

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖНЫХ  
ПОЛОТЕН ИЗ ПОЛИЭФИРНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НИТЕЙ ПРИ  
ПРОЕКТИРОВАНИИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЕРХА СПОРТИВНОЙ ОБУВИ**

**RESEARCH OF DEFORMATION PROPERTIES OF KNITTED FABRICS FROM  
POLYESTER FUNCTIONAL THREADS WHEN DESIGNING MATERIALS FOR THE  
TOP OF SPORTS FOOTWEAR**

Т.С. Столярова, Н.Н. Ясинская  
T.S. Stoliarova, N.N. Yasinskaya

Витебский государственный технологический университет, (Республика Беларусь)  
Vitebsk State Technological University, (Republic of Belarus)  
E-mail: [mototiana155@gmail.com](mailto:mototiana155@gmail.com), [YasinskayNN@rambler.ru](mailto:YasinskayNN@rambler.ru)

Статья посвящена исследованию деформационных свойств трикотажных полотен с ввязыванием функциональных полиэфирных нитей для изготовления верхнего слоя многослойного материала для повседневной спортивной обуви. Изготовлены экспериментальные образцы трикотажных полотен, рассмотрены особенности структуры трикотажа платированных переплетений, изготовленных с использованием функциональных полиэфирных нитей производства ОАО «СветлогорскХимволокно». Установлена целесообразность использования функциональных полиэфирных нитей для изготовления верхнего слоя обувного материала для повседневной спортивной обуви переплетением перекидной платировки. Результаты работы могут использоваться при конструировании деталей спортивной обуви и одежды, их изготовления, разработке новых материалов с улучшенными свойствами.

**Ключевые слова:** деформационные свойства, растяжимость, эластичность, необратимая деформация, функциональные нити, трикотажный обувной материал.

The article is devoted to the study of the deformation properties of knitted fabrics with knitting of functional polyester threads for the manufacture of the top layer of a multilayer material for everyday sports shoes. Experimental samples of knitted fabrics have been made, features of the structure of knitted fabrics of plated weaves, made using functional polyester yarns produced by JSC «SvetlogorskKhimvolokno», are considered. The expediency of using functional polyester yarns for the manufacture of the upper layer of shoe material for everyday sports shoes by the weaving of overhead dressing has been established. The results of the work can be used in the design of parts for sports shoes and clothing, their manufacture, the development of new materials with improved properties.

**Key words:** deformation properties, extensibility, elasticity, irreversible deformation, functional threads, knitted shoe material.

В процессе изготовления и эксплуатации материалы заготовки верха повседневной спортивной обуви подвергаются физико-механическим воздействиям, вызывающим различные виды деформации. Поэтому вопросы повышения механических свойств используемых материалов при производстве спортивной обуви в настоящее время актуальны и имеют практический интерес. Эти свойства определяют формовочную способность самих материалов, характеризуют удобство изделия в эксплуатации и сохранность его внешнего вида.

Формовочная способность материалов заготовки верха повседневной спортивной обуви является фактором, обуславливающим способность верха спортивной обуви принимать необходимую форму в процессе производства и сохранять приданную форму во время эксплуатации. Соотношение частей полной деформации материалов для одежды и обуви является важной характеристикой формуемости. Чем выше величина полной и доля необратимой пластической деформации, тем больше возможностей придания объемной формы изделию экономически выгодными технологическими способами формования. Кроме

того, чем выше доля обратимых частей полной деформации, тем изделие лучше сохраняет форму, размеры и внешний вид в процессе эксплуатации.

Большое количество отечественных и зарубежных исследователей занимались изучением механических и деформационных свойств материалов для одежды и обуви. В этой области накоплены значительные теоретические и практические данные [1,2,3]. Однако релаксационные процессы материалов при многоцикловых незначительных нагрузках изучены недостаточно.

В отличие от тканей трикотажные полотна имеют более высокую растяжимость, что связано с большей подвижностью их структуры, чувствительной даже к невысоким величинам прикладываемых к ним растягивающих усилий. При приложении к трикотажным полотнам таких усилий, структурные изменения заключаются, прежде всего, в изменениях формы петель полотна. В легко растягивающихся полотнах сами нити могут быть напряжены незначительно. Высокая растяжимость трикотажных полотен при приложении к ним внешних усилий является причиной не только их структурных изменений, но и изменения величин показателей их свойств.

В начальный период многократного воздействия в соответствии с циклом нагрузка – разгрузка (порядка десятков и сотни циклов) материал деформируется, но его структура, как правило, стабилизируется. На этой стадии многократного растяжения вначале отмечается быстрый прирост необратимой циклической деформации. Затем в результате некоторой упорядоченности структуры материала прирост замедленной деформации, пополняющей необратимую часть, практически прекращается, а доля высокоэластической деформации, проявляющейся за время, совпадающее со временем отдыха в каждом цикле, возрастает.

Дальнейшее увеличение числа циклов многоциклового растяжения, не сопровождающееся ростом нагрузки (деформации) в каждом цикле, не вызывает заметного изменения структуры материала и его свойств. Дело в том, что материал, претерпев структурные изменения в первый период, в дальнейшем приспосабливается к новым условиям. Внешние и внутренние связи, участвующие в сопротивлении действию нагрузки в каждом цикле, в условиях установившегося режима растяжения проявляются в виде упругой и эластической циклической деформации с малым периодом релаксации. В этих условиях материал в состоянии выдерживать десятки тысяч циклов без резкого ухудшения свойств.

В заключительной стадии многоциклового воздействия (десятки и сотни тысяч циклов) вследствие утомления материала наступает его усталость. Явление усталости наблюдается на отдельных наиболее слабых участках или в местах, имеющих какие-либо дефекты. В этот период происходит интенсивный рост остаточной циклической деформации материала и его разрушение [1].

Переплетение является важнейшей структурной характеристикой полотен, используемых для спортивной одежды и обуви. Оно во многом формирует внешний вид, свойства и назначения изделий. От переплетения зависит толщина, вес, растяжимость, упругость, прочность, распускаемость, воздухопроницаемость, теплозащитные и другие свойства трикотажа.

Для изготовления спортивных изделий чаще всего применяется трикотаж платированных переплетений. На базе трикотажа платированных переплетений получают цветные, рельефные и ажурные узорные эффекты.

В кулирном трикотаже платированных перекидных переплетений (рис.1) наряду с петлями 1, образованными из двух, грунтовой Г и платировочной П, нитей имеются петли 2, образованные только из одной, грунтовой, нити Г. Трикотаж одного и того же переплетения в равновесном состоянии может иметь различную форму петель. Форма, которую принимают петли в трикотаже одного и того же переплетения, зависит от многих факторов, одним из важнейших является вид нитей, используемых для выработки трикотажа. Данное переплетение позволяет раскрыть свойства функциональных полиэфирных нитей наиболее лучшим образом.

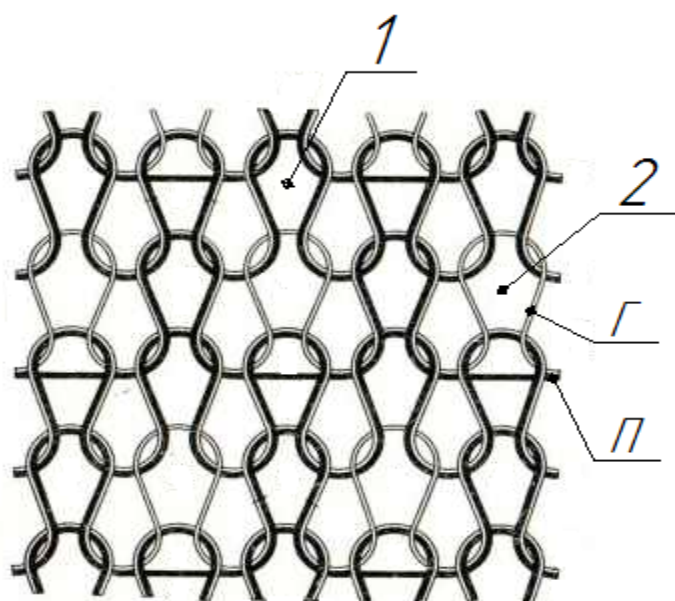


Рис.1. Геометрическая модель трикотажа платированного перекидного переплетения

При образовании петель одна из нитей располагается на лицевой стороне, другая — на изнаночной, поэтому лицевая и изнаночная стороны трикотажа платированного переплетения различаются не только по внешнему виду, но и по некоторым физико-механическим свойствам. Например, на лицевую сторону выводится обычная полиэфирная нить, а на изнанку- микрофиламентная полиэфирная нить, что придает полотну хорошую эластичность, облегачаемость, а также формоустойчивость, стойкость к истиранию и к растворителям органического происхождения. Также микрофиламентные нити обладают хорошей гигиеничностью: прекрасным воздухообменом между кожей и внешней средой. Полотна, изготовленные с использованием таких нитей остаются легкими при стирке и быстро высыхают. Мультифиламентные полиэфирные нити, обладая очень большим количеством элементарных нитей – филаментов, позволяют получать трикотаж с улучшенными потребительскими свойствами, например с более мягким грифом, по сравнению с трикотажем, полученным из нитей с обычным числом филаментов. Вывод на лицевую сторону черных нитей «cool black» обеспечивает длительный охлаждающий эффект изделия, защищает кожу от перегрева путем отражения тепловых волн.

Для испытаний были отобраны образцы полиэфирных трикотажных полотен кулирных переплетений (табл. 1), наработанные в условиях предприятия ООО «Василина» на одноцилиндровом «SOOSAN», диаметром 4” с 240 иглами с вложением полиэфирных функциональных нитей производства ОАО «СветлогорскХимволокно» [5].

Основными деформационными свойствами являются: растяжимость, эластичность и остаточная (необратимая) деформация.

Испытания проводились по стандартной методике по ГОСТ 26435-85 и ГОСТ 8847-85 [6,7], разработанной для определения растяжимости полотен, используемых для изготовления облегачающих изделий. При этом фиксировались значения удлинения при конечном значении нагрузки и при промежуточном с интервалом 2Н для построения диаграмм растяжения.

Растяжимость ( $\epsilon_p$ , %) определялась по формуле:

$$\epsilon_p = \frac{(L_1 - L_0)}{L_0} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $L_1$  – длина пробы в нагруженном состоянии, мм;  
 $L_0$  – длина пробы до испытаний, мм.

Таблица 1

## Характеристика кругловязанных трикотажных полотен

№ образца	Вид переплетения и узора	Сырьевой состав	Стойкость к истиранию, циклы	Разрывная нагрузка, Н		Удлинение при разрыве, Н	
				В направлении петельных столбиков	В направлении петельных рядов	В направлении петельных столбиков	В направлении петельных рядов
1	2	3	4	5		6	
1	Перекидная платировка, сетка серая	смеска трёх функциональных нитей: п/э 16,7 текс F288 ПСН микрофиламентная, п/э 15,6 текс F144 мультифиламентная	785	334	318	137	126
2	Перекидная платировка, полосы серые	и п/э функциональная DTYокрашенная в массе COOL BLACK 8,4F32 черный № 632	458	270	296	100	152
3	Перекидная платировка, ромбики черные	смеска нитей п/э функциональной DTYокрашенной в массе COOL BLACK 8,4F32 черный № 632 и п/э 7,8 текс в два сложения	113	152	262	141	114
4	Перекидная платировка, полосы черные		225	188	286	158	144
5	Перекидная платировка, сетка черная		40	120	350	194	112
6	Перекидная платировка, ромбики плоские белые	смеска нитей п/э 16,7 текс F288 ПСН микрофиламентной, п/э 15,6 текс F144 мультифиламентной и п/э 78 dtex/24/2	620	376	442	128	144
7	Перекидная платировка, ромбики белые		1225	700	550	157	150
8	Перекидная платировка, полосы белые		1263	780	780	162	163
9	Перекидная платировка, полосы плоские белые		680	370	370	138	153
10	Перекидная платировка, сетка белая		963	310	310	143	134

Эластичность ( $\mathcal{E}$ , %) определялась по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{L_1 - L_2}{L_1 - L_0} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $L_2$  – длина пробы сразу после разгрузки, мм.

Остаточная (необратимая) деформация ( $\varepsilon_n$ , %) определялась по формуле:

$$\varepsilon_n = \frac{L_3 - L_0}{L_0}, \quad (3)$$

где  $L_3$  – длина пробы после «отдыха».

Результаты испытаний полиэфирных трикотажных полотен на деформационные характеристики сведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты испытаний образцов полиэфирных трикотажных полотен с вложением функциональных нитей на растяжение при нагрузках меньше разрывных

Направление растяжения	№ образца	$L_0$ , мм	$L_1$ , мм	$L_2$ , мм	$L_3$ , мм	$\varepsilon_p$ , %	$\mathcal{E}$ , %	$\varepsilon_n$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вдоль петельных столбиков	1	100	142	106	102	42	85,7	2
	2		137	107	104	37	81,1	4
	3		134	105	103	34	85,3	3
	4		136	109	106	36	75	6
	5		183	124	109	83	71,1	9
	6		116	109	108	16	43,8	8
	7		119	107	105	19	63,2	5
	8		120	107	106	20	65	6
	9		113	105	104	13	61,5	4
	10		118	106	105	18	66,7	5
Вдоль петельных рядов	1	100	121	101	100	21	95,2	0
	2		122	104	103	22	81,8	3
	3		119	101	97	19	94,7	3
	4		115	101	100	15	93,3	0
	5		122	102	98	22	90,9	2
	6		112	102	101	12	83,3	1
	7		117	106	105	17	64,7	5
	8		117	105	103	17	70,6	3
	9		113	104	103	13	69,2	3
	10		111	104	103	11	63,6	3

Из таблицы видно, что значения растяжимости исследуемых полотен варьируются в пределах 10-42%. Причем некоторые образцы имеют большую растяжимость вдоль петельных столбиков. Однако, исходя из требований плотного облегаания изделия по ширине, во внимание принимались значения растяжимости трикотажных полотен вдоль петельных рядов.

Эластичность всех исследуемых полотен превышает 61% даже в поперечном направлении и составляет в среднем 69,8–80,7%.

Величины остаточных деформаций достаточно малы. В некоторых полотнах достигают 9%, но не превышают нормированных значений, которые для полотен из синтетических нитей любых конструкций изделий не должны превышать 10%[8], поэтому

ими можно пренебречь и не учитывать при проектировании трикотажного обувного материала.

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

Таблица 3

Классификация полиэфирных трикотажных полотен по степени растяжимости

Группы растяжимости	Растяжимость полотна по ширине при нагрузке 6Н, %	Характеристика степени растяжимости
I	0-40	малая
II	41-100	средняя
III	100 и более	высокая

Полученные значения дают основания полотна с содержанием функциональных полиэфирных нитей ОАО «СветлогорскХимволокно» отнести к малорастяжимым, чем подтверждается возможность их применения в изготовлении верхнего слоя многослойного трикотажного обувного материала для повседневной спортивной обуви.

Прочностных характеристик данных образцов (стойкость к истиранию, разрывная нагрузка и удлинение при разрыве) показали, что наиболее подходящими для использования в верхнем слое многослойного материала для повседневной спортивной обуви являются образцы выработанные из мультифиламентных и микрофиламентных п/э нитей 15,6 и 16,7 текс соответственно в смеси с обычным полиэфиром 78 dtex/24/2 переплетением перекидная платировка с узором ромбик либо полоска. Данные образцы наиболее прочные из всех представленных, что является преимуществом для обувного материала, также использование мультифиламентных и микрофиламентных нитей в составе обеспечивает улучшенные потребительские свойства готовых изделий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бузов, Б.А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство): учеб. для студентов высших учебных заведений / Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 448 с.
2. Кобляков А.И. Структура и механические свойства трикотажа. М., «Легкая индустрия», 1973. 240 с.
3. Стельмашенко, В.И. Материалы для изготовления и ремонта одежды: учеб. пособие / В. И. Стельмашенко, Т.В. Розаренова. – М.: Высшая школа, 1997. – 282 с.
4. Шалов И.И., Кудрявин Л.А. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – С. 288.
5. Козодой, Т.С. Оптимальное сырье для наработки трикотажного слоя многослойного материала для верха повседневной спортивной обуви / Н.Н. Ясинская // Сборник материалов Международной научно-практической молодежной конференции «Научные стремления-2019». – Минск «Лаборатория интеллекта», 2019. – С. 51-52.
6. ГОСТ 26435-85. Полотна трикотажные основовязанные эластичные. Метод испытаний при растяжении. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 5 с.
7. ГОСТ 8847-85. Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках меньше разрывных. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 22 с.
8. ГОСТ 28882-90. Полотна трикотажные для верхних изделий. Нормы остаточной деформации. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 3 с.