

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВЫСОКОЭЛАСТИЧНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ

Максудов Набижон Боходирович

*докторант, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности
Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган
E-mail: maqsudovnabijon@mail.ru*

Нигматова Фатима Усмановна

*д-р техн. наук, профессор, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности
Узбекистан, Ташкентская область, г. Ташкент
E-mail: maqsudovnabijon@mail.ru*

Юлдашев Жамшид Камбаралиевич

*канд. техн. наук, Наманганский инженерно-технологический институт
Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган
E-mail: j_q_yuldashev@mail.ru*

Абдувалиев Равшан Рухиллаевич

*ассистент, Наманганский инженерно-технологический институт
Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган
E-mail: ravshanbek1987@umail.uz*

ANALYSIS OF THE DEFORMATION PROPERTIES OF HIGH-ELAST KNITWEAR GARMENTS FOR DESIGNING SPORTS CLOTHES

Nabijon Maqsudov

*Doctoral student, Tashkent Institute of Textile and Light Industry
Uzbekistan, Namangan region, Namangan*

Fatima Nigmatova

*Doctor of technical sciences, Tashkent Institute of Textile and Light Industry
Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent*

Jamshid Yuldashev

*Candidate of technical sciences, Namangan Institute of Engineering and Technology
Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent*

Ravshan Abduvaliev

*Assistant lecturer, Namangan Institute of Engineering and Technology
Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent*

АННОТАЦИЯ.

Статья посвящена исследованию деформационных свойств высокоэластичных трикотажных полотен для спортивной одежды. Изучение получаемых при испытаниях в цикле нагрузка – разгрузка – релаксация характеристик деформационных свойств трикотажных полотен представляет большой интерес. Результаты подобных исследований могут использоваться при конструировании деталей одежды, ее изготовлении, разработке новых материалов с улучшенными свойствами.

ABSTRACT

The article is devoted to the investigation of the deformation properties of highly elastic knitted fabrics for sportswear. The study of the load - unloading - relaxation of the characteristics of the deformation properties of knitted fabrics obtained during the tests is of great interest. The results of such studies can be used in the design of clothing parts, its manufacture, the development of new materials with improved properties.

Ключевые слова: деформация, растяжимость, релаксация, компрессионное давление, лайкры, линейная плотность, проектирования.

Keywords: deformation, extensibility, relaxation, compression pressure, lycra, linear density, projecting.

В процессе эксплуатации спортивная одежда испытывает разнообразные воздействия со стороны тела человека (многократно повторяющееся растяжение, воздействие влаги и тепла), которые, в силу их различной интенсивности на отдельных участках, необратимо изменяют форму поверхности одежды, что приводит к потере внешнего вида. Обычно материалы деформируются в результате воздействия усилий, величины которых значительно меньше разрывных. При эксплуатации спортивных трикотажных изделий напряжение от растяжения трикотажа составляет около 0,65–4,0 кПа [7]. При эксплуатации плотно облегающей одежды растяжимый материал повторяет неоднородный характер деформации кожного покрова, накапливает остаточные деформации в наиболее подвижных местах. Таким образом, в отличие от статической нагрузки, с ростом растяжимости материала происходит увеличение доли остаточных деформаций на отдельных участках плотно облегающей одежды, расшатывание структуры материала, что приводит к его ослаблению, изменению размеров и формы материала, ухудшению его внешнего вида. Поэтому основным фактором изменения формы и размеров одежды является накопление циклической остаточной деформации, изменение плотности трикотажа вследствие изменения толщины полотна и образования вздутия на отдельных высоконагруженных участках одежды (в области локтя, колена и др.).

Изучение получаемых при испытаниях в цикле нагрузка – разгрузка – релаксация характеристик механических свойств трикотажных полотен представляет большой интерес. Результаты подобных исследований могут использоваться при конструировании деталей одежды, её изготовлении, разработке новых материалов с улучшенными свойствами.

Растяжимость материалов учитывается при проектировании изделий из них. Так, при изготовлении плотно облегающего изделия из материалов с высокой растяжимостью детали выкраиваются меньшего размера, чем из материалов с меньшей растяжимостью. При этом соблюдается требование сохранения условий для нормального кровообращения и других физиологических процессов в организме человека. Предельно допустимая величина давления на тело человека не должна превышать 1330–2000 Па, на участке плотного облегания давление на тело прямо пропорционально напряжению (σ), возникающему в полотне при растяжении в поперечном направлении, и обратно пропорционально радиусу кривизны (R) контура поперечного сечения изделия. Таким образом, при равном нагружении (равной отрицательной

прибавке) давление на тело полотен, обладающих разной растяжимостью, различно [6].

При проектировании изделий бытового назначения из эластомерных полотен в качестве исходных данных берутся величины растяжения изделия в носке. Растяжение элементов одежды при движении составляет в области плеч 13–16 %, в области колен и локтей – 35–45 %, в области бедер – 25–30 % [6].

Эти данные используются при проектировании плотно облегающих изделий из высокоэластичных полотен и определении величин отрицательных прибавок по различным участкам изделия. Для каждого вида трикотажного полотна в зависимости от его растяжимости устанавливаются оптимальные величины отрицательных прибавок. При этом величина общей деформации трикотажного полотна в изделии ($\epsilon_{\text{изд.}}$) на конкретном участке определяется как сумма отрицательной конструктивной прибавки ($\epsilon_{\text{к.п.}}$) и деформации полотна ($\epsilon_{\text{д.п.}}$) наибольшим динамическим приростом по формуле:

$$\epsilon_{\text{изд.}} = \epsilon_{\text{к.п.}} + \epsilon_{\text{д.п.}} \quad (1)$$

Максимальное компрессионное давление, создаваемое трикотажной оболочкой на мягкие ткани тела под одеждой, должно быть рассчитано с учетом общей деформации ($\epsilon_{\text{изд.}}$) и эквивалентности величин прибавки и динамического прироста растяжению материала. Поэтому величина конструктивной прибавки, вызывающая соответствующее растяжение материала, может быть уменьшена на величину максимального динамического прироста размерного признака.

Таким образом, реальные условия эксплуатации изделий из высокоэластичных полотен характеризуются тем, что полотна во время носки изделия могут находиться в деформированном (растянутом) состоянии. Релаксационные процессы в текстильных материалах наблюдаются при всех видах воздействий на материал (растяжение, изгиб, сжатие и др.) и являются их характерной особенностью. Эти процессы в текстильных материалах оказывают большое влияние как на качество изготовления, так и на эксплуатацию швейных изделий.

Наименее изученной и представляющей большой интерес является релаксация деформации материала при действии на него постоянной нагрузки меньше разрывной.

Многие отечественные и зарубежные исследователи занимались изучением деформационных

свойств высокоэластичных материалов для спортивной одежды [5]. В этой области накоплены значительные теоретические знания и практический опыт. Однако релаксационные показатели новых эластичных материалов при многоцикловых небольших нагрузках недостаточно изучены.

Исследования трикотажных полотен, отличающихся соотношением лайкры в составе, показали, что растяжимость материала может возникать за счет структуры и свойств эластановых волокон, параметров петельной структуры, переплетения и способов производства трикотажа [4].

Для оценки новых высокоэластичных трикотажных полотен, производимых на отечественных трикотажных предприятиях, в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности на кафедре конструирования и технологии швейного производства были проведены исследования по установлению растяжимости высокоэластичных полотен, используемых при производстве спортивной одежды.

Для эластичных полотен рекомендуется определять деформационные свойства, в том числе растяжимость при малой (7,8 Н) и средней эксплуатационной нагрузке (11,8–22,5 Н) [1].

Известно, что максимальное значение экспериментальной величины относительной прочности при движениях (сгибаниях, приседаниях и др.) не превышает 0,7–0,8 мН/текс, и при непродолжительном пребывании тела человека в согнутом положении такая относительная прочность нитей в материале не вызывает неудобств. Этот показатель принят в качестве исходной для определения эксплуатационной нагрузки при установлении показателя растяжимости высокоэластичных полотен.

Для испытаний были отобраны образцы высокоэластичных трикотажных полотен кругловязанных переплетений с вложением полиуретановой нити «лайкра», наиболее широко применяемой в настоящее время для изготовления спортивной одежды. Основные характеристики полотен представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Характеристики кругловязанных трикотажных полотен

№ обр.	Вид переплетения	Сырьевой состав полотен и содержание лайкры, % Хлопок/лайкра	Линейная плотность образца, число петель на 50 мм		Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, мм
			Плотность по горизонтали	Плотность по вертикали		
1	Гладь	95/5	78	95	201,5	0,55
2	Гладь	92/8	60	110	203,1	0,7
3	Ластик	95/5	54	45	232,2	0,8
4	Гладь	97/3	69	116	179,9	0,5
5	Интерлок	90/10	68	101	227,7	0,85
6	Гладь	95/5	82	72	185,3	0,6
7	Гладь	-	67	56	216,5	0,8
8	Гладь	95/5	87	77	433,3	1,2
9	Гладь	92/8	73	105	192,9	0,7
10	Гладь	95/5	72	97	181,1	0,5

Для вычисления эксплуатационной нагрузки P воспользуемся известной зависимостью [6]:

$$\sigma = \frac{P}{T}, P = \sigma \cdot T, \quad (2)$$

где σ – относительная прочность (относительная разрывная нагрузка), Н/текс;

T – суммарная линейная плотность образца материала, текс.

Суммарная линейная плотность образца трикотажного полотна T складывается из величин линейных плотностей n -го количества нитей, его составляющих:

$$T = T_1 + T_2 + \dots + T_n. \quad (3)$$

Как известно, линейная плотность характеризуется следующей зависимостью:

$$T = \frac{m}{L}, \quad (4)$$

где m – масса нити, г;

L – длина нити, км [7].

Поскольку длина нити – величина постоянная, равная длине образца полотна, то:

$$T = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{L} = \frac{M}{L}, \quad (5)$$

где M – масса образца.

По зависимости (5) определены значения максимальной эксплуатационной нагрузки для каждого вида полотна (табл. 2).

По найденным значениям P для каждого вида полотна в соответствии с рекомендациями [1, 2] определены стандартные показатели, характеризующие деформационные свойства полотен при нагрузках меньше разрывных: растяжимость, эластичность и остаточная деформация.

Таблица 2.

Расчет эксплуатационной нагрузки для испытаний высокоэластичных кругловязанных полотен на растяжение при нагрузках меньше разрывных

№ образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Относительная прочность σ , МН/текс	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Суммарная линейная плотность T , текс	21000	27000	21000	19900	18400	19400	26700	24300	23100	22400
Эксплуатационная нагрузка P , Н	12,6	16,2	12,6	11,9	11,0	11,6	16,0	14,5	13,8	13,4

Испытания проводились на стандартной методике [1], разработанной для определения растяжимости полотен, используемых для изготовления облегających изделий. При этом фиксировались значения удлинения не только при конечном значении нагрузки, но и при промежуточном с интервалом 2 Н для построения диаграмм растяжения.

Растяжимость (ε_p , %) определялась по формуле:

$$\varepsilon_p = \frac{L_1 + L_0}{L_0}, \quad (6)$$

где L_1 – длина пробы в нагруженном состоянии, мм;

L_0 – длина пробы до испытаний, мм.

Эластичность (ε , %) определялась по формуле:

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_2}{L_1 - L_0} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где L_2 – длина пробы сразу после разгрузки, мм.

Остаточная (необратимая) деформация ($\varepsilon_{ост}$, %) определялась по формуле:

$$\varepsilon_H = \frac{L_3 - L_0}{L_0}, \quad (8)$$

где L_3 – длина пробы после «отдыха».

Результаты испытаний основовязанных трикотажных полотен сведены в табл. 3.

Таблица 3.

Результаты испытаний образцов основовязанных трикотажных полотен на растяжение при нагрузках меньше разрывных

Направление растяжения	№ образца	L_0 , мм	L_1 , мм	L_2 , мм	L_3 , мм	ε_p , %	ε , %	$\varepsilon_{ост}$, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вдоль петельных рядов	1	100	157	103	101	57	94,7	1
	2		169	105	103	69	92,7	3
	3		178	112	102	78	84,6	2
	4		149	105	102	49	89,7	2
	5		155	107	104	55	87,2	4
	6		166	109	102	66	86,3	2
	7		201	107	104	101	93	4
	8		158	107	104	58	87,9	4
	9		157	103	101	57	94,7	1
	10		156	103	102	56	94,6	2
Вдоль петельных столбиков	1	100	153	105	102	53	90,5	2
	2		176	104	103	76	94,7	3
	3		161	104	102	61	93,4	2
	4		133	104	103	33	87,8	3
	5		166	106	104	66	90,9	4
	6		160	106	104	60	90	4
	7		159	105	103	59	91,5	3
	8		125	103	102	25	88	2
	9		182	104	102	82	95,1	2
	10		172	107	104	72	90,2	4

Как видно из таблицы, значения растяжимости исследуемых полотен варьируются в пределах 40–101%. Причем некоторые образцы имеют большую растяжимость вдоль петельных столбиков. Однако, исходя из требований плотного облегания изделия по

ширине, во внимание принимались значения растяжимости трикотажных полотен вдоль петельных рядов.

Эластичность всех исследуемых полотен превышает 86% даже в поперечном направлении и составляет в среднем 90,5–91,2%.

Величины остаточных деформаций достаточно малы и не превышают 3–4%, поэтому ими можно пренебречь и не учитывать при построении конструкции.

Анализ диаграмм растяжения и полученных величин растяжимости позволил ориентировочно разделить полотна на 3 группы (табл. 4).

Таблица 4.

Группы растяжимости основовязанных трикотажных полотен

Группа	Растяжимость, %	№ образца
I	0-40	4,8
II	41-100	1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10
III	100 и более	7

Полученные значения дают основание новые полотна с содержанием лайкры отнести к эластичным и малоэластичным.

С целью подтверждения полученных выводов по аналогичной методике были изучены деформационные свойства высокоэластичных полотен, отличающихся от ранее исследованных способом производства, видом переплетения нитей и т. п. Для проведения эксперимента были взяты как основовязанные, так

и поперечновязанные полотна, выработанные из полиамидных и полиэфирных текстурированных нитей, в том числе с вложением эластановых волокон и нитей типа «лайкра» и «спандекс», а также поперечновязанные полотна из хлопчатобумажной и хлопкополиэфирной пряжи с вложением полиуретановых нитей. Результаты проведенных исследований растяжимости, эластичности и остаточной деформации указанных материалов позволили подтвердить ранее сделанные выводы и предположения.

Список литературы:

1. ГОСТ 26435-85. Полотна трикотажные основовязанные эластичные. Метод испытаний при растяжении. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 5 с.
2. ГОСТ 8847-85. Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках меньше разрывных. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 22 с.
3. Бузов Б.А., Алыменкова Л.Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности. Швейное производство. – М.: Академия, 2004. – С. 448.
4. Касимова А.Б., Шин Е.И., Нигматова Ф.У. Оценка физиологической комфортности хлопко-нитроновых трикотажных изделий спортивного назначения с компрессионным эффектом // Проблемы текстиля.–2016. – №4. – С. 77–83.
5. Мукимов М.М. Технология трикотажа. – Ташкент (Узбекистан), 2002. – 184 с.
6. Мязина Ю.С. Особенности деформации трикотажных полотен при технологических и эксплуатационных воздействиях // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2008. – № 2. – С. 28–32.
7. Тисленко И.В. Разработка метода проектирования компрессионной трикотажной одежды: дисс. ... канд. техн. наук. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – 155 с.
8. Шалов И.И., Кудрявин Л.А. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – С. 288.