ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН НА ИСТИРАНИЕ

Валиева Зулфия Фахритдиновна
доцент,
Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: zulfiya-valieva-76@mail.ru

Махкамова Шоира Фахритдиновна
доцент,
Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: shoira-0218@mail.ru

Тохирова Хуснора
студент,
Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности,
Республика Узбекистан, Ташкент

INFLUENCE OF PARAMETERS OF KNITTED FABRICS ON ABRASION

Zulfiya Valieva
Associate Professor,
Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Shoira Makhkamova
Associate Professor,
Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Khusnora Tokhirova
Student,
Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся результаты исследований влияния истирания трикотажных полотен переплетения «футер» разного волокнистого состава на их износостойкость и эксплуатационный срок. Для исследования влияния структурных, механических характеристик трикотажных полотен на истирание был проведён регрессионный анализ влияния удельной разрывной нагрузки полотна, длины нити в петли и коэффициента устойчивости к истиранию, зависящий от поверхностной плотности, плотности по горизонтали и вертикали. Было определено, что при увеличении удельной разрывной нагрузки на 1 единицу величина истирания в среднем возрастает на 354,397 единиц; при увеличении коэффициента устойчивости к истиранию на 1 единицу истирание в среднем увеличивается на 299,712 единиц; при увеличении длины нити в петле на 1 единицу истирание в среднем уменьшается на 3523,92 единицы.

ABSTRACT

The article presents the results of studies of the effect of abrasion of knitted fabrics of footer weave of different fiber composition on their wear resistance and service life. To study the effect of structural and mechanical characteristics of knitted fabrics on abrasion, a regression analysis of the effect of the specific breaking load of the fabric, the length of the thread in the loop and the abrasion resistance coefficient, depending on the surface density, horizontal and vertical density, was carried out. It was determined that with an increase in the specific breaking load by 1 unit, the abrasion value increases on average by 354.397 units; with an increase in the abrasion resistance coefficient by 1 unit, abrasion increases on average by 299.712 units; with an increase in the length of the thread in the loop by 1 unit, abrasion decreases on average by 3523.92 units.

Библиографическое описание: Валиева З.Ф., Махкамова Ш.Ф., Тохирова Х. ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН НА ИСТИРАНИЕ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2025. 2(131). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/19386*

Ключевые слова: трикотаж, истирание, длина нити в петле, волокнистый состав, плотность по горизонтали, плотность по вертикали.

Keywords: knitted fabric, abrasion, length of thread in a loop, fibrous composition, horizontal density, vertical density.

Введение. Трикотаж использовался как активный и функциональный предмет одежды благодаря своей гибкости и мягкости. Разнообразные дизайнерские решения превратили трикотаж в неотъемлемый предмет моды для людей сегодня, которые постоянно ищут способы продемонстрировать свою индивидуальность [1].

Целью данного исследования является изучение влияние структурных параметров и механических свойств на истирание трикотажных полотен.

Несмотря на большое количество исследований (в основном, иностранных), истирание остается сложно прогнозируемой характеристикой.

Задачей исследования является исследование эксплуатационных показателей трикотажного полотна, которая включает в себя оценку его способности сохранять свои свойства в процессе использования, определение истирания в зависимости от параметров пряжи и волокнистого состава для возможности определения срока службы, сохранения первоначального внешнего вида, функциональности трикотажных изделий, выработки конкурентоспособной и экономически целесообразной текстильной продукции.

Проектирование устойчивости трикотажа к истиранию на стадии разработки полотна позволит технологу учитывать эксплуатационные характеристики при выборе вида переплетения и вида сырья, не требуя больших трудозатрат и времени, а также специальной приборной базы [2].

На свойства износостойкости трикотажа действует комплексные воздействия механических, физико-химических, бактериологических факторов. В начальной стадии истирания взаимодействующие элементы деформируются упруго без разрушения. Затем тангенциальные, силы, прикладываемые к материалу и действующие в различных направлениях, приводят к многократному растяжению одних и сжатию других микроучастков материала, что в конце концов вызывает усталостное разрушение отрезков волокон, расположенных на гребнях волн нитей. Начинается разрушение глубинных слоев материала: волокна, расщепленные в продольном направлении, разделяются на части, происходит их постепенное выпадение. Толщина материала, сначала вследствие разрыхления поверхностных слоев увеличивающаяся, снова уменьшается. Происходит потеря массы материала, который становится более редким и, наконец, разрушается [3,4].

Материалы и методы. Для изучения свойства трикотажа у отобранных образцов были определены структурные и физические показатели при помощи современного оборудования Учебно-Испытательной лаборатории при Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, регламентированные в общем техническом регламенте «О Безопасности продукции лёгкой промышленности». Перед проведением испытательных работ, образцы выдерживались в нормальных климатических условиях согласно ГОСТ ИСО 139-2014.

Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных определяются в соответствие с требованиями ГОСТ 8847.

Для испытания истирания трикотажных полотен выбран метод ГОСТ ISO 12947.2, в котором проба круглой формы, установленной в держателе для проб, трется об абразивный материал. Степень стойкости к истиранию определяется числом циклов, совершаемых образцом пробы до разрушения. Текстильный образец круглой формы, описывающий фигуру Лиссажу, подвергают истиранию абразивным материалом под нагрузкой. В зависимости от применяемого метода (ГОСТ ISO 12947.2, ГОСТ ISO 12947.3, ГОСТ ISO 12947.4) в держатель проб заправляют либо сам материал, либо абразив, свободно вращающийся вокруг своей оси перпендикулярно к горизонтальной плоскости.

Результаты и их обсуждение. Объектами исследования в данной работе служили следующие образцы трикотажных полотен, показатели которых приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Показатели образцов трикотажных полотен

№	Наименование материала	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м^2	Плотность по горизонтали,	Плотность по вертикали,	Д лина нити в петле основы/футера	Относительная разрывная нагрузка, Н*м/г
1	Трикотажное полотно 100 % х/б пряжа	0,8	260,0	65	80	3,3/2,4	19.7
2	Трикотажное полотно 75 % х/б пряжа, 25 % полиэстер	0,85	280,0	72	91	3,0/2,1	17.3

№	Наименование материала	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м^2	Плотность по горизонтали,	Плотность по вертикали,	Д лина нити в петле основы/футера	Относительная разрывная нагрузка, Н*м/г
3	Трикотажное полотно 60 % х/б пряжа, 40 % полиэстер	0,65	240,0	57	71	3,9/2,9	18.55
4	Трикотажное полотно 50 % х/б пряжа, 50 % полиэстер	0,9	286,0	65	95	2,31/1,22	22.8

Результаты испытаний на устойчивость образцов к истиранию приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты испытаний трикотажных полотен на истирание

Номер образца	Волокнистый состав, %	Количество циклов истирания	Масса образцов, г	
			m_1	m_2
1.	100 % х/б пряжа	18900	0,277	0,271
2.	75 % х/б пряжа, 25 % полиэстер	24800	0,287	0,272
3.	60 % х/б пряжа, 40 % полиэстер	26000	0,246	0,234
4.	50 % х/б пряжа, 50 % полиэстер	30600	0,325	0,306

При исследовании влияния структурных параметров трикотажных полотен на истирание провели регрессионный анализ. Внешнее трение об окружающие предметы, вызывающие износ материала вследствие его истирания, возникает в точках фактического контакта соприкасающихся поверхностей. Характер разрушения волокон на контактирующих участках определяется как структурой самого материала, так и видом истирающей поверхности. Существует два граничных вида разрушения волокон: расщепление на отдельные продольные структурные элементы, обусловленное многократным воздействием истирающих поверхностей (усталостный износ) и микросрезание, обусловленное однократным воздействием выступов контактной поверхности [5]. Для определения влияния параметров трикотажных полотен на истирание составили и провели оценку надёжности модели, полученного уравнения множественной регрессии.

В таблице 3 приведена матрица с переменными X_j с выбранными влияющими факторами (x_1-удельная разрывная нагрузка; x_2 – коэффициент устойчивости к истиранию; x_3 -длина нити петли):

Таблица 3.

Значения влияющих параметров трикотажного полотна на истирание

Y	X_1	X_2	X_3
18900	19.7	62.8	3.3
26000	17.3	85.8	3
24800	18.55	90.9	3.9
30600	22.8	95.32	3.06

В результате математико-статистической обработки данных таблицы 3, получили уравнение регрессии следующего вида:

$Y = 4725{,}3926 + 354{,}3973X_1 + 299{,}7121X_2 - 3523{,}9201X_3$

При этом, тесноту совместного влияния факторов на результат оценивает индекс множественной корреляции.

$$R = \sqrt{1 - \frac{s_e^2}{\sum (y_i - \overline{y})^2}} = \sqrt{1 - \frac{0}{69587500}} = 1$$

Коэффициент множественной корреляции

$$R = \sqrt{1 - \frac{0}{0.883}} = 1$$

Связь между результирующим признаком истирание и выбранными влияющими факторами (удельная разрывная нагрузка, коэффициент устойчивости к истиранию, длина нити петли) весьма сильная. Расчёт коэффициента корреляции выполним, используя известные значения линейных коэффициентов парной корреляции и β-коэффициентов.

$$R = \sqrt{\sum r_{yxi}\beta_{yxi}} = \sqrt{r_{yx1}\beta_{yx1} + r_{yx2}\beta_{yx2} + r_{yx3}\beta_{yx3}}$$

$$R = \sqrt{0.447 \cdot 0.173 + 0.925 \cdot 0.901 + (-0.298) \cdot (-0.301)} = \sqrt{1} = 1$$

Коэффициент детерминации R^2 =1.

Для проверки общего качества уравнения множественной регрессии и оценка значимости уравнения множественной регрессии осуществляется путем проверки гипотезы о равенстве нулю коэффициент детерминации рассчитанного по данным генеральной совокупности: R^2 или $b_1 = b_2 = ... = b_m = 0$ (гипотеза о незначимости уравнения регрессии, рассчитанного по данным генеральной совокупности).

Для ее проверки используют F-критерий Фишера по формуле 6. При этом вычисляют фактическое (наблюдаемое) значение F-критерия, через коэффициент детерминации R^2, рассчитанный по данным конкретного наблюдения. По таблицам распределения Фишера-Снедоккора находят критическое значение F-критерия ($F_{кр}$). Для этого задаются уровнем значимости α (обычно его берут равным 0,05) и двумя числами степеней свободы k_1=m и k_2=n-m-1.

$$R^2 = 1 - \frac{S_e^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{0}{69587500} = 1,$$

Проверим гипотезу об общей значимости - гипотезу об одновременном равенстве нулю всех коэффициентов регрессии при объясняющих переменных: H_0: $R^2 = 0$; $\beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_m = 0$.

H_1: $R^2 \neq 0$.

Проверка этой гипотезы осуществляется с помощью F-статистики распределения Фишера (правосторонняя проверка).

Если $F < F_{kp} = F_{\alpha\,;\,n-m-1}$, то нет оснований для отклонения гипотезы H_0.

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m - 1}{m} = \frac{1}{1 - 1} \cdot \frac{4 - 3 - 1}{3} = 0$$

Табличное значение при степенях свободы $k_1 = 3$ и $k_2 = n - m-1 = 4 - 3 - 1 = 0$, $F_{kp}(3; 0) = 0$. Поскольку фактическое значение $F > F_{kp}$, то коэффициент детерминации статистически значим и уравнение регрессии статистически надежно (т.е. коэффициенты b_i совместно значимы).

Заключение. В результате расчетов получено уравнение множественной регрессии, а его коэффициенты интерпретированы следующим образом: при увеличении удельной разрывной нагрузки на 1 единицу величина истирания в среднем возрастает на 354,397 единиц; при увеличении коэффициента устойчивости к истиранию на 1 единицу истирание в среднем увеличивается на 299,712 единиц; при увеличении длины нити в петле на 1 единицу истирание в среднем уменьшается на 3523,92 единицы. Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Установлено, что в исследуемой ситуации 100 % общей вариабельности Y объясняется изменением факторов X_j. Установлено также, что параметры модели статистически значимы. Согласно матрице парных коэффициентов корреляции все коэффициенты $|r|<0,7$, что говорит об отсутствии мультиколлинеарности факторов.

Таким образом, одним из наиболее часто используемых критериев оценки износоустойчивости текстильного материала является количество циклов истирания до получения сквозного отверстия, то есть, **разрушение нитей в трикотаже, которое** происходит в результате удаления коротких участков волокон по мере их разрушения вследствие расщепления, микросрезания и реже удаления волокон из пряжи без их разрушения. Структурные характеристики трикотажного полотна, а также его удельная разрывная прочность, отражающая прочностные свойства исходного текстильного сырья, оказывают значительное влияние на процесс истирания при эксплуатации изделий. Из-за петельной структуры трикотажных полотен их разрушение при истирании происходит иначе, чем у тканых материалов. В тканях истирание ведёт к постепенному истончению волокон, тогда как в трикотаже разрыв отдельных нитей может вызывать спуск петель, ускоряя разрушение истёртых участков. Поэтому трикотажные изделия в зонах повышенного трения (локти, колени, манжеты) могут изнашиваться быстрее, чем ткани.

Таким образом, подбор сырья и оптимизация структуры трикотажного полотна играют ключевую роль в повышении его стойкости к истиранию и увеличении срока службы изделий.

Список литературы:

1. Choi, Hae-Joo. (2016). A Study on the Actual Wearing Conditions and Preferred Designs of Knitwear for Female College Students. Journal of the Korean Society of Costume. 66. 98-108. 10.7233/jksc.2016.66.8.098.
2. Труевцев А.В. Прогнозирование пиллингуемости трикотажа, содержащего ПАН волокна. / Труевцев А. В, Андреева И. В, Коробкова А. А, Савина Н.В. // В мире оборудования - 2006 - № 2 (61) - С. 36-37
3. Валиева З., Махкамова Ш., Ражапов О. Влияние волокнистого состава на физико-механические показатели трикотажных полотен // Universum: технические науки. 2020. №1
4. Валиева З.Ф., Прозорова О.В. Исследование износостойкости трикотажных полотен //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2024. – Т. 2. – №. 18. – С. 410-416.
5. Электронный ресурс http://www.otkani.ru/property/endurance/2.html