

## Текстильные волокна из бамбука: натуральные и химические

**Е.П. Семьина**

Федеральное бюджетное учреждение Красноярская лаборатория судебной экспертизы Министерства юстиции Российской Федерации, Красноярск 660049, Российская Федерация

**Аннотация.** Рассмотрены классификация текстильных волокон из бамбука, правильность употребления связанных с ними терминов и стандартизованных понятий. Приведены результаты исследования химических волокон из бамбука методами микроскопии (светлопольной и поляризационной), инфракрасной спектроскопии (ИК-Фурье), микрохимического анализа. Показано, что искусственные волокна, полученные из бамбука по вискозному способу, определяются как вискозные. Термин «бамбуковые волокна» применим только к натуральным природным волокнам растительного происхождения, полученным из стеблей бамбука.

**Ключевые слова:** *криминалистическая экспертиза волокнистых материалов, бамбуковые волокна, волокна из стеблей бамбука, состав сырья, вискоза, классификация*

**Благодарности:** автор выражает благодарность ведущему государственному судебному эксперту ФБУ Красноярской ЛСЭ И.Б. Марьясовой за определение структурно-группового состава волокон методом ИК-спектроскопии.

**Для цитирования:** Семьина Е.П. Текстильные волокна из бамбука: натуральные и химические // Теория и практика судебной экспертизы. 2017. Том 12. № 4. С. 53–58.

---

## Bamboo Textiles: Natural and Chemical Fibers

**Elena P. Sem'ina**

Krasnoyarsk Laboratory of Forensic Science of the Ministry of Justice of the Russian Federation, Krasnoyarsk 660049, Russian Federation

**Abstract.** A classification of bamboo fibers is discussed, along with the appropriate use of relevant terminology and standardized notions. The paper presents the results of a study conducted on chemical bamboo-based fibers using microscopy (bright-field and polarized light microscopy), infrared spectroscopy (FTIR), and microchemical analysis. The findings show that manufactured fibers derived from bamboo using the viscose processing method are identified as viscose fibers. The term «bamboo fibers» is only applicable to natural plant fibers extracted from bamboo culm.

**Keywords:** *forensic fiber analysis, bamboo fibers, Bambusa textilis, raw material composition, viscose, classification*

**Acknowledgements:** The author would like to thank Lead State Forensic Examiner of the Krasnoyarsk Laboratory of Forensic Science I.B. Mar'yasova for conducting the structural group analysis of fibers with the help of IR spectroscopy.

**For citation:** Sem'ina E.P. Bamboo Textiles: Natural and Chemical Fibers. *Theory and Practice of Forensic Science*. 2017. Vol. 12. No 4. P. 53–58.

---

В последнее время в мировой промышленности наблюдается тенденция расширения ассортимента текстильных волокон за счет использования альтернативных источников растительного сырья. 1 января 2016 года введен в действие ГОСТ Р ИСО 6938-2014 «Материалы текстильные. Волокна натуральные. Общие наименования и определения»<sup>1</sup>, в который были внесены семь новых видов натуральных волокон растительного происхождения: пальма, ананас, пита, волокно пушицы, клещевина, крапива, бамбук. Одним из наиболее перспективных и востребованных на мировом рынке является производство волокон из бамбука.

Согласно п. 3.2.2 ГОСТ Р ИСО 6938-2014 бамбуковые волокна входят в список натуральных волокон растительного происхождения из луба, лыка и имеют стандартное наименование «Бамбук / bamboo (англ.) / bambou (франц.)» и определяются как «Волокна из стеблей бамбука / bambusa textilis».

Волокна из бамбука используются при изготовлении бельевых, носочно-чулочных изделий, платьев, сорочек, постельных принадлежностей и пр. Они привлекли внимание производителей, так как отвечают современным потребительским требованиям. Из многочисленных источников следует, что текстильные материалы из бамбука обладают повышенной ультрафиолетовой защитой, хорошими теплоизолирующими, гигроскопическими и антибактериальными свойствами [1–4].

Бамбук – травянистое растение, произрастает в естественных условиях в Азии, Северной и Южной Америке. Является одной из самых быстрорастущих культур, образует мощную корневую систему, занимает обширные площади. Взрослые растения бывают высотой 40 м при диаметре стебля до 30 см. Отличается высокой урожайностью: у отдельных видов бамбука ежемесячный прирост достигает 22 метра.

При заготовке бамбук вырубает, не повреждая корни и верхний слой почвы. Поэтому растения быстро восстанавливаются и уже спустя четыре года достигают технической зрелости. Бамбук не поражается вредителями, устойчив к заболеваниям, не подвержен гниению. При его выращивании нет необходимости использовать удобре-

ния и пестициды, что положительно сказывается на качестве сырья.

Бамбуки относятся к семейству злаковых, имеют деревянистый стебель, подобный солоmine, состоящий из нескольких десятков междоузлий, разделенных сплошными перегородками. Стенка стебля бамбука многопластинчатая клеточная и состоит из трех слоев: наружного, среднего и внутреннего. Наружный покровный слой содержит ряд клеток, вытянутых по окружности стебля. Снаружи этот слой покрыт восковым налетом. Внутренний слой стенки стебля имеет один-два ряда вытянутых по окружности стебля клеток. Самый толстый, средний, слой состоит из паренхимных<sup>2</sup> клеток, среди которых разбросаны сосудисто-волокнистые пучки, имеющие на поперечном срезе вид ромбов темного цвета. Паренхимные клетки на поперечном срезе многоугольные и овальные (диаметр 32–72 м), на радиальном – четырехугольные (длина 32–160 м) с простыми порами на стенках, толщина которых в среднем 12 м. Вполне сформировавшийся сосудисто-волокнистый пучок состоит из сосудов (двух сетчатых сосудов диаметром 108–162 м и одного-двух кольчатых сосудов диаметром 54–60 м) для проведения воды вверх по стеблю и элементов типа ситовидных трубок, являющихся проводниками питательных веществ. Таким образом, бамбук представляет собою природный композиционный материал, состоящий из целлюлозных волокон, армирующих лигниновую матрицу [5].

Волокна бамбука в сечении круглые, на продольной поверхности узлы отсутствуют. Бамбуковое волокно имеет небольшую молекулярную массу и степень полимеризации. По химическому составу бамбуковые волокна, так же как все лубяные волокна, содержат преимущественно целлюлозу – около 73 %, остальное лигнин и гемицеллюлоза [там же].

Способ получения натуральных бамбуковых волокон аналогичен используемому при получении волокон из льна и пеньки. Это механическое измельчение стеблей (молодых побегов) бамбука с последующим расщеплением природных волокон сырья под действием натуральных энзимов. Такой способ достаточно трудоемкий и дорогой, поэтому стоимость натуральных бамбуко-

<sup>1</sup> ГОСТ идентичен международному стандарту ISO 6938:2012 «Textiles – Natural fibres – Generic names and definitions».

<sup>2</sup> Форма паренхимных клеток близка к шару, кубу или короткому цилиндру, т. е. это клетки, у которых длина ненамного превышает ширину.

вых волокон сравнительно высока. На товарных ярлыках изделий из натуральных бамбуковых волокон можно увидеть маркировку bamboo linen (бамбуковый лен)<sup>3</sup>.

Альтернативу дорогим натуральным растительным бамбуковым волокнам составляют химические волокна из бамбука, ставшие инновацией в текстильном производстве.

Технология получения химических волокон из бамбука в той или иной мере аналогична технологии получения «традиционной» вискозы из целлюлозы древесины ели, пихты, сосны и бука. Трех-четырёхлетние стебли бамбука выпаривают и измельчают. Затем полученную сечку замачивают и выдерживают в химических реагентах, основными из которых являются раствор едкого натра и сероуглерод; в результате образуется вязкая масса. Ее пропускают через фильтры диаметром 6–30 мкм. Под давлением массу выдавливают тонкими струйками, которые, попадая в раствор отвердителя (серной кислоты), превращаются в волокна. Остатки солей удаляют промыванием. Поскольку отверждение волокон начинается с поверхности, то первоначально образующаяся пленка при последующем затвердевании усаживается, оставляя рельеф в виде продольных впадин и выступов. Из полученных волокон формируют (скручивают) нити. Полученное химическим способом волокно из бамбуковой мякоти является одним из видов регенированного целлюлозного волокна. На товарных ярлыках изделий из таких химических волокон встречается маркировка bamboo viscose (бамбуковая вискоза).

Технологии производства травяной целлюлозы получили развитие в странах, испытывающих дефицит древесины и имеющих избыток растительной массы, в том числе бамбука, отличающегося высокой урожайностью. Это Китай, Вьетнам, Индия, США (южные штаты), страны Латинской Амери-

ки. Химические волокна из природного сырья – бамбука – распространены на рынке текстильной продукции как за рубежом, так и в России. При этом в отношении данных химических волокон иногда некорректно используются стандартизованные термины и определения: их зачастую называют «бамбуковыми» по сырьевому составу. Например, на маркировках текстильных товаров из химических волокон нередко указывается, что они изготовлены из «бамбука», «бамбуковых волокон» или «натуральных растительных бамбуковых волокон» (рис. 1).

Такие волокна, называемые «бамбуковыми», приобрели в последнее время ши-



**Рис. 1.** Вид текстильного изделия (а) с маркировкой «Бамбук натуральные растительные волокна» (b) и указанием волокнистого состава (c)

**Fig. 1.** View of a textile item (a) with the label «Bamboo: natural plant fiber» (b) and specification of fiber composition (c)

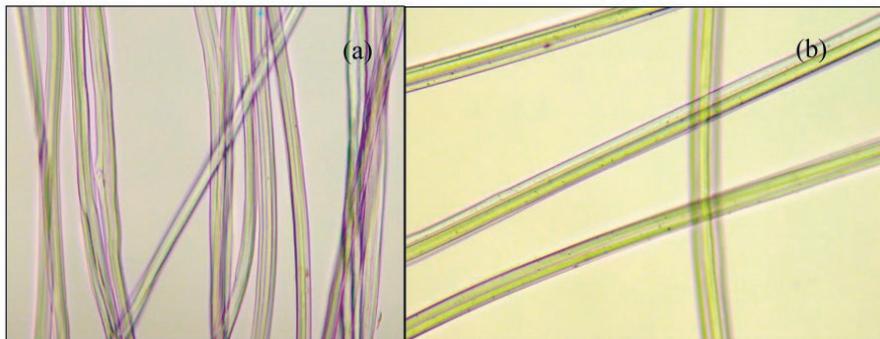
рокое распространение и стали объектами судебной экспертизы и экспертных исследований.

Целью исследования являлось определение вида «бамбуковых» волокон согласно классификации текстильных волокон, принятой в судебной экспертизе волокнистых материалов и изделий из них, и в соответствии со стандартизованными терминами и определениями понятий натуральных и химических волокон.

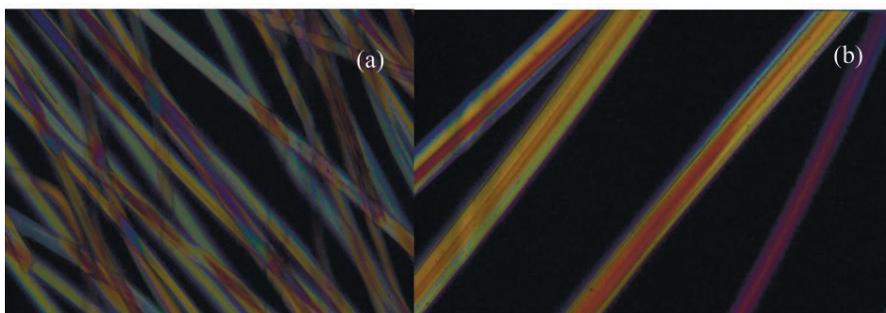
### Объекты и методы

В качестве образцов волокон были использованы 25 изделий иностранного (Турция, Китай, Вьетнам) и отечественного производства с маркировкой волокнистого состава «бамбук», которые были взяты у коллег, друзей, родственников, куплены в магазине.

<sup>3</sup> URL: <http://textiletrend.ru/netkanyie/sinteticheskie/bambukovoe-volokno.html> (дата обращения: 25.04.2017).



**Рис. 2.** Вид волокон в поле зрения микроскопа  
(a) – «бамбуковые» волокна, (b) – волокна «традиционной» вискозы  
**Fig. 2.** Fibers observed in the microscope field of view  
(a) – «bamboo» fibers, (b) – «conventional» viscose fibers



**Рис. 3.** Цвет полос интерференции в поляризованном свете микроскопа Leica FS 4000, (a) – «бамбуковые» волокна, (b) – волокна «традиционной» вискозы  
**Fig. 3.** The color of interference bands in polarized light under the microscope Leica FS 4000, (a) – «bamboo» fibers, (b) – «conventional» viscose fibers

Проводили исследование морфологических признаков (микроскопическое исследование), оптических характеристик (спектра интерференционной окраски, оптического знака), ИК-спектра (характерной совокупности полос поглощения), растворимости в различных химических реагентах так называемых «бамбуковых» волокон.

Параллельно проводили сравнительный анализ данных волокон с традиционной вискозой, образцом которой явились вискозные нити Красноярского шелкового комби-

200 крат).

Установление структурно-группового состава волокон проводили методом ИК-спектроскопии. Пробы объектов для регистрации ИК-спектров готовили в виде пленок на золоченой пластине. Регистрацию ИК-спектров проводили на ИК-Фурье спектрометре Nicolet iN10, помещая пробу в фокус микроскопа. Спектральный диапазон регистрации 4000–400 см<sup>-1</sup>, режим отраже-

ната из коллекции волокон Информационного фонда ФБУ Красноярской ЛСЭ.

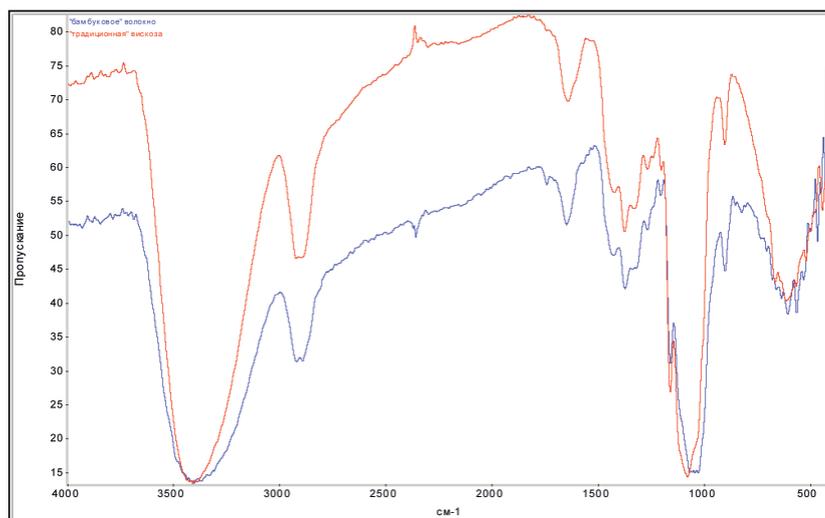
Исследование морфологических признаков волокон. Препараты из волокон, приготовленные в каплях водно-глицериновой смеси (1 : 1), изучали в поле зрения сравнительного микроскопа Leica FS 4000 (при увеличении 200 крат, свет искусственный, проходящий).

Исследование оптических характеристик. Изучение интерференционной окраски волокон проводилось в поляризованном свете микроскопа Leica FS 4000 (увеличение

**Таблица.** Растворимость волокон в различных реагентах  
**Table.** Solubility of fibers in various solvents

Вид волокна	Серная кислота	Соляная кислота	Азотная кислота	Уксусная кислота конц.	Муравьиная кислота	Едкое кали	Ацетон	Реактив Швейцера
Химические волокна из бамбука	Р*	Р	Р	Н**	Н	Н	Н	Р
«Традиционная» вискоза	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Р

\*Р – растворяются; \*\*Н – не растворяются



**Рис. 4.** ИК-спектры «бамбукового» волокна (синий) и «традиционной» вискозы (красный)

**Fig. 4.** IR spectra of «bamboo» fiber (blue) and «conventional» viscose (red)

ния, разрешение  $8 \text{ см}^{-1}$ , число сканирования 64.

Исследование растворимости проводили в различных химических реагентах.

### Результаты

В ходе исследования было установлено.

1. Сравнимые волокна имели одинаковые морфологические признаки – наличие на поверхности волокон характерных продольных полос (рис. 2).

2. Исследованные «бамбуковые» волокна имели интерференционную окраску, характерную для химических гидратцеллюлозных волокон: чередование прожилок синего, желтовато-коричневого, темно-красного цветов; встречались участки без прожилок (рис. 3); оптический знак – положительный.

3. ИК-спектр «бамбуковых» волокон полностью совпадает по общему характеру молекулярной кривой, числу, положению и

относительной интенсивности основных полос поглощения с ИК-спектром «традиционной» вискозы (рис. 4).

4. Сравнимые волокна растворяются только в минеральных кислотах и реактиве Швейцера (см. таблицу).

### Обсуждение и выводы

Результаты проведенного исследования свидетельствует о том, что получившие в последнее время широкое распространение на рынке текстильной

продукции волокна, называемые как «бамбуковые», относятся к классу химических искусственных волокон – вискозе [6].

Согласно классификации, предназначенной для целей судебных экспертиз волокнистых материалов и изделий из них, и в соответствии со стандартизованными терминами и определениями:

1. Химические искусственные волокна, полученные из сырья бамбука по вискозному способу, определяются как *вискозные*<sup>4</sup>.

2. Термин *бамбуковые* корректен только к натуральным природным волокнам растительного происхождения, полученным из стебля бамбука<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> ГОСТ 30102-93 «Волокна химические. Термины и определения».

<sup>5</sup> ГОСТ Р ИСО 6938-2014 «Материалы текстильные. Волокна натуральные. Общие наименования и определения».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Москалева М.Ю. Бамбуковый эко-текстиль // Рынок легкой промышленности. 2009. № 62. URL: <http://rustm.net/catalog/article/2039.html> (дата обращения 25.04.2017).
2. Торебаев Б.П., Джанпаизова В.М., Бейсенбаева Ш.К., Исраилова С.М. Современные ткани, выработанные из альтернативной и смешовой пряжи // Наука и Мир. 2015. Том 1. № 5. С. 102–103.
3. Минязова А.Н., Красина И.В., Илюшина С.В. Исследование физических свойств текстильного материала на основе бамбуковых волокон // Вестник Казанского технологического университета. 2016. Том 19. № 16. С. 93–94.

### REFERENCES

1. Moskaleva M.Yu. Bamboo eco textiles. *Market of light industry*. 2009. No 62. URL: <http://rustm.net/catalog/article/2039.html> (In Russ).
2. Torebaev B.P., Janpaizova V.M., Beysenbaeva Sh.K., Israilova S.M. Modern fabrics elaborated from alternative and mixed yarn. *Science and World*. 2015. Vol. 1. No 5. P. 102–103. (In Russ).
3. Minyazova A.N., Krasina I.V., Ilyushina S.V. Research of physical properties of textile material on the basis of bamboo fibers. *Bulletin of Kazan technological university = Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2016. Vol. 19. No 16. P. 93–94. (In Russ).

4. Минязова А.Н., Красина И.В., Фазулли-на Р.Н., Хакимов Ф.Ф. Исследование свойств трикотажного полотна на основе бамбуковых волокон // Вестник Казанского технологического университета. 2016. Том 19. № 17. С. 93–94.
5. Дык Хуэн До, Кораблев С.Ф., Вишняков Л.Р. Термический анализ стружки бамбука, пропитанной растворами функциональных и технологических добавок // Вестник Инженерной академии Украины. 2012. № 2. С. 149–153.
6. Криминалистическое исследование волокнистых материалов и изделий из них: Методическое пособие для экспертов. Вып. II. Исследование текстильных волокон / Под редакцией В.А. Пучкова. М.: ВНИИСЭ, 1983. 311 с.
4. Minyazova A.N., Krasina I.V., Fazullina R.N., Khakimov F.F. Research of properties of knitted cloth on the basis of bamboo fibers. *Bulletin of Kazan technological university = Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2016. Vol. 19. No 17. P. 93–94. (In Russ).
5. Dyk Khuen Do, Korablev S.F., Vishnyakov L.R. The thermal analysis of the shaving of a bamboo impregnated with solutions of functional and technological additives. *Bulletin of engineering academy of Ukraine*. 2012. No 2. P. 149–153. (In Russ).
6. Puchkov V.A. (ed) *Criminalistic research of fibrous materials and products from them: methodical manual. Issue 2: Research of textile fibers*. Moscow: VNIISE, 1983. 311 p. (In Russ).

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ:**

**Семьина Елена Павловна** – ведущий государственный судебный эксперт ФБУ Красноярская ЛСЭ Минюста России; e-mail: 07selena@mail.ru.

**ABOUT THE AUTHOR:**

**Sem'ina Elena Pavlovna** – Lead State Forensic Examiner, Krasnoyarsk Laboratory of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice