

УДК 677.017

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОВЕРХНОСТИ ДРАПИРОВАННОГО ОБРАЗЦА ТКАНИ

Тан С., асп., Рыклин Д.Б., зав. каф. ТТМ, Крушевич К.А., студ.
Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Ключевые слова: драпируемость, математическая модель, статистическая обработка, коэффициент детерминации.

Реферат. Для оценки драпируемости тканей предложен вид математической модели, описывающей ее поверхность и определяемый в результате статистической обработки данных, полученных при 3D-сканировании образца. В качестве дополнительного критерия для оценки драпируемости в статье предложено использовать коэффициент детерминации регрессионной модели, описывающей поверхность драпированного образца. Данный показатель характеризует степень соответствия его экспериментальным данным. Для автоматизации процесса обработки данных 3D-сканирования разработана компьютерная программа, применение которой позволяет существенно сократить затраты времени на обработку данных.

Из определения, согласно которому драпируемость – это способность текстильных материалов в подвешенном состоянии под действием собственной массы образовывать красивые округлые устойчивые складки [1], можно сделать вывод, что одним из проявлений данного свойства является эстетичный вид драпированной ткани. В связи с этим выдвинуто предположение, что в «идеальном» случае при драпировке формируются одинаковые складки ткани, следовательно, поверхность драпированной ткани может быть описана математически.

На основании анализа результатов 3D-сканирования образцов льняных и льнодержательных тканей предложен вид модели, описывающей поверхность драпированного образца в полярных координатах, которая может быть построена в результате статистической обработки данных 3D-сканирования

$$R_D(\varphi, H) = (a_0 + a_1 \cdot H) + (a_2 + a_3 \cdot H) \cdot \left(\frac{1 + \sin(n \cdot \varphi + \Delta\varphi_1)}{2} \right)^{(a_4 + a_5 \cdot H)} + (a_6 + a_7 \cdot H) \cdot \left(\frac{1 + \sin(2 \cdot \varphi + \Delta\varphi_2)}{2} \right)^4, \quad (1)$$

где R_D – расстояние от оси опорного диска до точки на поверхности драпированного образца, мм; H – расстояние от точки на поверхности драпированной ткани до опорного диска, мм; φ – угол, отложенный от направления основы по часовой стрелке, рад.; n – количество складок; $\Delta\varphi_1$ и $\Delta\varphi_2$ – начальные фазы периодических составляющих формулы (3), рад.

Для каждого сечения драпированного образца модель принимает следующий вид:

$$R_D = R_0 + \Delta R_1 \left(\frac{1 + \sin(n \cdot \varphi + \Delta\varphi_1)}{2} \right)^{k_1} + \Delta R_2 \left(\frac{1 + \sin(2 \cdot \varphi + \Delta\varphi_2)}{2} \right)^{k_2}, \quad (2)$$

где R_0 – радиус окружности, вписанной в сечение драпированной ткани, мм; ΔR_1 – высота складки без учета анизотропии ткани по свойствам, мм; ΔR_2 – отклонение высоты складки из-за анизотропии свойств ткани, мм; k_1 и k_2 – показатели степени, которые характеризуют искажение формы сечения складок по сравнению с синусоидой.

Полученная модель содержит 8 эмпирических коэффициентов $a_0 - a_7$, которые зависят как от параметров процесса испытания ткани (например, от радиуса образца и радиуса опорного диска), так и от свойств испытываемой ткани (поверхностной плотности, плотности по основе и утку, жесткости нитей основы и утка, переплетения и т.д.).

В качестве дополнительного критерия для оценки драпируемости в статье [2] предложено использовать коэффициент детерминации R^2 регрессионной модели (1), характеризующий степень соответствия ее экспериментальным данным.

Однако определение данного коэффициента для любого сечения драпированного образца характеризуется высокой трудоемкостью, так как получение исходных данных для расчетов занимает не менее 15 минут. Можно отметить и высокую погрешность измерения расстояний от оси опорного диска до точек на поверхности драпированного образца, связанную с неточностью определения их местоположения.

Еще одной проблемой применения предлагаемого подхода является субъективность выбора сечения образца, так как в разных сечениях значения коэффициента детерминации R^2 различны.

Решение указанных проблем было достигнуто в результате создания компьютерной программы для автоматизации процессов определения исходных данных для построения математической модели (1) и расчетов всех ее коэффициентов.

Разработанная программа позволяет сократить затраты времени на обработку результатов сканирования приблизительно в 40 раз, позволяя при этом получить математическое описание не только 4 сечений образца в соответствии с формулой (2), но и всех поверхности в выбранном диапазоне расстояний от опорного диска (формула (1)).

Соответственно, применение программы дало возможность получения значения коэффициента детерминации R^2 для поверхности образца, что исключает проблему субъективности выбора оцениваемого ее сечения.

Для апробации разработанной программы проведены исследования проб умягченных и неумягченных тканей пяти артикулов. Из каждого варианта ткани подготавливалось 3 образца диаметром 300 мм, которые сканировались по 1 разу. Для умягченных тканей осуществлялось определение коэффициентов моделей и показателей драпируемости для сечений, находящихся на расстоянии 25 мм от опорной плоскости. Для испытаний умягченных тканей полотняного переплетения использовались разные сочетания диаметров образца и опорного диска (300 мм/180 мм и 200 мм/80 мм). Умягченные ткани сложных структур и неумягченные ткани полотняного переплетения испытывались только при сочетании размеров 300 мм/180 мм.

Для неумягченных тканей построение модели осуществляли для одного сечения, которое располагалось на расстоянии 15 мм от опорной плоскости. Общее количество испытаний составило 102.

Корреляционный анализ показал, что коэффициент детерминации R^2 , определенный для поверхности образца в диапазоне от 15 до 25 мм от опорного диска для умягченных льняных и льносодержащих тканей и в диапазоне от 10 до 15 мм для неумягченных тканей, характеризуется тесной взаимосвязью с коэффициентом детерминации, определенным для нижнего исследованного сечения (рис. 1). Коэффици-

коэффициент корреляции для исследованных проб льняных и льносодержащих тканей разной структуры и поверхностной плотности составил 0,9973.

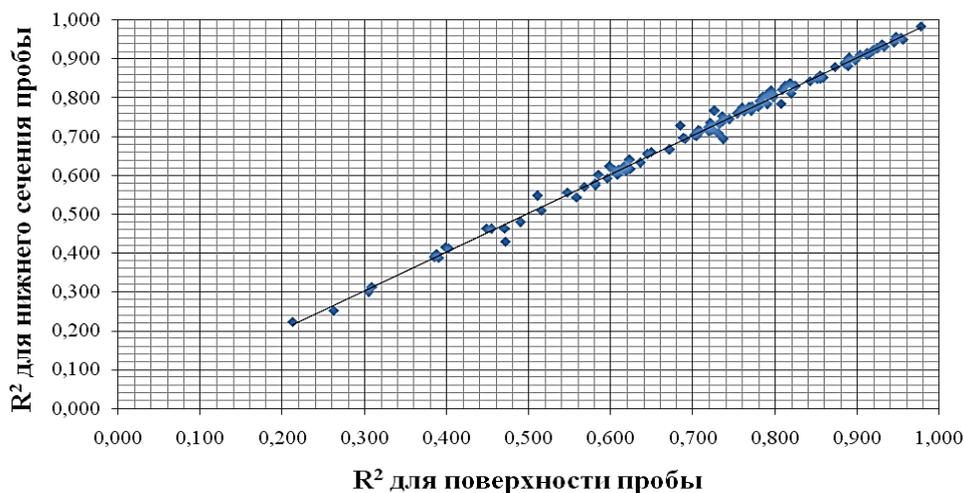


Рисунок 1 – Сопоставление значений коэффициента детерминации регрессионной модели, полученных для поверхности образца и ее нижнего сечения

Этот факт позволяет использовать коэффициент детерминации, определенный для поверхности образца, в качестве дополнительного критерия для оценки драпируемости ткани вместо коэффициентов детерминации, рассчитанных для отдельных сечений.

Список использованных источников

1. Шустов, Ю. С. Основы текстильного материаловедения / Ю. С. Шустов. – Москва, МГТУ им. А.Н. Косыгина. – 2007 – 302 с.
2. Рыклин, Д. Б. Оценка драпируемости льняных тканей с использованием 3D-сканирования / Д. Б. Рыклин, С. Тан, А. Н. Гришаев, Д. В. Песковский // Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности: сборник научных статей / УО «ВГТУ». – Витебск, 2018. – С. 84–86.

УДК 777.024

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ТКАНИ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ

Тихонова Ж.Е., ст. преп., Крикало А.В., студ.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: ткачество, ткань для спецодежды, полиэфирная нить, пневматический ткацкий станок, физико-механические свойства.

Реферат. В условиях ОАО «Моготекс» на станке *Omniplus-4-R 190* наработан опытный образец ткани для спецодежды. Для улучшения физико-механических показателей ткани для спецодежды артикула *03С40-КВ* предложено вместо полиэфирной нити *24,5* текс в основе использовать полиэфирную нить *33,4* текс, вместо переплетения саржа *2/2* использовать сражу *3/1*. Результаты физико-механических исследований показали, что опытный образец имеет лучшие разрывные характеристики, большую стойкость к истиранию, высокие гигиенические