

氧等离子体处理羊毛活性染料染色的研究

金郡潮 戴瑾瑾

(东华大学国家染整工程技术研究中心, 上海, 200051)

摘要:通过改变低温等离子体处理的功率、时间和压力等不同的处理条件, 考察处理后的羊毛在80℃等温染色时的固色曲线, 通过比较固色率的不同来研究氧等离子体处理条件对羊毛活性染色影响的规律。探索可能的低温染色条件。

关键词: 羊毛染色 氧等离子体 活性染料 低温染色 固色率 研究

中图法分类号: TS 193.643

羊毛纤维的外层是由鳞片层包覆。每一个鳞片细胞主要由三层组成, 即外表皮层、外角质层和内角质层。其中最外一层是外表皮层, 又叫鳞片外层, 它对化学药剂如酸、碱、氧化剂等的侵蚀作用抵抗力极强, 厚约3nm~6nm, 占纤维总量约0.1%, 大约由四分之三的蛋白质和四分之一的类脂物组成。其中类脂物部分为脂肪酸的混合物, 主要是18-甲基二十烷酸, 可能和蛋白质通过胱氨酸残基形成共价键结合, 有人把它称为F层。其存在造成了纤维表面的疏水性。使染料难以从鳞片层向内扩散。外角质层为角朊蛋白质, 位于外表皮层下面, 胱氨酸的含量很高, 大约每5个氨基酸残基就有1个二硫建交联。内角质层位于外角质层和皮质层之间, 胱氨酸交联密度较低, 每33个氨基酸残基就有一个胱氨酸二硫交联^[1]。这三层结构形成了鳞片层疏水、致密的特性, 使得染料难以从鳞片层向内扩散。只有在较高的温度下, 鳞片层张开, 染料主要从鳞片间的细胞膜复合物这一通道进入纤维内部。

经等离子体处理的羊毛, 羊毛的鳞片层因受到刻蚀作用而遭到破坏, 同时在其大分子上引入了-COOH,-OH等水溶性基团增加了羊毛的亲水性, 另外等离子体也会攻击胱氨酸的二硫键使之断裂, 形成-SO₃⁻、-S-SO₃⁻等水溶性基团, 改变了鳞片层疏水、致密的特性。从而使染料不仅可以从鳞片间, 还可以透过鳞片层直接进入纤维, 从而加快染料的上染^[3]。这样羊毛纤维就有可能在较低的温度下进行染色, 不仅可降低能耗, 同时还可以减少羊毛纤维的损伤。

通过对低温氧等离子体处理的羊毛在活性染料染色时的上染行为的研究, 考察不同处理条件对染色行为的影响以及其中规律。试验中将主要考察处理后的羊毛在等温染色时的固色率曲线, 比较不同的等离子体处理条件对羊毛活性染料固色速率和固色率的影响, 从而为提供合理的等离子体处理工艺提供参考依据。

1 实验部分

1.1 材料

纤维材料: 澳大利亚美利奴羊毛条63s(上海第二毛纺厂); 染料: LANASOL Blue 3R Ciba精化公司

1.2 设备

GPT-3型等离子体处理仪 中央民族大学物理系研制

1.3 实验方法

1. 样品的预处理: 将羊毛毛条按下面条件进行预处理, 然后将羊毛烘干, 称重。

洗净剂: Locanit B(2% o. w. f)(汉高公司); 温度: 40℃~50℃; 时间: 10min; 浴比: 1:20。

2. 等离子体处理: 选择一种气氛, 在一定的压强下, 调节功率大小用GPT-3等离子体处理仪处理相应的时间。

3. 染色方法: 采用80℃等温染色, 取出不同时间样品的残液备用。染料浓度: 1.5% (o. w. f); pH值: 5.6~6; 浴比: 1:40。

4. 测定固色率: 将不同时间取出的样品反复用下述溶液清洗, 将洗液和染色残液合并, 以无色溶液为参比, 测试其中未固着的染料量, 换算成固色率。

尿素: 50% W/V; 净洗剂: Locanit B 2g/L; pH值: 7.0(缓冲溶液); 时间: 30min, 浴比: 1:40。

2 结果与讨论

2.1 氧气压强对染色的影响

选定一定的处理条件,(时间为10min, 功率为100W), 改变氧气压强, 从20Pa增强到100Pa。将处理后的羊毛用活性染料染色。测定不同染色时间染料在羊毛上的固色率。结果如图1所示。

从图1可见, 未经处理的样品在染色初期上染速度较慢, 固色速率不高。并随着时间的延长而逐渐增大, 在120min的染色时间内未能达到平衡。这说明未经处理的羊毛在较低温度(80℃)条件下是不

宜进行活性染料染色的。但是经过氧等离子体处理后的羊毛，在同样的低温条件下能较快地上染、固色，在染色初期的固色速率能迅速增加，染60min后已逐步接近平衡，并达到了较高的固色率。图中未处理羊毛染120min的固色率为68.7%，而处理后羊毛的固色率可达到88%。这表明经过氧等离子体处理后，羊毛纤维可以在较低的温度下进行活性染料染色。

将上述样品经120min染色后的固色率进行比较(图2)，可发现当压力从20Pa逐步升高到25Pa时固色率有所提高。而当压力继续升高则开始下降。

产生这种现象的原因可能是因为在功率一定的

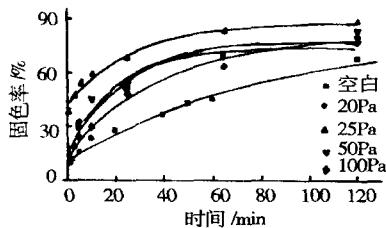


图1 氧气等离子体处理羊毛固色率与压强的关系
条件:10min 100W

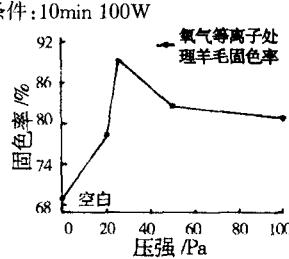


图2 氧气等离子体处理羊毛上染率及固色率与压强关系
条件:氧气处理 10min, 100W
注:固色率为染色 120min 数据

相应的气体压强，能产生最佳的处理效果，在本组试验条件下，氧压强为25Pa时对羊毛固色率提高最大。

2.2 处理时间对染色的影响

处理压强均为25Pa，处理功率均为100W，处理时间从0.5min到30min。处理后羊毛染色的固色率结果如图3、4所示。

从图3图4发现，当羊毛经等离子体处理30s后固色率即由未处理的68.7%升高到78.7%。随着处理时间增加，固色速率和固色率继续呈上升趋势，当处理时间到10min，固色率达最大点89.2%。再继续增加处理时间在纤维上固着的染料量反而下降。

根据图3、4的结果可以发现，在适当的压力及功率条件下即便短时间的处理(如30s)也能加速染

料的上染，促进染料在较低温度下达到染色平衡。但过长时间的处理(超过15min)对染料的上染和固着是不利的。

2.3 处理功率对染色的影响

处理时间为10min，处理压强为25Pa，改变处理功率(25W~200W)将处理后的羊毛用活性染料等温染色。测的固色率的变化结果如图5、6所示。

从图5图6中可见，随着功率从25W增加到100W氧气等离子体处理的羊毛样品固色率和染色初期的固色速率逐步升高，到100W时固色率达到最大值(89.2%)但继续增加输入功率后固色率开始逐步下降。有关研究表明，在一定的压强条件下增加功率，则等离子体气氛中起表面改性作用的活性粒子数目有所增长^[4]，从其他文献的报道也证实了在功率小于100W时，逐步增加功率，羊毛外表皮层的类脂物质会递减，这从另一方面验证了当增加功率会对羊毛鳞片疏水的外表皮层造成进一步的破坏^[3]。该作者的研究同样证明功率达到100W后活

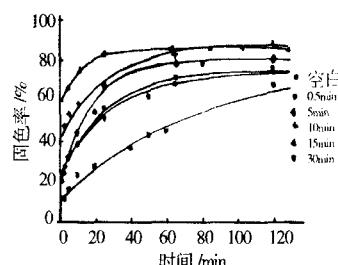


图3 氧气等离子体处理羊毛固色率与时间关系
条件:100W, 25Pa

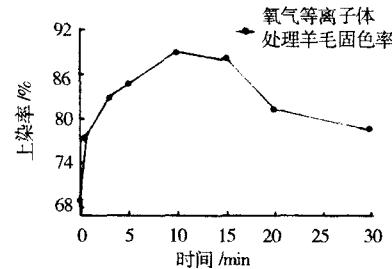


图4 氧气等离子体处理羊毛固色率与时间关系
条件:氧气处理 25Pa, 100W
注:时间为0是指空白样的结果，固色率为染色 120min 数据

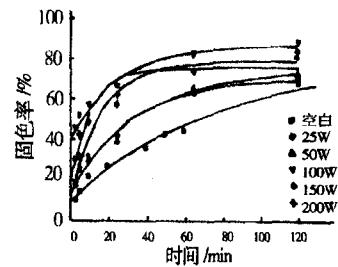


图5 氧气等离子体处理羊毛固色率与功率的关系
条件:10min 25Pa

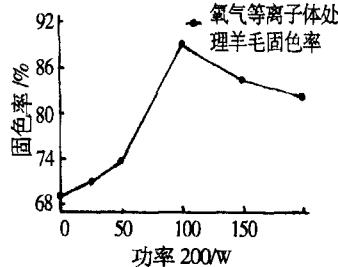


图6 氧气等离子体处理羊毛固色率与时间关系
条件:氧气处理 10min, 25Pa
注:功率为0是指空白样的结果，固色率为染色 120min 数据

性粒子数目便已趋于饱和,继续提高功率不会增加活性粒子数目^[4]。因此开始阶段增加功率,输出的活性粒子数目多,作用效果强,较为明显的改善了亲水性,提高了染色性能。但继续增加能量,并不能增加活性粒子的数目,相反由于过高地增加功率会增加其他粒子的数目,刻蚀破坏(可能由离子流的碰撞造成)的效果会增强,虽然提高了亲水性,却并不能带来染色性能的提高,相反对染色还产生了阻碍的影响。

图5、6的基本结论和前面的结论相似,即使在功率较低或过高的条件下进行等离子体处理都可以在较低温度下促进并加速染料得上染并达到染色平衡。同样存在一个最适合的功率条件,从试验结果分析在25Pa压力下是100W。

3 结 论

通过上述试验表明氧等离子体处理会提高羊毛的上染固色性能。使羊毛材料在较低的温度下较快地上染固色达到平衡。当单独改变等离子体处理压强、时间和功率中的某一因素时,发现其固色率会呈现先升高后下降的规律性的变化,每个因素都存在一个相应的最适条件。实验发现经过适当条件等离子体处理的羊毛纤维可以在较低的温度下进行染色。

参 考 文 献

- 1 张尚德等. 羊毛学. 西安:陕西科学技术出版社,1986.
- 2 赵化侨. 等离子体化学与工艺. 合肥:中科大出版社,1993.2.
- 3 RAKOWSKI. JOURNAL OF THE SOCIETY OF DYES AND COLOURISTS. VOLUME113. SEPTEMBER. 1997.
- 4 X J DAI. S. M. HAMBERGER. AUST. J. PHYS. ,48,1995.