

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научная статья

УДК 677.017

EDN YGРYHK

doi 10.34216/2587-6147-2022-3-57-5-9

Сергей Николаевич Буслаев^{1,2}

Ольга Владимировна Иванова²

¹Институт пищевых технологий и дизайна – филиал Нижегородского государственного инженерно-экономического университета, г. Нижний Новгород, Россия

²Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

¹reiho@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1097-084X>

²olgavladivanov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5173-861>

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ПОЛУЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы «ответственного» проектирования эколоотен из натуральных волокон. На основе анализа установлено влияние жесткости тканей на их технологические и потребительские свойства. Установлено влияние вида переплетения льняных тканей на жесткость при изгибе. Показано, что зависимости показателей жесткости по основе и утку от коэффициентов переплетения носят линейный характер. Выявлена степенная зависимость коэффициентов жесткости ткани от коэффициентов связности нитей в переплетении. Дано качественное обоснование характера полученных зависимостей. Предложено прогнозирование жесткости полульняных тканей по характеристикам переплетения на основе коэффициента связности нитей в переплетении и коэффициента переплетения. Результаты исследования позволяют осуществлять проектирование тканей с требуемыми показателями жесткости.

Ключевые слова: полульняные ткани, коэффициент связности, коэффициент жесткости, жесткость при изгибе, переплетение, проектирование тканей, прогнозирование

Для цитирования: Буслаев С. Н., Иванова О. В. Прогнозирование жесткости полульняных тканей // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 5–9. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-5-9>.

Original article

Sergey N. Buslaev^{1,2}

Olga V. Ivanova²

¹Institute of Food technology and Design, Nizhny Novgorod, Russia

²Kostroma State University, Kostroma, Russia

PREDICTION OF THE RIGIDITY OF SEMI-LINEN FABRICS

Abstract. The article deals with the issues of “responsible” design of eco-linens made of natural fibers. Based on the analysis, the influence of the stiffness of fabrics on their technological and consumer properties was established. The influence of the type of weaving of linen fabrics on the bending stiffness has been established. It is shown that the dependences of the warp and weft stiffness indices on the weave coefficients are linear. The power-law dependence of the coefficients of stiffness of the fabric on the coefficients of the connection of threads in the weave is revealed. A qualitative substantiation of the nature of the obtained dependences is given. It is proposed to predict the stiffness of flax-cotton fabrics according to the characteristics of the weave on the basis of the cohesiveness coefficient of the threads in the weave and the weave coefficient. The results of the study allow designing fabrics with the required stiffness indicators.

Keywords: *semi-linen fabrics, cohesion coefficient, stiffness coefficient, flexural stiffness, weave, fabric design, forecasting*

For citation: Buslaev S. N., Ivanova O. V. Prediction of the rigidity of semi-linen fabrics. *Technologies & Quality*. 2022. No 3(57). P. 5–9. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-5-9>.

В современном российском обществе и в мире в целом продолжает стремительно развиваться экодвигатель. Приобретение одежды, выполненной из экологически чистых материалов, занимает в этом движении ведущую роль. Льняные ткани в этом аспекте увеличивают свою популярность, так как давно известны хорошие гигиенические показатели льняных волокон [1, 2].

Каждый человек уникален по своему внутреннему миру, характеру и интересам. Свою индивидуальность человек стремится выразить, как визитной карточкой, посредством своего внешнего вида, через одежду. Современная парадигма диктует изменение модели потребления и производства в сторону более устойчивого будущего, стимулирование более стабильного образа жизни, обращение к истинным ценностям, природной гармонии, традициям производства [3–6].

Современный ассортимент текстильных материалов предлагает многовариантные решения, отличающиеся по колористическому решению, волокнистому составу, структуре, способам производства и видам отделки. В работе рассмотрены вопросы влияния ткацкого переплетения и волокнистого состава на характеристики жесткости. Эти параметры производители ткани учитывают при проектировании материалов с необходимыми свойствами. Очень важным свойством материалов, которые использу-

ются для производства одежды, является формообразующая способность. Посредством придания и сохранения нужной формы достигается разнообразие форм одежды. В литературе вопрос о влиянии ткацкого переплетения на жесткость материала освещен мало. Вид ткацкого переплетения придает ткани и определенную фактуру, от которой зависит художественное восприятие одежды, и показатели свойств материала, влияющие на самочувствие человека [7].

Как известно, льняные ткани обладают высокими показателями жесткости при изгибе [8, 9], что активно используется при разработке дизайнерских проектов швейных изделий сложных форм. Однако эта особенность ткани все же имеет ограниченность в области применения материала. Выявление зависимости жесткости ткани от переплетения способствует расширению ассортиментного ряда льняных тканей, а значит и возможностей применения.

В Костромском государственном университете изготовлены образцы тканей № 1–6, образец № 7 был приобретен в торговой сети. Характеристики исследуемых тканей, подвергшихся испытаниям, представлены в табл. 1. В Институте пищевых технологий и дизайна города Нижнего Новгорода, в лаборатории материаловедения и испытания материалов, были проведены полуцикловые исследования полульняных тканей разных переплетений по консольному методу на приборе ПТ-2 [10].

Т а б л и ц а 1

Характеристики строения полульняных тканей

Характеристика ткани	Формула, условное обозначение	Пробы						
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Переплетение	-	Полотняное	Рогожка 3/3	Сатиновое	Креповое № 1	Креповое № 2	Репсовое	Полотняное
Количество нитей в 10 см	P_0	160	160	160	160	160	160	235
	P_v	160	160	160	160	160	160	154
Толщина пробы, мм	h_0	0,5	0,62	0,64	0,63	0,65	0,65	0,4
	h_v	0,52	0,72	0,68	0,69	0,7	0,69	0,54
Линейная плотность нитей, текс	T_0	25x2	25x2	25x2	25x2	25x2	25x2	29
	T_v	56	56	56	56	56	56	46
Поверхностная плотность экспериментальная, г/м ²	$M_s = m/S$	178	199	190	204	204	206	156
Коэффициент переплетения	$F_n = 2R_0R_y/(t_0 + t_y)$	2	6	4,5	3,8	2,77	3,6	2
Коэффициент связанности нитей в переплетении	$C = (P_0 + P_y)T_{cp}/1000F_n$	8,48	2,83	3,77	4,46	6,12	4,71	7,29

На первом этапе исследования объектами наблюдений и испытаний являлись характеристики жесткости тканей при изгибе.

Во всех тканях нити основы хлопчатобумажные, а нити утка – льняные.

Образцы № 1–6 получены из одних и тех же видов пряж, с одинаково заданными плотностями. Фотографии исследуемых тканей со схемами ткацкого переплетения представлены на рис. 1. Результаты испытаний проб приведены в табл. 2.

Как видно из результатов испытаний, ткани по утку имеют большую жесткость, а по основе – малую, что объясняется разностью волокнистого состава. Ткани № 1 и 7, имеющие полотняное переплетение, по основе имеют максимальные показатели жесткости, а по утку относительно других проб – наименьшую. Это объясняется меньшей толщиной ткани и меньшими поверхностными плотностями относительно тканей № 2–6. В пробах № 1 и 7 показатели жесткости по утку немного меньше, чем по основе. Эта ситуация объясняется структурой полотняного переплетения в сочетании с повышенными требованиями к нитям основы при ткачестве.

На втором этапе работы объектом исследования стал поиск взаимосвязи показателей

жесткости испытываемых тканей с характеристиками переплетения. В результате установлена линейная зависимость показателей жесткости по основе и утку от коэффициента переплетения (рис. 2).

Тесноту связи, которую можно охарактеризовать как весьма высокую, между показателями подтверждают коэффициенты корреляции 0,96 и 0,90, то есть имеющие значения, близкие к единице.

Анализ данных о показателях жесткости в пробах объясняется влиянием коэффициента переплетения. Малые показатели жесткости в пробах по основе объясняются влиянием волокон хлопка. Средние и высокие показатели жесткости по утку объясняются большим показателем линейной плотности пряжи, чем по основе, в сочетании с проявлением естественных упругих свойств волокон льна. Проявление свойств волокон усиливается увеличением количества нитей в раппорте с одновременным уменьшением количества переходов нитей с одной стороны на другую, что вызывает уменьшение сцепляемости пряж одной системы нитей с другой. С уменьшением количества переходов нитей каждой из систем с одной стороны ткани на другую происходит «высвобождение» природного свойства упругости волокон.

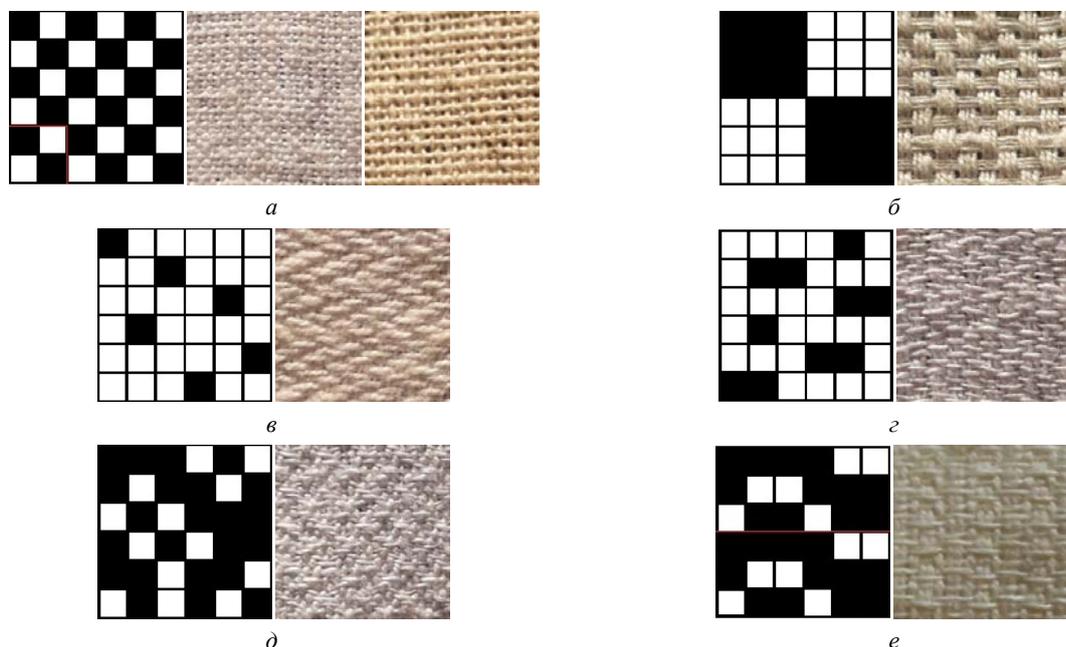


Рис. 1. Схемы ткацкого рисунка и внешний вид проб:

a – схема полотняного переплетения и фото пробы № 1 и № 7; *б* – схема переплетения рогожка 3/3 и фото пробы № 2; *в* – схема сатинового переплетения и фото пробы № 3; *г* – схема крепового № 1 переплетения и фото пробы № 4; *д* – схема крепового № 2 переплетения и фото пробы № 5; *е* – схема репсового переплетения и фото пробы № 6

Результаты испытаний тканей при изгибе

Характеристика ткани	Пробы						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Жесткость по основе EJ_o , мкН·см ²	3837,59	961,42	2423,62	2453,60	3217,06	2922,15	3584,72
Жесткость по утку EJ_y , мкН·см ²	2846,92	9790,88	7440,68	7286,95	4641,89	7902,14	2645,18
Коэффициент жесткости K_{EJ}	1,35	0,10	0,33	0,34	0,69	0,37	1,36

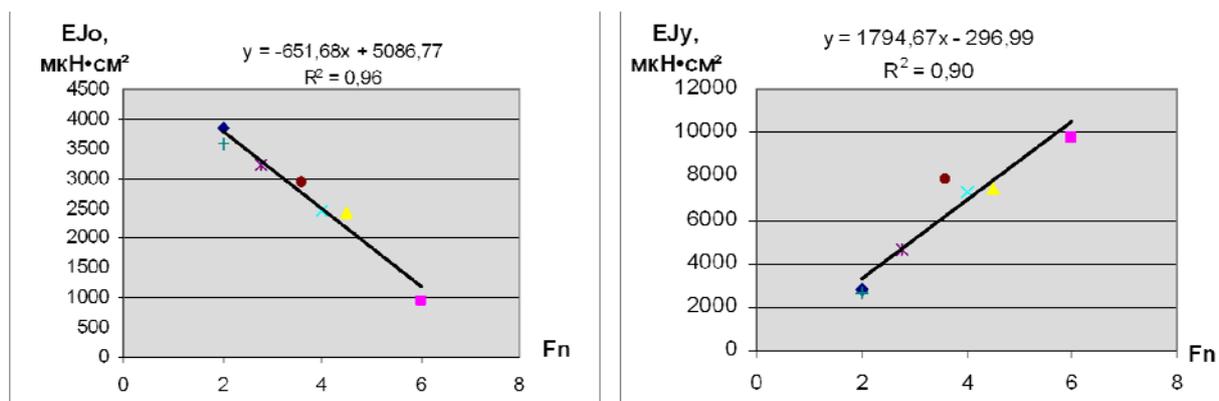


Рис. 2. Зависимость показателей жесткости по основе и утку от коэффициента переплетения:
 F_n – коэффициент переплетения; EJ_o – жесткость по основе, мкН·см²; EJ_y – жесткость по утку, мкН·см².

Выявленные закономерности взаимосвязи показателей жесткости и характеристики переплетения позволяют задавать желаемые результаты по формообразующим свойствам тканей на этапе их производства. Полученные математические результаты зависимости позволяют увеличить список «инструментов» ткацким предприятиям для расширения ассортимента выпускаемых тканей с целью производства высококачественных изделий легкой промышленности.

ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования подтверждают взаимосвязь показателей жесткости ткани и переплетения.

2. Установлены математические зависимости показателей жесткости от коэффициента переплетения.

3. У производителей тканей появляется дополнительная возможность проектировать ткани с требуемой жесткостью, что позволит значительно расширить ассортимент выпускаемой продукции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Бузов Б. А., Алыменкова Н. Д. *Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство)* : учебник для студ. высших учеб. заведений / под ред. Б. А. Бузова. М. : Академия, 2008. 448 с.
- Иванова О. В., Казакова Н. А., Хамматова Э. А. Использование авторских фактур при кастомизации швейных изделий // *Вестник Технологического университета*. 2017. Т. 20, № 21. С. 70–72.
- Казакова Н. А., Иванова О. В. Прогнозирование развития формы в костюме для целей исследования свойств материалов // *Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий* : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Кострома, 2019. С. 220–225.
- Иванова О. В., Смирнова Н. А. Прогнозирование качества швейных изделий сложных форм на основе расчетных методов и свойств материалов // *Текстильная и легкая промышленность*. 2016. № 3-4. С. 12–15.
- Иванова О. В. Проектирование складчатых форм в текстиле в условиях цифрового производства на основе дизайн-мышления // *Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий* : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Кострома, 2019. С. 29–31.
- Иванова О. В., Казакова Н. А. Разработка алгоритма мобильного приложения по прогнозированию свойств текстильных материалов для изделий сложных форм на основе характеристики изделий // *Фундаментальные и прикладные проблемы создания материалов и аспекты технологий текстильной и легкой промышленности* : сборник статей Всероссийской научно-технической конференции / под ред. Л. Н. Абуталиповой. Казань, 2019. С. 221–226.

7. Кесвелл Э. Р. Текстильные волокна, пряжа и ткани / пер. Э. А. Немченко [и др.] ; под ред. Е. Г. Эйгес и Е. С. Шатровой. М. : Гостехиздат, 1960. 564 с.
8. К вопросу определения характеристик изгиба при оценке качества материалов для одежды / В. В. Замышляева, Н. А. Смирнова, В. В. Лапшин, И. А. Хромеева // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. 2017. Т. 37, № 3. С. 50–54.
9. Лапшин В. В., Иванова О. В., Волкова М. Д. Оценка и прогнозирование жесткости структуры льняных тканей // Технология и качество. 2021. № 3. С. 5–10.
10. ГОСТ 10550–93. Материалы текстильные. Полотна. Методы определения жесткости при изгибе. Минск : Изд-во стандартов, 1995. 12 с.

REFERENCES

1. Buzov B. A. (ed.), Alymenkova N. D. Materials science in the production of light industry products (sewing production): Textbook for students. higher studies. institutions. Moscow, Academy Publ., 2008. 448 p. (In Russ.)
2. Ivanova O. V., Kazakova N. A., Khammatova E. A. The use of author's textures in the customization of sewing products. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University]. 2017;20,21:70–72. (In Russ.)
3. Kazakova N. A., Ivanova O. V. Forecasting the development of form in the suit for purposes of the materials properties study. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij : sbornik statej Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Scientific research and development in the field of design and technology materials: collection of articles of the All-Russian Scientific and practical Conference]. Kostroma, Kostrom. State University Publ., 2019:220–225. (In Russ.)
4. Ivanova O. V., Smirnova N. A. Forecasting the quality of garments of complex shapes based on calculation methods and properties of materials. *Tekstil'naya i legkaya promyshlennost'* [Textile and light industry]. 2016;3-4:12–15. (In Russ.)
5. Ivanova O. V. The designing folded forms in textiles in the age of digital producing based on design thinking. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij : sbornik statej Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Scientific research and development in the field of design and technology materials: collection of articles of the All-Russian Scientific and practical Conference]. Kostroma, Kostrom. State University Publ., 2019:29–31. (In Russ.)
6. Ivanova O. V., Kazakova N. A. Development of a mobile application algorithm for predicting the properties of textile materials for products of complex shapes based on product characteristics. *Fundamental'nye i prikladnye problemy sozdaniya materialov i aspekty tekhnologij tekstil'noj i legkoj promyshlennosti : sbornik statej Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii / pod red. L. N. Abutalipovoj* [Fundamental and applied problems of materials creation and aspects of textile and light industry technologies. Collection of articles All-Russian Scientific and Technical Conference. L. N. Abutalipova (ed). 2019:221–226. (In Russ.)
7. Keswell E. R. Textile fibers, yarn and fabrics. Moscow, Gostekhizdat Publ., 1960. 564 p.
8. Zamyshlyayeva V. V., Smirnova N. A., Lapshin V. V., Khromeeva I. A. On the issue of determining the characteristics of bending when assessing the quality of materials for clothing. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya legkoj promyshlennosti* [Proceedings of higher educational institutions. Light industry technology]. 2017;37,3:50–54. (In Russ.)
9. Lapshin V. V., Ivanova O. V., Volkova M. D. Evaluation and prediction of the rigidity of the structure of linen fabrics. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2021;3(53):5–10. (In Russ.)
10. *GOST 10550–93. Materialy tekstil'nye. Polotna. Metody opredeleniya zhestkosti pri izgibe* [State Standart 10550-93. Textile materials. Canvases. Methods for determining bending stiffness]. Минск, Izdatel'stvo standartov Publ., 1995. 12 p.

Статья поступила в редакцию 12.09.2022

Принята к публикации 7.10.2022