸强度曲线的趋势可以看出,只用硅烷偶联剂处理木纤维表面的复合材料拉伸强度最低,而随着 NaOH 溶液质量分数的增大,木塑 PVC 复合材料的拉伸强度逐渐增大。这说明先用 NaOH 溶液处理,再用硅烷偶联剂对木纤维进行表面改性效果明显,复合材料的拉伸强度有明显提高。这是由于经 NaOH 溶液浸泡后,木粉中的木质素被漂洗掉,剩余主要是木纤维,NaOH 溶液打开部分木纤维的羟基,降低了木纤维的结晶度,使木纤维表面变得蓬松和有空隙存在,硅烷偶联剂更容易与植物纤维

中的羟基发生反应,降低了木纤维的亲水性,从而更容易与聚合物粘结。同时,经 NaOH 溶液处理后,木纤维表面油、灰分等被清除,也有利于提高木纤维与 PVC 树脂之间的界面黏合效果,改进木塑 PVC 复合材料的力学性能。此外,从图 1 还可以看出当 NaOH 溶液质量分数继续增大到超过 15 % 时,复合材料的拉伸性能就开始下降。NaOH 溶液质量分数过高(超过 15 %)可能会使木纤维的结晶结构破坏较多,导致复合材料的强度下降。

图 2 是不同质量分数的 NaOH 溶液对复合材料断裂伸长率的影响曲线。从曲线趋势来看,用不同质量分数的 NaOH 溶液浸泡后再用硅烷偶联剂处理,复合材料的断裂伸长率都比只用硅烷偶联剂一步处理增大很多。并且总体趋势是随 NaOH 溶液质量分数的升高,断裂伸长率逐渐加大。这说明随着 NaOH 溶液质量分数的升高,木纤维与 PVC 的界面结合性逐渐增大,复合材料的断裂伸长率逐渐增大。

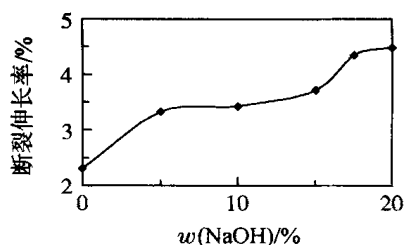


图 2 不同质量分数 NaOH 溶液对 PVC/木纤维复合材料断裂伸长率的影响

Fig. 2 Effect of different NaOH solution concentrations on break elongation ratio of PVC/wood-fiber composite

图 3 是不同质量分数 NaOH 溶液对 PVC/木纤维复合材料拉伸弹性模量的影响曲线。从图 3 曲线可以看出,用 NaOH 溶液浸泡对复合材料的拉伸弹性模量影响不大。加入的木纤维本身是刚性、模量

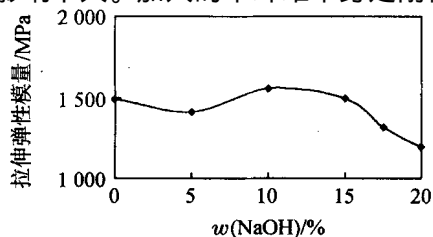


图 3 不同质量分数 NaOH 溶液处理对 PVC/木纤维复合材料拉伸弹性模量的影响

Fig. 3 Effect of different NaOH solution concentrations on tensile elasticity modulus of PVC/wood-fiber composite

较低的物质,木纤维与 PVC 共混形成复合材料,即使木纤维与 PVC 的界面结合性增加,复合材料弹性模量也不会有明显变化。随着 NaOH 溶液质量分数升高到超过 15%,弹性模量有一定程度的下降。

2.2 不同质量分数 NaOH 溶液处理对复合材料冲击强度的影响

从图 4 不同质量分数 NaOH 溶液对 PVC/木纤维

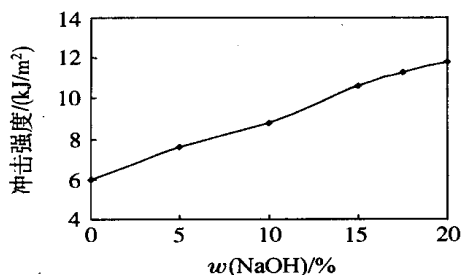


图 4 不同质量分数 NaOH 溶液对 PVC/木纤维复合材料冲击强度的影响

Fig. 4 Effect of different NaOH solution concentrations on impact strength of PVC/wood-fiber composite

维复合材料冲击强度的影响曲线可以看出,随着 NaOH 溶液质量分数的增大,PVC/木纤维复合材料的冲击强度逐渐提高,也就是复合材料的断裂韧性逐渐提高,这说明经过两步表面处理,复合材料的界面黏合性得到明显改善。这与拉伸测试得到的拉伸断裂能数据趋势基本一致,拉伸断裂能数据趋势如图 5 所示。拉伸断裂能是通过计算拉伸测试应力-应变曲线下的面积得到的,也表征材料的韧性,虽然计算的数据不能与简支梁冲击强度直接相比,但反映的总体趋势一致。

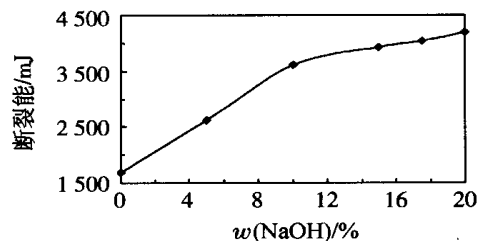


图 5 不同质量分数 NaOH 溶液对 PVC/木纤维复合材料拉伸断裂能的影响

Fig. 5 Effect of different NaOH solution concentrations on tensile break energy of PVC/wood-fiber composite

3 结 论

(1) 研究表明,用适当质量分数的 NaOH 溶液浸泡木粉,然后再用硅烷偶联剂处理木纤维的两步

表面改性处理方法,比只用硅烷偶联剂对木纤维改性效果明显。木纤维经两步法改性处理后,PVC/木纤维复合材料的界面结合力提高,相应的拉伸强度、冲击强度和断裂伸长率比只用硅烷偶联剂处理木纤维的木塑 PVC 复合材料有明显提高。

(2) NaOH 溶液质量分数不可过高,当 NaOH 溶液质量分数超过 15% 时,PVC/木纤维复合材料拉伸强度和拉伸弹性模量会下降。

参 考 文 献

- [1] 杨庆贤. 木/塑复合材料及其增强机理的研究[J]. 复合材料学报, 1992, 9(4): 77 - 81
- [2] Laurent M Matuana, John J Balatinecz, Chul B Park. Effect of surface properties on the adhesion between PVC and wood veneer laminates[J]. Polymer Engineering and Science, 1998, 38(5): 765 - 773
- [3] Oksman K, Lindberg H, Holmgren A. The nature and location of SEBS-MA compatilizer in polyethylene-wood flour composites[J]. J Appl Polym Sci, 1998, 69: 201 - 209
- [4] Oladipo A B, Wichman I S, Beck J V. Experimental investigation of the thermal properties of wood fiber/thermoplastic composites[J]. Journal of Composite Materials, 1999, 133(5): 480 - 495
- [5] Maldas D, Kokta B V. Effect of recycling on the mechanical properties of wood fiber-polystyrene composites. Part 1: chemithermomechanical pulp as a reinforcing filler[J]. Polymer Composites, 1990, 11(2): 277
- [6] Razi P S, Raman A, Portier R. Studies on mechanical properties of wood-polymer composites [J]. Journal of Composite Materials, 1997, 31(23): 2391 - 2401
- [7] 李思良, 刘易凡. 植物纤维/热塑性树脂界面胶接作用研究[J]. 现代塑料加工应用, 1998, 10(6): 18 - 19
- [8] 苑志伟, 张国立, 刘玉春, 等. 木粉填充改性 PE 和 PP 再生料的研究[J]. 化工新型材料, 2000, 28(9): 38 - 39
- [9] 朱晓群, 周亨近, 魏浩, 等. 木粉/HDPE 复合材料的力学性能与流动性能[J]. 北京化工大学学报, 2001, 28(1): 56 - 58
- [10] 薛平, 张明珠, 何亚东, 等. 木塑复合材料及挤出成型特性的研究[J]. 中国塑料, 2001, 15(8): 53 - 59
- [11] 王佩璋, 王兰, 吕立成. 木粉填充废旧聚乙烯的改性研究[J]. 塑料, 2002, 31(1): 41 - 42
- [12] 杨鸣波, 立忠明, 冯建民, 等. 秸秆/聚氯乙烯复合材料的初步研究[J]. 材料科学与工程, 2000, 18(4): 27 - 29

(下转第 82 页)

向区域(2)过渡。

桨叶凹面的三个区域中,随截面与轮毂轴线距离的增加,(2)区域 M 值出现波动,(3)区域 M 值呈现单调递减的趋势。桨叶凹面的最大的 M 值出现在(1)区域。

以上分析结果是在考虑定常流场作用的情况下获得的数据,与CBY系列搅拌桨叶实验应力测量值的分布规律^[3]一致。

4 结 论

(1)通过比较和插值,可以将流场模拟得到的搅拌桨叶表面的压力场数据转化为有限元分析时桨叶

的载荷条件。

(2)有限元方法分析的桨叶表面的Mises M 应力分布规律与实验测量的CBY系列搅拌桨表面的应力分布规律一致,从而验证了该方法的可行性。

参 考 文 献

- [1] 钟 丽. 搅拌槽内固-液悬浮的数值模拟[D]. [硕士学位论文]. 北京:北京化工大学,2003
- [2] 哈尔滨工业大学理论力学教研组. 理论力学[M]. 第五版. 北京:高等教育出版社,1997
- [3] 马 鑫. 搅拌桨叶表面应力的测量及分析[D]. [硕士学位论文]. 北京:北京化工大学,2000

Calculation of stress of an impeller acted by liquid in a stirred tank

Li Zhi-peng Cui Wen-yong Ma Xin Liu Xin-wei

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: The stress of an airfoil impeller CBY acted by liquid in a stirred tank was analyzed by using a finite element method. A new method was developed to exchange the data from the Computational Fluid Dynamics (CFD) to a finite element model. The stress distribution of the impeller predicted by the finite element method is in good agreement with experimental results given by the literature.

Key words: impeller; finite element analysis; stirred tank

(责任编辑 刘同帅)

(上接第 78 页)

Effect of a modifying method of wood-fiber on the mechanical properties of polyvinyl chloride/ wood-fiber composite

Ding Yun¹ Zhong Xin¹ Xue Ping¹ Ding Hui²

(1. Institute of Plastics Machinery and Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China;

2. Jidong Subsidiary Company of Shandong Huaju Energy Sources Co., Ltd., Shandong, Jining 272072, China)

Abstract: Compared with only using silane coupling agent to deal with wood-fiber, the two-step modifying method of immersing wood-fiber into NaOH, then using silane coupling agent to deal with wood-fiber has following advantages: the interphase bonding of PVC/ wood-fiber composite is increased, the mechanical properties of the PVC/ wood-fiber composite such as the tensile strength, impact strength, and break elongation ratio are improved obviously.

Key words: polyvinyl chloride; wood-fiber; composite

(责任编辑 刘同帅)