

УДК 687. 03

## МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА УСАДКУ ТКАНЕЙ

Н.Н. Тхелидзе, Н.Г. Гинтибидзе

Государственный университет Акакия Церетели, Кутаиси, Грузия

*В статье показано, что улучшение качества текстильных материалов зависит от многих факторов и требует, прежде всего, знания свойств самих текстильных материалов, умения правильно и объективно измерять, оценивать и контролировать показатели качества и целенаправленно воздействовать на причины, ухудшающие качество продукции. С целью установления закономерностей зависимости указанных параметров, полученные результаты обработаны методами математической статистики с применением двухфакторного и многофакторного анализа. Рассчитаны коэффициенты уравнения регрессий и корреляции, построены уравнения регрессий как для нормированных, так и натуральных переменных.*

**Ключевые слова:** *ткань, усадка тканей, плотность тканей, качество товаров, воздухопроницаемость тканей*

Качество продукции закладывается в изделие при его планировании, разработке, обеспечивается в процессе освоения производства и выпуска продукции, поддерживается в эксплуатации.

Улучшение качества текстильных материалов зависит от многих факторов и требует, прежде всего, знания свойств самих текстильных материалов, умения правильно и объективно измерять, оценивать и контролировать показатели качества и целенаправленно воздействовать на причины, ухудшающие качество продукции. Наиболее характерно изменение показателей качества для тканей, которые в процессе эксплуатации подвергаются влажно-тепловым воздействиям. В результате таких воздействий возникает усадка тканей, которая влечет за собой изменения самой структуры ткани и ее физико-механических свойств. Усадка также включает в себя изменения линейных размеров, которые обусловлены структурой и свойствами волокна и пряжи, характером переплетения уточных и основных нитей и теми воздействиями, которые испытывает ткань при прохождении через машины и аппараты отделочного производства. Потребитель должен получать ткань с абсолютно стабильными размерами, но этого довольно трудно добиться при массовом производстве тканей и при обработке их с высокими скоростями. Более того, это не всегда целесообразно, исходя из условий эксплуатаций тканей в быту [1]. Практика показала, что небольшие колебания линейных размеров ткани не сказываются отрицательно на качестве готовых изделий.

Как известно, склонность текстильных материалов к изменению линейных размеров предопределяется рядом факторов, и, в первую очередь, это набухание, релаксация и трение между волокнами и нитями. Все эти факторы взаимосвязаны, что дает повод для дополнительного исследования с целью количественного определения степени влияния каждого из этих факторов на усадку. Выявление и анализ факторов, определяющих качество продукции, а также причин снижения показателей качества являются одними из основных задач, решаемых при обеспечении, регулировании и управлении качеством на всех стадиях его формирования. Применение методов математической статистики для этих целей позволит значительно повысить объективность и достоверность получаемых решений. Поэтому определение зависимости плотности ткани по основе и утку, поверхностной плотности ( $\text{г/м}^2$ ), толщины (мм), усадкой (%) и воздухопроницаемостью, построение уравнения регрессии позволяет представить наглядную картину изменения качества тканей в процессе эксплуатации.

#### ***Постановка задачи***

Цель исследования состояла в определении усадки образцов по предлагаемой нами методике и установлении статистической связи влияния плотности ткани, поверхностной плотности ткани, толщины ткани на усадку. Определение зависимости указанных факторов на усадку, определение коэффициентов корреляции, построение уравнений переменных как в нормированных, так и в натуральных переменных, проведение двух и многофакторного анализа.

#### ***Объекты и методы исследования***

Для исследования были выбраны следующие образцы тканей и одежды: всего 22 образца, они распределялись по волокнистому составу: хлопок – 33,3 %, шерсть – 22,2 %, лен – 11 %, шелк – 28,5 %.

Определение усадки поверхностных тканей проводили по новой методике [2], разработанной авторами данной статьи. Определение плотности ткани по основе и утку, поверхностной плотности, толщины, воздухопроницаемости проводились по типичным стандартным методикам. В таблице 1 приведены показатели свойств покровных тканей.

Таблиця 1

**Показатели свойств покровных тканей**

№ образца	Название образца	Состав пакета	№ образца	Название образца	Состав пакета
1	Женский пиджак	Покровная ткань Подкладка Клеевая прокладка Швейная нить фурнитура	12	Женская кофта	Покровная ткань Клеевая прокладка Швейная нить фурнитура
2	Женский пиджак	Покровная ткань Подкладка Клеевая прокладка Швейная нить фурнитура	13	Женская кофта	Покровная ткань Швейная нить фурнитура
3	Женский пиджак	Покровная ткань Подкладка Клеевая прокладка Швейная нить фурнитура	14	Женская кофта	Покровная ткань Швейная нить фурнитура
4	Женский пиджак	Покровная ткань Подкладка Клеевая прокладка Швейная нить фурнитура	15	Женская кофта	Покровная ткань Швейная нить фурнитура
5	Мужской пиджак	Покровная ткань Подкладка Клеевая прокладка Швейная нить фурнитура	16	Женская кофта	Покровная ткань Швейная нить фурнитура
6	Мужские брюки	Покровная ткань Подкладка Клеевая прокладка Швейная нить фурнитура	17	ткань	ткань
7	Мужские брюки	Покровная ткань Подкладка Клеевая прокладка Швейная нить фурнитура	18	ткань	ткань
8	Мужская сорочка	Покровная ткань Подкладка Клеевая прокладка Швейная нить фурнитура	19	ткань	ткань
9	Мужская сорочка	Покровная ткань Подкладка Клеевая прокладка	20	ткань	ткань

		Швейная нить фурнитура			
10	Мужская сорочка	Покровная ткань Подкладка Клеевая прокладка Швейная нить фурнитура	21	ткань	ткань
11	Детская куртка джинсовая	Покровная ткань Подкладка Клеевая прокладка Швейная нить фурнитура	22	ткань	ткань

### Результаты исследований и их обсуждение

Как было уже сказано, мы исследовали 22 образца тканей на изменение параметров при влажно-тепловых обработках с применением нашей методики по определению усадки, полученные данные были сравнены с данными, полученными по стандартным методам (Таблица 2).

При сравнении оказалось, что усадка по нашему методу по основе уменьшилась в нескольких образцах: 2.3.5.6.7.9.13.15.16.18.19.22, а в образцах 1.4.5.8.10.11 увеличилась, но такие изменения нельзя назвать ухудшением свойств, так как изменение не велико и зависит не только от условий эксплуатации.

Таблица 2

### Сравнение усадки образцов по существующим и предлагаемой методикам

Название образца	Плотность поверхностей ткани(число нитей на 10 см.)		Поверхн остная плотнос ть X <sub>3</sub>	Толщина ткани (X <sub>4</sub> )	Усадка % (по предлагаемой методике)		Усадка %(по существ, методике)		. воздухопроницае мость (Y <sub>3</sub> )
	основа X <sub>1</sub>	угок X <sub>2</sub>			основа (Y <sub>1</sub> )	угок (Y <sub>2</sub> )	основа (Y <sub>1</sub> <sup>1</sup> )	угок (Y <sub>2</sub> <sup>1</sup> )	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Женский пиджак	146	110	124	1,0	1.4	1.5	1.3	1.4	110
Женский пиджак	170	124	130	0.9	2.1	1.6	2.2	1.7	120
Женский пиджак	193	198	129	0,6	1.6	1.5	1.7	1.6	130
Женский пиджак	204	227	184	1,5	3.3	2.0	3.2	2.1	140
Мужской пиджак	212	260	204	1,0	3.6	1.9	3.4	1.7	150
Мужские брюки	228	260	204	1,0	3.6	1.9	3.7	1.9	170
Мужские брюки	244	260	210	1,0	1.4	1.4	1.5	1.4	190

Мужская сорочка	225	282	78	0,15	1.3	1.4	1.2	1.5	200
Мужская сорочка	221	280	74	0,15	1.7	1.7	1.8	1.5	190
Мужская сорочка	216	264	56	0,12	1.6	1.6	1.5	1.5	180
Детская куртка	207	246	245	2,4	3.6	1.9	3.5	1.9	180
Женская кофта	214	232	78	0,7	1.3	1.4	1.2	1.3	175
Женская кофта	210	222	76	0,14	1.5	1.5	1.6	1.6	160
Женская кофта	168	195	80	0,5	1.4	1.4	1.3	1.5	158
Женская кофта	137	173	78	0,5	1.7	1.7	1.8	1.7	155
Женская кофта	121	137	68	0,5	1.7	1.7	1.8	1.8	151
ткань	120	127	70	0,8	3.4	2.3	3.2	2.3	148
ткань	116	116	78	0,5	3.7	2.3	3.8	2.6	136
ткань	112	112	72	0,7	3.6	4.0	3.8	4.2	132
ткань	105	102	70	0,5	3.7	4.0	3.6	4.1	130
ткань	104	110	78	0,8	3.4	2.3	3.3	2.4	128
ткань	74	110	78	0,6	1.5	1.5	1.6	1.6	100

Определены корреляционные связи между усадкой и плотностью, усадкой и толщиной ткани, усадкой и массой ткани. Построены уравнения регрессии (рис. 1).

Данные эксперимента были обработаны по стандартной программе.

Уравнение регрессии имеет вид:  $B = 3,5\Pi_0^2 - 6,5\Pi_0 + 0,5$

Коэффициент корреляции:  $R=-0.3$



Рис.1. Зависимость между усадкой по основе и плотностью ткани по основе

С целью установления закономерности зависимости указанных параметров нами построено уравнения регрессии для комплекса показателей, рассчитаны нормированные переменные (таблица 3).

Таблица 3

**Нормированные переменные**

x0	x1	x2	x3	x4	y1	y2	y3
1	-0,15294	-0,91111	-0,28042	-0,22807	-0,91667	-0,92308	-0,8
1	0,129412	-0,75556	-0,21693	-0,31579	-0,33333	-0,84615	-0,6
1	0,4	0,066667	-0,22751	-0,57895	-0,75	-0,92308	-0,4
1	0,529412	0,388889	0,354497	0,210526	0,666667	-0,53846	-0,2
1	0,623529	0,755556	0,566138	-0,22807	0,916667	-0,61538	0
1	0,811765	0,755556	0,566138	-0,22807	0,916667	-0,61538	0,4
1	1	0,755556	0,62963	-0,22807	-0,91667	-1	0,8
1	0,776471	1	-0,7672	-0,97368	-1	-1	1
1	0,729412	0,977778	-0,80952	-0,97368	-0,66667	-0,76923	0,8
1	0,670588	0,8	-1	-1	-0,75	-0,84615	0,6
1	0,564706	0,6	1	1	0,916667	-0,61538	0,6
1	0,647059	0,444444	-0,7672	-0,49123	-1	-1	0,5
1	0,6	0,333333	-0,78836	-0,98246	-0,83333	-0,92308	0,2
1	0,105882	0,033333	-0,74603	-0,66667	-0,91667	-1	0,16
1	-0,25882	-0,21111	-0,7672	-0,66667	-0,66667	-0,76923	0,1
1	-0,44706	-0,61111	-0,87302	-0,66667	-0,66667	-0,76923	0,02
1	-0,45882	-0,72222	-0,85185	-0,40351	0,75	-0,30769	-0,66
1	-0,50588	-0,84444	-0,7672	-0,66667	1	-0,30769	-0,28
1	-0,55294	-0,88889	-0,83069	-0,49123	0,916667	1	-0,36
1	-0,63529	-1	-0,85185	-0,66667	1	1	-0,4
1	-0,64706	-0,91111	-0,7672	-0,40351	0,75	-0,30769	-0,44
1	-1	-0,91111	-0,7672	-0,57895	-0,83333	-0,92308	-1

По программе составления уравнения регрессии для многофакторного анализа получено следующее уравнение:

**Уравнения регресс в нормированных переменных:**

$$y_1 = -2.6X_1X_1 + 7.71X_2X_2 - 8.5X_3X_3 - 20.96X_4X_4 - 4.54X_1X_2 + 16.74X_1X_3 - 46X_1X_4 - 10.25X_2X_3 + 34.73X_2X_4 + 24.78X_3X_4 - 16.88X_1 + 16.84X_2 + .23X_3 + 3.09X_4 + 5.89$$

$$y_2 = -1.36X_1X_1 + 3.99X_2X_2 - 6.6X_3X_3 - 13.11X_4X_4 - 2.02X_1X_2 + 8.03X_1X_3 - 20.25X_1X_4 - 2.32X_2X_3 + 14.62X_2X_4 + 17.24X_3X_4 - 5.64X_1 + 7.46X_2 - .73X_3 + .62X_4 + 2.37$$

$$y_3 = -10.56X_1X_1 + 4.64X_2X_2 + 66.34X_3X_3 + 217.97X_4X_4 - 17.43X_1X_2 - 4.09X_1X_3 + 311.69X_1X_4 + 70.88X_2X_3 - 205.5X_2X_4 - 251.86X_3X_4 + 197.14X_1 - 52.91X_2 - 131.68X_3 + 38.45X_4 + 75.7$$

**В натуральных переменных:**

$$y_1 = -16.13X_4^2 - 0.47X_1X_4 + 0.34X_2X_4 + 0.23X_3X_4 + 0.31X_1 - 0.33X_2 - 0.1X_3 + \\ + 19.23X_4 + 3.92$$

$$y_2 = -10.08X_4^2 - 0.21X_1X_4 + 0.14X_2X_4 + 0.163X_3X_4 + 0.16X_1 - 0.2X_2 - 0.09X_3 + \\ + 7.72X_4 + 9.15$$

$$y_3 = 0.01X_3^2 + 167.72X_4^2 + 3.22X_1X_4 + 0.01X_2X_3 - 2X_2X_4 - 2.3X_3X_4 - 0.75X_1 + \\ + 0.8X_2 - 2.2X_3 - 163.96X_4 + 281.35$$

Данные статистического анализа показали, что применение методов математического статистики для этих целей позволит значительно повысить объективность и достоверность получаемых результатов. Поэтому, определение зависимости плотности ткани по основе и утку, поверхностной плотности ( $\text{г/м}^2$ ), толщины (мм), усадкой (%) и воздухопроницаемостью, построение уравнения регрессии позволяет представить наглядную картину изменения качества тканей в процессе эксплуатации.

**Выводы**

Из вышесказанного можно сделать следующие выводы:

При сравнении результатов, полученных по новой методике и по типичным стандартным методикам, оказалось, что усадка по нашему методу по основе уменьшилась в нескольких образцах: 2.3.5.6.7.9.13.15.16.18.19.22 а в образцах 1.4.5.8.10.11 увеличилась, но такое изменение нельзя назвать ухудшением свойств, так как изменение не велико и зависит не только от условий эксплуатации.

С целью установления закономерностей зависимости указанных параметров полученные результаты обработаны методами математической статистики с применением двухфакторного и многофакторного анализа, что намного облегчит выбор оптимальных условий для получения нужного параметра.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Бузов Г.Г. Лабораторный практикум по материаловедению швейного производства / Г.Г. Бузов – М.:1986. – 250 с.
2. Определение усадки после стирки, авторское право № 2041 / Гинтибидзе Н.Г., Тхелидзе Н.Н. – Тбилиси. – 25.05.2006.– № 5.

*Н.Н. Тхелідзе, Н.Г. Гинтибідзе*

***Математичний аналіз чинників, що впливають на усадку тканин***

*У статті показано, що поліпшення якості текстильних матеріалів залежить від багатьох чинників і вимагає, перш за все, знання властивостей самих текстильних матеріалів, вміння правильно і об'єктивно вимірювати, оцінювати і контролювати показники якості і цілеспрямовано впливати на причини, які погіршують якість продукції. З метою встановлення закономірностей залежності вказаних параметрів, отримані результати оброблені методами математичної статистики із застосуванням двохфакторного і багатфакторного аналізу. Розраховані коефіцієнти рівняння регресій і кореляції, побудовані рівняння регресій як для нормованих, так і натуральних змінних.*

***Ключові слова:*** *тканина, усадка тканин, щільність тканин, якість товарів, повітропроникність тканин*

*N.N. Tkhelidze, N.G. Gintibidze*

***Mathematical analysis of the factors in the shrinkage of tissue influencing***

*In the article is shown that the improvement of textile material quality depends on many factors, and first of all it requires the knowledge of textile material properties, their correct and accurate estimation, objective appreciation and control of their quality parameters, the influence of deteriorative factors on the qualities of the product. For the purpose to establish regulations between abovementioned parameters, obtained results are developed by the method of mathematical statistics with the use of two and multifactor analyses. Coefficients of correlations and coefficients of regression equation are determined. Regression equations both for normalized and for natural variables are constructed.*

***Keywords:*** *fabric, reduction of fabrics, density of fabrics, quality of the goods, air permeability of fabrics*