

## ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ТКАНЕЙ НА НЕОПОРНОЙ И ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ОДЕЖДЕ КОСОГО КРОЯ

*Одним из перспективных приемов обработки швейных изделий является раскрой деталей одежды под углом к нитям основы, именуемый как косой крой. Формообразование одежды косого кроя связано с изменением линейных размеров деталей кроя на опорной и неопорной поверхностях. На основе проведенных исследований получены уравнения регрессии, позволяющие прогнозировать изменение линейных размеров деталей косого кроя.*

*One of the most interesting receptions is open details of clothes of a slanting cut. At manufacturing of clothes of a slanting cut there is an essential change of the linear sizes on a basic and not basic surface. On the basis of research of these changes the regress equations are defined, allowing to carry out the forecast of change of the linear sizes of details of clothes.*

Качество изделий закладывается при разработке проекта, обеспечивается при их изготовлении и поддерживается в процессе эксплуатации. При этом проектирование – наиболее ответственный этап в цикле изготовления одежды, так как определяет качество будущего изделия и экономическую эффективность его производства и потребления. Для улучшения качества изделий и повышения эффективности производства используют нетрадиционные технологические приемы обработки, одним из которых является раскрой деталей одежды под углом  $45^\circ$  к нитям основы – косой крой.

Важная инженерная задача при определении размеров деталей одежды – учет сетчатой структуры ткани. Размеры деталей одежды косого кроя после изготовления изделий отличаются от размеров, которые имеют лекала. Это связано с расположением одежды на фигуре при носке таким образом, что отдельные участки детали испытывают неодинаковое растяжение относительно нитей основы и утка. Деталь стремится принять другую форму, а нити основы и утка в деталях получают относительное смещение, нарушая первоначальное расположение.

Формообразование одежды косого кроя связано с изменением линейных размеров (ИЛР) деталей кроя. Характер изменения обусловлен как строением ткани, так и видом поверхности деталей одежды. На неопорной поверхности происходит увеличение размеров по длине детали, а на опорной поверхности – по ширине. Для соответствия размеров деталей кроя запроектированным размерам выполняется их корректировка, которая приводит к нерациональным потерям материала.

Для проведения дальнейших исследований была выбрана полшерстяная ткань с поверхностной плотностью  $250 \text{ г/м}^2$  и  $300 \text{ г/м}^2$ .

Для установления рационального времени испытаний измерения среза пробы под углом  $45^\circ$  к нитям основы осуществлялись через различные интервалы времени: 0,06; 1; 5; 15; 30; 60 мин. и 1 сутки. Максимальное удлинение ткани отмечено через 30 мин., после чего не изменялось. В связи с этим увеличение времени испытаний нецелесообразно. Влияние продолжительности испытаний на изменение длины проб представлено на рис. 1.

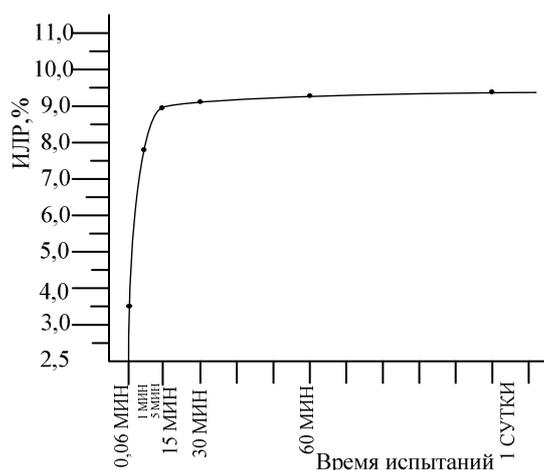


Рис. 1. Влияние времени испытаний на изменение линейных размеров тканей на неопорной поверхности.

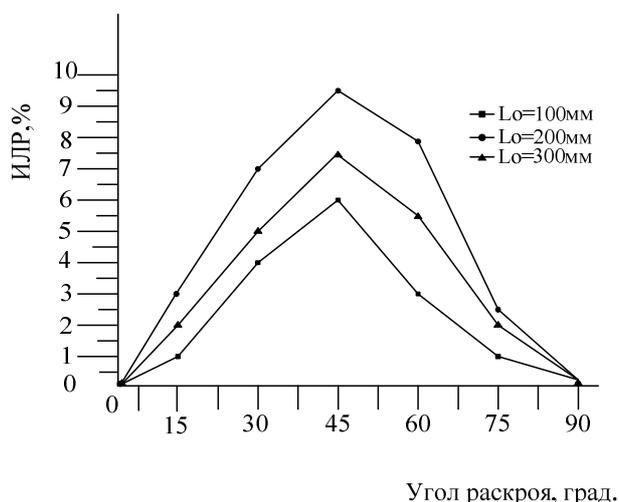


Рис. 2. Влияние длины срезов проб под различными углами на изменение линейных размеров тканей на неопорной поверхности.

На рис. 2 показана зависимость изменения линейных размеров срезов проб под различными углами от первоначальной длины. При длине срезов 100 мм максимальное удлинение составило 6%, при длине 200 мм – 9,3%, при длине 300 мм – 7,5%.

Проведенные исследования показали, что наиболее полно раскрывает способность ткани к изменениям линейных размеров длина среза 200 мм.

Для определения зависимости изменения линейных размеров тканей на неопорной и опорной поверхностях от времени испытаний и от длины срезов проб под различными углами были разработаны условия эксперимента, представленные в табл. 1 и 3 соответственно, а также матрицы планирования эксперимента (табл. 2, табл. 4).

Таблица 1

**Условия проведения эксперимента для неопорной поверхности**

Факторы	Обозначение факторов		Уровни варьирования			Интервал варьирования
	натуральное	кодированное	нижний -1	основной 0	верхний +1	
Длина среза, мм	L	X1	100	200	300	100
Время, мин	t	X2	10	30	50	20

Таблица 2

**Матрица планирования эксперимента для неопорной поверхности**

Управляемые факторы				Y <sub>эксп</sub> , %	Y <sub>расч</sub> , %
кодированные		натуральные			
X1	X2	L, мм	t, мин		
1	+1	300	50	4,1	3,84
-1	+1	100	50	2,0	2,24
1	-1	300	10	3,4	3,2
-1	-1	100	10	1,6	1,6

*Примечания:*

1. Выходная величина Y<sub>эксп</sub> – среднее экспериментальное значение изменения линейных размеров срезов, %.
2. Выходная величина Y<sub>расч</sub> – изменение линейных размеров срезов (%) рассчитано по уравнению после построения математической модели и отбрасывания незначимых факторов.

Таблица 3

### Условия проведения эксперимента для опорной поверхности

Наименование факторов	Обозначение факторов		Уровни варьирования	
	натуральное	кодированное	нижний -1	верхний +1
Размеры пробы, мм <sup>2</sup>	S	X1	10000	20000
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	G	X2	250	300

Таблица 4

### Матрица планирования эксперимента для опорной поверхности

Управляемые факторы				Y <sub>эсп.</sub> , %	Y <sub>расч.</sub> , %
кодированные		натуральные			
X1	X2	S, мм <sup>2</sup>	G, г/м <sup>2</sup>		
1	+1	20000	300	6	6,47
-1	+1	10000	300	18	16,7
1	-1	20000	250	9	8,35
-1	-1	10000	250	20	21,56

После обработки результатов ПФЭ получена регрессионная модель с кодированным обозначением факторов:

$$Y = 0,975X_1 + 0,275X_2 + 2,76.$$

Уравнение регрессии в натуральном обозначении факторов имеет вид:

$$\text{ИЛР} = 0,014L + 0,010t + 0,413.$$

Значение  $R^2 = 0,94414752$  близко к 1, – следовательно, адекватность уравнения регрессии очень высокая.

После обработки результатов ПФЭ получена регрессионная модель с кодированным обозначением факторов:

$$Y = 11,8 * 0,88^{X_1} * 0,62^{X_2}.$$

Уравнение нелинейной регрессии в натуральном обозначении факторов имеет вид:

$$\text{ИЛР} = 199,61 * 0,999^S * 0,994^G.$$

Значение  $R^2 = 0,977$  близко к 1, – следовательно, адекватность уравнения регрессии очень высокая.

Для определения изменения линейных размеров деталей одежды из полушерстяных тканей производят прогнозирование.

Исследованиями способности полушерстяных тканей к изменению линейных размеров при формообразовании на опорной и неопорной поверхности одежды косого края установлено разнообразие влияющих на нее характеристик строения ткани. Изыскание характеристик, наиболее заметно влияющих на изменение линейных размеров, а также установление зависимости позволяют решить вопрос прогнозирования без материалоемких испытаний.

Для исследований были взяты полушерстяные ткани с техническими характеристиками, представленными в табл. 5.

В качестве комплексной характеристики для опорной поверхности, учитывающей толщину нитей, плотность (число нитей на 10 см) и величину раппорта, использован коэффициент связности нитей в переплетении, C (по Н. С. Ереминой), рассчитываемый по формуле (1):

$$C = \frac{P'_o \cdot P'_y \cdot T_{cp}}{1000 \cdot Fn}, \quad (1)$$

где  $P'_{o,y}$  – число нитей основы (утка) на 1см;  $T_{cp}$  – средняя линейная плотность основных и уточных нитей;  $Fn$  – коэффициент переплетения;

$$Fn = \frac{2RoRy}{to + ty}, \quad (2)$$

где  $R_{o,y}$  – раппорт переплетения по основе (утку);  $t_{o,y}$  – число перекрытий в раппорте по основе (утку).

Таблица 5

**Техническая характеристика исследуемых материалов**

Номер пробы, наименование материала	Переплетение	Волокнистый состав	Краткая техническая характеристика				
			плотность, количество нитей на 10 см		линейная плотность, текс		поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>
			Основа	уток	основа	уток	
Ткань плательная	саржа	ВШ-40% ВЛс-60%	320	190	30,2	38,4	160
Ткань плательная	саржа	ВШ-45% ВЛс-55%	280	230	33,2	35,2	187
Ткань костюмная	саржа	ВШ-48% ВЛс-52%	300	270	28,2	30,2	195
Ткань костюмная	саржа	ВШ-48% ВЛс-52%	310	280	28,2	29,2	197

С помощью корреляционного анализа установлена функциональная зависимость изменения линейных размеров тканей на опорной поверхности одежды косоугольного кроя от коэффициента связности нитей в переплетении:

$$ИЛР_{оп} = aC^2 + bC + c, \tag{3}$$

где  $ИЛР_{оп}$  – изменение линейных размеров полушерстяных тканей на опорной поверхности одежды косоугольного кроя;  $C$  – коэффициент связности нитей в переплетении;  $a, b, c$  – коэффициенты, характерные для полушерстяных тканей.

Зависимость изменения линейных размеров полушерстяных тканей на опорной поверхности деталей, выкроенных под углом 45° к нитям основы и утка, от коэффициента связности нитей в переплетении представлена на рис. 3.

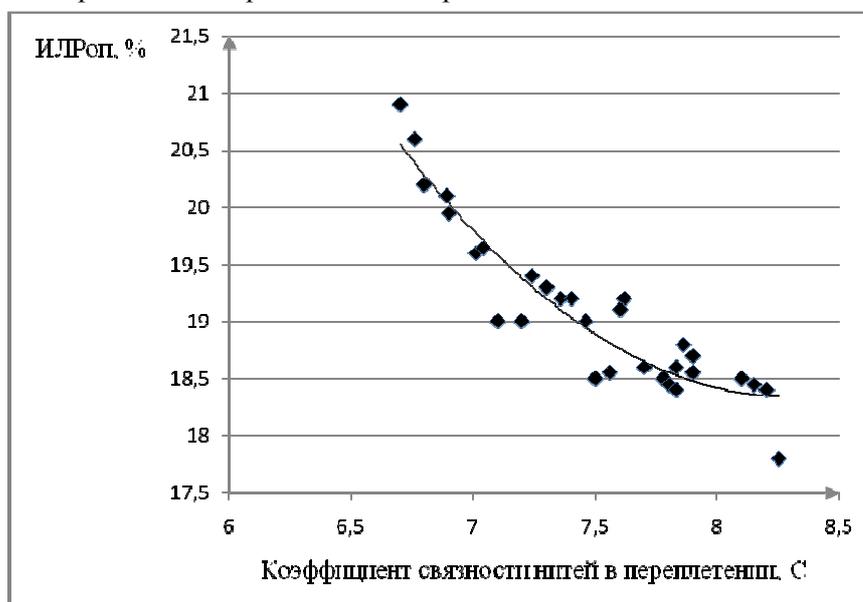


Рис. 3. Зависимость изменения линейных размеров полушерстяных тканей на опорной поверхности деталей, выкроенных под углом 45° к нитям основы и утка, от коэффициента связности нитей в переплетении.

Для полушерстяных тканей на опорной поверхности эта зависимость принимает вид:

$$ИЛР_{оп} = 0,874C^2 - 14,49C + 78,41. \tag{4}$$

Для определения достоверности полученной зависимости определили корреляционное отношение, которое составляет 0,87.

Для подтверждения полученной математической зависимости были исследованы полушерстяные ткани с репсовым переплетением (табл. 6).

Таблица 6

**Техническая характеристика исследуемых материалов**

Номер пробы, наименование материала	Переплетение	Волокнистый состав	Краткая техническая характеристика				
			плотность, количество нитей на 10 см		линейная плотность, текс		поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>
			основа	уток	основа	уток	
Ткань плательная	репс	ВШ-40% ВЛс-60%	250	220	36,2	36,2	221
Ткань плательная	репс	ВШ-40% ВЛс-60%	200	350	34,9	36,9	224
Ткань костюмная	репс	ВШ-48% ВЛс-52%	260	210	44,4	43,9	209
Ткань костюмная	репс	ВШ-45% ВЛс-55%	270	280	28,2	29,2	197

Рассчитываем коэффициент переплетения по формуле (2) и коэффициент связности нитей в переплетении по формуле (1).

Определяем изменение линейных размеров исследуемых тканей на опорной поверхности по полученной зависимости (4).

Затем определяем изменение линейных размеров на этих же пробах опытным путем по формуле:

$$\text{ИЛР} = (S/d\sqrt{2})100, \% \quad (5)$$

где  $S$  – величина перемещения, мм;  $d$  – диагональ пробы в недеформированном состоянии, мм.

В табл. 7 представлены значения изменений линейных размеров полушерстяных тканей на опорной поверхности деталей косого края с репсовым переплетением.

Таблица 7

**Значения изменений линейных размеров**

Номер пробы	ИЛР, фактическое, %	ИЛР, расчетное, %
1	18,8	18,95
2	19,2	19,4
3	18,7	18,83
4	18,2	18,37

Анализ взаимосвязи различных характеристик строения тканей и их способности к изменениям линейных размеров на неопорной поверхности одежды показал, что наиболее чувствительной характеристикой является коэффициент подвижности нитей в переплетения. Коэффициент подвижности нитей в переплетении рассчитывается по формуле:

$$K_{nn} = \frac{0,01(T_0\Pi_0 + T_y\Pi_y)}{F_n} \quad (6)$$

где  $T_0$ ,  $T_y$  – линейная плотность пряжи, текс;  $\Pi_0$ ,  $\Pi_y$  – число нитей на 10 см, плотность тканей по основе, утку.

С помощью корреляционного анализа установлена функциональная зависимость изменения линейных размеров тканей на неопорной поверхности одежды косого края от коэффициента подвижности нитей в переплетении:

$$\text{ИЛР}_{\text{он}} = 0,0027K_{пп}^2 - 0,5327K_{пп} + 28,171. \quad (7)$$

Для определения достоверности полученной зависимости установили корреляционное отношение, которое составляет 0,86.

На рис. 4 графически показана зависимость изменения линейных размеров полушерстяных тканей на неопорной поверхности деталей косого края от коэффициента подвижности нитей в переплетении.

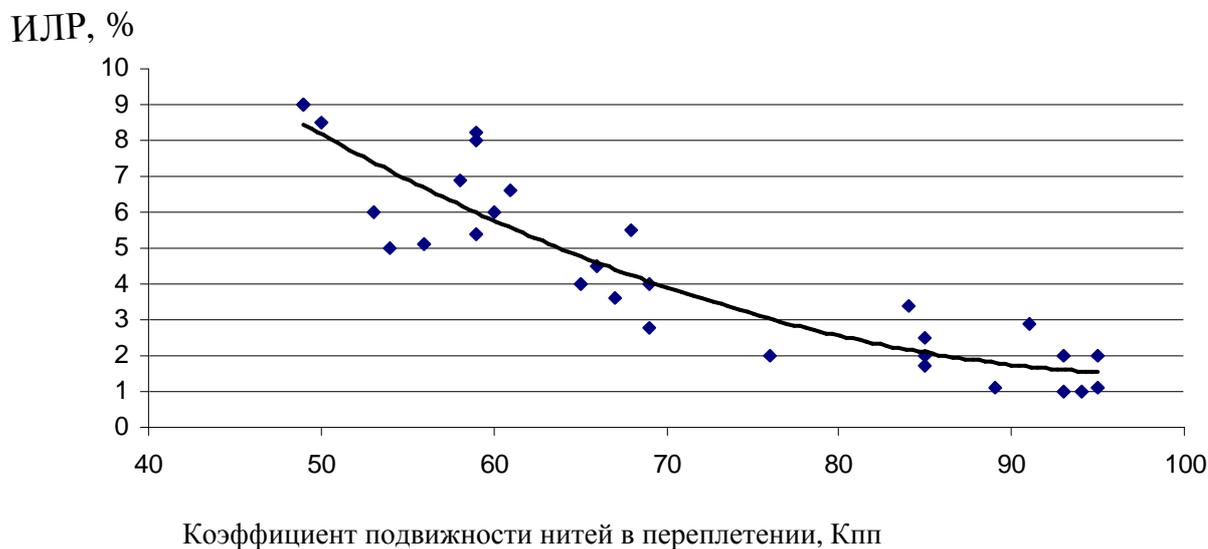


Рис. 4. Зависимость изменения линейных размеров полушерстяных тканей на неопорной поверхности деталей, выкроенных под углом 45° к нитям основы, от коэффициента подвижности нитей в переплетении.

Рассчитываем коэффициент переплетения по формуле (2) и коэффициент подвижности нитей в переплетении по формуле (6).

Определяем изменение линейных размеров исследуемых тканей по полученной зависимости (7).

Затем определяем изменение линейных размеров на этих же пробах опытным путем по формуле:

$$ИЛР(a) = \frac{L_i - L_0}{L_0} * 100\% \quad (8)$$

где ИЛР – изменение линейных размеров тканей на неопорной поверхности, %; а – направление раскроя, град;  $L_0$  – начальная длина намеченной линии среза ткани, мм;  $L_i$  – длина среза ткани в момент измерения, мм.

В табл. 8 представлены значения изменений линейных размеров полушерстяных тканей на неопорной поверхности деталей косого края с репсовым переплетением.

Таблица 8

**Значения изменений линейных размеров**

Номер пробы	ИЛР, фактическое, %	ИЛР, расчетное, %
1	2	3
1	5	5,3
2	4	3,5
3	3	3
4	2,5	2,8

Из табл. 7 и 8 наглядно видно, что изменения линейных размеров ткани фактическое и расчетное на опорной и неопорной поверхностях практически одинаковы, что подтверждает достоверность математических моделей.

Проведенные исследования, учитывающие зависимость изменений линейных размеров тканей на неопорной поверхности от направления раскроя, показали, что на изменение размеров ткани на неопорной поверхности одежды при раскрое под углом к нитям основы влияет такой фактор как длина среза. По результатам исследования выяснили, что изменения размеров срезов тканей и линий середины деталей по контрольному направлению различаются менее чем на 1%. В связи с этим можно сделать вывод, что по изменениям длины срезов тканей можно судить об изменениях длины деталей.

Результаты исследований показали, что при длине срезов 200 мм максимальное удлинение составило 9,3%, а по продолжительности времени максимальное удлинение отмечено через 30 мин., а более не изменялось. Таким образом, длина среза  $L(X_1)$  в большей степени влияет на выходной параметр – изменение размеров ткани на неопорной поверхности одежды – при раскрое под углом к нитям основы.

Анализ полученных результатов на опорной поверхности показал, что на выходной параметр – изменение линейных размеров деталей одежды при раскрое под углом  $45^\circ$  к нитям основы и утка в большей степени влияет площадь  $S(X_1)$  (размеры пробы).

Изменения линейных размеров ткани, фактическое и расчетное, на опорной и неопорной поверхностях практически одинаковы, что подтверждает достоверность математических моделей.

Полученные зависимости позволяют определять изменение линейных размеров деталей одежды и корректировать размеры лекал на этапе проектирования швейных изделий косого кроя.

---

1. Мальцева, Е.А. Разработка методов оценки и исследование формовочной способности льняных тканей // Швейное производство. – 2010. – № 6. – С. 29.