

УДК 677.021.151.232

**ОЦЕНКА ГИГРОСКОПИЧЕСКИХ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ЛЬНЯНЫХ ПОЛОТЕН
С НОВЫМИ ЭФФЕКТАМИ ВОРСОВОЙ ФАКТУРЫ***

**EVALUATION HYGROSCOPIC AND THERMAL PROPERTIES
OF LINEN FABRIC WITH NEW EFFECTS NAP TEXTURES**

С.В. АЛЕЕВА, С.А. КОКШАРОВ
S.V. ALEEVA, S.A. KOKSHAROV

(Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, г. Иваново,
Ивановский государственный политехнический университет)
(G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of RAS,
Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: sva@isc-ras.ru

Оценено изменение гигиенических свойств льняных тканей с новым видом отделки для получения оригинальных поверхностных эффектов ворсования, включающим проведение предварительного пространственно локализованного воздействия ферментов на лигноуглеводный комплекс клеточной стенки элементарного волокна. Установлено, что формирование ворсовой фактуры повышает гигроскопичность материала в 1,3...1,5 раза наряду с ускорением его влагоотдачи. Для разновидностей ворсовой фактуры выявлена возможность разнонаправленного регулирования его теплофизических свойств в зависимости от структурных параметров ткани и высоты ворса.

Evaluate changes hygienic properties of linen fabric with a new type of finish to produce the original surface effects of napping, including a preliminary spatially localized effects of enzymes on the cell wall complex lignouglevodnyh filament. The formation of the pile texture increases hygroscopic material 1,3 ... 1,5 times along with the acceleration of its water yielding. For varieties of pile textures

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований №15-43-03075цпр.

found to varying directional regulation of its thermo-physical properties depending on the chosen density and pile height.

Ключевые слова: льняная ткань, ферментативная обработка, ворсование, показатели гигроскопичности и теплопроводности.

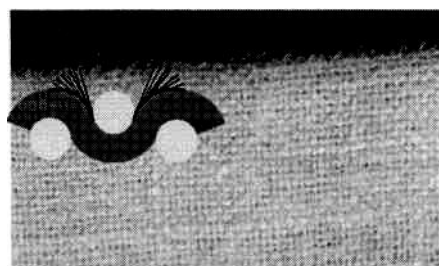
Keywords: linen fabric, enzymatic treatment, napping, indicators of hygroscopicity and thermal conductivity.

Традиционно выпускаемые текстильной промышленностью льняные ткани имеют гладкую фактуру, которая характеризуется равномерной, однообразной поверхностью и чаще всего образована полотняным переплетением. Классические химико-технологические режимы их отделки не позволяют проводить ворсование полотна, что широко применяется при производстве продукции из хлопка или шерсти и расширяет ее ассортиментный выбор. Это становится возможным с применением особых изоформ ферментов, размер глобулы которых не превышает 10 нм, что позволяет обеспечить их проникновение в клеточную стенку элементарных волокон и катализировать процессы локализованной деструкции лигноуглеводного комплекса между макрофибриллами целлюлозы.

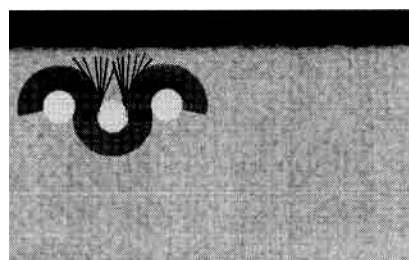
Биохимическое расщепление лигноуглеводного комплекса клеточной стенки может быть осуществлено с точечным воздействием композиции ферментов только на ограниченных участках элементарных волокон, выступающих на опорную поверхность тканого полотна, что позволяет подготовить льняную ткань для обработки на игловорсовальном оборудовании. При этом на обрабатываемом участке происходит деструкция компонентов межфибрилярных связующих веществ и распад клеточной стенки на макрофибриллярные целлюлозные кластеры, которые подвергаются разрыву в поперечном направлении при воздействии гарнитуры ворсовальных машин с образованием равномерного слоя неориентированного ворса.

В зависимости от структуры ткани и применяемого переплетения возможно получение двух разновидностей ворсовых

эффектов: "персиковая кожа" (рис. 1-а) и "замшеподобный вид" (рис. 1-б). Внешний вид образцов материала с указанными эффектами ворсовой фактуры представлен на рис. 1.



а)



б)

Рис. 1

В первом случае (рис. 1-а) материалу придается легкая бархатистость, которая устраняет ощущение холодности и жесткости ткани. Такой вид фактуры более предпочтителен для обработки изнаночной стороны костюмных тканей, что повышает комфортность льняной одежды, соприкасающейся с телом человека. Ворсовое покрытие "замшеподобный вид" (рис. 1-б) полностью маскирует переплетение ткани, создавая впечатление сплошной поверхности. Такой вид фактуры представляет интерес для оформления лицевой стороны тканей с высокой поверхностной плотностью для ассортимента верхней одежды.

Техническая схема реализации данного вида обработки [1] предполагает использование методов маломодульного поверхностного нанесения полиферментной композиции, например, в виде вспененных составов или методов текстильной печати, с последующей выдержкой материала 30...40 мин при температуре $25\pm 5^\circ\text{C}$ для протекания биокатализируемых процессов и запариванием в течение 5...7 мин для редокс-превращений и деструкции лигни-

на [2]. С учетом малого количества наносимого раствора биопрепарата на текстильный материал ($20...40 \text{ мл/м}^2$) необходимо использование относительно высокой концентрации белковых катализаторов. В табл. 1 представлен предлагаемый профиль каталитических свойств полиферментной композиции для подготовки к ворсованию льняных полотен, состав которой обоснован в работе [3].

Т а б л и ц а 1

Ферменты	Каталитическая активность	
	обозначение	диапазон значений, ед./мл
Эндополигалактуроназа	ПГ _{эндо}	15...40
Пектинэстераза	ПЭ	1,5...7,5
Экзополлигалактуроназа	ПГ _{экзо}	0,4...2,5
Эндо-1,3(4)-β-эндогалактаназа	ГАЛ _{эндо}	15...25
Экзо-β-галактозидаза	ГАЛ _{экзо}	0,8...1,7
Эндо-1,3(4)-β-эндоксилаза	КС _{эндо}	20...35
Экзо-1,3(4)-β-экзоксилотидаза	КС _{экзо}	0,7...1,5
α-L-арабинофуранозидаса	АРА	12...20

Анализ влияния условий биомодификации льняной ткани проведен по результатам оценки ее технологических и потребительских свойств. В табл. 2 приведены

результаты оценки качества тканей с разными видами ворсовой фактуры: арт. 00035 "персиковая кожа" и арт. 24708 "замшеподобный вид".

Т а б л и ц а 2

Арти-кул	Образец	Высота ворса*, мм	Разрывная нагрузка, Н		Устойчивость к истиранию, количество циклов
			основа	уток	
00035	без ворсования	–	840	772	13830
	ворсованный без подготовки	–	820	750	8883
	ворсованный после биомодификации	0,38	835	764	15580
24708	без ворсования	–	903	883	15365
	ворсованный без подготовки	–	885	830	10664
	ворсованный после биомодификации	0,59	894	855	17625

П р и м е ч а н и е. Поверхностная плотность тканей арт. 00035 – 165 г/м^2 , арт. 24708 – 254 г/м^2 ; высота ворса для традиционного ассортимента ворсовых тканей: фланель хлопчатобумажная – 0,56 мм; байка хлопчатобумажная – 0,91 мм; сукно п/ш – 2,25 мм.

Количественная оценка состояния ворсового застила на полученных образцах ткани проведена с использованием оригинального компьютеризированного метода на основе обработки сканированного изображения [4]. Замеры прочностных характеристик анализируемых волокнистых ма-

териалов осуществлены в соответствии с рекомендациями ГОСТов 16218.5–93 и 18976–73.

Данные анализа высоты ворса на биомодифицированных образцах льняных тканей подтверждают, что полученные значения сопоставимы с результатами для

традиционного ассортимента ворсованных хлопчатобумажных тканей – фланели и байки. При этом зафиксировано повышение на 12...15% устойчивости ткани к истиранию, в то время как для немодифицированного полотна ворсовая обработка снижает величину показателя в 1,44...1,56 раза.

Особое значение для ассортимента тканей бытовой и одежной группы имеют их гигиенические свойства. В соответствии с ГОСТ 3816–81 оценено изменение сорб-

ционных свойств образцов ворсованных льняных тканей по показателям гигроскопичности, капиллярности (высота подъема жидкости за 30 и 60 мин соответственно H_{30} и H_{60}), водопоглощения и влагоотдачи. Результаты для исследуемых тканей арт. 00035 и арт. 24708 в классическом варианте и после получения ворсовой фактуры представлены в табл. 3 (гигиенические свойства ворсованных льняных тканых полотен).

Таблица 3

Артикул	Образец	Гигроскопичность W_r , %	Капиллярность, мм		Водопоглощение, %	Влагоотдача B_o , %
			H_{30}	H_{60}		
00035	без ворсования	8	80	118	51	4,8
	ворсованный после биомодификации	10	114	137	72	8,7
24708	без ворсования	12	71	102	59	2,3
	ворсованный после биомодификации	18	105	124	94	14,2

Анализ совокупности свойств льняных тканей с новым видом отделки показал, что формирование ворсовой фактуры повышает способность материала впитывать пары воды в 1,3...1,5 раза. Примечательно, что наряду с высокой поглотительной способностью биомодифицированные мате-

риалы обладают улучшенной влагоотдачей в условиях выдержки тканей в эксикаторе с серной кислотой. Особенно существенный прирост показателя B_o (6,2 раза) получен после ворсования тканей с толстой рыхлой структурой (арт. 24708).

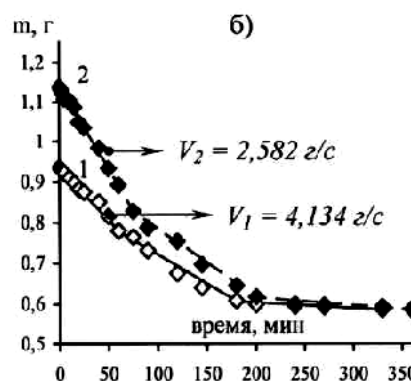
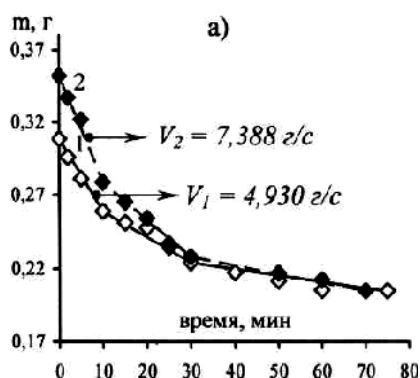


Рис. 2

Интересную информацию дает представленное на рис. 2 сопоставление динамики испарения влаги при 20°C с гладкой необработанной стороны материала и с ее ворсованной поверхности (арт. тканей 00035 (а) и 04942 (б): 1 – с неворсованной

стороны; 2 – с биомодифицированной поверхности). Как видно, скорость испарения влаги (численные значения представлены на рис. 2) с ворсованной стороны увеличивается в 1,5...1,6 раза в сравнении с показателями для тех же образцов, но с немо-

дифицированной поверхности. По-видимому, образование слоя неориентированного ворса обеспечивает создание развитой поверхности испарения влаги, содержащейся в материале. Благодаря этому ворсованный слой ткани быстрее обезвоживается, что увеличивает значение градиента влагосодержания по толщине материала и интенсифицирует массоперенос во внутренних его слоях.

Наблюдаемые эффекты улучшения гигиенических показателей имеют важное потребительское значение не только для тканей бытовой и одежной ассортиментных групп, но также и для материалов медицинского назначения. Причем в данном случае просматриваются варианты получения разнонаправленных эффектов при использовании ворсованных материалов

при необходимости обеспечения эффектов компресса (удержания повышенной влажности материала) или ускорения отвода жидкости от пораженной поверхности.

Для полученных разновидностей ворсовой фактуры тканей осуществлена оценка их теплофизических свойств. Экспериментально подтверждено, что изменение контролируемых показателей теплопроводности и теплового сопротивления ворсованных льняных полотен непосредственно связано с величиной высоты слоя ворса и плотностью образования ворсового застила. Результаты исследований, проведенных в соответствии с ГОСТом 20489–75, представлены в табл. 4 (теплофизические свойства ворсованных льняных тканых материалов).

Т а б л и ц а 4

Артикул	Образец	Высота ворса, мм	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	Коэффициент теплового сопротивления, м ² ·К/Вт
00035	исходный	–	0,041	0,116
	ворсованный после биомодификации	0,38	0,048	0,112
24708	без ворсования	–	0,044	0,113
	ворсованный после биомодификации	0,59	0,033	0,134

Полотна с отделкой "персиковая кожа" (арт. 00035), характеризующиеся развитой системой незамкнутых сквозных поровых пространств, обладают повышенной теплопроводностью в результате увеличения эффективной поверхности теплообмена. Обеспечение возможности конвективного теплообмена поверхности полотна со средой позволяет устранить ощущение холодности ткани и улучшает контакт с телом человека. Текстильные материалы с "замшеподобным" поверхностным эффектом (арт. 24708) обладают малой теплопроводностью, что способствует приданию льняным тканям кондиционирующей способности за счет сочетания ощущений прохладной поверхности льняных волокон и повышения теплового сопротивления ткани. Разработанные приемы биохимической отделки и ворсования можно реализовывать и в готовых льняных изделиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ №2372429 Ферментативный способ заключительной умягчающей отделки льняных тканей / С.А. Кокшаров, С.В. Алеева // БИ №31. опубли. 10.11.2009.
2. *Лепилова О.В., Алеева С.В., Кокшаров С.А.* Проявление редуцирующих свойств продуктов ферментативной деструкции нецеллюлозных полисахаридов льна // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2006. Т. 49. № 7. С. 69...73.
3. *Алеева С.В.* Методологические основы совершенствования процессов биохимической модификации льняных текстильных материалов: Дис.... докт. техн. наук. – Иваново, 2014.
4. *Гладков С.В., Коробов Н.А., Сташева М.А. и др.* Компьютерное исследование ворсистости тканых полотен // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №1. С.116...119.

REFERENCES

1. Patent RF №2372429 Fermentativnyj sposob zakljuchitel'noj umjagchajushhej otdelki l'njanyh