

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЛЬНЯНЫХ И ПОЛУЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ

В статье рассмотрена методика определения комплексного показателя для оценки эксплуатационных свойств льняных и полульняных тканей. На основе анализа литературных источников установлены составляющие показатели данной оценки. Указаны их номинальные значения, рассчитан комплексный коэффициент для оценки эксплуатационных свойств льняных и полульняных тканей.

The article highlights the technique of defining a complex indicator for the assessment of operational properties of linen and semi-linen fabrics. Indicators of this assessment are identified on the basis of the analysis of references. Nominal rates of indicators are specified; a complex coefficient for the assessment of operational properties of linen and semi-linen fabrics is calculated.

Ключевые слова: текстильные материалы; льняные и полульняные ткани; истирание; многократный изгиб; многократное растяжение; остаточная циклическая деформация; прочность; комплексная оценка.

Key words: textile materials; linen and semi-linen fabrics; abrasion; repeated bend; repeated stretching; residual cyclic deformation; durability; complex assessment.

Введение

Изучение эксплуатационных свойств текстильных материалов для одежды является одним из наиболее важных направлений исследований свойств материалов для изготовления изделий легкой промышленности. При изготовлении изделий, и особенно при их эксплуатации, текстильные материалы, из которых они изготовлены, подвергаются разнообразным механическим воздействиям. Поэтому наибольший интерес для предприятий легкой промышленности представляют механические свойства применяемых текстильных материалов, при изучении которых используют различные характеристики в зависимости от характера их деформирования. К этим характеристикам относят характеристики растяжения (разрывная нагрузка, разрывное удлинение, полная деформация, компоненты полной деформации и др.), изгиба (жесткость при изгибе, драпируемость, закручиваемость, несминаемость и др.), трения (устойчивость к истиранию, осыпаемость, раздвигаемость в швах, пиллингуемость и др.).

Условия эксплуатации текстильных материалов для одежды таковы, что они подвергаются небольшим многократным механическим воздействиям, которые очень редко доводят материал до разрыва. Постепенно они вызывают структурные изменения в материале, что приводит к ухудшению его свойств и, конечно, к ухудшению внешнего вида одежды. Все это приводит к разрушению текстильного материала, т. е. происходит процесс постепенного его изнашивания [1]. Поэтому наиболее актуально изучение поведения текстильных материалов при воздействии на него многоцикловых нагрузок, вызывающих истирание, растяжение и изгиб, а также имитирующих условия эксплуатации швейных изделий.

Анализ литературных источников показал, что большая доля механического износа приходится на истирание, меньшая – на многократные деформации растяжения и изгиба [2]. Истирание происходит вследствие внешнего трения текстильного материала о другие поверхности, которое сопровождается постепенным разрыхлением этого материала, появлением рыхлых комочков

спутанных волокон (пиллей) на его поверхности, удалением волокон из его структуры, и, как следствие, потерей массы, уменьшением толщины, разряжением и, наконец, разрушением материала. При многократном растяжении текстильных материалов, в том числе льняных и полульняных тканей, постепенно накапливается остаточная циклическая деформация, что приводит к потере формы изделия, а при многократном изгибе – к появлению исчезающих складок. Эти многократные деформации значительно ухудшают внешний вид изделия.

При анализе работ по исследованию эксплуатационных свойств текстильных материалов, связанных с их механическим износом, для оценки эксплуатационных свойств тканей для одежды предлагается использовать следующие показатели:

- Коэффициент износостойкости ($K_{o.y.}$), который определяется по формуле

$$K_{o.y.} = \frac{n}{n_3}, \quad (1)$$

где n – число циклов истирания до разрушения пробы материала;

n_3 – число циклов истирания эталонной пробы.

- Коэффициент несминаемости (K_n), который определяется по формуле

$$K_n = \frac{H_c}{H_0}, \quad (2)$$

где H_c – средняя высота смятых рабочих проб, мм;

H_0 – средняя высота несмятых рабочих проб, мм.

- Относительная остаточная циклическая деформация ($\varepsilon_{o.ц.}$) после многократного растяжения (%), которая определяется следующим образом:

$$\varepsilon_{o.ц.} = \frac{l_{o.ц.}}{L_0} \cdot 100, \quad (3)$$

$$l_{o.ц.} = L_1 - L_0, \quad (4)$$

где $l_{o.ц.}$ – абсолютное удлинение пробы к моменту окончания многократного растяжения, мм;

L_0 – начальная длина пробы, мм;

L_1 – длина пробы к моменту окончания многократного растяжения, мм.

- Коэффициент сохранения прочности после многократного растяжения (K_n), который определяется по формуле

$$K_n = \frac{P_i}{P_p}, \quad (5)$$

где P_i – разрывное усилие образца после многократного растяжения, Н;

P_p – разрывное усилие контрольного образца, Н.

В настоящее время швейные предприятия Республики Беларусь проявляют большой интерес к льняным и полульняным тканям, так как они обладают комплексом уникальных свойств, обеспечивающих комфортную эксплуатацию изделий, изготовленных из этих тканей. Расширение ассортимента льняных и полульняных тканей за счет варьирования их волокнистого состава и структурных характеристик выявило необходимость исследования их эксплуатационных свойств с целью повышения качества производимой одежды.

В качестве объектов исследования были выбраны 13 артикулов льняных и полульняных тканей производства РУПТП «Оршанский льнокомбинат», которое является основным производителем льняных тканей в Республике Беларусь. В таблице 1 представлены структурные и физико-механические характеристики выбранных тканей.

Таблица 1 – Структурные и физико-механические характеристики тканей

Наименование ткани	Волокнистый состав, переплетение	Линейная плотность нитей, текс		Количество нитей на 100 мм		Поверхностная плотность, г/м ²	Разрывное усилие, P _p , Н
		основа	уток	основа	уток		
1.Ткань платьельно-костюмная	Лён 100%, полотняное	51	58	181	141	166	340
2.Ткань костюмная	Лён 100%, полотняное	111	117	144	100	269	419
3.Ткань блузочно-сорочечная	Лён 100%, полотняное	35	42	202	167	139	197
4.Ткань платьельно-костюмная	Лён 100%, полотняное	57	63	179	135	185	283
5.Ткань костюмная	Лён 55%, лавсан 16%, хлопок 29%, полотняное	59	57	185	163	181	363
6.Ткань блузочно-сорочечная	Хлопок 62%, лён 38%, полотняное	14	16	270	180	130	185
7.Ткань сорочечная	Лён 100%, полотняное	20	20	220	180	126	250
8.Ткань костюмная	Лён 100%, полотняное	56	56	180	142	200	308
9.Ткань декоративная	Лён 55%, хлопок 45%, полотняное	28	38	160	160	94	111
10.Ткань декоративная	Лён 53%, хлопок 45%, полотняное	26	20	150	140	81	82
11.Ткань платьельно-костюмная	Вискоза 42%, лён 55%, эластан 3%, полотняное	46	44	191	151	173	191
12.Ткань блузочно-сорочечная	Лён 30%, вискоза 15%, хлопок 55%, полотняное	30	28	226	210	121	222
13.Ткань сорочечная	Лён 100%, полотняное	24	20	220	180	122	229

Для выбранных тканей были проведены испытания по стандартным и известным методикам с целью определения перечисленных выше критериев для оценки эксплуатационных свойств данных тканей.

Для определения устойчивости к истиранию выбранных тканей использовали стандартный прибор ДИТ-М [3]. Для определения несминаемости использовали прибор НСТП – прибор настольного типа, который предназначен для однократного и многократного неориентированного смятия одновременно двух цилиндрических рабочих проб [1]. Для проведения испытаний на многократное растяжение использовали прибор МР-2 [4], так как стандартных или серийно выпускаемых приборов для проведения данных испытаний пока нет.

По каждой из методик испытывались по шесть образцов из каждого вида тканей. При проведении испытаний на несминаемость и многократные растяжения образцы вырезали только в направлении нитей основы. Данное решение обосновано тем, что именно в этом направлении ткань в изделии испытывает наибольшие многократные изгибающие и растягивающие деформации при его эксплуатации (при сгибании локтевого и коленного суставов человека).

Устойчивость к истиранию льняных и полульняных тканей в зависимости от их поверхностной плотности нормируется ГОСТ 15968–87. Согласно ему нормативы устойчивости к истиранию устанавливаются в зависимости от поверхностной плотности [5].

Для проведения испытаний при помощи шаблона вырезали по шесть проб круглой формы диаметром 85 мм из каждой исследуемой ткани. Пробы вырезали так, чтобы нити основы и утка каждой пробы не являлись продолжением нитей основы и утка другой пробы. В качестве абразива использовали серошинельное сукно арт. 6405, из которого вырезали кружки диаметром 25 мм.

Истирание образцов проводили при скорости истирающих головок, равной 200 оборотов в минуту, а груз, находящийся на рычаге рычажно-грузовой системы, устанавливали на отметке 3 кг (1 кг/см²). Испытание проводили до автоматического останова устройства при образовании дыры.

Стойкость к истиранию после завершения испытаний определяли выносливостью, которую рассчитывали как среднее арифметическое выносливости шести проб каждой испытываемой ткани [4]. По полученным данным рассчитывали коэффициент износостойкости $K_{o,y}$ согласно формуле (1). За число циклов до истирания эталонной пробы n , в формуле (1) использовали нормативное значение выносливости для соответствующей поверхностной плотности исследуемой ткани из ГОСТ 15968–87 [3]. Данный подход позволяет оценить не только соответствие выносливости исследуемых тканей нормативным данным, но и позволяет выделить из них наиболее выносливые. Так, ткани, соответствующие по выносливости нормативным значениям, будут иметь коэффициент

износостойкости, равный 1, не соответствующие – меньше 1, а полученные коэффициенты износостойкости больше 1 покажут, во сколько раз выносливость исследуемой ткани больше относительно нормативной выносливости.

При проведении испытаний на несминаемость вырезали пробы шириной 50 мм (в направлении нитей основы) и длиной 105 мм. Длину определяли в зависимости от диаметра используемой цилиндрической оправки. Для получения образцов пробы сшивали на цилиндрической оправке. В результате были получены образцы высотой 50 мм и диаметром 30 мм. Далее, согласно описанной методике [1], образцы подвергали 20 циклам смятия при нагрузке, равной 30 Н. Каждый цикл смятия составлял одну минуту нагрузки и одну минуту отдыха. Предварительно для каждого образца определяли начальную высоту до смятия, а затем среднюю высоту несмятых образцов. Замер высоты образцов после 20 циклов смятия производился по истечении шестидесятиминутного отдыха. Для каждого образца замеряли максимальную и минимальную высоту кромки. Затем определяли среднеарифметическое значение высоты каждого образца после отдыха и среднеарифметическое значение высоты по шести образцам каждого артикула. Несминаемость в данном случае определяли способностью рабочей пробы восстанавливать высоту после смятия и отдыха и оценивали коэффициентом несминаемости K_n согласно формуле (2).

При проведении испытаний на многократное растяжение из каждой исследуемой ткани вырезали по шесть элементарных проб размером 50×300 мм в направлении нити основы. Пробу в каждом цикле растягивали на заданную величину абсолютной деформации без ограничения усилия [4].

Анализ литературных источников показал, что максимальное растяжение, которое может испытывать ткань по основе в одежде при ее эксплуатации, составляет 5% [1]. Данная величина была выбрана в качестве величины циклической деформации $\varepsilon_{ц}$ при проведении испытаний.

Общее число циклов испытания составило 7200 при частоте 102 в минуту [4]. По окончании испытания замеряли удлинение каждой из шести проб сразу после испытания и после десятиминутного отдыха. По полученным данным рассчитывали остаточную циклическую деформацию $\varepsilon_{о.ц}$ согласно формуле (3).

Далее пробы, подвергнутые многократному растяжению, испытывали на разрывной машине для определения разрывного усилия [6]. По формуле (5) определяли коэффициент сохранения прочности K_n после многократного растяжения.

В таблице 2 представлены результаты испытаний по выбранным показателям механического износа тканей.

Таблица 2 – Результаты испытаний тканей

№ ткани	Выносливость n , циклы	Коэффициент износостойкости $K_{о.у.}$	Коэффициент несминаемости K_n	Остаточная циклическая деформация $\varepsilon_{о.ц}$, %	Коэффициент сохранения прочности K_n, H
1	3 216	2,14	0,56	2,5	0,90
2	4 151	1,04	0,65	1,2	0,97
3	1 522	1,01	0,62	1,9	0,75
4	2 856	1,36	0,65	2,6	0,96
5	4 102	1,64	0,7	2,9	0,92
6	1 692	1,31	0,68	0,6	0,91
7	3 106	3,11	0,70	1,2	0,92
8	2 340	0,94	0,67	2,4	0,87
9	992	0,99	0,68	1,1	0,67
10	1 211	1,21	0,69	1,3	0,99
11	2 293	0,92	0,66	0,8	0,90
12	4 406	4,41	0,70	2,4	0,72
13	3 008	3,01	0,72	2,1	0,72

Комплексный коэффициент оценки эксплуатационных свойств льняных и полулльняных тканей рассчитываем как среднее геометрическое [7] по формуле

$$K_k = \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 K_i} . \quad (6)$$

Для этого по результатам экспериментов (таблица 2) найдены значения нормированных коэффициентов K_i ($i = 1, 2, 3, 4$) исходя из соображений, изложенных ниже.

Для расчета коэффициента K_1 полученные величины коэффициентов износостойкости $K_{o.y.}$ исследуемых тканей были рассмотрены на фоне его максимального значения, т. е. коэффициент K_1 рассчитывали по формуле

$$K_1 = \frac{K_{o.y.i}}{K_{o.y.max}}, \quad (7)$$

где $K_{o.y.i}$ – коэффициент износостойкости i -й исследуемой ткани;

$K_{o.y.max}$ – максимальное значение коэффициента износостойкости из исследуемых тканей.

Коэффициент K_1 принимает значение, равное 1, для ткани, имеющей максимальное значение $K_{o.y.}$, для остальных тканей K_1 меньше 1, но не равен нулю.

Значение коэффициента K_2 соответствует значению коэффициента несминаемости K_n . Данный коэффициент примет значение, равное 1, при полной несминаемости ткани, а минимальное его значение будет зависеть от толщины исследуемой ткани.

При расчете коэффициента K_3 учитывался тот факт, что относительная циклическая деформация $\varepsilon_{o.ц.}$ должна стремиться к нулю, тогда коэффициент K_3 примет значение, равное 1. Если же $\varepsilon_{o.ц.}$ равна $\varepsilon_{ц.}$, то K_3 будет равен нулю. Расчет коэффициента K_3 производили по формуле

$$K_3 = 1 - \frac{\varepsilon_{o.ц.}}{\varepsilon_{ц.}}, \quad (8)$$

где $\varepsilon_{ц.}$ – заданная циклическая деформация при многократном растяжении, %.

Значение коэффициента K_4 соответствует значению коэффициента сохранения прочности K_p . Данный коэффициент примет значение, равное 1, при отсутствии уменьшения прочности после многократного растяжения ткани, отклонение значения K_4 от 1 в меньшую сторону будет свидетельствовать о потере прочности исследуемой ткани после многократного растяжения в большей или меньшей степени.

Полученные значения нормированных коэффициентов K_i приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения коэффициентов K_i для определения комплексного коэффициента K_k

№ ткани	K_1	K_2	K_3	K_4	K_k
1	0,49	0,56	0,50	0,90	0,59
2	0,24	0,65	0,76	0,97	0,58
3	0,23	0,62	0,62	0,75	0,51
4	0,31	0,65	0,48	0,96	0,55
5	0,37	0,7	0,42	0,92	0,56
6	0,30	0,68	0,88	0,91	0,64
7	0,71	0,70	0,76	0,92	0,77
8	0,21	0,67	0,52	0,87	0,50
9	0,22	0,68	0,78	0,67	0,53
10	0,27	0,69	0,74	0,99	0,61
11	0,21	0,66	0,84	0,90	0,57
12	1,0	0,70	0,52	0,72	0,72
13	0,68	0,72	0,58	0,72	0,67

Для анализа полученных результатов (таблица 3) воспользуемся способом Харингтона [8]. Согласно данному методу значения критериев по безразмерной шкале желательности распределяются следующим образом: 0–0,2 – очень плохо; 0,2–0,37 – плохо; 0,37–0,63 – удовлетворительно; 0,63–0,8 – хорошо и 0,8–1,0 – очень хорошо.

Анализируя коэффициент K_1 , можно сказать, что по коэффициенту износостойкости исследуемой ткани № 12 можно дать оценку «очень хорошо», тканям № 7 и 13 – «хорошо», тканям № 1 и 5 – «удовлетворительно», тканям № 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11 – «плохо»; по коэффициенту K_2

тканям № 1 и 3 можно дать оценку «удовлетворительно», остальным – «хорошо»; ткани № 1, 2, 4, 5, 8, 12, 13 по коэффициенту K_3 имеют удовлетворительную оценку, остальные – хорошую; по коэффициенту K_4 ткани № 3, 12 и 13 можно оценить как хорошие, остальные – как очень хорошие. Проанализировав полученные комплексные коэффициенты, можно сделать вывод, что исследуемые льняные и полульняные ткани № 1–5, 8–11 можно считать удовлетворительными материалами по эксплуатационным свойствам, а ткани № 6, 7, 12, 13 – хорошими.

Заключение

В заключение можно сказать, что данный подход к оценке эксплуатационных свойств можно использовать не только для выбранного ассортимента тканей, но и для тканей других ассортиментных групп.

Также необходимо отметить, что для швейного производства полученные данные имеют большое значение на всех стадиях проектирования новых моделей одежды. Изучаемые свойства материалов необходимо учитывать и при создании эскизов, и при разработке конструкции модели, а также при выборе элементов формообразования и методов обработки изделия. Из тканей с пониженной устойчивостью к истиранию, повышенной сминаемостью, большой остаточной деформацией рекомендуется проектировать изделия более свободных форм. Также необходимо использовать конструктивные элементы, обеспечивающие свободу движения, чтобы меньше подвергать ткани деформациям растяжения и изгиба. Рациональная прибавка на свободное облегание позволит избежать появления нежелательных складок, вздутий в области локтя, коленей и сидения, и обеспечит большую долговечность изделия и сохранение его хорошего внешнего вида.

Таким образом, учитывая важность информации об эксплуатационных свойствах тканей, необходимо отметить, что проведение испытаний для оценки эксплуатационных свойств тканей по стандартным и известным методикам хоть и позволяет получить необходимую информацию, но эти испытания достаточно длительны и трудоемки, а методики недостаточно совершенны. Поэтому необходимо разработать экспресс-методику комплексной оценки эксплуатационных свойств тканей, которая позволит сократить время испытаний, сократит трудоемкость их проведения, а также приблизит условия испытаний к реальным.

Список литературы

1. **Бузов, Б. А.** Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство): учеб. для вузов / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова ; под ред. Б. А. Бузова. – М. : Академия, 2004. – 448 с.
2. **Гущина, К. Г.** Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества : справ. / К. Г. Гущина, С. А. Беляева, Е. Я. Командрикова. – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 312 с.
3. **ГОСТ 18976–73.** Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию. – Взамен ГОСТ 8512–57 в части льняных и шелковых тканей и ГОСТ 16734–71 ; введ. 01.07.1974. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 6 с.
4. **Бузов, Б. А.** Практикум по материаловедению швейного производства : учеб. пособие для вузов / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова, Д. Г. Петропавловский. – М. : Академия, 2004. – 416 с.
5. **ГОСТ 15968–87.** Ткани чистольняные, льняные и полульняные одежные. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 15968–77 ; введ. 01.01.1989. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 11 с.
6. **ГОСТ 3813–72.** Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении. – Взамен ГОСТ 3813–72 ; введ. 01.01.1973. – М. : Госкомлегпром, 2003. – 20 с.
7. **Краснов, Б. Я.** Комплексная оценка качества обувных материалов / Б. Я. Краснов, М. М. Бернштейн, Ю. М. Гвоздев. – М. : Легкая индустрия, 1979. – 80 с.
8. **Подиновский, В. В.** Оптимизация по последовательно применяемым критериям / В. В. Подиновский, В. М. Гаврилов. – М. : Советское радио, 1975. – 192 с.

Получено 14.07.2014 г.