

氩等离子体处理改性丙纶

谢洪德 王红卫 秦志忠

(苏州大学材料工程学院, 江苏 苏州 215021)

摘 要: 探讨了改性丙纶经氩等离子体处理的工艺条件及处理后纤维的性能及表面形态。改性丙纶经氩等离子体处理后,失重率增大,回潮率增大,试样的回潮率为处理前的140%~400%,失重率0.35%~0.38%时回潮率最大。处理后丙纶表面产生较深的蚀点和凹槽。较佳的处理条件为时间10 min,功率100 W,工作气体压力50 Pa。

关键词: 等离子体 聚丙烯纤维 氩 回潮率 失重率

中图分类号: TQ342.62 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0041(2003)06-0027-03

国内外研究表明,等离子体干态处理作为一种清洁、有效、处理均匀的新工艺,在纺织染整加工中有很多应用且效果明显。笔者探讨了氩等离子体技术在改性丙纶处理中的应用,为实际生产提供依据和参考。

1 实验

1.1 原料及分析仪器

PP/PET 改性丙纶,市售;氩气,纯度99.99%,苏州金宏气体有限责任公司产。

HD-11型等离子体处理仪,苏州鸿达等离子体技术有限公司;YG003单纤维强力仪,太仓纺织仪器厂;CDR-4P型差热分析仪,上海天平厂;日立S-570型扫描电镜,日本。

1.2 制备试样

称重 在绕丝器上绕丝,计算每圈丝的质量,称出2 g试样丝。

清洗 清洗绕好的丝,在自来水中浸泡3~5 min后,在四氯化碳溶液中去油约1~2 min后用蒸馏水浸泡。

干燥 利用电热真空烘箱干燥(真空度99 kPa,加热温度60℃,持续干燥2~3 h)将烘干的丝取出称重,装入自密封袋。

1.3 失重率和回潮率

失重率 将试样置于等离子体发生器中,称取处理前后纤维的质量为 W_0 和 W_1 ,按下式计算失重率:

$$\text{失重率}(\%) = (W_0 - W_1) / W_0 \times 100\% \quad (1)$$

回潮率 将待测试样放在装有饱和亚硝酸钠溶液(RH70%)的干燥器中平衡24 h后,测定吸湿前后试样的回潮率,同式(1)计算回潮率。

2 结果与讨论

2.1 等离子体处理条件对失重率的影响

2.1.1 等离子体处理时间对失重率的影响

保持放电功率100 W,工作气体压力50 Pa,改变处理时间,可得到等离子处理时间与失重率变化的关系曲线(见图1)。

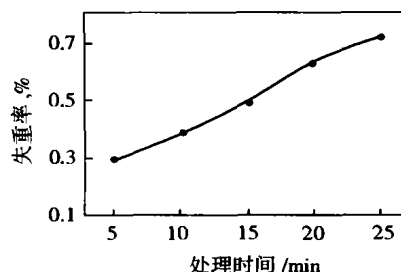


图1 处理时间对失重率的影响

Fig. 1 Effect of plasmas treating time on weight loss

从图1可以看出,随着时间的延长,改性丙纶的失重率增大。这是因为等离子体对纤维的表面处理主要发生3种作用:蚀刻,表面交联和引入极性基团。氩气是非反应性气体,其等离子体则主要发生蚀刻作用,使织物表面形成很多微小孔隙。随着时间的延长,活性粒子对纤维表面作用的积累,

收稿日期:2003-06-24; 修订日期:2003-09-22。

作者简介:谢洪德(1964-),男,讲师,硕士。主要从事高分子材料的改性和应用研究。

使刻蚀作用增强,链断裂和脱氢作用加剧,从而引起失重率的增加。

2.1.2 等离子体放电功率对失重率的影响

保持放电时间 10 min,工作气体压力 50 Pa,失重率随放电功率增加成直线上升(见图 2)。这是因为随着放电功率的增加,活性粒子的能量增加,使纤维表面的蚀刻作用增强,纤维失重率提高。

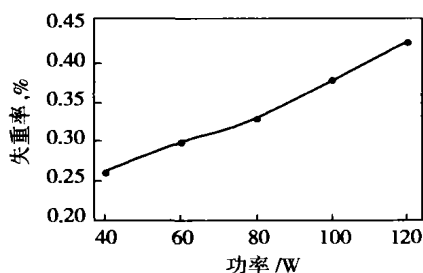


图2 放电功率对失重率的影响

Fig. 2 Effect of plasmas treating power on weight loss

2.1.3 等离子体工作气体压力对失重率的影响

保持放电时间 10 min,功率 100 W 等离子体工作气体压力与失重率的关系曲线见图 3。

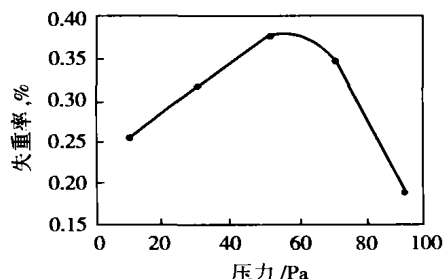


图3 等离子体气体压力对失重率的影响

Fig. 3 Effect of plasmas treating pressure on weight loss

由图 3 可见,失重率随气体压力的增大,有先增后降的趋势。放电工作气压为 50 Pa 时,织物的失重率达到最大值。这是因为随着工作气体压力的增加,氩分子的量增加了,高能粒子的数目增多,对织物的作用增强。但由于功率一定,体系的能量一定,工作气体压力的进一步增加会导致各粒子平均能量降低,真正被电离的活性粒子数目减少。因此,织物的失重率降低。在 50 Pa 左右时,活性粒子的数目与平均能量可能达到一个最佳配比状态,因此织物的失重率显著提高。

2.2 失重率对纤维回潮率的影响

失重率与回潮率的关系见图 4。

从图 4 中看出,处理过试样的回潮率约为未

处理试样的 140% ~ 400%,在失重率 0.35% ~ 0.38% 回潮率最大。经等离子体处理后纤维的吸湿性得到改善,一是由于纤维中引入了活性基团^[1],提高了纤维的吸湿性能。纤维分子结构中引入的活性基团数目越多,吸湿能力越好,相应回潮率也越高。其二是因为等离子体处理后,纤维表面被破坏,表面产生裂纹和坑洼,使水分子容易被吸附在空隙处。但是随着失重率的增大,纤维的回潮率下降明显。其原因在于等离子体对纤维的表面处理发生的 3 种作用综合的结果。在失重率较低时,蚀刻和引入极性基团占主导地位,随着失重率的增加,表面交联作用加强,导致纤维的回潮率下降。

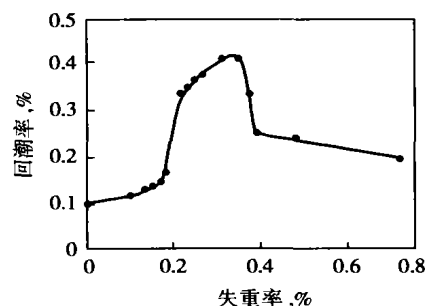


图4 失重率对回潮率的影响

Fig. 4 Effect of weight loss on moisture regain

2.3 失重率对纤维力学性能的影响

表 1 为处理后改性丙纶力学性能测试结果。从表 1 可以看出,氩等离子体处理后改性丙纶断裂强度在失重率小于 0.5% 时基本不发生变化,大于 0.5% 时断裂强度下降明显。断裂伸长率也随纤维失重率的增加而下降。当失重率小于 0.5% 时,纤维的强伸度均符合改性丙纶的要求。

表 1 失重率与断裂强度及断裂伸长率的关系

Tab. 1 Relationship between weight loss and breaking strength and elongation at break

| 失重率, % | 断裂强度/ cN · dtex ⁻¹ | 断裂伸长率, % |
|--------|----------------------------------|----------|
| 0 | 2.21 | 184.8 |
| 0.142 | 2.05 | 98.8 |
| 0.222 | 2.29 | 88.8 |
| 0.394 | 2.20 | 75.7 |
| 0.488 | 2.24 | 70.2 |
| 0.722 | 1.80 | 41.9 |

注:测 10 次左右,取平均值。

2.4 纤维表面形态

图 5 为等离子体处理前后丙纶的表面形态扫描电镜图。可见处理前表面光滑无坑凹;处理后

表面粗糙度加深,出现明显的刻蚀点和坑洼。说明等离子体处理可使纤维表面形成粗糙面,增加比表面积。



a. 处理前

b. 处理后

图 5 等离子体处理前后纤维表面扫描电镜图

Fig. 5 SEM microphotographs of fiber surface before and after plasma treatment

2.5 失重率对纤维热学性能的影响

经氩等离子体处理后的丙纶熔点见表 2。经过等离子处理的丙纶熔点与原丝基本相当,说明等离子体处理主要在表面无定型区,不会影响丙纶的分子结构。

表 2 失重率与熔点的关系

Tab. 2 Relationship between weight loss and melting point

| 失重率, % | 熔点/℃ | 失重率, % | 熔点/℃ |
|--------|-------|--------|-------|
| 0 | 157.0 | 0.314 | 155.8 |
| 0.236 | 159.8 | 0.488 | 157.8 |

3 结论

a. 丙纶经等离子体处理后,失重率增大,回潮率增大,在放电时间 10 min,放电功率 100 W,工作气体压力为 50 Pa 工艺条件下,回潮率处于最大值,纤维的力学性能和热性能影响不大。

b. 经氩等离子体处理后丙纶表面产生较深的刻蚀点和凹槽。

参 考 文 献

- [1] 张瑞峰,刘学恕. 等离子体改性聚丙烯纤维表面的 XPS 研究[J]. 功能高分子学报,1994,(1):13~17

Argon plasma treatment for modified polypropylene fiber

Xie Hongde, Wang Hongwei, Qin Zhizhong

(Institute of Material Engineering of Suzhou University, Suzhou 215021)

Abstract: The process conditions of argon plasma treatment for modified polypropylene fiber were discussed, as were the properties and morphology of the treated fiber. The weight loss and the moisture regain of the fiber were both increased after the treatment. The moisture regain was 140%~400% as high as that before treatment and reached maximum when the weight loss was 0.35%~0.38%. And deep etch dot and flute formed on the surface of the treated fiber. The treatment conditions were optimized as: time 10 min, power 100 W and pressure 50 Pa.

Key words: plasma; polypropylene fiber; argon; moisture regain; weight loss

2004 年征订启事

《合成纤维工业》杂志是由中国石化巴陵石油化工有限公司、中国石化集团公司合成纤维科技情报中心站、合成纤维国家工程研究中心联合主办的合成纤维专业性科技期刊。辟有“专论”、“综述”、“研究与开发”、“分析与测试”、“实践与经验”、“英文版科研快讯”、“简报”等栏目。大 16 开本,72 页,双月刊。国内外公开发行,国内邮发代号 42-21。每本订价 8.00 元,年价 48.00 元。欢迎化纤工作者到当地邮局订阅!编辑部现有少量 1982~2002 年合订本,订者请与编辑部联系。联系人:余毅。

地址:湖南岳阳市云溪区

巴陵石油化工有限公司技术中心
《合成纤维工业》编辑部(414014)

电话:0730-8482342 8492077

传真:0730-8482342

《纺织导报》是介绍全球纺织行业新概念、新技术、新工艺、新原料、新产品和新设备的综合类科技期刊。注重国内、国外专业技术的互通性和互补性,强调上、中、下游产业链的依存性和连贯性。

可通过全国邮局订阅或直接向编辑部订阅。邮发代号:82-908,双月刊,120 元/年。

本编辑部同时出版《中国纺织文摘》(双月刊),180 元/年;《中国纺织品价格通讯》(周刊),500 元/年。

电话:010-64153305,64167479

传真:010-64159702

地址:北京东直门南大街 6 号中纺大厦 10 层《纺织导报》编辑部(100027)