

不同温度下酸对羊毛纤维重量损失的研究

李选刚 潘 葵

(苏州出入境检验检疫局,苏州,215004)

摘 要:就不同温度下硫酸对羊毛的影响程度以及硫酸对羊毛的作用机理进行了研究。

关键词:温度 硫酸 羊毛 重量损失 影响

中图法分类号:TS 102.311 文献标识码:A

以羊毛混纺纱为原料的衣着类纺织品已经越来越为消费者所爱好,羊毛混纺纱的定量分析也成为检验部门一个重要的测试项目。按照 GB/T2910-1997“纺织品二组分纤维混纺产品定量化学分析方法”规定,根据与羊毛混纺的纤维种类,测试方法可以分为两类,一类是针对羊毛与棉、麻、粘胶、腈纶、锦纶、涤纶等纤维混纺组分的定量化学分析方法,另一类是针对羊毛与蚕丝类纤维进行定量化学分析的方法。前者是采用 1.0 N 的次氯酸钠溶解羊毛剩余其他纤维来进行定量分析。后者则是采用 75%硫酸在室温状态下溶解蚕丝剩余羊毛进行定量分析。在实际操作过程中发现不同温度下羊毛在硫酸溶液中具有一定溶解性,按照 GB/T2910-1997 标准规定,对羊毛/丝混纺产品进行定量分析时,实验温度的规定较为模糊,只是要求为室温,但是室温的概念非常广,一年四季室温都不同,而且不同地

区室温也有差异,上下范围甚至可达几十度,而温度恰恰又是硫酸对羊毛损害影响最重要的实验因素之一,因此实验的准确度很低,操作时的可信度也较小,参阅 AATCC 和 ASTM 相关的标准,也未见到有关于用 75%的硫酸作用羊毛/丝时温度规定的表述。

通过对一组不同温度下硫酸对羊毛溶解程度的实验数据的分析对比,可以探讨温度与硫酸对羊毛损害程度的影响。

1 实 验

1.1 试 剂

75%硫酸溶液,10%硫酸,20%氨水溶液。

1.2 试验仪器

恒温振荡水浴锅,分析天平(精确度 0.0001 g),恒温烘箱。

1.3 试验温度

10℃ 20℃ 25℃ 30℃ 35℃ 40℃ 50℃ 60℃。

1.4 试验步骤

把试样放入三角烧瓶中,每克试样加入 100 mL 75%硫酸溶液,盖上瓶塞,在规定温度下摇动 60 min,用已知重量的坩埚过滤,用少量 75%硫酸洗涤瓶中的不溶纤维,并移入玻璃砂芯坩埚中,真空抽吸,然后依次用 50 mL 10%稀硫酸 50 mL 水和 50 mL 20%氨水溶液洗涤坩埚内的不溶纤维,最后用水冲洗,将坩埚与不溶纤维一起烘干、冷却、称重。

2 讨论

2.1 实验结果与试验数据

用反应前后纤维重量差别来表达羊毛纤维受损害程度,在不同温度下测得的试验数据列于表 1 中,相应的重量变化曲线见图 1。

表 1 不同温度下硫酸对于羊毛的影响程度

温度/℃	称前重/g	称后重/g	纤维重量变化率/%
10	1.0493	1.1144	106.2
20	0.6616	0.6998	105.8
25	1.6982	1.7669	104.0
30	0.8647	0.9005	104.1
35	0.9811	0.9955	101.5
40	1.3823	1.3626	98.6
50	0.9938	0.7273	73.2
60	1.2390	0.3710	29.9

注:纤维重量变化率 = (反应后纤维重量/反应前纤维重量) ×

100%

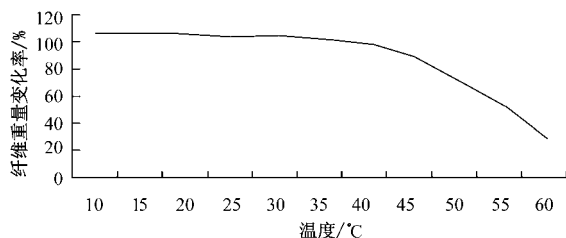


图 1 不同温度下羊毛在硫酸中的重量变化曲线

从表 1 的数据和图 1 修正的纤维重量变化曲线可以看出:羊毛在硫酸中的损耗程度是随着温度呈现先稳定后增加的过程,其中在 35℃ 以下(25~35℃)时,出现反应后的羊毛重量大于反应前的羊毛重量的反常情况;但是温度继续增大以后,羊毛的损耗便迅速加剧,当温度大于 50℃ 时,羊毛纤维在硫酸溶液中已经处于半溶解状态;当温度提高至 60℃ 时,样品在溶液中已呈大分子液态,已经很难辨认出纤维形态,干燥后的样品成为硬块。

比较观察反应前后羊毛的纵向显微结构(图 2, 图 3),可以发现温度升高使硫酸对羊毛的损害逐渐加剧。

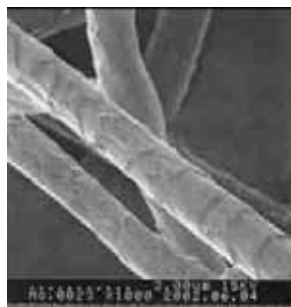


图 2 羊毛纤维 10℃,75%硫酸 反应后的纵面形态

图 3 羊毛纤维 40℃,75%硫酸 反应后的纵面形态

在 10℃ 时,羊毛纤维表面的鳞片层包裹还是比较严密,鳞片层仍较有质感,纤维形态比较规整;可是 40℃ 时,羊毛纤维表面的鳞片层开始微微翘起,并有少量鳞片层呈剥落游离状态,纤维形态也变得比较松散。

2.2 实验结果分析

已知构成羊毛纤维的蛋白质是角朊蛋白,其水解后的最终产物是 α-氨基酸,α-氨基酸的分子式为 COOH—CHR—NH₂,其中 R 代表多种化学结构的取代基(侧基)。羊毛纤维的大分子是由多种不同的 α-氨基酸用酰胺键(又称肽键)链结构成的,所以,最后形成的是以多缩氨酸链为主链的大分子。相邻的大分子间依靠分子引力、盐式键、化学键和氢键等结合的,形成稳定的三维聚集态结构。各分子间作用力大小列于表 2 中。

表 2 羊毛纤维中常见的分子间作用力

作用力的种类	作用的有效距离(Å)	作用的能量(×10 ⁴ J/mol)
范德华力	3.0~5.0	0.76~1.13
氢键	2.3~3.2	1.89~3.44
盐式键	0.9~2.3	13.4~13.9
化学键	0.9~1.9	29.4

根据此种结构来分析,羊毛在硫酸中随升温而逐渐溶解的过程应该就是纤维中各分子间作用力逐渐化解的过程。在温度较低的时候,首先化解的应是键能较低的范德华力和氢键,这两种作用力的键能虽小,但是面广量大,它们的化解可以在大分子间提供较大的空间,实现了纤维的溶胀过程。以后随着温度的提高,键能较大的盐式键开始断裂。羊毛纤维中的盐式键主要形成在大分子中带着长侧链的氨基酸之间,氨基酸的特点就是具有双电性,这种分子有时也称为两极分子,即既有氨基—NH₂ 又有羧基—COOH,如果两个相邻长侧链的端部各有一个—NH₂ 和一个—COOH,则—NH₂ 就可能把—COOH 中的氢原子夺取过来而形成—NH₃⁺ 和—COO⁻,这和酸碱成盐的原理一样,在这两个之间就有可能形

成由 $-\text{NH}_3^+$ 和 $-\text{COO}^-$ 相联系的盐式键,因此盐式键断裂以后,重新形成的氨基酸 $\text{NH}_2-\text{R}-\text{COOH}$ 将会吸附酸溶液中的 H^+ 而成为 $\text{NH}_3^+-\text{R}-\text{COOH}$ 。可见,在试验中发现的在 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 左右出现反应后重量的增加和这里出现的分子间空隙加大和盐式键断裂后,氨基酸可吸附溶液中的酸有关,当继续升温到 $40\text{ }^\circ\text{C}$ 以后,化学键开始断裂,断裂的化学键可以是存在于大分子之间,也可以是存在主链中单基之间的,当后者成为断裂的主要部分以后,大分子即开始降解,纤维即溶失入酸液,纤维重量大幅度减少。在温度继续升高的情况下,化学键的断裂同样也是按键能的大小,自小到大依次破坏(参见表3)。

表3 常见化学键的键能

化学键的种类	键长 (Å)	键能 ($\times 10^4\text{ J/mol}$)
C—N	1.47	27
S—S	2.08	29
C—H	1.09	34
N—H	1.01	35
C—C	1.54	36
O—H	0.96	46

C—H 键首先断裂其次是 S—S 键等,从羊毛纤维吸附酸的反应中得知,化学键的断裂将会加快, $\text{NH}_2-\text{R}-\text{COOH}$ 的数量增加推动反应的进行,图1曲线后半段的急速下降就清楚地表明达到这一温度以后羊毛损失加剧的趋向。

3 结 论

综上所述,可知温度应是影响硫酸对羊毛纤维作用的重要因素之一,在一定温度下羊毛纤维在硫酸溶液中还是比较稳定的,但是随着温度的升高,羊

毛纤维的角质蛋白受到破坏,进而产生损伤,并部分溶解在硫酸中。

在 GB/T2910-1997 “纺织品二组分纤维混纺产品定量化学分析方法”中,对于羊毛/丝混纺的产品分析,有关温度的限定过于模糊,而且不同温度下羊毛的不溶纤维修正系数应不相同,建议在实验中按以下原则予以把握:

1. 在 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 时,修正系数可按标准要求执行,即不溶纤维的修正系数定为 0.985,并将实验温度明确在 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 。为了计算方便,可以设定不溶纤维的修正系数为 1.00,此时实验温度也应该相应调整。

2. 反应后,试验的中和完全也应列入检验规程,因为如果化学反应后在纤维上留下一定量的硫酸,则在高温焙烘的情况下,同样也会造成局部硫酸浓度过大而损伤羊毛纤维。故建议在中和的时候,可将坩埚置于 8% 的氨水中一段时间,以实现中和完全。

参 考 文 献

- 1 西北纺织工学院毛纺教研室.毛纺学.北京:纺织工业出版社,1980:118~120.
- 2 李栋高等.丝绸材料学.北京:中国纺织出版社,1994:250~252.
- 3 姚穆等.纺织材料学.北京:纺织工业出版社,1980:92~143.
- 4 宫本武明等著.周晓沧等译.新纤维材料.仪征:仪征化纤股份有限公司研究院编,1994:19~24.
- 5 GB/T2910-1997 纺织品二组分纤维混纺产品定量化学分析方法.国家技术监督局发布,1997.
- 6 Standard Test Methods for Quantitative Analysis of Textiles. ASTM D 629-95,1995.
- 7 Fiber Analysis:Qualitative. AATCC Test Method 20-1998,1998.
- 8 Fiber Analysis:Quantitative. AATCC Test Method 20A-1995,1995.

2003 年版《中国毛纺织行业实用指南》即将出版

中国纺织信息中心与中国毛纺织行业协会将再度联手,于年内隆重推出《中国毛纺织行业实用指南》(2003年版)及与之配套的“中国毛纺织产品购销数据库”光盘。

新一版《中国毛纺织行业实用指南》在总结了过去连续出版 5 册《中国羊毛制品业名录》、《中国毛纺织行业服务指南》经验的基础上,以实用性为原则,博采众家之长,为毛纺织及其相关企业提供从原料到成品、从技术到贸易的综合信息,为企业搭建了相互沟通、宣传自我的平台,是国内惟一一套权威性的专业工具书。其内容包括行业发展篇、企业及产品篇、工具篇等三个部分,行业发展篇主要包含 2001~2002 年全国和有关省市毛纺织行业经济运行情况回顾以及近两年来在专业研讨会上、专业刊物与毛纺织行业相关的新型纤维原料、加工工艺、纺织机械、染料助剂、面料与服装产品等的开发与应用方面的优秀论文以及获得国家专利的技术和产品等;企业及产品篇主要包含毛纺织(针织)企业、毛纺织专用设备及配件生产企业、染料助剂生产企业以及与之相关的管理、科研、贸易单位的联络方式、企业和产品介绍等,同时还将隆重推出近两年来快速发展起来的与毛纺织行业相关的特色市(镇)企业专辑等;工具篇主要包含行业标准及统计数据以及其它工具性资料。

电话: 010-85229423 65016539 65017711