

УДК 677.017.35

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ  
ОСНОВНЫХ И УТОЧНЫХ НИТЕЙ  
НА ПРОЧНОСТНЫЕ И ГИГИЕНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
ОДНОСЛОЙНЫХ ТКАНЕЙ**

*Л.П. ПОЛЯКОВА, Б.М. ПРИМАЧЕНКО*

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

В процессе эксплуатации ткань подвергается многократным деформациям растяжения, изгиба и смятия, трению, воздействию светопогоды, тепловой и влажностной обработке, а также другим факторам износа. При этом стойкость к общему разрушению, которая в значительной степени зависит от строения ткани, является важнейшим показателем при оценке таких качеств, как прочность, износостойкость, долговечность.

Разрывная нагрузка, разрывное удлинение, раздирающая нагрузка – представляют собой характеристики, зависящие от таких параметров строения ткани, которые изменяют величину связи между ее структурными элементами, в частности, от длины перекрытий и их взаимного расположения в раппорте рисунка переплетения.

Ткани высокого качества должны длительное время обеспечивать удаление влаги с поверхности тела человека и осуществлять эффективный воздухообмен пододежного пространства с окружающей средой. Это качество может быть обеспечено выбором текстильных материалов с необходимыми физическими свойствами и оптимальным строением ткани. Поэтому для одежных тканей важны такие гигиени-

ческие характеристики, как гигроскопичность и воздухопроницаемость.

Основной целью данной работы является исследование влияния коэффициента переплетения  $F_n$  [1] на прочностные и гигиенические свойства ткани. Исследование проводилось на базе лабораторий кафедр ткачества и материаловедения СПГУТД. Эксперимент состоял из исследования четырех вариантов тканей, которые отличались друг от друга только пряжей, используемой в качестве утка (вариант 1 – 25×2 текс, х/б; вариант 2 – 29×2 текс, лен; вариант 3 – 50 текс, х/б; вариант 4 – 50 текс, 75% х/б + 25% лен). Основная пряжа использовалась во всех вариантах одинаковая — 25×2 текс, х/б. Для проведения эксперимента были выбраны десять переплетений, наиболее часто используемых при проектировании тканей. Образцы тканей вырабатывались на одном ткацком станке СТБ2-180. Все заправочные параметры были оптимизированы при выработке тканей полотняного переплетения и в дальнейшем не изменялись. В табл. 1 представлены значения коэффициента  $F_n$  и плотности по основе и утку (нитей/дм) тканей различных переплетений.

Таблица 1

Переплетение	F <sub>п</sub>	Система нитей	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Полотно	2,4667	основа	225	224	227	223
		уток	202	201	206	208
Саржа 1/2	1,5545	основа	226	225	224	224
		уток	199	202	205	202
Рогожка 2/2	1,3594	основа	226	227	228	224
		уток	200	202	204	202
Саржа 1/3	1,1297	основа	224	224	225	224
		уток	200	203	203	202
Саржа 2/2	1,1094	основа	227	227	228	228
		уток	198	206	203	204
Саржа 1/3+4/4	0,7862	основа	227	227	226	226
		уток	201	206	206	203
Саржа 1/5	0,7359	основа	226	225	228	224
		уток	200	236	202	203
Саржа 3/3	0,7350	основа	225	227	225	226
		уток	203	244	201	202
Саржа 2/4	0,7265	основа	228	224	227	225
		уток	202	203	202	203
Сатин 6-рем	0,7044	основа	225	224	228	226
		уток	199	248	201	204

Определение прочностных и гигиенических свойств тканей различных переплетений осуществлялось согласно соответствующим ГОСТам. Статистическая обработка экспериментальных данных производилась с использованием компьютерных программ. Разброс экспериментальных

значений оценивался с помощью коэффициента вариации (C<sub>v</sub>). Результаты испытаний представлены в табл. 2...5 (табл. 2 – разрывная нагрузка при растяжении; 3 – разрывное удлинение при растяжении; 4 – раздирающая нагрузка; 5 – гигроскопичность).

Таблица 2

Переплетение	Система нитей	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4	
		P, Н	C <sub>v</sub> , %						
Полотно F <sub>п</sub> =2,4667	основа	704	1,9	727	0,3	800	2,9	772	4,2
	уток	666	2,9	662	0,3	716	2,3	610	6,9
Саржа 1/2 F <sub>п</sub> =1,5545	основа	720	2,9	725	3,3	785	2,4	746	2,1
	уток	622	0,8	586	1,8	664	1,6	514	6,3
Рогожка 2/2 F <sub>п</sub> =1,3594	основа	724	2,4	685	2,3	708	1,0	683	1,3
	уток	624	1,7	560	1,5	647	1,1	463	16,0
Саржа 1/3 F <sub>п</sub> =1,1297	основа	710	2,1	698	3,2	723	1,3	702	2,1
	уток	606	0,2	547	5,2	628	3,7	459	7,9
Саржа 2/2 F <sub>п</sub> =1,1094	основа	696	2,7	721	1,0	775	2,5	730	3,0
	уток	594	4,1	529	6,6	630	3,1	475	5,4
Саржа 1/3+4/4 F <sub>п</sub> =0,7862	основа	696	5,1	669	2,8	720	2,0	657	2,4
	уток	691	4,6	491	3,9	583	3,6	416	6,2
Саржа 1/5 F <sub>п</sub> =0,7359	основа	668	3,4	643	1,5	720	2,1	700	2,6
	уток	562	2,2	583	4,5	607	0,9	469	8,9
Саржа 3/3 F <sub>п</sub> =0,7350	основа	687	2,3	681	2,9	707	1,9	677	3,7
	уток	579	7,5	628	3,9	618	3,5	437	5,9
Саржа 2/4 F <sub>п</sub> =0,7265	основа	654	2,5	685	4,1	742	1,9	680	1,8
	уток	505	2,6	541	3,7	644	2,5	443	7,2
Сатин 6-рем F <sub>п</sub> =0,7044	основа	665	1,9	650	4,6	714	2,4	703	0,6
	уток	552	3,1	571	7,4	598	7,6	456	7,0

Анализируя данные табл. 2, следует отметить, что общая тенденция уменьшения величины разрывной нагрузки ( $P$ ) при увеличении значения коэффициента переплетения  $F_n$  сохраняется по всем вариантам. Переплетениям, расположенным в порядке постепенного увеличения длины перекрытий: полотно – саржа 1/2 – саржа 1/3 – саржа 1/5 (рис. 1 – зависимость разрывной нагрузки от коэффициента переплетения) или полотно – саржа 2/2 – саржа 3/3, соответствуют значения величины разрывной нагрузки, убывающие в такой же последовательности.

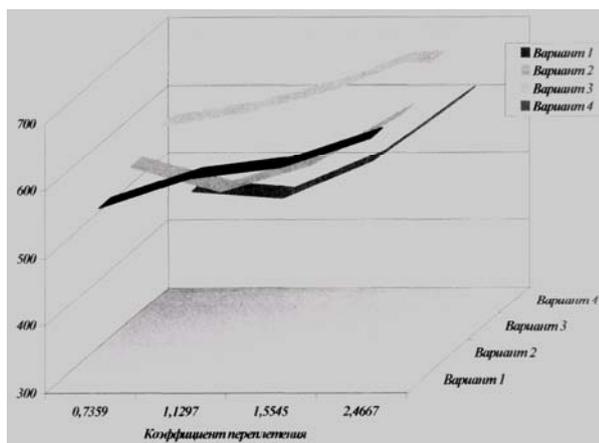


Рис. 1

Некоторое нарушение порядка убывания наблюдается в варианте 1, в котором у полотняного переплетения величина разрывной нагрузки по основе (704 Н) оказалась меньше, чем у саржи 1/2 (720 Н). Это объясняется повышенной напряженностью процесса формирования ткани, при выработке которой было отмечено увеличение приборной полоски и натяжения основных нитей в момент прибора [2].

На величину разрывной нагрузки значительное влияние оказывает плотность нитей в ткани, поэтому при проведении эксперимента все ткани выработывались на станке без изменения установленных плотностей. Таким образом, плотность нитей в тканях соответствует  $225 \pm 3$  по основе и  $204 \pm 4$  по утку. Исключение со-

ставляют три ткани в варианте 2, которые по техническим причинам имеют более высокую плотность по утку и, как результат, повышенные значения разрывной нагрузки по утку. Сравнивая величину разрывной нагрузки по вариантам, следует отметить, что более высокие значения соответствуют варианту 3, где в качестве утка была использована хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 50 текс.

Не менее важным показателем, характеризующим ткань, является разрывное удлинение ( $L$ ), так как его величина оказывает существенное влияние на эксплуатационные качества изделия. Известно, что на величину разрывного удлинения при растяжении большое влияние оказывает степень изогнутости нитей и их предварительная продольная деформация, с этой точки зрения, переплетение играет очень важную роль.

Согласно результатам испытаний (табл. 3) максимальные значения разрывного удлинения по основе во всех четырех вариантах имеют ткани полотняного переплетения, при этом ожидаемого последовательного убывания значений удлинения, связанного с уменьшением изогнутости нитей, не наблюдается. Ткани одного варианта, но различных переплетений (кроме полотняного) имеют близкие значения. Например, удлинение по утку: вариант 1 –  $17 \pm 2$  %; вариант 2 –  $13,5 \pm 1$  %; вариант 3 –  $19,5 \pm 1,5$  %; вариант 4 –  $14,5 \pm 1$  %. Более высокие значения удлинения соответствуют варианту 3, где в утке была использована хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 50 текс.

Анализ экспериментальных данных показывает, что в исследуемых тканях величина разрывного удлинения зависит от линейной плотности и сырьевого состава пряжи в большей степени, чем от коэффициента переплетения. При этом удлинение зависит от коэффициента переплетения следующим образом: при  $F_n = 2,4667$   $L_y < L_o$ ; при  $F_n < 1$   $L_y > L_o$ ; при  $1 < F_n < 2$   $L_y$  и  $L_o$  имеют близкие значения.

Таблица 3

Переплетение	Система нитей	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4	
		L, %	C <sub>v</sub> , %						
Полотно F <sub>п</sub> =2,4667	основа	21,0	1,7	22,0	2,8	22,4	1,8	24,3	1,1
	уток	15,3	2,9	12,1	3,5	18,0	2,0	15,2	3,7
Саржа 1/2 F <sub>п</sub> =1,5545	основа	12,2	4,0	15,3	1,8	18,2	1,5	15,5	2,3
	уток	16,8	1,6	13,5	3,0	20,1	2,1	14,8	1,9
Рогожка 2/2 F <sub>п</sub> =1,3594	основа	12,9	3,5	11,6	3,6	14,6	1,5	14,2	1,9
	уток	17,7	1,5	14,6	2,9	18,9	1,2	14,8	1,9
Саржа 1/3 F <sub>п</sub> =1,1297	основа	13,2	4,3	14,6	3,7	15,5	3,2	15,6	2,7
	уток	17,7	3,2	13,5	5,9	19,1	2,2	14,5	2,4
Саржа 2/2 F <sub>п</sub> =1,1094	основа	13,9	3,0	13,9	3,0	15,8	2,8	15,2	1,8
	уток	17,1	5,6	13,2	4,3	19,7	2,9	15,7	3,6
Саржа 1/3+4/4 F <sub>п</sub> =0,7862	основа	12,8	4,5	13,1	5,0	16,5	2,1	13,6	3,1
	уток	19,2	2,3	13,5	2,6	18,8	1,5	14,1	3,0
Саржа 1/5 F <sub>п</sub> =0,7359	основа	11,7	2,3	12,2	4,7	15,0	2,4	16,0	2,2
	уток	15,5	2,3	13,7	2,0	19,9	3,3	15,3	1,8
Саржа 3/3 F <sub>п</sub> =0,7350	основа	10,8	5,3	10,7	6,3	11,6	3,6	11,6	3,6
	уток	17,9	2,3	14,1	4,6	21,2	2,7	15,4	2,7
Саржа 2/4 F <sub>п</sub> =0,7265	основа	11,4	2,0	13,7	4,2	14,8	1,8	11,1	3,8
	уток	15,1	3,6	14,0	3,6	21,1	3,5	13,7	2,0
Сатин 6-рем F <sub>п</sub> =0,7044	основа	12,7	2,2	10,9	3,8	13,3	2,1	13,6	1,6
	уток	17,0	2,9	13,0	2,7	18,1	4,1	14,1	1,6

Раздирающая нагрузка занимает важное место среди характеристик прочностных свойств тканей. Особое место она занимает для технических и специальных тканей (брезенты, палаточные, тентовые). Результаты исследования показали, что на

величину раздирающей нагрузки (G) переплетение основных и уточных нитей оказывает более значительное влияние, чем на величину разрывной нагрузки и разрывного удлинения.

Таблица 4

Переплетение	Система нитей	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4	
		G, Н	C <sub>v</sub> , %						
Полотно F <sub>п</sub> =2,4667	основа	34	15,7	38	8,1	41	2,4	37	2,4
	уток	28	4,4	28	9,5	30	2,8	29	8,8
Саржа 1/2 F <sub>п</sub> =1,5545	основа	43	9,7	47	9,7	46	4,2	47	18,1
	уток	47	7,5	44	5,3	41	7,9	32	7,7
Рогожка 2/2 F <sub>п</sub> =1,3594	основа	107	5,1	95	8,9	108	3,4	87	15,3
	уток	118	5,3	83	6,0	130	5,5	80	4,4
Саржа 1/3 F <sub>п</sub> =1,1297	основа	79	6,7	67	5,4	65	4,7	67	5,8
	уток	70	7,5	51	3,4	52	5,5	37	2,7
Саржа 2/2 F <sub>п</sub> =1,1094	основа	56	4,1	66	4,3	62	5,7	60	17,0
	уток	55	6,9	54	9,7	62	3,4	40	2,9
Саржа 1/3+4/4 F <sub>п</sub> =0,7862	основа	91	11,1	93	5,6	89	8,7	82	3,4
	уток	99	6,7	78	7,2	75	10,4	56	9,0
Саржа 1/5 F <sub>п</sub> =0,7359	основа	99	5,5	86	4,7	92	5,0	95	4,3
	уток	93	5,2	76	8,7	81	3,4	62	6,8
Саржа 3/3 F <sub>п</sub> =0,7350	основа	83	7,1	87	4,3	85	5,7	78	4,8
	уток	93	3,3	79	4,7	96	3,7	59	1,4
Саржа 2/4 F <sub>п</sub> =0,7265	основа	79	8,6	92	5,6	84	10,7	82	10,7
	уток	91	12,4	78	6,3	93	4,4	61	4,2
Сатин 6-рем F <sub>п</sub> =0,7044	основа	113	3,4	101	2,5	102	5,0	88	3,1
	уток	110	4,2	78	2,0	87	7,4	65	10,8

Анализ результатов (табл. 4) показывает, что минимальную стойкость к раздиранию (по основе и по утку) имеют ткани полотняного переплетения, а максимальные значения раздирающей нагрузки имеют ткани, выработанные переплетениями рогожка и сатин. Постепенное увеличение длины перекрытий в раппорте переплетения вызывает последовательное возрастание значений раздирающей нагрузки, причем сырьевой состав и линейная плотность пряжи, используемой в качестве утка, на величину раздирающей нагрузки оказывает влияние в меньшей степени, чем величина коэффициента  $F_{п}$ . Это связано с тем, что прочность на раздирание зависит в основном от числа одновременно разрывающихся нитей.

В тканях полотняного переплетения прочность к раздиранию в значительной степени зависит от прочности нитей, так как раздирающие усилия непосредственно воздействуют практически на одиночные нити. В то время как в тканях, имеющих длинные перекрытия, раздирающая нагрузка распределяется на группу нитей, вследствие чего стойкость к раздиранию возрастает. Это связано с уменьшением связи между структурными элементами, что дает нитям возможность сдвига и способствует более равномерному распределению нагрузки. Кроме того, наличие длинных перекрытий в раппорте переплетения снижает деформацию и напряжение нитей в ткани, сохраняя тем самым запас прочности нитей, что способствует повышению значений раздирающей нагрузки.

Стойкость ткани к истиранию представляет собой характеристику прочности, по которой можно судить о времени эксплуатации ткани, работающей на истирание. В процессе истирания часть волокон изнашивается и разрушается, часть – извлекается и выпадает, в результате чего происходит потеря волокнистого состава. Таким образом, большое влияние на износостойкость ткани оказывает степень закреплённости волокон, зависящая от параметров строения и структуры пряжи и ткани, при этом особое значение имеет переплетение.

Первые исследования зависимости стойкости к истиранию по плоскости от коэффициента переплетения проводились в соответствии с ГОСТом 18976–73. Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию. Полученные данные показали, что все ткани в варианте 1 выдерживают без видимых повреждений поверхности более 6000 циклов, что не позволяет сравнивать результаты испытания тканей различных переплетений. В связи с этим было принято решение провести исследования в других условиях – с применением иного абразивного материала. В дальнейшем испытания стойкости тканей к истиранию по плоскости проводились согласно ГОСТу 15967–70. Ткани льняные и полульняные для спецодежды (абразив – водостойкая шкурка 1Э 775×30С1Г).

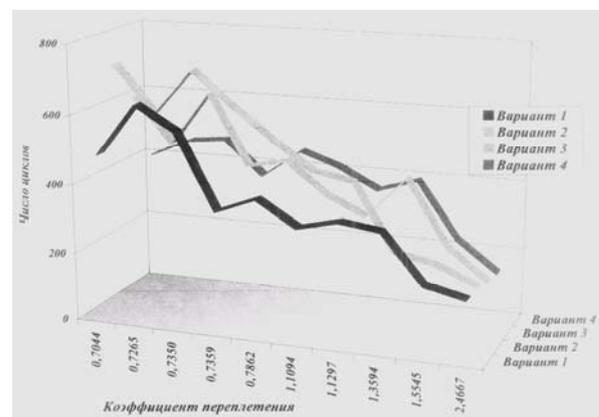


Рис. 2

Как видно из рис. 2, зависимость значений стойкости к истиранию от величины коэффициента переплетения прослеживается отчетливо, несмотря на существенный разброс экспериментальных данных (вариант 1 –  $7,7 \leq C_v \leq 37,4$ ; вариант 2 –  $7,7 \leq C_v \leq 56,5$ ; вариант 3 –  $4,5 \leq C_v \leq 30,9$ ; вариант 4 –  $6,5 \leq C_v \leq 46,7$ ). Это связано с тем, что на результаты испытаний оказывают влияние дополнительные факторы: вид волокон, степень закрепления нитей в ткани, величина крутки пряжи, состояние опорной поверхности, наличие или отсутствие выступающих на поверхности отдельных перекрытий, плотность ткани по основе и утку, толщина ткани, длина и равномерность распределения перекрытий в раппорте.

порте, рельефность поверхности ткани, степень напряженности волокон и другие.

Полученные результаты показали существенное влияние переплетения на стойкость к истиранию, при уменьшении значений  $F_n$  от 2,4667 до 0,7044 стойкость тканей к истиранию возрастает по всем вариантам от 140...172 до 404...719 циклов. При этом наибольшей стойкостью к

истиранию обладают ткани, имеющие в утке крученую льняную пряжу.

Анализируя представленные в табл. 5 значения гигроскопичности (Н), следует отметить, что исследуемые ткани во всех четырех вариантах имеют очень близкие значения: 11,0...13,4 %, поэтому функциональной зависимости гигроскопичности от коэффициента переплетения не наблюдается.

Таблица 5

Переплетение	$F_n$	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4	
		Н	$C_v$	Н	$C_v$	Н	$C_v$	Н	$C_v$
Полотно	2,4667	11,2	2,7	11,0	6,5	11,6	0,7	11,2	6,2
Саржа 1/2	1,5545	12,2	2,1	12,9	1,5	11,8	2,1	12,4	0,9
Рогожка 2/2	1,3594	11,8	1,6	12,0	2,0	12,0	3,8	12,2	1,3
Саржа 1/3	1,1297	11,5	4,0	12,2	10,9	12,4	3,1	12,8	6,7
Саржа 2/2	1,1094	11,6	2,3	11,7	2,7	13,4	1,1	12,5	2,0
Саржа 1/3+4/4	0,7862	11,1	2,2	11,3	0,4	12,6	4,4	12,8	3,7
Саржа 1/5	0,7359	11,2	1,9	12,1	1,3	13,0	4,5	12,4	0,5
Саржа 3/3	0,7350	11,3	0,9	12,1	2,9	13,4	8,3	12,6	2,9
Саржа 2/4	0,7265	12,1	7,3	11,5	4,2	12,6	1,6	12,5	2,2
Сатин 6-рем	0,7044	11,7	1,5	12,9	0,1	12,4	1,8	12,3	3,8

Согласно данным табл. 5 гигроскопичность исследуемых тканей в большей степени зависит от сырьевого состава и линейной плотности уточной пряжи, чем от коэффициента переплетения. Так, более высокие значения гигроскопичности соответствуют тканям, в которых используется в качестве утка хлопчатобумажная одиночная пряжа 50 текс, в то время как ткани с крученой пряжей в утке в целом имеют меньшие значения гигроскопичности.

Анализ результатов испытаний воздухопроницаемости тканей (Q) обнаружил, что на данную характеристику переплетение оказывает значительное влияние, так как именно переплетение определяет характер вертикальных и горизонтальных изгибов основных и уточных нитей, а также площадь и расположение межнитевых пор. Зависимость величины Q от переплетения практически полностью повторяется во всех вариантах (рис. 3).

Переплетение рогожка имеет по сравнению с остальными переплетениями повышенное значение воздухопроницаемости. Рис. 3 показывает также наличие существенной зависимости воздухопроницаемости от линейной плотности и сырье-

вого состава пряжи. Более высокие значения Q имеют ткани с одиночной пряжей в утке, причем величина воздухопроницаемости тканей в варианте 4 несколько больше, чем в варианте 3.

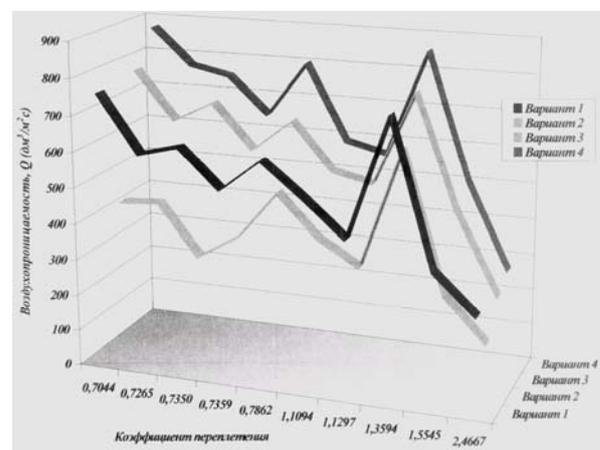


Рис. 3

## ВЫВОДЫ

1. При уменьшении значений коэффициента переплетения величина разрывной нагрузки уменьшается.
2. Величина разрывного удлинения в большей степени зависит от линейной

плотности и сырьевого состава пряжи, чем от коэффициента переплетения.

3. При уменьшении коэффициента  $F_{\text{п}}$  величина раздирающей нагрузки возрастает.

4. Гигроскопичность исследуемых тканей в большей степени зависит от сырьевого состава и линейной плотности пряжи, чем от величины коэффициента переплетения.

5. На величину воздухопроницаемости ткани существенное влияние оказывает как линейная плотность и сырьевой состав пряжи, так и величина коэффициента  $F_{\text{п}}$ .

6. Используя коэффициент  $F_{\text{п}}$ , можно получить функциональную зависимость характеристик прочностных и гигиенических свойств тканей от переплетения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Полякова Л.П., Примаченко Б.М. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, № 1. С.44...49.

2. Полякова Л.П., Примаченко Б.М. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, № 1. С.69...72.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 25.12.06.