

汽车内饰用涤纶针刺布/PE膜热压覆膜工艺研究

马志远^a, 韩建^a, 于斌^b, 丁新波^b, 朱斐超^b

(浙江理工大学, a. 材料与纺织学院; b. 浙江省产业用纺织材料重点实验室, 杭州 310018)

摘要: 探讨汽车内饰用涤纶针刺布/PE膜热压复合材料的最佳覆膜工艺条件。采用正交实验分析法,选择热压温度、热压强度和热压时间进行三因素三水平实验,对涤纶针刺布/PE膜热压复合材料的拉伸、撕裂以及剥离等力学性能进行研究;并采用扫描电镜观察复合材料中PE膜与涤纶针刺布的结合情况。结果表明:随着热压温度、热压压强和热压时间的增加复合材料的拉伸、撕裂及剥离强力均有所提高,其中热压温度对复合材料的力学性能影响最为显著。通过扫描电镜对复合材料的形貌结构观察可知当热压温度高于PE熔点时热压复合使PE膜渗透较为充分,与基材结合更为紧密。在工艺参数为115℃、3 MPa和5 min时可获得综合性能较为优异的涤纶针刺布/PE膜覆膜材料。

关键词: 汽车内饰; 针刺布; PE; 热压覆膜; 剥离强力

中图分类号: TS176.6

文献标志码: A

0 引言

车用非织造内饰材料主要应用于门内饰、行李舱盖板、车顶、车厢衬垫、座椅靠背等^[1-2],其中最常见的是涤纶针刺非织造材料,并通过起绒、上胶、淋膜、喷雾和涂层等后整理工艺改善其性能^[3-4]。

李华冠^[5]通过对PET/PP非织造复合材料进行模压整理制得克重低、尺寸稳定性好、无甲醛释放的汽车内饰材料。金银山等^[6]通过对阻燃涤纶/ES纤维非织造复合材料进行轧光整理制得了硬挺度好、透气性低、力学性好、阻燃性好的车内饰材料。虽然现有研究对车内饰无纺布性能的改善已经较为充分,但是大部分都是只改善了其力学性能、硬挺度、阻燃性能等,对于其抗污、拒水、易打理等性能研究较少。通过对非织造材料表面覆膜,将膜材所特有的表面性能附加于基材,使其获得特有的功能和性能,如抗水、拒污、易打理等^[7-8]。常用的覆膜方法有两种:一为胶粘法,使用胶黏剂将非织造布与膜材粘合在一起,但其材料的覆膜牢度低,易脱落,且胶黏剂中往往含有甲醛等有毒害成分;另一为热压复合法,其获得的材料覆膜牢度较高,工艺简便,生产

效率高且无污染。在汽车内饰用非织造材料表面覆膜,其剥离强力是表征覆膜牢度的一项重要指标^[9-10]。

本文通过对自制涤纶针刺布表面进行PE膜热压覆膜,来制备拉伸强力、撕裂强力和剥离强力较高,覆膜牢度稳定的覆膜复合材料。探讨在不同实验条件下即通过改变热压温度,热压压强和热压时间对复合材料的力学性能、覆膜牢度和结合的影响,并分析在不同热压温度下PE膜与涤纶针刺布的粘结现象以及剥离时的剥离机理。

1 试验

1.1 实验材料与仪器

材料:自制涤纶针刺布(厚度2.7 mm,平方米质量240 g/m²),PE膜(0.01 mm,熔点112.3℃)。

仪器:XLB-25D平板硫化机(湖州星力橡胶机械制造公司);英斯特朗3369型电子万能材料试验机(美国英斯特朗集团);JSM-5610LV型扫描电子显微镜(日本电子公司)。

1.2 试验方法

采用正交实验设计方法,选择对复合材料性能

指标(拉伸强力、撕裂强力、剥离强力)产生显著影响的热压温度(A)、热压压强(B)和热压时间(C)作为三个因素(工艺参数),再确定各因素的水平用 $L_9(3^3)$ 正交进行实验研究,实验安排如表 1 所示。

表 1 正交实验因素与水平

水平	因素 A: 热压温度/℃	因素 B: 热压压强/MPa	因素 C: 热压时间/min
1	105	1	1
2	110	3	3
3	115	5	5

1.3 测试方法

1.3.1 力学性能的测试

根据标准 GB/T 3923.1—1997《织物拉伸性能测试标准》,在英斯特朗 3369 型电子万能材料试验机上测试覆膜后样条的拉伸强力。

根据标准 GB/T 3903.12—2005/ISO 20872:2001《裤型撕裂强力测试标准》,在电子万能材料试验机上测试覆膜后样条的撕裂强力。

1.3.2 剥离强力测试

根据标准 FZ/T 60039—2013《剥离强力测试方法》,在电子万能材料试验机上测试覆膜后样条的剥离强力。

1.3.3 结构与形貌的观察

用 JSM-5610LV 型扫描电子显微镜对覆膜后复合材料进行横截面观察,并对 PE 在涤纶针刺布中的渗透情况进行分析。

2 结果与讨论

2.1 正交实验的结果与讨论

以拉伸强力、撕裂强力及剥离强力为主要评价指标,做表 1 所示 $L_9(3^3)$ 正交实验,其实验结果如表 2 所示。

表 2 正交实验结果

序号	A	B	C	拉伸强力/N	撕裂强力/N	剥离强力/(N/3 cm)
1	1	1	1	263.79	42.28	0.22
2	1	2	2	273.52	47.11	0.37
3	1	3	3	280.12	48.52	0.44
4	2	1	2	287.25	54.95	2.24
5	2	2	3	306.63	58.92	3.27
6	2	3	1	290.66	62.74	4.83
7	3	1	3	301.04	66.56	6.55
8	3	2	1	332.92	69.70	7.56
9	3	3	2	274.12	73.20	4.57

对以上实验结果作极差分析,结果如表 3 所示。

表 3 实验结果极差直观分析结果

	拉伸强力/N			撕裂强力/N			剥离强力/(N/3 cm)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
$\overline{K_1}$	292.04	288.12	284.32	47.97	55.82	57.98	0.35	2.99	2.93
$\overline{K_2}$	314.80	297.82	290.95	58.87	59.42	58.99	3.03	6.62	3.10
$\overline{K_3}$	321.79	283.45	294.13	70.37	61.97	60.24	7.54	2.90	5.49
极差	29.75	14.37	9.81	22.40	6.15	2.26	7.19	4.72	2.56

根据表 3 中各不同因素相关性能指标(拉伸强力、撕裂强力、剥离强力)的大小,可知 3 个因素对性能指标影响的重要性排序均为 $A>B>C$ 。

根据 $\overline{K_i}$ 的值与指标的关系,确定各因素水平的最佳组合:

拉伸强力: $A_3B_2C_3$;

撕裂强力: $A_3B_3C_3$;

剥离强力: $A_3B_2C_3$ 。

综合平衡确定最优工艺条件:

因素 A,对于拉伸强力、撕裂强力、剥离强力, $A_3(115^\circ\text{C})$ 均为最佳水平。

因素 B,对于拉伸强力、剥离强力 $B_2(3\text{ MPa})$ 为最佳水平;对于撕裂强力 $B_3(5\text{ MPa})$ 为最佳水平,但撕裂强力为次要因素。所以取 $B_2(3\text{ MPa})$ 为最佳水平。

因素 C,对于拉伸强力、撕裂强力、剥离强力 $C_3(5\text{ min})$ 为最佳水平。

2.2 热压工艺对复合材料力学及渗透性能的影响

2.2.1 热压工艺对力学性能的影响

为了分析热压工艺对复合材料的拉伸强力、撕裂强力的影响,作拉伸强力、撕裂强力随热压温度、热压压强和热压时间变化曲线如图 1、图 2 所示:

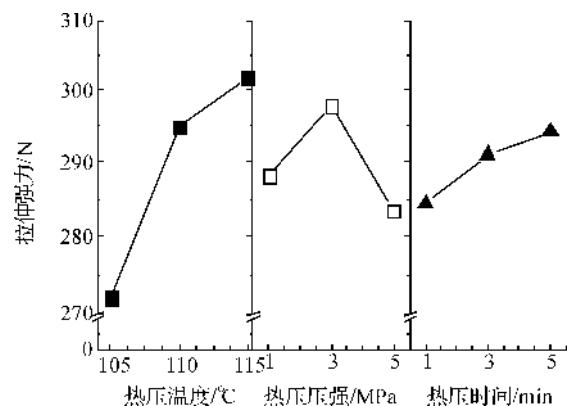


图 1 各工艺因素对拉伸强力的影响

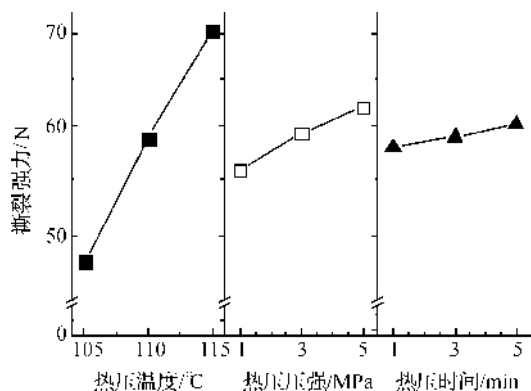


图2 各工艺因素对撕裂强度的影响

图1可知,随着热压温度、热压时间的上升,复合材料的拉伸强度逐渐上升。其中热压温度对复合材料的拉伸强度影响最为明显。这是因为,当热压温度、热压时间增加,PE膜与基材的结合趋于紧密,膜与基材间的作用力增强,从而提升复合材料的拉伸强度。观察热压压强对复合材料拉伸强度的影响,可知,热压压强为3 MPa时,复合材料的拉伸强度达到最大值;而在热压压强5 MPa时,复合材料的拉伸强度有所下降。这是因为,热压压强增大有利于热压模具与PE膜及涤纶针刺材料间热量的传递,使PE膜与基材结合紧密,膜与基材间作用力增强,从而提升复合材料的拉伸强度,但是过高的热压压力使涤纶纤维嵌入PE膜中,破坏了膜的完整性,使复合材料的拉伸强度下降。

图2可知,随着热压温度、热压压强和热压时间的上升,复合材料的撕裂强度均呈逐渐上升趋势,其中热压温度对复合材料的撕裂强度影响最为明显,热压压强和热压时间对复合材料的撕裂强度影响相对较小。

2.2.2 热压工艺对剥离强度的影响

剥离强度是表征覆膜材料覆膜牢度的关键指标。剥离强度随热压温度、热压压强和热压时间变化曲线如图3所示。

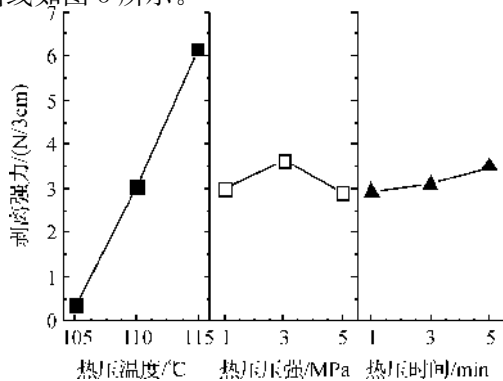


图3 各工艺因素对剥离强度的影响

图3可知,随着热压温度和热压时间的上升,剥离强度呈上升趋势,而热压温度对覆膜牢度的影响最为显著;但是,随着热压压强的上升覆膜材料的剥离强度呈现先上升后下降趋势。由于覆膜复合材料的剥离强度是由界面间粘合强度所决定的^[11],覆膜材料界面间的作用力主要是两层材料间的吸附,吸附强度的大小关键是涤纶针刺布和薄膜间的接触面积,因此,热压时提高温度和增加时间,能提高PE膜和针刺布之间的接触面积从而增加剥离强度;然而,过高的热压压强使得涤纶纤维嵌入熔融后的PE膜,破坏了膜的完整性,减少了膜材与针刺布间的粘结力,因此,剥离强度在热压压强增加到5 MPa时反而有所下降。

由于热压温度对复合材料的剥离强度影响最明显,为了研究覆膜材料膜材剥离时的剥离机理,选取表2中试样4(热压工艺为110℃,1 MPa,3 min)、试样8(热压工艺为115℃,3 MPa,1 min)作剥离强度-剥离位移曲线,结果如图4所示。

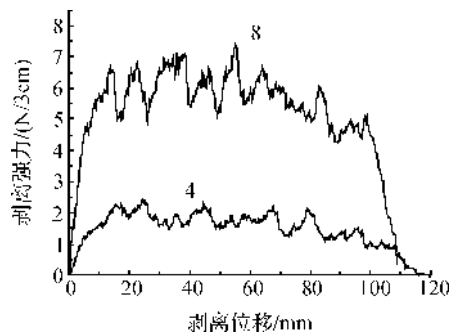


图4 试样4、试样8复合材料的剥离强度-剥离位移曲线

图4可见,剥离曲线上波峰和波谷间上下过渡区曲线较陡,测试时随着拉力增大,曲线不断上升,当达到峰值时,拉力又迅速下降。出现此现象的原因是,PE膜与基材的粘结是点与面及线与面的结合,剥离是点与面及线与面的剥离,所以当PE膜与基材剥离时拉力先上升,一旦点与面或者线与面达到剥离时拉力又迅速下降。比较试样4和试样8的剥离曲线可以发现,试样8的波动频率较大且波峰与波谷之间的差值较大。上述情况的原因是在试样8的覆膜工艺(热压温度高于PE的熔点)下纤维与PE膜紧密结合,剥离作用是粘合界面的纤维与纤维之间抽离以及纤维与PE膜之间的剥离,所以,剥离强度大且波动频率较高;试样4的覆膜工艺(热压温度低于PE的熔点)下纤维与PE膜结合情况一般,剥离作用是粘合界面的纤维与PE膜之间的点接触剥离,所以波峰与波谷之间的差值较小。

2.3 热压工艺对复合材料的结构与渗透性能的影响
采用 SEM 对不同热压温度 PE 膜热压覆膜后复合材料进行形貌结构观察,结果如图 5 所示。

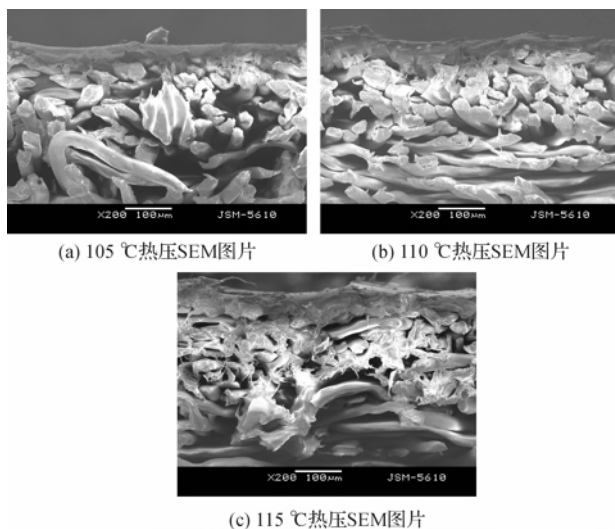


图5 不同热压温度 PE 膜覆膜后复合材料横截面 SEM 图

图 5 为不同热压温度(105、110、115℃),相同热压压强、相同热压时间时复合材料横截面 SEM 图。通过比较可发现:图 5(a)中 PE 膜经过 105℃热压后对基材基本无渗透,PE 膜与基材粘结情况较差;图 5(b)中经 110℃热压后 PE 膜有部分渗透入基材中,覆膜效果一般;图 5(c)中可发现经过 115℃热压后 PE 膜熔融渗透充分,PE 膜与基材结合紧密,而且基材中纤维之间紧密。由上述可知,当热压温度上升时 PE 膜对基材渗透的程度提高,PE 膜和基材的结合变得紧密,基材中纤维与纤维之间的抱合增强。此现象可解释复合材料的力学性能和剥离强度随热压温度提高而提高的原因。

3 结 论

a) 以复合材料的拉伸强度、撕裂强度和剥离强

力为评价指标,其最佳工艺条件为热压温度 115℃,热压压强 3 MPa,热压时间 5 min。

b) 覆膜后复合材料中 PE 膜与涤纶针刺布的结合情况表明,随着 PE 在涤纶针刺布中渗透部分的增加,拉伸强度、撕裂强度和剥离强度呈上升的趋势,这主要是渗透后 PE 膜与基材紧密结合增强了基材的力学性能,PE 膜与涤纶针刺布之间的接触面积增加其覆膜牢度也有所上升。

参考文献:

- [1] 刘 辉. 国内非织造汽车内饰材料的应用研究[J]. 科技前沿, 2010(9): 158-159.
- [2] 王 敏, 钟 刚, 刘小明. 非织造汽车内饰材料及其生产装备[J]. 产业用纺织品, 2009(6): 30-33.
- [3] 向 阳. 中国非织造汽车内饰材料的发展前景[J]. 产业用纺织品, 2006(1): 1-5.
- [4] 陈 伟. 针刺法非织造布在汽车内饰领域的应用[J]. 纺织服装周刊, 2007(4): 41-43.
- [5] 李华冠. 汽车内饰用 PET/PP 非织造材料的制备及其性能研究[J]. 产业用纺织品, 2012(5): 30-35.
- [6] 金银山, 任元林. 汽车内饰用阻燃针刺非织造布的性能影响因素[J]. 纺织学报, 2012(3): 55-58.
- [7] 纳绍荣, 曾 锐. 复膜工艺与粘接原理[J]. 云南印刷, 1994(5): 39-41.
- [8] 郑玉婴, 蔡伟龙, 汪 谢, 等. 无胶热压聚四氟乙烯覆膜高温滤料[J]. 纺织学报, 2013(8): 22-26.
- [9] 蒋 莉, 吴海波, 靳向煜. 热轧复合工艺对 PTFE 膜和 PET 纺粘非织造布复合材料性能的影响[J]. 非织造布, 2007(12): 39-41.
- [10] 张春建. 新型军用功能性纺织面料的开发[J]. 棉纺织技术, 2002(1): 9-12.
- [11] 崔少霞, 陈南梁. 疲劳对机织压延类柔性复合材料玻璃性能的影响[J]. 纺织科技进展, 2008(1): 64-65.

Study on Hot Pressing Process of Polyester Needle-Punched Nonwovens/PE Film for Automobile Interior

MA Zhi-yuan^a, HAN Jian^a, YU Bin^b, DING Xin-bo^b, ZHU Fei-chao^b

(a. School of Materials and Textiles; b. The Key Laboratory of Industrial Textile Materials and Manufacturing in Zhejiang Province, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: This paper discusses the optimal pressing process conditions of polyester needle-punched nonwovens/PE film hot pressing composite materials for automobile interior; conducts three-factor and three-level test with hot pressing temperature, strength and time with orthogonal test analysis method and studies mechanical properties of polyester needle-punched nonwovens/PE film hot pressing composite materials such as tensile, tearing and stripping properties; and observes the combination of PE film and

polyester needle-punched nonwovens with scanning electron microscope. The result shows that tensile, tearing and stripping strengths of composite materials increase with the increase of hot pressing temperature, pressure and time and hot pressing temperature has most significant influence on mechanical properties of composite materials. According to the observation of morphology and structure of composite materials by scanning electron microscope, hot pressure makes PE film penetrate more fully and bond with the base material more closely when hot pressure temperature is higher than PE melting point. When technological parameters are 115°C, 3MPa and 5min, polyester needle-punched nonwovens/PE film materials with outstanding comprehensive performance can be obtained.

Key words: automobile interior; needle-punched nonwoven; PE; hot pressing; peeling strength

(责任编辑: 张祖尧)

(上接第 611 页)

Study on Preparation of Quaternary Ammonium Salt-Type Antibacterial Cotton Fabrics with Mist Polymerization Method

HUANG Mei-qi, XI Guang-hui, ZHENG Ting-ting, WANG Xi-yi, FAN Wan-chao, LIU Xiang-dong

(School of Materials and Textiles, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Antimicrobial monomer N, N, N, N-triethyl-vinyl ammonium bromide (TAAB) is synthesized by triethylamine and bromopropylene in acetone solvent through N-alkylation reaction and antimicrobial cotton fabrics are prepared with mist polymerization method. This study first uses atomizing ceric ammonium nitrate water solution to process the surface of cotton fabrics. Free radical active points are generated on cellulose molecular chain through the oxidization of cerium ion. The surface of this activated cotton fabric is processed with atomizing antimicrobial monomer (TAAB). Graft polymerization is triggered and modified antimicrobial layer is obtained. Infrared (FTIR-ATR) test result shows that antimicrobial monomer has successfully grafted and aggregated on the surface of cotton fiber. Antimicrobial test result shows that modified fiber fabrics have good antibacterial property for escherichia coli and antibacterial rate can reach over 90%. Air permeability and hygroscopicity of modified antimicrobial fabrics do not reduce greatly and tensile property increases.

Key words: cotton fabric; quaternary ammonium salt; antimicrobial treatment; mist polymerization

(责任编辑: 张祖尧)