

文章编号 :0253-9721(2006)03-0071-03

多功能聚氨酯涂层织物的制备及性能

徐旭凡

(嘉兴学院,浙江嘉兴 314001)

摘要 采用聚氨酯(PU)树脂溶液添加到适量的壳聚糖溶液中,同时调整粘度至所需涂布的粘度,经转移涂层工艺加工成 PU 涂层织物。通过透湿、耐静水压等仪器对 PU 涂层织物的透湿量、耐静水压以及抗菌性能进行测试与分析。结果表明,壳聚糖对涂层织物耐静水压有一定影响,较好地改善了 PU 涂层织物的透湿性能,并赋予 PU 涂层织物抗菌性能,从而实现防水、透湿和抗菌三效合一的多功能产品。

关键词 聚氨酯;涂层织物;防水;透湿;抗菌

中图分类号:TS195.57 文献标识码:A

Manufacture and performance of polyurethane coated multi-functional fabrics

XU Xu-fan

(Jiaxing University, Jiaxing, Zhejiang 314001, China)

Abstract The coating agent was prepared by adding PU solution to the appropriate amount of chitosan solution while adjusting the viscosity and then applied to fabrics through transfer coating technique. The hydrostatic pressure and moisture permeability testers were used to examine the permeability, waterproof and antimicrobial properties of the coated fabrics. The results show that although chitosan has some effects on the hydrostatic pressure proof of the coated fabrics, it improves the moisture permeability remarkably and renders the fabrics antimicrobial property. Thus, a multi-functional coated fabric which has waterproofing, water vapor transmission and micro-organism resistance incorporated has been manufactured.

Key words polyurethane; coated fabric; waterproof; permeability; antimicrobial

随着消费的需求以及科技的进步,人们在材料的结构、功能和设计上吸收和移植了现代新技术,为提升防水透湿织物产品档次,增加织物复合功能提供了条件。结合防水透湿织物的特性,研制各类特种或功能性防水透湿织物是防水透湿织物延伸发展的重要课题之一^[1]。我国为抗击“非典”于 2003 年紧急出台的《医用一次性防护服技术要求》(GB 19082—2003)中规定,医用防护服面料需具有多功能防水透湿功能。美国 Gore-Tex 公司采用优异的防水透湿 PTFE 微孔薄膜与织物复合,开发出先进的防护服材料。PU 薄膜也具有良好的防水和透湿性能,在 PU 涂覆液中添加壳聚糖不仅使 PU 涂层织物拥有更好的防水透湿性能,防止结露,而且赋予

其抗菌性能^[2],但这方面的具体研究论文未见报道。本文在普通 PU 中添加壳聚糖试制了系列织物样品,对其性能作了探索性的分析与研究,试图制成防水、透湿和抗菌三效合一的多功能产品。

1 实验部分

1.1 原料

聚氨酯(PU)树脂、二甲基甲酰胺(DMF)、壳聚糖(脱乙酰度 $\geq 85\%$)、十八醇等化学药品。

1.2 聚氨酯涂层织物的制备

聚氨酯涂层织物的制备工艺见文献[3]。

收稿日期:2005-03-24 修回日期:2005-09-19

基金项目:浙江省教育厅基金资助项目(00304018)

作者简介:徐旭凡(1964-),男,副教授,硕士。主要研究领域包括纺织材料的测试与功能性产品的开发。

1.3 织物透湿防水性能测试

聚氨酯织物的透湿性能按 ASTM E-96 测试织物透湿率;聚氨酯织物的防水性能按 GB/T 4744—1997 纺织织物抗渗水性测定——静水压试验法进行测试;接触角 θ 依据 ASTM D5946—99 方法,采用 JC2000 A 静滴接触角测量仪进行测试。

1.4 织物抗菌性能测试

测试方法同文献[4](改良 Quinn 氏法)。

1.4.1 实验材料与菌株

无菌平皿、吸管(10 mL、1 mL)、三角烧瓶、试管、振荡器、接种针(环)、体式镜等;培养基:营养琼脂培养基、半固体营养琼脂培养基(含最终浓度 1/10 万的 TCC)、磷酸盐缓冲液(PBS 0.03 mol/L, pH 值为 7.2~7.4);实验菌株:金黄色葡萄球菌(ATCC6538)、大肠杆菌(ATCC 8099)、白色念珠菌(ATCC 10231)。

1.4.2 操作步骤

将样品剪成 2.5 cm × 2.5 cm 的样片,逐片放于无菌平皿内,均匀滴加 0.1 mL 菌悬液($10^5 \sim 10^6$ cfu/mL),重复 6 块,置 37 °C 培养箱内干燥 30~60 min。将染菌样片平贴于营养琼脂平板表面,用半固体营养琼脂均匀覆盖染菌样片表面,厚度适中。37 °C 培养箱培养 18~24 h,观察结果。同时,对实验菌悬液做活菌计数,以观察对照样片是否影响对受试菌的培养计数。实验中应设未做抗菌处理空白布样及标准本白布样对照。重复上述实验操作并计数。抗菌性能以抑菌率表示,抑菌率计算公式为

$$\text{抑菌率} = (A - B) / A \times 100\%$$

式中, A 为未添加过壳聚糖的 PU 涂层织物平均菌落数; B 为添加过壳聚糖的 PU 涂层织物平均菌落数。

2 结果与讨论

2.1 壳聚糖用量对织物透湿性能的影响

聚氨酯涂层液在低沸点溶剂蒸发过程中成膜,是溶胶-凝胶相转变过程,水汽分子透过聚氨酯涂层织物,主要是水汽分子在材料内的扩散和对流过程。对于微孔透气,由于 PU 薄膜的孔径远大于水汽分子即使水汽分子出现类聚现象(由于水汽分子自身的氢键),水汽分子也可以自由扩散,因此透气主要动力来自于对流方式的实现;而高聚物内的亲水成分提供了足够的化学基团作为水蒸气分子的阶石,

水分子由于氢键和其它分子间力,在高湿度一侧吸附水分子,通过高分子链上亲水基团传递到低湿度一侧解吸,形成“吸附—扩散—解吸”过程,达到透气目的。添加剂壳聚糖作为涂层液的重要组成部分,强烈地影响着织物表面膜的微孔结构形态和 PU 膜的亲水性,表 1 为壳聚糖含量对 PU 织物透湿防水性能影响的测试结果。

由表 1 可知,随着壳聚糖含量的提高,PU 织物的透湿量在逐渐增大。这是由于两方面的作用:一是壳聚糖本身含有大量的亲水基团如 $-\text{OH}$ 、 $-\text{NH}_2$ 等,吸湿性很好,可以通过亲水基团来传递水分子;另一方面,壳聚糖本身的超微孔结构,使其透湿性能增加。

表 1 壳聚糖含量对 PU 织物透湿防水性能的影响

试样编号	壳聚糖质量分数/%	透湿量/ $(\text{g} \cdot (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})^{-1})$	接触角 θ ($^\circ$)	耐静水压/kPa
1#	0	1 012	137	21
2#	1	1 226	116	16
3#	2	1 609	108	13
4#	3	2 017	89	8
5#	4	2 342	83	5

2.2 壳聚糖用量对织物防水性能的影响

根据 Laplace 方程从原理上进行分析,织物的防水性能主要由水与织物的接触角 θ 和微孔半径 r 所决定。接触角 θ 越大,微孔半径 r 越小,织物的防水性能越好。从实验测试的结果表 1 可知,当壳聚糖含量提高到 3% 以上,PU 转移涂层织物涂层面接触角小于 90° ,因而具有足够大的表面张力,当表面张力大于由基布产生毛细效应 $\Delta P_{\text{基}}$,PU 转移涂层织物不具备防水性能即耐静水压低;当壳聚糖含量在 3% 以下时,接触角为 90° ,织物具有很好的防水性能,如表 1 所示。PU 薄膜的表面接触角 θ 随添加壳聚糖含量的提高而减小。这是因为高聚物的表面接触角 θ 与它的表面结构和分子的密实程度(密度)有关^[6]。聚氨酯本身具有双重微相结构,其中硬段链形成紧密堆积相,而软段链形成疏松相。逐步增加壳聚糖含量,PU 薄膜材料密度下降,使薄膜的表面张力及其色散成分减小,另外所添加的壳聚糖具有大量的亲水基团 $-\text{OH}$ 、 $-\text{NH}_2$ 等,更具有亲水性,因此,随着添加壳聚糖含量的提高,接触角 θ 逐渐减小,因而防水性能变差,如表 1 所示。

2.3 聚氨酯涂层织物抗菌性能的分析

表 2 为采用改良 Quinn 氏法对 PU 涂层织物抗

菌性能测试的结果。该系列抗菌织物是将具有抗菌功能的壳聚糖与 PU 涂层剂配成溶液对织物进行涂层处理,使壳聚糖固着在织物表面,从而使 PU 涂层织物具有抗菌功能。原因是甲壳素的脱乙酰化过

程,就是其分子链上 $\text{—HN—}\overset{\text{O}}{\text{C}}\text{—CH}_3$ 逐渐被 —NH_2 取代的过程,在酸性条件下,壳聚糖分子中的活性基团 —NH_2 易与 H^+ 结合,形成 —NH_3^+ 阳离子。由于细菌是由细胞壁、细胞膜、细胞质和细胞核构成的,细胞壁和细胞膜由磷脂双分子层组成,带负电荷。细菌生存和繁殖的最佳条件是中性或弱碱性介质。当细菌与含有壳聚糖的 PU 涂层织物接触时,根据物理学异性相吸原理,带负电荷的细菌会被抗菌织物上的 —NH_3^+ 所吸引,从而束缚细菌的活动自由度,抑制了其呼吸机能,即发生“接触死亡”(contact kill)。另外,细菌在电场引力的作用下,细胞壁和细胞膜上的负电荷因分布不均匀造成变形,发生物理性破裂,使细胞内的水、蛋白质等渗出体外,发生“细菌溶体”(lysis)现象而死亡。

表2 改良 Quinn 氏法实验结果

试样 编号	壳聚 糖/ %	金黄色葡萄球菌		大肠杆菌		白色念珠菌	
		菌落 数/个	抑菌 率/ %	菌落 数/个	抑菌 率/ %	菌落 数/个	抑菌 率/ %
1 [#]	0	60	0	50	0	30	0
2 [#]	1	25	58	23	54	13	57
3 [#]	2	19	68	16	68	8	73
4 [#]	3	14	77	13	74	6	80
5 [#]	4	8	87	7	86	4	87

由表2可知,随着壳聚糖含量的提高,PU 织物的抑菌效果在逐渐增大。结合上述对防水透湿性能影响的分析,壳聚糖的含量应选取一个合适的数值以便使 PU 涂层织物防水、透湿及抗菌功能达到最佳。

3 结 论

1) PU 涂层织物的透湿性能,主要由织物表面 PU 膜的微孔结构形态和 PU 膜的亲水性能决定。随着壳聚糖含量的提高,壳聚糖本身的亲水基团 —OH 、 —NH_2 含量在增加,吸湿性很好,可以通过亲水基团来传递水分子;另一方面,壳聚糖本身的超微孔结构,使其透湿性能增加,而接触角逐渐减小,因此,PU 织物的透湿量逐渐增大,防水性能逐渐降低。

2) PU 涂层液中添加壳聚糖不仅使 PU 涂层织物具有更好的透湿性能,防止结露,且随着壳聚糖含量的提高, —NH_3^+ 数量增多,与带负电荷细菌结合机率增加即具有更好的抗菌性能。

FZXB

参考文献:

- [1] 张建春,黄机质,郝新敏. 织物防水透湿原理与层压织物生产技术[M]. 北京:中国纺织出版社,2003.
- [2] 许树文,吴清基,梁金茹,等. 壳聚糖·纺织品[M]. 上海:东华大学出版社,2001.
- [3] 徐旭凡,王善元. 聚氨酯转移涂层织物的透湿防水性能[J]. 纺织学报,2005,26(3):82-84.
- [4] 郑华英,王斌,孙敏,等. 抗菌织物检验方法的研究[J]. 中国卫生检验杂志,2004,14(2):168-170.
- [5] Wu Souheng. Polymer Interface and Adhesion[M]. New York: Marceldekker Inc,1982.169-170.