

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМО- И ФОТОВОЗДЕЙСТВИЯ НА СВОЙСТВА ХЛОПКОВЫХ ТКАНЕЙ МЕТОДАМИ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Ю.В. Марчук

Научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н. В.А. Светличный
Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050
E-mail: yuliyatm@yandex.ru

STUDY OF THE EFFECT OF THERMO - AND PHOTOSDATE ON THE PROPERTIES OF COTTON FABRICS BY VIBRATIONAL SPECTROSCOPY

Y.V. Marchuk

Scientific Supervisor: Ph.D., associate professor V.A. Svetlichnyi
Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050
E-mail: yuliyatm@yandex.ru

***Abstract.** By IR and Raman spectroscopy we studied the influence of photo - and thermal impact on dyed cotton fabric. The possibility is shown how the identification of different dyes and to detect signs of different ways impacts on the fabric. Demonstrated that the combined use of IR and Raman spectroscopy extends the study of woven materials.*

Введение. Исследование состава, свойств и состояния текстильных материалов представляет интерес в промышленности, криминалистике и ряде других областей. Так, например, текстильные волокна могут быть доказательствами в судебной экспертизе, как средство восстановления событий. При производстве ткани такие исследования важны для совершенствования технологических процессов при производстве и далее при потреблении для определения контрафактной продукции.

Одними из перспективных методов неразрушающего контроля являются инфракрасная (ИК) и Рамановская спектроскопия. Поскольку в спектроскопии комбинационного рассеяния (КР) активными являются колебания связей, при которых происходит изменение поляризуемости, а в ИК спектроскопии – изменение дипольного момента, то эти методы являются взаимодополняющими [1]. Кроме того, на результаты влияют различные условия возбуждения – видимым светом в КР и непосредственно ИК излучением в ИК спектроскопии.

Цель данной работы – изучить особенности влияния термического и оптического воздействия на колебательные спектры хлопковых тканей.

Материалы и методы исследования. Для исследования были выбраны хлопчатобумажной ткани – ситец одного производителя пяти цветов и бязь суровая без окраски. Образцы представляли собой квадратные куски размером 10×10 см.

При фотовоздействии образцы подвергали УФ облучению двумя люминесцентными лампами OSRAM GERMICIDAL PURITEC HNS-15W (мощность излучения лампы в области 200-280 нм (УФ С) составляла 4,8 Вт). Образцы помещались на расстоянии 3 см от лампы. Время облучения варьировалось от 1 до 12 часов. При термовоздействии образцы помещались в электропечь SNOL 7.2/1100. Печь

предварительно разогревалась до установления нужной температуры, затем в неё помещались образцы на подложке. Температура воздействия варьировалась от 150 до 300 °С, время – от 5 до 30 мин.

Исходные и подвергнутые воздействию образцы исследовались при помощи ИК-Фурье спектрометра Tensor 27, BRUKER с приставкой НПВО MIRacle, PIKE (кристалл ZnSe) в диапазоне 500–7000 см^{-1} и разрешением 4 см^{-1} и Рамановского спектрометра inVia (длины волн возбуждения 405, 532 и 785 нм, мощность лазеров до 100 мВт, диапазон 100–4000 см^{-1}) в режиме обратного рассеяния с микроскопом Leica (увеличение до 50х).

Результаты. На рис. 1 приведены спектры поглощения исследованных образцов окрашенной хлопковой ткани в ИК области (белый и сиреневый образцы). Термическое воздействие приводит к появлению дополнительного поглощения в области 1750–1600 см^{-1} вне зависимости от окраски образца. Известно, что в этой области поглощают карбонаты (C–O колебания), а так же активны различные виды колебаний C–C, например валентные C=C колебания. Таким образом, ИК-спектры показывают разложение основы с увеличением карбонатов в материале при нагреве. Отметим, что окраска образцов в ИК-спектрах почти не проявляется и основные полосы поглощения принадлежат компонентам основы – хлопка. Это связано с малой концентрацией красителя в материале 1–5 %. К единичным полосам, связанным с поглощением красителей можно отнести, например, полосу в области 1730 см^{-1} для сиреневого образца. Из рис. 1б видно, что при термовоздействии 300°С происходит полное разложение красителя.

При фотовоздействии эффекта дополнительного поглощения, связанного с карбонизацией образцов не наблюдается, как не наблюдается полного разложения красителя для сиреневого образца (рис 1в). При этом обесцвечивание красителя можно видеть визуально в УФ-вид спектрах поглощения, в то время как в ИК-спектре положение и интенсивность основных полос остается без изменения, но в спектре появляется дополнительная структура. Природу этого эффекта предстоит выяснить в дальнейшем.

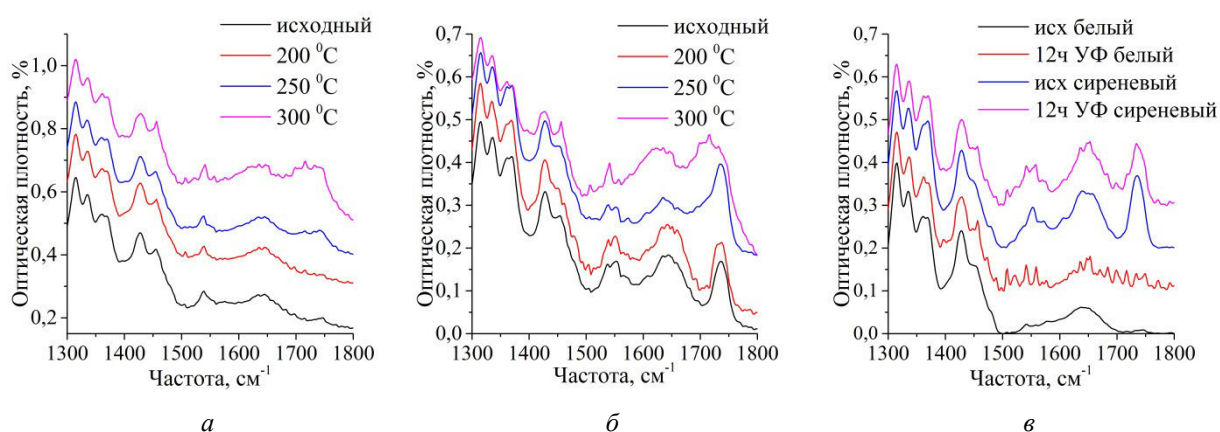


Рис. 1. Спектры поглощения в ИК области хлопковой ткани после термо- (а, б) и УФ- (в) воздействия

Рамановские спектры окрашенных образцов, в отличие от ИК, различаются достаточно сильно (рис. 2). Это говорит о том, что КР-спектроскопия больше подходит для исследования поверхностных свойств материала и, в основном, активирует колебания, связанные с молекулами красителей и, таким образом, дополняет данные ИК-спектроскопии [2, 3]. При этом окрашивание ткани может скрывать пики

основы (полосы хлопка в области 1100 и 1300 см^{-1}), как видно из рис. 2а для белого образца. Так же для рамановских спектров таких сложных по структуре и составу объектов спектр сильно зависит от длины волны возбуждающего излучения и его мощности, что, с одной стороны, затрудняет исследования, а с другой – позволяет селективно возбуждать различные компоненты сложного образца.

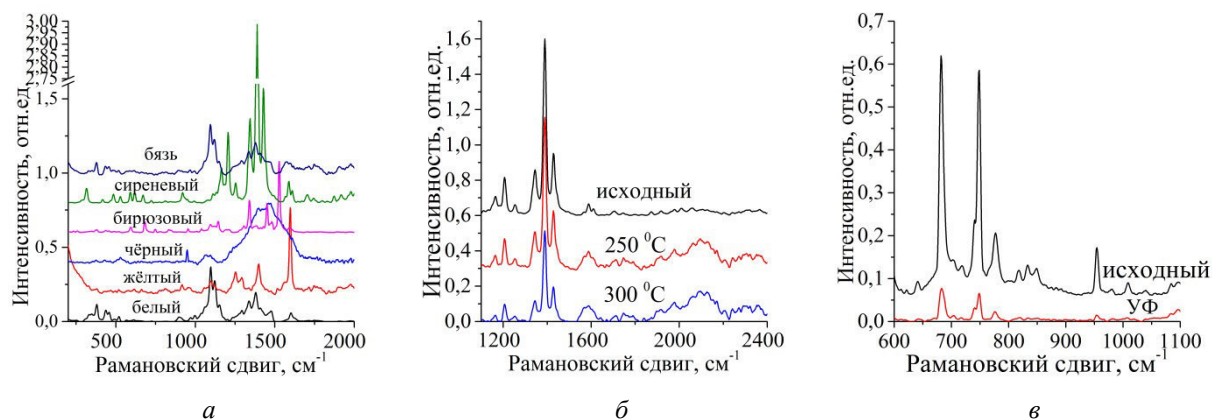


Рис. 2. Спектры КР исходных образцов хлопковой ткани (а) и после термо (б) и фото (в) воздействия, длины волн возбуждения 532 нм (а, б) и 785 нм (в)

На рис. 2б приведены КР-спектры сиреневого образца до и после термовоздействия. Спектры позволяют одновременно судить о термодеструкции и красителя (область 1100 – 1500 см^{-1}) и хлопковой основы (область 1800 – 2400 см^{-1}). Причем из рис. 2в видно, что термодеструкция основы наступает раньше, чем красителя.

Закключение. Проведенные исследования показали, что совместное использование ИК и КР спектроскопии позволяет эффективно исследовать, как состав исходной ткани, так и последствия фото- и термовоздействия на хлопковые ткани. Установлено, что фото- и термовоздействие по разному сказывается в ИК и рамановских спектрах изученных образцов. Большой информативностью обладают рамановские спектры, в то же время этот метод более сложен при анализе тканых материалов. Полученные результаты могут использоваться для определения фото- и термостойкости натуральных тканей, а так же в криминалистической экспертизе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Causin V., Marega C., Schiavone S., Marigo A. A Quantitative differentiation method for acrylic fibers by infrared spectroscopy // Forensic Science International – 2005. – V. 151. – № 2–3. – P. 125–131.
2. Jochem G., Lehnert R.J. On the potential of Raman microscopy for the forensic analysis of coloured textile fibres // Science and Justice – 2002. – V. 42. – № 4. – P. 215–221.
3. Lepot L., De Wael K., Gason F., Gilbert B. Application of Raman spectroscopy to forensic fibre cases // Science and Justice – 2008. – V. 48. – № 3. – P. 109–117.