

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТАНГЕНЦИАЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ ИХ СТРОЕНИЯ

Флегонтов А.Н., Смирнова Н.А., Воронова Л.В.

ФГОУ ВПО «Костромской государственной технологической университет», Кострома, Россия (156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, д.17), e-mail: info@kstu.edu.ru

По разработанной авторами методике экспериментальным путем получены справочные данные по коэффициенту тангенциального сопротивления (КТС) для льнохлопковых тканей. Исследовались ткани одного волокнистого состава, выработанные в одинаковых условиях и имеющих различные структурные характеристики. На основании полученных данных методом наименьших квадратов была получена регрессионная модель. Она представляет собой степенную функцию, которая описывает влияние коэффициента переплетения на величину коэффициента тангенциального сопротивления. Статистический анализ полученной модели показал, что она коррелирует с экспериментальными данными и является адекватной. Проведена проверка работоспособности модели, которая дала положительный результат. Полученная аналитическая зависимость может быть использована при проектировании льносодержащих тканей с заданными свойствами и прогнозировании свойств при выборе материалов для одежды.

Ключевые слова: коэффициент тангенциального сопротивления, регрессионная модель, прогнозирование.

PREDICTION COEFFICIENT OF TANGENTIAL FRICTION OF LINEN CHARACTERISTICS OF THEIR STRUCTURE

Flegontov A.N., Smirnova N.A., Voronova L.V.

Kostroma State Technological University, Russia, Kostroma (156005, Kostroma, street Dzerzhinsky, 17), e-mail: info@kstu.edu.ru

According to the method developed by the authors experimentally obtained reference data on the coefficient of tangential friction to flax cotton tissues. The tissues of a fibrous worked out in identical conditions and having different structural characteristics. Based on the data obtained by Ordinary Least Squares regression model was obtained. It is a power function, which describes the influence of coefficient interlacing on the coefficient of tangential friction. Statistical analysis of the resulting model showed that it displays the statistical correlation of experimental data and it is adequate. Checked operability model, which gave a positive result. The resulting analytical dependence can be used in the design of linen fabrics with desired properties and prediction of the properties of the selection of materials for clothing.

Keywords: coefficient of tangential friction, regression model, prediction.

Введение. Коэффициент тангенциального сопротивления является характеристикой трения текстильных материалов (КТС). Трение текстильных материалов играет важную роль в технологии швейного производства и оказывает существенное влияние на технологические и эксплуатационные характеристики тканей. От трения зависят условия выполнения и параметры технологических операций по изготовлению швейных изделий, таких как настиление, разрезание и стачивание материалов, выбор конструкций швов, методов обработки открытых срезов и др. Трение влияет и на назначение материала [1]. На сегодняшний день не существует стандартных методов определения КТС полотен. В связи с этим и изыскание возможности прогнозирования КТС текстильных полотен при конфекционировании материалов для одежды актуально.

Цель исследования. Поиск возможности прогнозирования КТС текстильных полотен при конфекционировании материалов для одежды.

Методы исследования: эксперимент по разработанной авторами методике, регрессионный анализ полученных данных, проверка адекватности и работоспособности полученной модели.

Результаты исследования и их обсуждение. Для исследования были выбраны полупеньные ткани (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики строения и свойств льняных тканей

№ ткани	Переплетение	Характеристики массы и строения					Экспериментальные результаты		
		Поверхностная плотность, г/м ² <i>Ms</i>	Линейная плотность нитей, текс		Количество нитей на 10 см		Коэфф. переплетения <i>Fn</i>	Сила <i>T</i> , сН (см. рис.1)	КТС <i>f</i>
			Основа (х/б) <i>To</i>	Уток (лен) <i>Ty</i>	По основе (х/б) <i>По</i>	По утку (лен) <i>Пу</i>			
№1	Сатиновое	170	25×2	56	160	160	6	273	0.63
№2	Мелкоузорчатое (ромбовидная саржа)	170	25×2	56	160	160	3,6	286	0.72
№3	Мелкоузорчатое (на базе саржи)	170	25×2	56	160	160	6	278	0.67
№4	Мелкоузорчатое (рогожка)	170	25×2	56	160	160	6	281	0.69
№5	Мелкоузорчатое (репс)	170	25×2	56	160	160	4	283	0.70
№6	Мелкоузорчатое (усиленная саржа)	170	25×2	56	160	160	6	275	0.65
№7	Мелкоузорчатое (ломаная саржа)	170	25×2	56	160	160	3.6	289	0.74
№8	Мелкоузорчатое (креп)	170	25×2	56	160	160	3	296	0.79
№9	Полотняное	170	25×2	56	160	160	2	303	0.83

Все ткани выработаны в лаборатории кафедры ткачества КГТУ на станке АТ-100-5М с зевобразовательной кареткой РК-12. В качестве основы использована хлопчатобумажная пряжа $T_o = 25$ текс х2 текс, а в утке льняная пряжа $T_y = 56$ текс. Ткани выработаны полотняным, сатиновым и мелкоузорчатыми переплетениями с раппортом шесть по основе и утку. В работе ставилась задача изучить влияние переплетения льняных тканей на КТС.

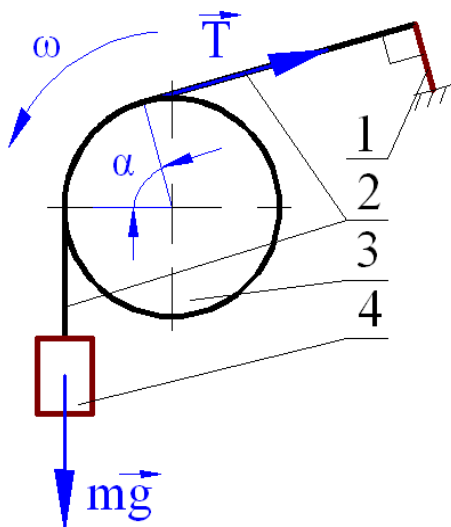


Рис. 1. Схема устройства для определения КТС:

- 1- тензорезисторный датчик
- 2- верхняя проба
- 3- барабан
- 4- груз

Определение коэффициентов тангенциального сопротивления текстильных полотен проводилось по разработанному в КГТУ и запатентованному методу [2,3], так как стандартные методы определения КТС текстильных полотен отсутствуют. На рис.1 представлена схема устройства и векторы распределения сил, возникающих при контакте взаимодействующих поверхностей проб исследуемых полотен. Пробы имеют прямоугольную форму. Одну пробу (110x350 мм) закрепляют на поверхности вращающегося с постоянной угловой скоростью ω барабана 3. Вторая проба 2 (50x500 мм), огибая цилиндрическую поверхность и охватывая её под углом, равным α , свисает под действием груза 4 массой m . Вторым концом пробы 2 прикрепляется к консольному силоизмерительному тензорезисторному датчику 1. [3]. Величину КТС определяют по известной формуле Эйлера [3,4].

Испытания проводились при скорости относительного перемещения тканей 6 мм/с и углом взаимного охвата полотен 30° . Полученные экспериментальные данные по силе трения и КТС льнохлопковых полотен представлены в табл. 1. Наибольшее значение КТС ($f=0.83$) характерно для тканей полотняного переплетения, что объясняется минимальной длиной перекрытий. Для тканей сатинового переплетения КТС минимальный ($f=0.63$). Ткани сатинового переплетения благодаря гладкой поверхности устойчивы к трению, хорошо скользят и поэтому применяются в качестве подкладки [1]. Также прослеживается тенденция уменьшения КТС при увеличении длины перекрытий.

Анализ взаимосвязи КТС и характеристик переплетения тканей: коэффициентов связности нитей в переплетении, коэффициентов подвижности нитей в переплетении и коэффициент переплетения [1,4,5], показал наличие тесной взаимосвязи КТС и коэффициентов переплетения F_n [5] по Н.С. Ерёминой (рис. 2).

Методом наименьших квадратов найдена зависимость КТС от коэффициента переплетения. Полученная регрессионная модель представляет собой степенную функцию (1).

$$f(F_n) = 0.97 \cdot F_n^{-0.22}, \quad (1)$$

Был проведен анализ регрессионной модели, который подтвердил ее адекватность. Для проверки адекватности модели использовался критерий Фишера. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Графическое отображение зависимости представлено на рис. 2, где также приведены значения КТС для каждого вида тканей.

Таблица 2

Анализ результатов регрессии

Индекс корреляции R	Индекс детерминации R ²	Критерий Фишера	
		F _{расч} (1,7)	F _{теор} (1,7)
0.95	0.903	64.96	5.59
Значение близко к единице, поэтому имеем тесную связь рассматриваемых признаков, найденное уравнение регрессии можно считать надежным.	90.3% вариации КТС (<i>f</i>) объясняется вариацией коэффициента переплетения (<i>F_n</i>) - модель хорошо описывает исходные данные	Уравнение регрессии может быть признано статистически значимым, так как по Критерию Фишера F _{расч} > F _{теор}	
Полученная регрессионная модель (1) может быть использована для отображения связи КТС с коэффициентом переплетения.			

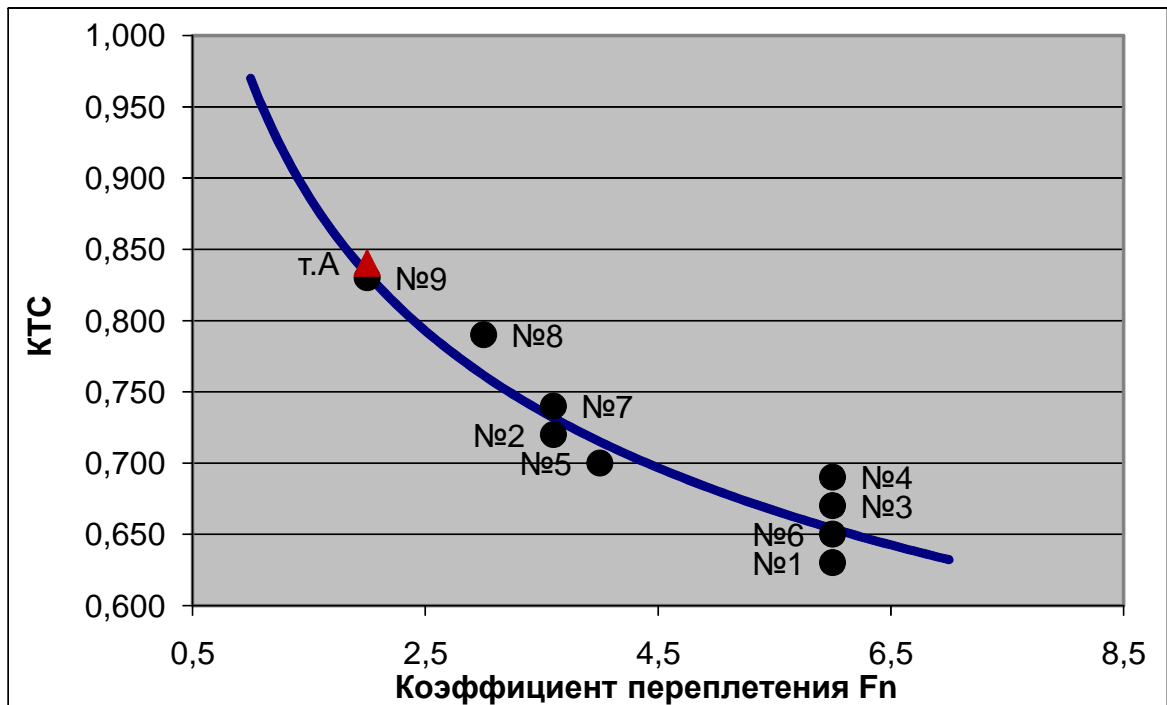


Рис. 2 Зависимость КТС льняных тканей от коэффициентов переплетения

Данная математическая модель была апробирована для льняной ткани с известными характеристиками строения ($F_n=2$) (табл.3)

Таблица 3

Характеристики строения и свойств льняной ткани для проверки работоспособности модели

Переплетение	Характеристики массы и строения ткани					Экспериментальные результаты	Расчетное значение	Ошибка					
	Поверхностная плотность, M_s	Линейная плотность нитей, текс		Количество нитей на 10 см					Кoeff. переплетения F_n	Сила T , сН (см. рис.1)	KTC f	$f_{mod}(2)$	$\delta, \%$
		Основа (лен) T_o	Уток (лен) T_y	Основа (лен) P_o	Уток (лен) P_y								
Полотняное	160	50	45	210	180	2	304	0.84	0.83	1,2			

Экспериментальное значение КТС для чисто льняной пробы $f=0.84$ (точка А на рис.2) отличается на 1.2 % от полученного расчетным способом значения КТС $f(2)=0.83$ по регрессионной модели (1).

Таким образом, можно сделать вывод о работоспособности полученной модели. Кроме того, полученный результат позволяет утверждать, что модель применима не только для льнохлопковых, но и для чистольняных тканей. Модель позволяет рассчитать величину КТС по коэффициенту переплетения ткани. Кроме того, полученная модель появляется реализовать возможность проектирования льняных тканей с заданными значениями тангенциального сопротивления, варьируя их характеристиками строения.

Выводы

1. Новым методом получены экспериментальные справочные данные по коэффициентам тангенциального сопротивления льнохлопковых тканей.
2. Установлена зависимость коэффициента тангенциального сопротивления от коэффициента переплетения для льняных тканей.

3. Предложенная математическая модель позволяет прогнозировать коэффициент тангенциального сопротивления льняных тканей при конфекционировании материалов по переплетению и проектировать льняные ткани с заданными свойствами.

Список литературы

1. Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство) – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 448 с.
2. Воронова Л.В., Смирнова Н.А., Флегонтов А.Н. Методика оценки коэффициента тангенциального сопротивления текстильных полотен // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – Иваново: ИГТА, 2013, №1. – С. 29-32.
3. Воронова Л.В., Смирнова Н.А., Флегонтов А.Н. Способ определения силы трения текстильных полотен // Патент России №2502982
4. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.
5. Оников Э.А. Справочник по хлопчаткачеству / Э.А. Оников, П.Т. Букаев, А.П. Алленова и др. – М.: Легкая индустрия, 1979. – 487 с.

Рецензенты:

Жуков В.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Механических технологий волокнистых материалов», ФГБОУ ВПО «Костромской государственной технологической университет», г. Кострома.

Проталинский С.Е., д.т.н., профессор кафедры «Теории механизмов и машин, ДМ и ПТМ», ФГБОУ ВПО «Костромской государственной технологической университет», г. Кострома.