

УДК 677.017

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ТКАНИ С НАИЛУЧШЕЙ ДРАПИРУЕМОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ 3D-СКАНИРОВАНИЯ

д-р техн. наук, проф. Рыклин Д.Б., асп. Тан С.,
канд. техн. наук, доц. Ульянова Н.В.

УО «Витебский государственный технологический университет»
ryklin-db@mail.ru, naata132@mail.ru

В статье предложен методический подход, основанный на методе последовательных уступок, выбора ткани для изготовления драпированных изделий. Получен показатель визуального восприятия, отражающий взаимосвязь показателей драпируемости и оценок экспертов при анализе образцов юбка-солнце.

Ключевые слова: механические свойства ткани, коэффициент драпируемости, складки, сборка, юбка-солнце

Как известно, драпируемость ткани является одной из важных характеристик механических свойств тканей. Внешний вид текстильных изделий в основном зависит от степени драпируемости применяемой ткани. Считается, что ткани с хорошей драпируемостью визуально эстетичны, имеют струящийся и мягкий характер, они легко образуют свободные, небольшие и плавные складки и сборки. Анализ литературных источников показал, что, несмотря на разработанность методов определения показателей драпируемости, существует проблема ее оценки, то есть выбора предпочтительного варианта ткани для использования при пошиве определенной модели одежды.

Использование научной объективной оценки драпируемости ткани обычно основывается на значении коэффициента драпируемости. Стандартом ИСО 9073-9:2008 для оценки драпируемости рекомендовано вычислять коэффициент драпируемости K_D , %, по следующей формуле:

$$K_D = \frac{A_s - A_d}{A_o - A_d} \cdot 100, \quad (1)$$

где A_o – первоначальная площадь образца;

A_d – площадь опорного диска;

A_s – площадь спроецированной тени образца после драпировки.

Согласно стандарту, при значении коэффициента драпируемости меньше 30%, ткань характеризуется как мягкая, при значении коэффициента драпируемости больше 85% считается жесткой.

Однако нужно обратить внимание, что далеко не всегда меньшее значение коэффициента драпируемости, определенного по формуле (1), свидетельствует о лучшей драпируемости тканей. В ряде случаев ткани, характеризующиеся одинаковым значением данного коэффициента, создают совершенно разные складки, как равномерные, так и неравномерные.

Например, на рис. 1 представлены полученные разными авторами [1-4] профили теней образцов текстильных полотен, коэффициент драпируемости которых находится в диапазоне $40 \% \pm 2 \%$, что позволяет сделать вывод о том, что эти ткани характеризуются хорошей драпируемостью.

Однако визуально они существенно отличаются. Образцы *б* и *е* характеризуются относительно равномерными складками, в то время как складки образцов *а* и *г* неравномерны. Кроме того, можно отметить при одинаковом

значении коэффициента драпируемости ткани образуют разное количество складок – от 5 до 9. Количество складок оказывает существенное влияние визуальное восприятие тканей в готовых изделиях.

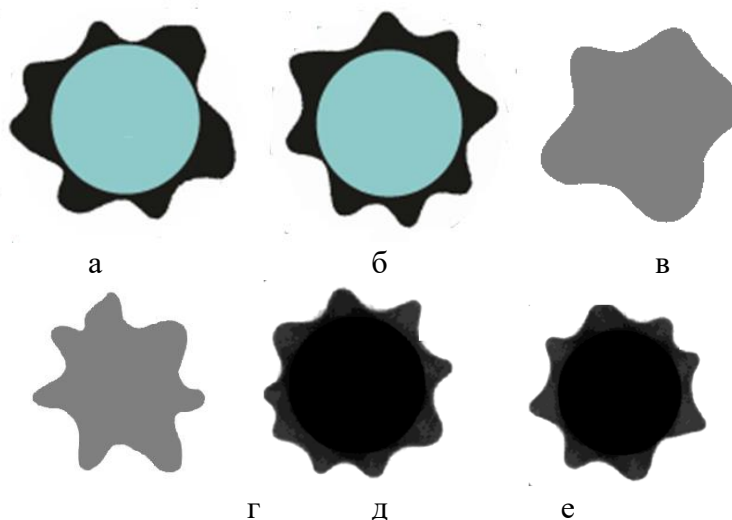


Рисунок 1. Профили тени образцов тканей с одинаковым коэффициентом драпируемости: а, б [1]; в [2], г [3]; д, е [4]

Таким образом, можно сделать вывод, что только сопоставления коэффициентов драпируемости тканей недостаточно для того, чтобы принять решение о выборе лучшего варианта для использования в швейном производстве.

В связи с этим при конфекционировании тканей применяется не только объективная оценка драпируемости на основе результатов инструментальных измерений, но и субъективная оценка профессионалами. В то же время субъективность оценки драпируемости ткани в массовом производстве является существенным недостатком. Разработка инструментальных методов требует научно обоснованных подходов к решению данной задачи.

Наиболее фундаментальный подход к оценке драпируемости представлен в статье [4]. Авторами в результате комплексного анализа значительного количества драпированных

образцов был разработан и экспериментально подтвержден алгоритм выбора ткани с наилучшей драпируемостью из имеющихся образцов, включающий следующие этапы:

1. Поиск образцов с минимальным значением коэффициента драпируемости K_d .

2. При равном K_d определение образцов, образующих максимальное количество складок n , так как увеличение числа складок улучшает визуальное ощущение драпируемости.

3. При равных значениях K_d и n выявление образцов с большей средней высотой складки FH [3], то есть с более визуально заметным профилем драпировки.

4. При равных значениях K_d , n и FH поиск образцов с наименьшей неравномерностью драпировки DU [5], то есть образцов с минимальной анизотропией и максимальной равномерностью распределения складок. Нерав-

Рыклин Д.Б., Тан С., Ульянова Н.В. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ТКАНИ С НАИЛУЧШЕЙ ДРАПИРУЕМОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ 3D-СКАНИРОВАНИЯ

номерность драпировки DU предложено характеризовать коэффициентом вариации центрального угла α между соседними складками.

Авторы статьи [4] утверждают, что определение четырех показателей драпируемости (K_d , n , FH и DU) позволяет точно охарактеризовать форму драпировки ткани с точки зрения интенсивности, визуального восприятия и геометрической изотропии.

Несмотря на логичность и обоснованность предложенного метода можно отметить следующие его недостатки:

– параметры α и FH невозможно определить точно, что повышает степень неопределенности в принятии решения о выборе ткани с наилучшей драпируемостью;

– исследуемые ткани не могут иметь абсолютно одинаковые значения по любому из определяемых показателей, в связи с чем необходимо задаваться определенным допуском на их оценку. Кроме того, важным вопросом является оценка статистической значимости разницы определенных показателей драпируемости, так как некоторые показатели могут характеризоваться существенной вариативностью;

– ткань, имеющая минимальный коэффициент драпируемости, может характеризоваться и максимальной неравномерностью складок, что фактически не должно позволить оценить ее как наилучшую. Однако предлагаемый

алгоритм допускает принятие подобного решения.

Наиболее перспективным направлением совершенствования подходов к оценке драпируемости тканей является разработка методов, основанных на применении технологий 3D-сканирования. Подобные методы позволяют получить более явные характеристики драпируемости по сравнению со стандартными методами, так как они способны выявить различия в характере драпируемости различных проб при одинаковом коэффициенте драпируемости. Технологии 3D-сканирования дают возможность получить различные данные для оценки драпируемости ткани на основе анализа их трехмерных моделей. Однако на настоящий момент недостаточно разработаны комплексные показатели, характеризующие форму драпированных тканей, а также алгоритмы выбора тканей с наилучшей драпируемостью на основе анализа данных, полученных в результате 3D-сканирования.

В связи с этим целью данной работы являлась разработка методического подхода, применение которого позволит осуществлять обоснованный выбор ткани с наилучшей драпируемостью по результатам 3D-сканирования значительного количества различных образцов.

В источнике [6] предложено описывать поверхность драпированной пробы при количестве складок, равном n , в полярных координатах следующей формулой:

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

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, КАЧЕСТВО И СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ ЛЁГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

где H – расстояние от точки на поверхности драпированной ткани до опорного диска, мм; φ – полярного угла между направлением нити основы и отрезком, соединяющим центр сечения пробы и рассматриваемую точку; $\Delta\varphi_1$ и $\Delta\varphi_2$ – начальные фазы периодических составляющих формулы (2); $a_0 - a_7$ – эмпирические коэффициенты, которые зависят от параметров процесса испытания пробы, от радиусов пробы и опорного диска), показателей свойств испытываемой ткани (поверхностной плотности, плотности по основе и утку, жесткости нитей основы и утка, переплетения и т.д.).

По формуле (2) можно определить положение каждой точки на поверхности пробы в зависимости от расстояния H и полярного угла φ .

Значения коэффициентов $a_0 - a_7$ определяются в результате статистической обработки данных, полученных при 3D-сканировании драпированных проб.

Для оценки драпируемости тканей кроме коэффициента драпируемости K_d и количества складок n предложены следующие дополнительные показатели:

– коэффициент детерминации R^2 , характеризующий степень соответ-

ствия регрессионной модели, построенной на основании формулы (2), по экспериментальным данным, полученным в процессе 3D-сканирования, то есть принято допущение о том, что соответствие профилей сечения пробы формуле (1) свидетельствует о равномерном формировании складок.

показатель анизотропии драпируемости, рассчитываемый по формуле

$$A = \frac{\Delta R_2}{R_0} \cdot 100\%. \quad (3)$$

Также, как и коэффициент драпируемости, показатель A целесообразно определять по профилю тени, создаваемой драпированной пробой в процессе испытания.

Для оценки взаимосвязи показателей, определяемых при статистической обработке результатов 3D-сканирования проб драпированных тканей, и визуального восприятия изделий, из пяти образцов тканей были изготовлены юбки конического покроя с плотным облеганием по линии талии и равномерно расширенным книзу силуэтом типа солнце, позволяющим максимально визуализировать способность ткани образовывать трубкообразные продольные складки, именуемые фалдами. Характеристика исследованных тканей представлена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика исследованных образцов тканей

Образец	1	2	3	4	5
Состав	лен – 100%	ПЭ – 100%	лен – 100%	лен – 100%	лен – 48%, хлопок – 52%
Поверхностная плотность, г/м ²	185	184,5	125	270	125
Линейная плотность пряжи (основа/уток), текс	56/56	42/40	30/30	87/87	30 (хлопок)/29,4
Число нитей (основа/уток) на 10 см ткани	176/142	236/216	226/176	162/122	226/176
Жесткость при изгибе EI (по основе/по утку), мкН*см ²	11195/5109	4565/3879	9241/5017	11632/7150	3481/7409

Рыклин Д.Б., Тан С., Ульянова Н.В. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ТКАНИ С НАИЛУЧШЕЙ ДРАПИРУЕМОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ 3D-СКАНИРОВАНИЯ

Юбки-солнце изготавливались двух разных длин – 42 и 28 см. При использовании для их примерки детского манекена, соответствующего росту 110 см, указанные длины исследуемых юбок были определены понятиями миди и мини, соответственно. Диаметр юбки миди составлял – 100 см, а юбки мини – 72 см. Обхват талии манекена – 51 см.

Для визуальной оценки драпировки юбки надевались на манекен и фотографировались с 3 сторон – спереди, сзади и сбоку. Фотографии юбок были предложены для оценки группе экспертов, состоявшей из 15 сотрудников кафедр «Технология текстильных материалов», «Конструирование и технология одежды и обуви», «Дизайн и мода» Витебского государственного технологического университета. На

рисунках 2 и 3 представлены фотографии вида спереди юбок, предоставленных для проведения экспертной оценки.

Экспертам было предложено оценить внешний вид сформированных складок по их форме и равномерности, используя следующую шкалу оценок:

- 1 – очень плохо;
- 2 – плохо;
- 3 – удовлетворительно;
- 4 – хорошо;
- 5 – очень хорошо.

Анализируя внешний вид юбок можно отметить следующее:

количество сформированных складок зависит от длины юбки. Однако однозначного влияния коэффициента драпируемости на количество складок не выявлено.



Рисунок 2. Внешний вид юбок миди, представленных для экспертной оценки



Рисунок 3. Внешний вид юбок мини, представленных для экспертной оценки

Сопоставляя характеристики образцов юбок-солнце и тканей, из которых они изготовлены видно, что количество складок повышается, как при существенном снижении коэффициента драпируемости, так и при увеличении анизотропии драпируемости. Увеличение длины юбки также ведет к повышению количества складок;

–образец ткани 1 характеризуется достаточно высокой жесткостью по основе при средней поверхностной плотности. Благодаря данному сочетанию свойств ткани сформированные складки юбок из нее располагаются прямо, закладываются свободно без морщин и натяжения. Складки несколько отличаются по форме, как у

длинных, так и у коротких юбок-солнце;

–образец полиэфирной ткани 2 имеет не только минимальную жесткость по основе и утку, но и наиболее близкие значения указанных показателей. Благодаря минимальной анизотропии свойств, в сочетании с мягкостью и средней поверхностной плотностью, юбки-солнце из нее характеризуются наибольшим количеством и равномерностью сформированных фалд, а также симметричностью расположения наружных сгибов складок;

–образец ткани 3 имеет минимальную поверхностную плотность, но при этом и достаточно высокую жесткость, из-за чего в процессе испытаний среднее значение коэффициента драпируемости проб оказалось максимальное. Несмотря на этом по фотографиям юбок-солнце видно, что ткань достаточно хорошо драпируется, складки по своей форме и глубине более равномерны, чем у других образцов, за исключением образца 2. При этом можно отметить, что юбка мини имеет симметрично расположенные складки более стабильной формы, как спереди, так и сзади, по сравнению с юбкой миди;

–образец ткани 4 характеризуется максимальной поверхностной плотностью. Жесткость по основе ткани данного образца практически равна жесткости по основе образца 1 при том, что поверхностная плотность ее больше почти в 1,5 раза. Из-за высокой поверхностной плотности в процессе испытаний ткани определено, что она имеет относительно низкий коэффициент драпируемости. Юбки из ткани образца 4 характеризуются относительной равномерностью складок, хотя и уступают юбкам из ткани образца 3;

–образец ткани 5 при низкой поверхностной плотности, равной поверхностной плотности образца 3, значительно превосходит его по мягкости. При практически равных значениях коэффициентов драпируемости образец 5 отличается минимальным значением коэффициента детерминации регрессионной модели, описывающей поверхность пробы, и максимальной анизотропией драпируемости. Как следствие, складки юбок из этой ткани максимально неравномерны из всех рассматриваемых образцов.

Сканирование проб тканей диаметром 300 мм, уложенных на опорном диске диаметром 180 мм, осуществлялось портативным 3D-сканером ARTEC SPIDER. При проведении испытаний на драпируемость тканей из каждого образца подготавливались 3 пробы, как регламентируется стандартом ISO 9073-9:2008. Однако оценка драпируемости осуществлялась для каждого образца не 1, а 6 раз. Таким образом, было получено не 3, а 18 значений каждого из показателей драпируемости для повышения точности результатов в процессе статистической обработки данных. Для сокращения времени на обработку данных использовалась специально разработанная программа *DrapeCalculator* [6].

В результате обработки данных анкетирования определены средние значения оценок, а также для оценки согласованности мнений экспертов рассчитаны значения коэффициентов конкордации Кендалла *W*.

Результаты расчетов и показатели драпируемости, полученные при 3D-сканировании проб, представлены в таблице 2.

**Рыклин Д.Б., Тан С., Ульянова Н.В. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА
ТКАНИ С НАИЛУЧШЕЙ ДРАПИРУЕМОСТЬЮ НА ОСНОВЕ
ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ 3D-СКАНИРОВАНИЯ**

Таблица 2. Результаты экспертной оценки и 3D-сканирования исследованных образцов тканей

Образец		1	2	3	4	5
Показатели драпируемости, определяемые в результате 3D-сканирования						
Количество складок n		6,78	7,67	6,17	5,94	5,22
Коэффициент драпируемости K_d , %		63,17	50,53	70,63	56,90	69,59
Коэффициент детерминации модели (2) R^2		0,566	0,615	0,752	0,773	0,455
Показатель анизотропии драпируемости A , %		4,37	3,61	4,66	5,08	13,64
Верхнее значение показателя драпируемости A' , %		9,23	7,39	7,35	10,79	19,23
Длина	Результаты экспертной оценка					
Миди	Оценка формы складок ($W=0,490$)	3,53	4,80	4,13	3,20	2,07
	Оценка равномерности складок ($W=0,520$)	3,47	4,87	3,33	2,93	1,80
Мини	Оценка формы складок ($W=0,736$)	3,13	4,87	3,73	2,80	2,40
	Оценка равномерности складок ($W=0,734$)	3,1	4,73	3,47	3,13	2,27

Анализируя данные таблицы 2, можно отметить, что с учетом разных эстетических предпочтений экспертов согласованность их мнений в оценке формы складок несколько ниже, чем при оценке их равномерности. Оценка формы складок длинных юбок нельзя считать согласованной, так как расчетное значения коэффициента конкордации ниже 0,5. Образцы юбок мини отличаются по драпировке более существенно друг от друга, чем образцы длинных юбок, в связи с чем их оценки характеризуются достаточно высокой согласованностью.

Анкетирование показало, что визуальное восприятие драпированной ткани в одежде не всегда соответствует результатам определения коэффициента драпируемости при испытаниях образца дисковым методом. На первый взгляд, действительно можно отметить, что наивысшие оценки получили образцы юбок 2, изготовленные из ткани с минимальным коэффициентом драпируемости. Однако наивысшую отметку из льняных юбок получил образец 3, выкроенный из ткани с максимальным коэффициентом драпируемости. При этом

наименьшие оценки получили образцы юбок, изготовленные из льнохлопковой ткани 5, которая по коэффициенту драпируемости близка ткани 3. Следовательно, на внешний вид швейных изделий оказывают влияние и другие показатели драпируемости. Корреляционный анализ показал, что наибольшее влияние на визуальное восприятие драпировки швейного изделия оказывает показатель анизотропии A ($r = (-0,66) - (-0,86)$). С увеличение показателя анизотропии существенно повышается неравномерность складок. Кроме того, с учетом высокой вариативности данного показателя очевидно влияние и его коэффициента вариации. В связи с этим введем дополнительно показатель $A' = A + 2 \sigma_A$ для условного определения верхнего значения анизотропии при последующих расчетах.

В результате статистической обработки данных получен показатель визуального восприятия, достаточно точно отражающий взаимосвязь показателей драпируемости и оценок, выставляемых экспертами при анализе образцов юбок:

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, КАЧЕСТВО И СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ ЛЁГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

$$V = \frac{100 - K_D}{3 \cdot A'} \cdot \sqrt{n \cdot R^2}. \quad (4)$$

Значения коэффициентов корреляции, характеризующих взаимосвязь показателя V и оценок экспертов, представлены в таблице 3. Можно обратить внимание на то, что равномерность складок, как более объективно оцениваемый показатель имеет более высокую корреляцию с показателем визуального восприятия V . Важно от-

метить, что формула (4) не предназначена для прогнозирования результатов визуальной оценки швейных изделий экспертами, так как значение показателя V изменяется в большем диапазоне и существенно отличается от усредненных оценок. Основное назначение показателя V – это сопоставление различных образцов и выбор наилучшего из них, изготовление изделия из которого будет прогнозируемо выше оценено экспертами

Таблица 3. Оценка взаимосвязи экспертных оценок и показателя V

Оценка		Коэффициент корреляции с показателем V
Для юбок миди	форма	0,94
	равномерность	0,97
Для юбок мини	форма	0,92
	равномерность	0,98

Однако в ряде случаев для выбора наилучшего варианта ткани недостаточно определения того образца, для которого расчетное значение показателя V окажется максимальным. В значительной степени это связано с близостью получаемых значений, как видно на гистограмме, представленной на рисунке 4.

По рисунку 4 видно, что наиболее низкими оценками характеризу-

ется образец 5, что соответствует минимальному значению показателя V . Этот образец однозначно должен быть исключен из рассмотрения. Наилучшим является образец 2. Однако данный образец изготовлен из полиэфирной ткани и использован в рамках данных исследований для сопоставления с образцами льняных и хлопчатобельных тканей

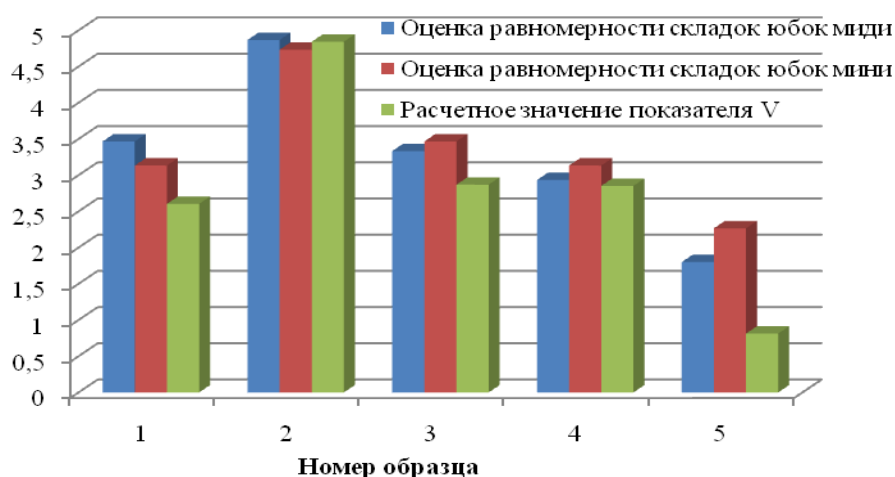


Рисунок 4. Сопоставление результатов экспертной оценки равномерности складок с показателем визуального восприятия V

Рыклин Д.Б., Тан С., Ульянова Н.В. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ТКАНИ С НАИЛУЧШЕЙ ДРАПИРУЕМОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ 3D-СКАНИРОВАНИЯ

Если стоит задача выбора ткани с высоким содержанием льна для изготовления юбки, то применение показатель V не позволяет однозначно ее решить. По гистограммам видно, что для образцов 3 и 4 расчетное значение показателя V отличаются незначительно, несмотря на то, что оценки экспертов существенно отличались.

Анализируя представленные результаты, можно отметить следующее. Во-первых, как указывалось выше складки, сформированные в юбках-солнце из ткани образца 4, действительно достаточно равномерно расположены по всей поверхности юбки-солнце и имеют округлую форму. Наличие незначительных перекосов связано с высокой поверхностной плотностью при относительной мягкости ткани. Следовательно, можно сказать, что ткань имеет хорошую драпируемость, но она подходит для изготовления изделий с меньшим размером складок, например, плиссированные или бантовые складки.

Кроме того, при выборе ткани для изготовления изделий, в которых драпируемость важна, исследователи обращают внимание на количество складок n , образуемых в процессе испытания проб. В связи с этим на первом этапе выбора ткани целесообразно осуществить их сравнение по количеству складок, а затем осуществлять расчет показателя визуального восприятия V .

На основании анализа результатов экспертной оценки и характеристик образцов исследованных тканей предложен методический подход, основанный на методе последовательных уступок, выбора ткани для изготовления драпированных изделий. Согласно данному подходу выбор осуществляется по следующему алгоритму: По серии испытаний опреде-

лить средние значения следующих четырех показателей для каждого образца ткани

- количество складок n ;
- коэффициент драпируемости K_d ;
- коэффициент детерминации R^2 регрессионной модели, описывающей поверхность драпированной пробы;
- показатель анизотропии драпируемости A для профиля тени, создаваемой пробой;
- среднее квадратическое отклонение анизотропии драпируемости σ_A .

1. Выбрать образцы, количество формируемых складок которых находится в диапазоне от среднего значения \bar{n} максимального значения $n_{(max)}$.

2. Из всех образцов, выбранных по условию, описанному в п. 2, осуществить расчет показателя визуального восприятия драпируемости V по формуле (4) и выбрать образцы, для которых данный показатель находится в диапазоне от среднего значения \bar{V} до максимального значения $V_{(max)}$.

3. Из всех образцов, выбранных по условию, описанному в пункте 3, выбрать образцы, для которых данный коэффициент драпируемости находится в диапазоне от минимального значения $K_{d(min)}$ до среднего значения \bar{K}_d .

4. Из всех образцов, выбранных по условию, описанному в пункте 4, выбрать образцы, для которых данный коэффициент детерминации регрессионной модели поверхности драпированной пробы находится в диапазоне от среднего значения \bar{R}^2 до максимального значения $R^2_{(max)}$.

5. Если количество образцов больше одного, то окончательный выбор осуществляется специалистом или

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, КАЧЕСТВО И СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ ЛЁГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

группой специалистов субъективно на основании имеющегося опыта.

В случае небольшого количества сравниваемых образцов последовательность действий может быть аналогичная, но окончательное решение может быть принято не на этапе 6, а на одном из предыдущих этапов.

Рассмотрим применение разработанного алгоритма при выборе льняной или льносодержащей ткани с наилучшей драпируемостью из семи образцов, в том числе из образцов 1, 3, 4, 5, описанных выше, и трех дополнительных образцов, характеристика которых представлена в таблице 4.

С учетом того, что юбки-солнце из тканей 1, 3, 4 и 5 уже ранее рассматривались, для наглядного анализа результатов последующего выбора на рисунке 5 и 6 представлены юбки миди

и мини, изготовленные из тканей 6, 7 и 8.

По представленным ниже фотографиям можно отметить следующее:

– юбки из ткани 6 характеризуются максимальной симметричностью и равномерным распределением мягких складок;

– юбки из ткани 7 менее равномерны по форме и расположению складок;

– ткань 10 характеризуется максимальной жесткостью, в связи с чем видна четкость линий силуэта юбки, сформированные складки немногочисленные, объемные и глубокие.

Рассмотрим порядок реализации алгоритма выбора ткани с наилучшей драпируемостью с учетом исходных данных, представленных в таблице 2 и 4, а также на рисунке 4.

Таблица 4. Характеристика дополнительных образцов тканей

Образец	6	7	8
Состав	лен – 100%	лен – 58 %, хлопок – 42 %	лен – 100%
Поверхностная плотность, г/м ²	190	193,6	250
Линейная плотность пряжи (основа/уток), текс	56/56	56/50 (хлопок)	87/87
Число нитей (основа / уток) на 10 см ткани	180/142	188/152	157/118
Жесткость при изгибе EI (по основе / по утку), мкН*см ²	11566/5466	9430/4827	30667/27047
Показатели драпируемости, определяемые в результате 3D-сканирования			
Количество складок n	6,44	6,17	5,72
Коэффициент драпируемости K_d , %	62,50	57,11	80,15
Коэффициент детерминации модели (2) R^2	0,691	0,714	0,564
Показатель анизотропии драпируемости A , %	5,53	5,50	3,43
Верхнее значение показателя драпируемости A' , %	10,45	12,39	5,81
Показателя визуального восприятия драпируемости V	2,89	2,12	2,04

Рыклин Д.Б., Тан С., Ульянова Н.В. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ТКАНИ С НАИЛУЧШЕЙ ДРАПИРУЕМОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ 3D-СКАНИРОВАНИЯ

Среднее значение количества складок составило 6,06. Следовательно, из рассмотрения исключаются образцы 4, 5 и 8.

Из оставшихся образцов 1, 3, 6, 7 по показателю визуального восприятия наилучшим является образец 6. Ему незначительно уступает образец 3. Так как среднее значение показателя V составляет 2,62, именно этих двух образцов и осуществляется выбор наилучшего.

Так как коэффициент драпируемости образца 6 существенно ниже соответствующего значения данного показателя для образца 3 и разница значений статистически значима, можно

сделать выбор, что наилучшим вариантом выбора является образец ткани 6. Сопоставляя изображения юбок-солнце разной длины, изготовленных из всех рассматриваемых образцов, можно отметить, что именно юбки из ткани вариант 6 характеризуются наилучшей формой и равномерностью складок. Следовательно, предложенный алгоритм позволяет осуществлять обоснованный выбор ткани с наилучшей драпируемостью для пошива изделий, для которых данное свойство является одним из определяющих.



Рисунок 5. Внешний вид юбок миди из образцов тканей 6, 7 и 8



Рисунок 6. Внешний вид юбок мини из образцов тканей 6, 7 и 8

Выводы:

1. В результате анализа существующих подходов к оценке драпируемости тканей установлено, что коэффициент драпируемости, как единственный показатель, не может однозначно характеризовать поведение ткани при драпировании в изделии. В связи с этим целесообразна разработка алгоритма комплексного анализа результатов испытаний тканей, позволяющего осуществлять выбор образца,

который наиболее целесообразно использовать для изготовления изделий, для которых драпируемость является значимой характеристикой.

2. Для комплексной оценки драпируемости тканей предложен показатель визуального восприятия драпировки, значение которого рассчитывается на основе данных, полученных при 3D-сканировании проб драпированных тканей, и коррелирует с результатами экспертной оценки юбок-солнце.

3. Предложен методический подход, основанный на методе последовательных уступок, позволяющий осуществлять обоснованный выбор

ткани с наилучшей драпируемостью из исследуемых образцов для пошива изделий, для которых данное свойство является одним из определяющих

Список литературы:

1. **Spahiu, T.** Varying fabric drape by 3D-imprinted patterns for garment design, IOP Publishing, 17th World Textile Conference AUTEK 2017 / T. Spahiu, S. Fafenrot, N. Grimmelsmann, E. Piperi, E. Shehi, A. Ehrmann. // Textiles – Shaping the Future. – 2017.

2. **Tsai, К-Н.** New Approach to Directly Acquiring the Drape Contours of Various Fabrics / К-Н. Tsai, М-С. Tsai, P-N. Wang, T-W. Shyr // FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe. – 2009. – Vol. 17. – N 3 (74). – P. 54 - 59.

3. **May-Plumlee, T.** Evaluating 3D, Drape Simulations: Methods and Metrics in Proceedings of International Textile Design and Engineering Conference (INTEDEC) / T. May-Plumlee, J. Eischen, N. Kenkare. & P. Pandurangan // Edinburgh, Scotland. – 2003.

4. **Carrera-Gallissà, E.** Evaluating drape shape in woven fabrics / E. Carrera-Gallissà, X. Capdevila and J. Valldeperas // The Journal of The Textile Institute. – 2017. – Vol. 108. – N 3. – P. 325 - 336.

5. **Al-Gaadi, B.** A new method in fabric drape measurement and analysis of the drape formation process / B. Al-Gaadi, F. Göktepe, & M. Halász // Textile Research Journal. – 2012. N 82. – P. 502 - 512.

6. **Рыклин, Д.Б.** Разработка программы для расчета показателей драпируемости тканей на основе данных 3D-сканирования / Д.Б. Рыклин, С. Тан, К.А. Крушевич // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2020. – № 1 (38). – С. 113 - 124.

**DEVELOPMENT OF A FABRIC SELECTION METHOD WITH THE
BEST DRAPEABILITY BASED ON RESULTS OF 3D SCANNING**

Ryklin D. B., Tang X., Ulyanova N.V.
(Educational institution «Vitebsk State Technological University»)

ryklin-db@mail.ru, naata132@mail.ru

The paper is devoted to development of the methodological approach for the fabric selection for the draped goods manufacturing. An indicator of visual perception is obtained which reflects the relationship between drape indicators and expert ratings of sun skirt samples.

Keywords: mechanical properties of the fabric, drapery coefficient, pleats, assemble, sun skirt