

СВОЙСТВА ЛЬНЯНЫХ И ПОЛУЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ ПРИ МНОГОЦИКЛОВЫХ ИЗГИБАХ

Е.В. Бондарева, А.Н. Буркин

УДК 687.03:677.017

РЕФЕРАТ

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА, ИЗГИБ, ДЕФОРМАЦИЯ, ЛЬНЯНЫЕ И ПОЛУЛЬНЯНЫЕ ТКАНИ, УРОВЕНЬ КАЧЕСТВА, РАЗРЫВНАЯ НАГРУЗКА, РАЗРЫВНОЕ УДЛИНЕНИЕ

Объект исследований – 15 льняных и полульняных тканей разного волокнистого состава, переплетения и поверхностной плотности.

Использованные методы – новый лабораторный способ оценки эксплуатационных свойств материалов и метод статистической обработки данных.

Результаты работы – в результате проведенных исследований была проведена апробация нового лабораторного способа оценки эксплуатационных свойств и установлены зависимости уровня качества льносодержащих тканей от их волокнистого состава, переплетения и поверхностной плотности.

Область применения результатов – текстильная промышленность.

Для получения достоверной информации об эксплуатационных свойствах материалов разработан новый лабораторный способ оценки данных свойств. Характерной особенностью нового метода является то, что одновременно с многократным изгибом выполняется их растяжение в поперечном направлении по всей поверхности.

С целью подробного изучения показателей деформации изгиба, а также изучения влияния на них структуры материала были выбраны льносодержащие ткани разного волокнистого состава, различных переплетений, отличающиеся по величине поверхностной плотности. Часть исследуемых тканей имеет волокнистый состав 100 % лен и полотняное переплетение, что дает возможность исследовать характеристики изгиба, исключив влияние искусственных, синтетических и натуральных волокон другого

ABSTRACT

OPERATIONAL PROPERTIES, BENDING, WARPING, LINEN AND SEMI-LINEN TISSUE, QUALITY LEVEL, BREAKING LOAD, ELONGATION AT BREAK

This article describes a new laboratory method to assess the performance properties of flax materials. Also the indicators of bending strain of flax-containing materials of different fiber composition, various weaves and differing largest surface density are studied in detail.

The study revealed dependence of the level of linen fabrics quality from their fiber composition, type of weave and surface density.

The objects of investigation were costume linen fabrics, produced at «Vitebsk silk fabrics plant». During the study they were identified by their physical-mechanical properties. The methodology of this study is a new laboratory method for evaluating the performance properties.

происхождения, а также переплетения на результаты исследований.

После проведения исследований и их анализа были установлены зависимости уровня качества льносодержащих тканей от их волокнистого состава, переплетения и поверхностной плотности.

Исследованы костюмные льносодержащие ткани, разработанные на ОАО «ВКШТ» в результате испрльзования нового лабораторного способа оценки эксплуатационных свойств. Было определено, что эти образцы тканей достаточно прочные, малосминаемые, однако обладают относительно низкой эластичностью.

В процессе изготовления и эксплуатации одежды ткани подвергаются различным механическим воздействиям, вызывающим различные виды деформации, одной из которых является изгиб. Множество деталей швейных изделий получают путём изгиба (изготовление воротников, манжет, обработка краев изделий и низа, складки, драпировки и т. п.) При этом способность материалов к изгибу остается малоизученной в силу сложности самого явления, широкого ассортимента материалов, используемых в швейном производстве, несовершенства существующих методов определения характеристик изгиба.

Изгиб – вид деформации, характеризующийся искривлением (изменением кривизны) оси или серединой поверхности элемента (балки, плиты, нити, полотна и т. п.) под действием внешней нагрузки. Различают изгиб: чистый, поперечный, продольный, продольно-поперечный [1].

В процессе эксплуатации материалы для одежды чаще всего испытывают пространственное деформирование. Такое деформирование материал получает под действием нагрузки, прилагаемой перпендикулярно плоскости материала (поперечные нагрузки) [2].

Подход к вопросу о деформациях материалов в швейном производстве не является однозначным. С одной стороны, при изготовлении изделия необходимо, чтобы текстильные материалы не только легко поддавались различным деформациям, но и обеспечивали достаточно хорошее закрепление полученной формы. Следовательно, необходимо получение необратимой деформации. С другой стороны, оптимальным условием

сохранения формы готовых изделий во время их эксплуатации является получение только упругих деформаций. Для получения упругих, или эластичных, деформаций необходимо приложение различных по величине нагрузок. В связи с этим большое значение приобретают различные исследования, посвящённые установлению величин нагрузок, возникающих на различных участках одежды при эксплуатации [3].

Обзор существующих методов и способов оценки деформации текстильных материалов показал, что широко используемые методы оценки являются достаточно трудоемкими, требуют учета большого количества влияющих факторов и не дают объективного результата в силу своей зависимости от субъективного мнения эксперта. Приборы и устройства, предназначенные для измерения механических характеристик, в большинстве своём уникальны и сложны по конструкции либо предназначены для исследования лишь определённых видов ткани. В связи с вышеназванным разработка новых механических способов оценки деформации ткани является актуальной.

Целью данной работы являлось исследование изменения некоторых свойств льняных и полуньняных тканей под влиянием многократного изгиба.

Льняной ассортимент, благодаря своим уникальным свойствам, все больше привлекает к себе потребителя, однако удовлетворить требования заказчика предприятиям, выпускающим льняной ассортимент, весьма непросто [4].

По прогнозам международных экспертов в

области моды актуальность использования льняных волокон не пойдет на снижение, напротив, все больше будут применяться и другие виды лубяных волокон (конопля, рами). Поэтому изучение механических свойств является перспективным направлением [5].

В качестве объектов исследования выбраны 15 льняных и полубльняных тканей. Характеристика исследуемых тканей представлена в таблице 1.

С целью подробного изучения показателей деформации изгиба, а также изучения влияния на них структуры материала выбраны ткани разного волокнистого состава, различных переплетений, отличающиеся по величине поверхностной плотности. Часть исследуемых тканей имеет волокнистый состав 100 % лен и полотняное переплетение, что дает возможность исследовать характеристики изгиба, исключив влияние искусственных, синтетических и натуральных волокон другого происхождения, а также переплетения на результаты исследований.

Все испытания проводились только по нити основы, так как в одежде основная изгибающая нагрузка приходится именно на неё.

По мнению многих исследователей в области многоцикловых характеристик тканей (Позднякова Б.П., Панкова Л.Н., Кукин Г.Н., Скляников В.П. и т. д.), более быстрое разрушение происходит при деформациях по основе, чем по утку. Отмеченная закономерность установлена при деформациях как растяжения, так и изгиба.

Отбор образцов проводился в соответствии с ГОСТ 20566–75 «Ткани и штучные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб». Перед испытанием образцы выдерживали в течение 24 ч в нормальных условиях в соответствии с ГОСТ 10681–75 «Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения».

Одной из нерешённых проблем являлось прогнозирование изгиба ткани на цилиндрической поверхности, имитирующей поверхность человеческого тела [5].

Стандартизованные методики испытания текстильных материалов в основном предназначены для определения полуцикловых или одноцикловых неразрушающих характеристик,

которые не позволяют в полной мере оценить свойства, проявляющиеся в процессе эксплуатации. Существующие методы, использующие многоцикловые деформации, отличаются длительностью проведения испытаний, кроме того, они используют один вид деформационной нагрузки, что отрицательно влияет на объективность полученных результатов, поскольку реальные условия носки одежды сопровождаются многофакторными, динамически изменяющимися нагрузками.

Для получения достоверной информации об эксплуатационных свойствах материалов разработан новый лабораторный способ оценки данных свойств. Характерной особенностью нового метода является то, что одновременно с многократным изгибом выполняется их растяжение в поперечном направлении по всей поверхности.

Каждый человек владеет определёнными двигательными навыками, например, может сесть, пробежать или прыгнуть, поднять определённый вес и т. п., но возможности у всех различны. При проектировании одежды необходимо учитывать всю динамику движений [6]. Для современной и качественной одежды важно, чтобы после механических воздействий на неё ткань имела красивый внешний вид.

Для исследований многоцикловых характеристик при деформациях растяжения и изгиба был выбран прибор типа МПИ-1 [6] с дополнительно крепящимися приспособлениями, которые имитируют изгибающие функции суставов. В результате предварительных опытов были приняты следующие параметры испытаний: угол изгиба – 60°, частота изгибов в минуту – 100 циклов, частота нагружений – 20000 циклов.

После выполнения 20000 циклов постоянно действующей нагрузки растяжения и изгиба были определены следующие показатели: изменение разрывной нагрузки (ΔP), изменение разрывного удлинения ($\Delta \epsilon$), остаточный угол (β) и сокращение длины образца (Δl , мм).

Для определения разрывной нагрузки и удлинения тканей пользовались ГОСТ 3813–72 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении», предварительное натяжение 0.2 кгс, скорость опускания нижнего зажима 100 мм/мин, расстояние между зажимами

Таблица 1 – Характеристика исследуемых тканей

№ п/п	Название ткани, артикул	Волокнистый состав	Линейная плотность нитей, текс		Количество нитей на 100 мм		Поверхностная плотность, г/м ²	Переплетение
			основа	уток	основа	уток		
1	Ткань костюмная, 07С44 – ШР	лён – 100 %	56	56	180	142	200	полотняное
2	Ткань платьево-костюмная, 01С95 – ШР	лён – 55 % вискоза – 42 % эластан – 3 %	46	44	191	151	173	полотняное
3	Ткань плательная, 08С222 – ШР	лён – 30 % хлопок – 55 % вискоза – 15 %	50	42	226	210	150	полотняное
4	Ткань костюмная, 10С303 – ШР	лён – 55 % лавсан – 16 % хлопок – 29 %	59	57	185	163	181	полотняное
5	Ткань костюмная, 13С209 – ШР	лён – 50 % х/б – 50 %	80	80	174	144	240	полотняное
6	Ткань костюмная, 10С303 – ШР	лён – 55 % ПЭ – 16 % хлопок – 29 %	50	57	330	180	290	саржа 3:1
7	Ткань сорочечная, 3С136 – ШР	лён – 100 %	20	20	220	180	126	полотняное
8	Ткань сорочечная, 03С68 – ШР	лён – 100 %	24	20	220	180	122	полотняное
9	Ткань костюмная, 10С291 – ШР	лён – 100 %	54	66	180	140	187	полотняное
10	Ткань платьевая, 01С840 – ШР	лён – 100 %	40	28	170	190	144	полотняное
11	Ткань костюмная, 14С2 – ВШЖ	ПЭ – 60 % лён – 25 % хлопок – 15 %	26	52	320	230	240	жаккардовое
12	Ткань костюмная, 14С2 – ВШЖ	ПЭ – 60 % лён – 25 % хлопок – 15 %	52	24	210	380	204	жаккардовое
13	Ткань костюмная, 14С2 – ВШЖ	ПЭ – 60 % лён – 25 % хлопок – 15 %	12	50	360	210	156	жаккардовое
14	Ткань костюмная, 14С2 – ВШЖ	ПЭ – 60 % лён – 25 % хлопок – 15 %	10	50	380	280	173	жаккардовое
15	Ткань костюмная, 14С2 – ВШЖ	ПЭ – 60 % лён – 25 % хлопок – 15 %	94	54	180	410	412	жаккардовое

100 мм (PT-250). За окончательный результат при определении разрывной нагрузки и удлинения при разрыве принимают среднее арифметическое всех результатов.

За 100 % была принята разрывная нагрузка до воздействия многократного изгиба, неизвестным остаётся процент разрывной нагрузки после изгиба. Таким образом, неизвестное можно вычислить, составив пропорцию

$$\frac{P_p}{100} = \frac{P_i}{\chi}, \text{ отсюда следует, что } \chi = \frac{P_i}{P_p} * 100, \quad (1)$$

где P_p – разрывная нагрузка по основе (Н); P_i – разрывная нагрузка по основе после многократного изгиба образцов (Н).

Для определения изменения разрывной нагрузки (в процентах) до воздействия многократного изгиба и после нужно определить разность между соответственно полученными процентами ($\chi - 100$). Таким образом, расчет изменения разрывной нагрузки (ΔP) определяли по формуле

$$\Delta P = \frac{P_i}{P_p} * 100 - 100, \quad (2)$$

где ΔP – изменение разрывной нагрузки (%); P_p – разрывная нагрузка по основе (Н); P_i – разрывная нагрузка по основе после многократного изгиба образцов (Н).

Расчёт изменения разрывного удлинения определяли по формуле

$$\Delta \varepsilon = \frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_p} * 100 - 100, \quad (3)$$

где $\Delta \varepsilon$ – изменение разрывного удлинения; ε_p – разрывное удлинение по основе; ε_i – разрывное удлинение по основе после многократного изгиба образцов.

Для определения остаточного угла образец материала снимали с приспособления, ставили на ребро на лист бумаги, зачерчивали полученный угол и измеряли остаточный угол (рисунок 1) сразу же после испытания и спустя 60 мин.

Сокращение длины образца определяли экспериментальным способом. При одевании образца на приспособление один его конец фикси-

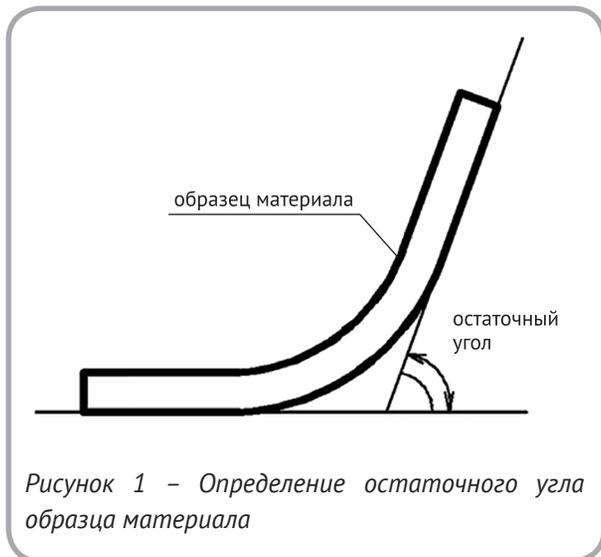


Рисунок 1 – Определение остаточного угла образца материала

ровался зажимным устройством, а второй конец – совмещался с нанесённым на приспособление уровнем. При работе прибора образец материала изгибался и, соответственно, за счет складкообразования сокращался относительно заданного уровня (рисунок 2). Таким образом, сокращение длины образца определялось разностью между концом образца материала и заданным уровнем (ΔL).

По всем методикам каждый показатель является средним из 4 испытуемых образцов материала.

Для первого исследования были выбраны полульняные платьевые, платьево-костюмные и костюмные ткани разного волокнистого состава, полотняного переплетения и поверхностной плотности 150 – 240 г/м². По результатам испытаний были получены следующие показатели свойств, представленные в таблице 2.

В начальный период многократного воздействия в соответствии с циклом нагрузка – разгрузка материал деформируется, но его структу-

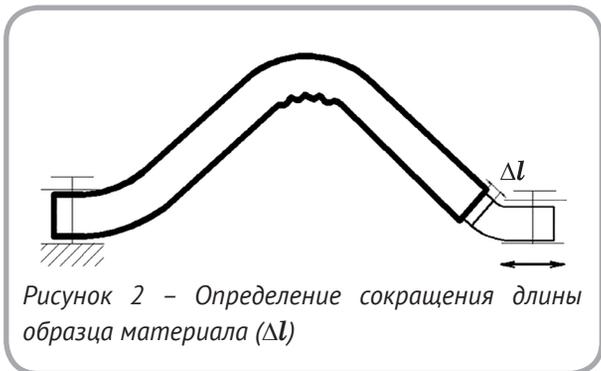


Рисунок 2 – Определение сокращения длины образца материала (ΔL)

Таблица 2 – Показатели свойств образцов льняных и полульняных тканей

Номера образцов (волокнистый состав)	Поверх- ностная плотность (г/м ²)	Показатели							
		$P_p, Н$	$P_i, Н$	$\Delta P, \%$	$\epsilon_p, мм$	$\epsilon_i, мм$	$\Delta \epsilon, \%$	β	$\Delta I, \%$
№ 1(лён)	200	263	298	14	11,7	14,0	19	9,5	2,5
№ 2(лён, вискоза, эластан)	173	169	190	12	13,2	15,5	17	10	4,5
№ 3(лён, вискоза, хлопок)	150	189	210	11	13	15	19	10,3	3,3
№ 4(лен, лавсан, хлопок)	181	203	235	16	16,5	27	16	8	2
№ 5(лен, хлопок)	240	290	345	19	27	32	20	10	3,3

ра, как правило, стабилизируется. На этой стадии многократного растяжения вначале отмечается быстрый прирост остаточной циклической деформации. Затем в результате некоторой упорядоченности структуры материала прирост замедленной деформации, пополняющей остаточную часть, практически прекращается, а доля высокоэластической реформации, проявляющейся за время, совпадающее со временем отдыха в каждом цикле, возрастает. Это объясняется тем, что в начальный период цикла более подвижные и слабые связи нарушаются, перегруппировываются элементы структуры материала, сближаются соседние нити и волокна, возникают новые связи. Одновременно происходит ориентация волокон относительно осей нитей и молекулярных цепей полимера. В результате материал упрочняется.

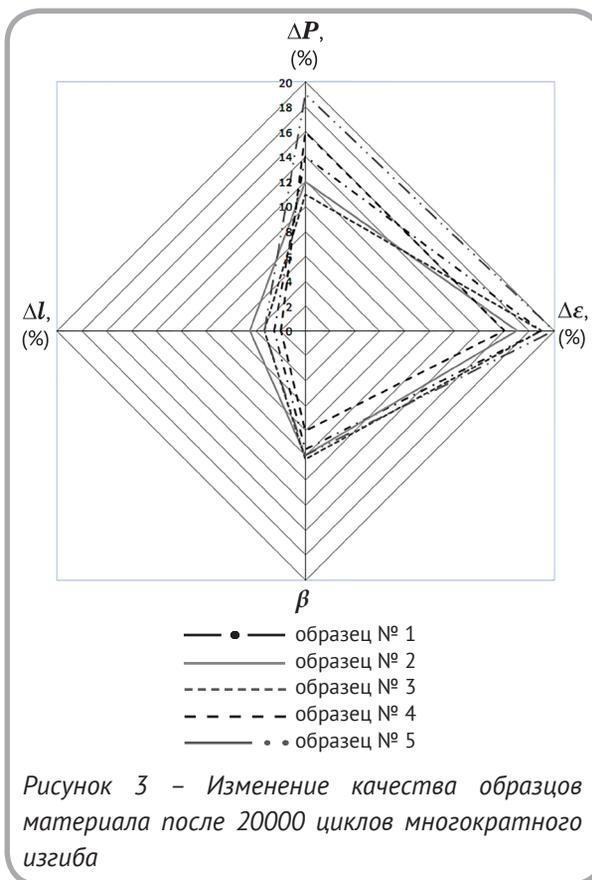
Дальнейшее увеличение числа циклов многократного растяжения и одновременного изгиба, не сопровождающееся ростом нагрузки (деформации) в каждом цикле, не вызывает заметного изменения структуры материала и его свойств.

В заключительной стадии многоциклового воздействия вследствие утомления материала наступает его усталость. Явление усталости наблюдается на отдельных наиболее слабых участках или в местах, имеющих какие-либо дефекты. В этот период происходят интенсивный рост остаточной циклической деформации материала и его разрушение.

Для обобщённой и наглядной оценки уровня качества материалов была построена диаграмма сопоставления показателей качества (циклограмма), из которой видно, по какому по-

казателю следует принимать управленческие и технические решения. Для определения уровня качества испытуемых образцов льносодержащих тканей были приняты условия: чем меньше изменяются качественные показатели исследуемых образцов тканей, тем выше оценивается их качество.

Циклограмма изменения качества образцов материалов по всем показателям представлена на рисунке 3.



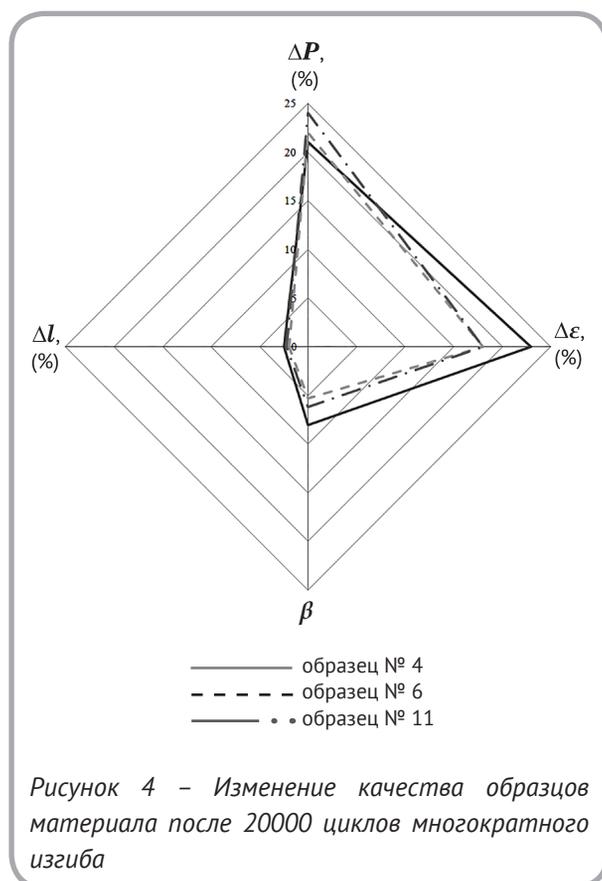
Анализируя полученную циклограмму (по площади полученных фигур), можно сделать вывод, что наиболее качественным является образец № 4 (лен, лавсан, хлопок), а худшим вариантом – № 3 (лён, вискоза, хлопок). Это показывает, что добавление лавсана улучшает механические свойства льносодержащих материалов. Все значимые показатели качества в образце № 3 после многоциклового изгиба изменялись незначительно в сравнении с другими образцами. Наибольшие изменения наблюдались у образцов льносодержащих тканей при наличии в волокнистом составе вискозы. Следовательно, это подтверждает тот факт, что уровень качества ткани зависит от волокнистого состава.

Для дальнейших исследований были выбраны полульняные костюмные ткани волокнистого состава (лён, лавсан, хлопок), разных переплетений и поверхностной плотности 181 – 290 г/м².

По результатам испытаний были получены следующие показатели свойств (таблица 3).

Диаграмма изменений качества тканей по всем показателям представлена на рисунке 4.

Проанализировав построенную циклограмму по площади полученных фигур, можно сделать вывод, что качество образцов тканей саржевого переплетения выше, чем полотняного и жак-



кардового. Все показатели образца № 6 после многоциклового изгиба изменились незначи-

Таблица 3 – Показатели свойств образцов льняных и полульняных тканей

Номера образцов (переплетение)	Показатели							
	$P_p, Н$	$P_i, Н$	$\Delta P, \%$	$\epsilon_p, мм$	$\epsilon_i, мм$	$\Delta \epsilon, \%$	β	$\Delta l, \%$
№ 4 (полотняное)	203	260	21	16,5	21,5	23	8	2,5
№ 6 (саржа 3:1)	369	456	22	30	36,8	18	5,3	2
№ 11 (жаккардовое)	390	474	24	43	50,2	18	6,2	2,2

Таблица 4 – Показатели свойств образцов льняных и полульняных тканей

Номера образцов (поверхн. плотность г/м ²)	Показатели							
	$P_p, Н$	$P_i, Н$	$\Delta P, Н$	$\epsilon_p, \%$	$\epsilon_i, \%$	$\Delta \epsilon, \%$	β	$\Delta l, \%$
№1 (200)	174	194	11	11,5	13,5	17,5	10,5	2,6
№7 (126)	161	178	10	18,7	21,9	17	11,5	3,0
№8 (122)	263	298	14	11,7	14,7	19	9,5	2,0
№9 (187)	226	250	11	10,2	12,0	18	10	2,5
№10 (144)	252	286	13	15,5	18,5	19	8,2	2,3

тельно в сравнении с другими образцами. Наибольшие изменения наблюдались у образцов полотняного переплетения. Следовательно, это подтверждает тот факт, что уровень качества ткани зависит от её переплетения.

Для дальнейшего исследования были выбраны льняные сорочечные, плательные и костюмные ткани волокнистого состава лён 100 %, полотняного переплетения и поверхностной плотности 122 – 200 г/м².

По результатам испытаний были получены следующие показатели свойств, представленные в таблице 4.

Диаграмма изменения качества тканей по всем показателям представлена на рисунке 5.

Проанализировав полученную циклограмму (по площади полученных фигур), можно сделать вывод, что качество образцов тканей наибольшей поверхностной плотности выше (№ 1, № 9). Все показатели образцов № 1 и № 9 после многоциклового изгиба изменились незначительно в сравнении с другими образцами. Наибольшие изменения наблюдались у образцов

№ 7 и № 8. Поверхностная плотность у этих образцов меньше, чем у остальных. Следовательно, это подтверждает тот факт, что уровень качества ткани зависит от её поверхностной плотности.

На комбинате ВКШТ с целью расширения ассортимента костюмных тканей была разработана ткань из льна (60 %), хлопка (15 %) с добавлением 25 % ПЭ. Ткань имеет жаккардовое переплетение с отделкой «термофиксация».

По результатам испытаний были получены следующие показатели свойств (таблица 5).

Диаграмма изменения качества образцов материала по показателям представлена на рисунке 6.

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод: качество образцов тканей наибольшей поверхностной плотности выше (№ 15) и, соответственно, изменение разрывной нагрузки и изменение разрывного удлинения у них тоже выше. Однако значения изменения разрывного удлинения меньше, чем показатели изменения разрывной нагрузки. Следовательно, все испытуемые образцы льносодержащих материалов обладают относительно низкой эластичностью. Это объясняется тем, что за малые промежутки времени высокоэластичная деформация с достаточно большими периодами релаксации не успевает развиваться, и материал работает в области упругой и высокоэластичной деформации с малыми периодами релаксации.

После проведённого анализа можно сделать вывод: наименьший остаточный угол наблюдается у образцов материала с наибольшей поверхностной плотностью (412 и 240 г/м²); наименьшее сокращение длины образца выражено у этих же образцов. Следовательно, ткани отобранных образцов производства ОАО «ВКШТ» достаточно прочные, малосминаемые, однако обладают относительно низкой эластичностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для получения достоверной информации об эксплуатационных свойствах материалов разработан новый лабораторный способ оценки данных свойств. Характерной особенностью нового метода является то, что одновременно с многократным изгибом выполняется их растяжение в поперечном направлении по всей поверхности.

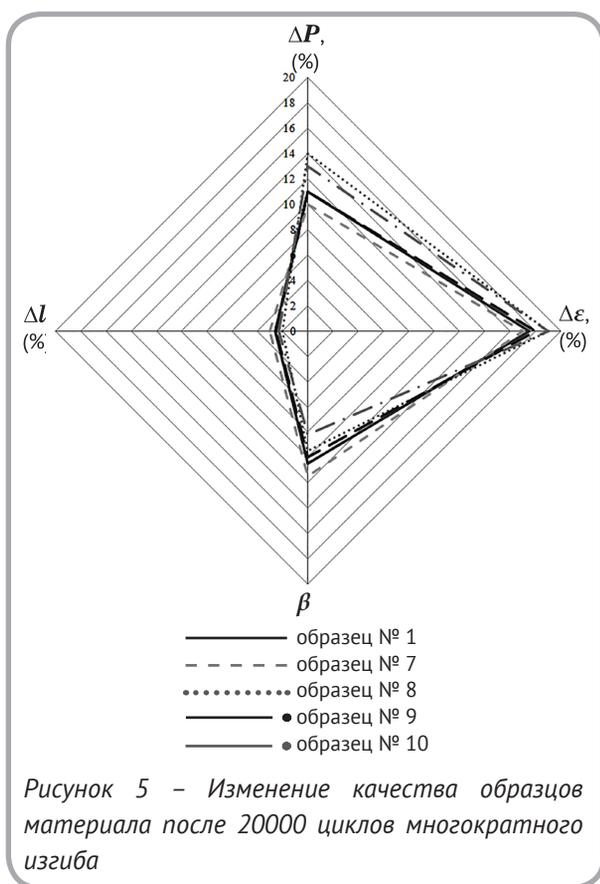


Рисунок 5 – Изменение качества образцов материала после 20000 циклов многократного изгиба

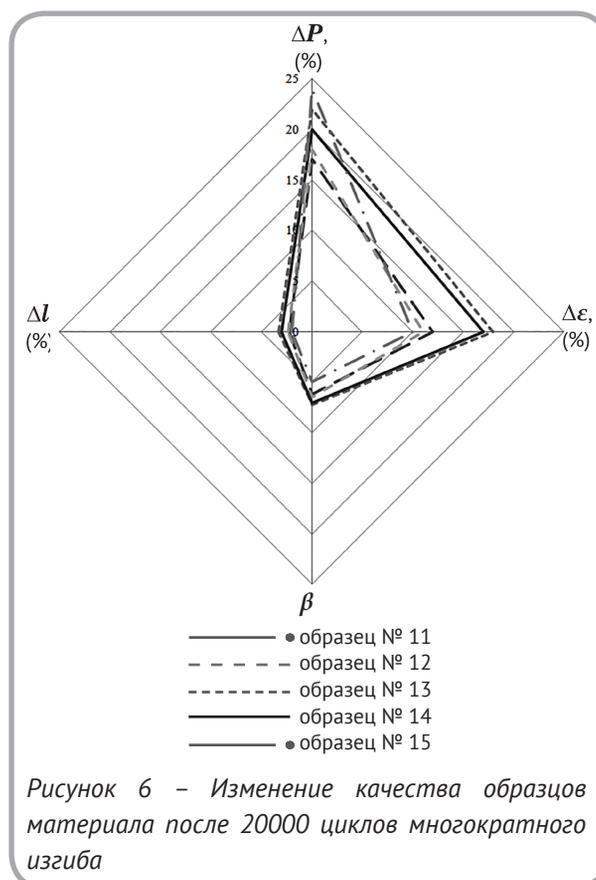
Таблица 5 – Показатели свойств образцов льняных и полульняных тканей

Номера образцов (поверхн. плотность)	Показатели							
	$P_p, Н$	$P_i, Н$	$\Delta P, \%$	$\varepsilon_p, мм$	$\varepsilon_i, мм$	$\Delta\varepsilon, \%$	β	$\Delta l, \%$
№ 11 (240)	318	373	17	42,5	47,5	12	6,2	2,2
№ 12 (204)	327	387	18	46,5	51,5	11	6,5	2,3
№ 13 (156)	390	474	22	43	50,2	18	7,2	3,3
№ 14 (173)	331	399	20	37	44,5	17	7	3
№ 15 (412)	409	506	24	36,8	41,8	10	5	2

2. С целью подробного изучения показателей деформации изгиба, а также изучения влияния на них структуры материала были выбраны льносодержащие ткани разного волокнистого состава, различных переплетений, отличающиеся по величине поверхностной плотности. Часть исследуемых тканей имеет волокнистый состав 100 % лён и полотняное переплетение, что дает возможность исследовать характеристики изгиба, исключив влияние искусственных, синтетических и натуральных волокон другого происхождения, а также переплетения на результаты исследований.

3. После проведения исследований и их анализа были установлены зависимости уровня качества льносодержащих тканей от их волокнистого состава, переплетения и поверхностной плотности.

4. Исследованы костюмные льносодержащие ткани, разработанные на ОАО «ВКШТ» в результате использования нового лабораторного способа оценки эксплуатационных свойств. Было определено, что эти образцы тканей достаточно прочные, малосминаемые, однако обладают относительно низкой эластичностью.



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Советский энциклопедический словарь. (1984), под ред. А.М. Прохорова, Москва, *Сов. энциклопедия*, 1984, 1600 с.
2. Кокеткин, П.П. (1983), *Механические и физико-химические способы соединения деталей швейных изделий*, Москва, Легкая и пищевая промышленность, 1983, 200 с.
3. Воронова, Л.В. (2002), *Разработка метода оценки и исследование показателей деформации изгиба льняных тканей*, автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, Кострома, гос. технол. ун-т, 2002, 16 стр.
4. Козловский, Д.А. (2006), *Разработка методов оценки жесткости льняных тканей при изгибе*, автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, Кострома, гос. технол. ун-т, 2006, 16 стр.
5. Дубровский, В.И., Федорова, В.Н. (2003), *Биомеханика*, Москва, ВЛАДОС – ПРЕСС, 2003, 672 с.
6. Бузов, Б.А. Алыменкова, Н.Д. Петропавловский, Д.Г., (2004), *Практикум по материаловедению текстильного производства*, Москва, 2004, 416 с.
7. Морозовская, И.С. (1981), *Способы повышения качества тканей*, Москва, Легкая индустрия, 1981, 96 с.
8. Склянный, В.П. (1974), *Оптимизация строения и механических свойств тканей из химических волокон*, Москва, Легкая индустрия, 1974, 168 с.

REFERENCES

1. *Sovetskij jenciklopedicheski slovar'* [The Soviet encyclopaedic dictionary], pod red. A.M. Prohorova, Moscow, *Sov. jenciklopedija*, 1984, 1600 p.
2. Koketkin, P.P. (1983), *Mehanicheskie i fiziko-himicheskie sposoby soedinenija detalej shvejnyh izdelij* [Mechanical and physico-chemical ways of connecting parts of garments], Moscow, *Legkaja i pishhevaja promyshlennost'*, 1983, 200 p.
3. Voronova, L.V. (2002), *Razrabotka metoda ocenki i issledovanie pokazatelej deformacii izgiba l'njanyh tkanej* [Development of assessment methods and research indicators bending strain linen fabric], Avtoref. dis. na soisk. uch. step. kand. tehn. nauk, Kostroma, 2002, 16 p.
4. Kozlovskij, D.A. (2006), *Razrabotka metodov ocenki zhestkosti l'njanyh tkanej pri izgibe* [Development of methods to assess stiffness in bending linen fabric], Avtoref. dis. na soisk. uch. step. kand. tehn. nauk, Kostroma, 2006, 16 p.
5. Dubrovskij, V.I., Fedorova, V.N. (2003), *Biomehanika* [Biomechanics], Moscow, VLADOS – PRESS, 2003, 672 p.
6. Buzov, B.A., Alymenkova, N.D., Petropavlovskij, D.G. (2004), *Praktikum po materialovedeniju tekstil'nogo proizvodstva* [Workshop on Materials textile production], Moscow, 2004, 416 p.
7. Morozovskaja I.S. (1981), *Sposoby povyshenija kachestva tkanej* [Ways to improve the quality of fabrics], Moscow, *Legkaja industrija*, 1981, 96 p.
8. Skljannikov V.P. (1974), *Optimizacija stroenija i mehanicheskijh svojstv tkanej iz himicheskijh volokon* [Optimization of the structure and mechanical properties of tissue from chemical fibers], Moskva, *Legkaja industrija*, 1974, 168 p.

Статья поступила в редакцию 13. 02. 2015 г.