

Раджабов И. С.,

д.ф.тех., старший преподаватель кафедры «Стандартизация и сертификация», Азербайджанский государственный экономический университет (UNEC), г. Баку, Азербайджанская Республика

Ибрагимова Е. З.,

преподаватель, кафедра «Стандартизация и сертификация», Азербайджанский государственный экономический университет (UNEC), г. Баку, Азербайджанская Республика

УДЛИНЕНИЕ ТКАНЕЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ СИЛ

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы удлинения тканей под действием различных сил, прикладываемых под различными углами относительно нити основы и утка. Установлено, что по заданному углу смещения диагонали и формуле (4) можно определить величину относительного удлинения ячейки с прямоугольными сторонами в направлении действующей силы. С целью установления той же зависимости для реальной ячейки ткани в формулу вводится поправочный коэффициент, изменяющийся в зависимости от угла смещения диагонали и удлинения в направлении действующей силы.

Ключевые слова: ткань, действующая сила, растяжение, удлинение, изгибание.

Rajabov I. S.,

Ph.D., Senior Lecturer of the Department "Standardization and Certification", Azerbaijan State University of Economics, Baku, Republic of Azerbaijan

Ibragimova E. Z.,

Lecturer of the Department "Standardization and Certification", Azerbaijan State University of Economics, Baku, Republic of Azerbaijan

ELONGATION OF FABRICS UNDER ACTION OF VARIOUS FORCES

Abstract. The article deals with the problems of elongation of fabrics under the action of various forces applied at different angles relative to the warp thread and weft thread. It is determined that for a given angle of displacement of the diagonal and formula (4), it is possible to determine the magnitude of the relative elongation of a cell with rectangular sides in the direction of the acting force. In order to establish the same dependence for the real fabric cell, a correction coefficient is introduced into the formula, varying depending on the angle of diagonal displacement and elongation in the direction of the acting force.

Key words: fabric, acting force, stretching, elongation, bending.

Постановка проблемы. В процессе эксплуатации одежды, а также при переработке ткани подвергаются разнообразным механическим воздействиям. Под этими воздействиями ткани растягиваются, изгибаются, испытывают трение. Способности растягиваться, изгибаться, изменяться под действием трения являются основными механическими свойствами тканей. Каждое из этих свойств описывается рядом характеристик:

- растяжение — прочностью на разрыв, разрывным удлинением, выносливостью и др.;

- изгиб — жесткостью, драпируемостью, сминаемостью и др.;

- изменение под действием трения — раздвижкой нитей, осыпаемостью и др.

Изложение основного материала исследования.

Прочность на разрыв. Прочность на разрыв при растяжении ткани определяют по нагрузке, при которой образец ткани разрывается. Эта нагрузка называется разрывной нагрузкой, она является стандартным показателем качества ткани. Различают разрывную нагрузку по основе и разрывную нагрузку по утку [1].

Одновременно с прочностью определяют удлинение ткани, которое называют удлинением при разрыве, или абсолютным разрывным удлинением. Оно показывает приращение длины испытуемого образца ткани в момент разрыва, т. е.

$$L_p = L_k - L_0, \quad (1)$$

где L_p — абсолютное разрывное удлинение, мм;
 L_k — длина образца к моменту разрыва, мм; L_0 — начальная (зажимная) длина образца, мм.

Относительное разрывное удлинение. Относительное разрывное удлинение — это отношение абсолютного разрывного удлинения образца к его начальной зажимной длине, выраженное в %, т. е.

$$E_p = L_p / L_0 \cdot 100. \quad (2)$$

Разрывное удлинение (абсолютное и относительное), так же как и разрывная нагрузка, является стандартным показателем качества [4].

Геометрические размеры тканей. Ткань представляет собой материал сетчатой структуры, поэтому можно считать, что форма ячейки как первичного элемента её строения определяет характер изменения геометрических параметров тканей при их растяжении.

Геометрические размеры тканей изменяются при одноосном растяжении, удлиняясь в направлении приложенной нагрузки, они сокращаются в поперечнике. Особенно резко это проявляется под действием нагрузки, направленной под углом к нитям основы или утка. Такое поведение ткани имеет место, например, в одежде при её носке, где она испытывает деформации растяжения главным образом в диагональных направлениях. На отдельных участках ткань настолько деформируется, что одежда перестаёт соответствовать размерам тела человека, её структура расшатывается, отдельные детали преждевременно изнашиваются и изделие переходит в негодность [2, 3].

Удлинение тканей под действием сил, прикладываемых под различными углами относительно

основы и утка, происходит главным образом вследствие изменения угла между взаимно перпендикулярными системами нитей, в результате которого прямоугольные ячейки тканей превращаются в параллелограммы.

На рис. 1 дано графическое построение изменений геометрических параметров квадратной ячейки, происходящих при её растяжении под углом относительно горизонтальной стороны.

Из точки O описываем дугу AB радиусом, равным длине стороны ячейки и в направлении действующей силы проводим прямую OF , делящую дугу на отрезки AC и CB . Каждый из этих отрезков делим на 5 равных частей и получаем точки $1, 2, 3, 4, 5$ и $1', 2', 3', 4', 5'$. Из точек $2-2', 3-3'$ и т. д. делаем засечки раствором циркуля, равным длине сторон ячейки, и на их пересечении находим точки $2''', 3''$ и т. д. Соединив эти точки, получаем параболу, по которой будут перемещаться крайние точки диагонали при растяжении ячейки под углом.

Для случая растяжения квадратной ячейки под любыми углами соответствующие изменения геометрических параметров могут быть найдены аналогичным способом. В наших опытах были взяты лишь случаи растяжения под углами $\gamma = 15^\circ, 45^\circ, 75^\circ$

Получаемые параболы характеризуются в общем виде следующим уравнением

$$y = a + bx + cx^2, \quad (3)$$

где x и y - координаты параболы a, b, c - коэффициенты, характеризующие параболу, находим из графического построения. После математической

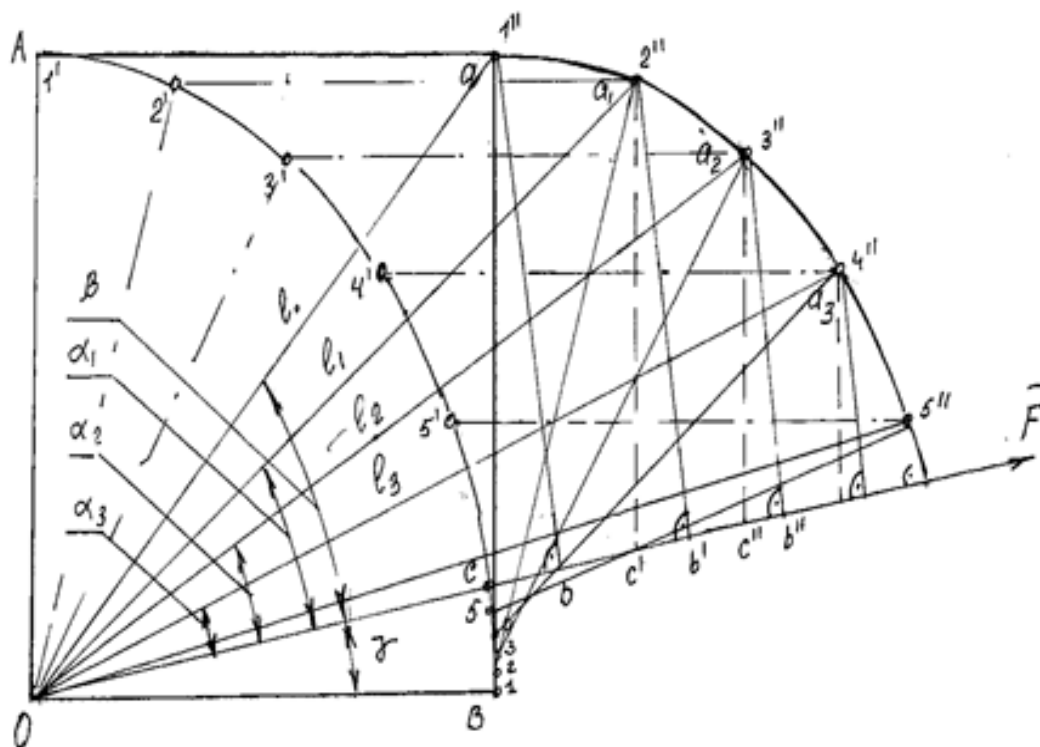


Рис. 1. Графическое построение изменений геометрических параметров квадратной ячейки

обработки графиков изменений формы ячейки (элемент строения ткани) при её растяжении под углами $15^{\circ}, 45^{\circ}, 75^{\circ}$ формула параболы получает следующие значения

$$y(15^{\circ}) = -12,5 + 2,8x - 0,037x^2$$

$$y(45^{\circ}) = -10,7 + 2,3x - 0,026x^2$$

$$y(75^{\circ}) = -127,4 - 42,8x - 1,214x^2$$

Для установления зависимости между относительным удлинением и направлением действующей силы, удлинением диагонали и углом её смещения был использован графоаналитический метод (рис. 1). По мере возрастания усилий диагональ l_0 приобретает длину l_1, l_2, l_3 и т.д. а угол β между ней и действующей силой уменьшается до $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ и т.д. Диагональ в этом случае описывает параболу, на которой отмечаются точки a_1, a_2, a_3 и т.д. Опуская из этих точек перпендикуляры на прямую действующей силы ОФ, получаем ряд прямоугольных треугольников $abc, a'b'c'$ и т.д. подобных треугольнику ОЖБ. Как известно, в подобных треугольниках углы равны между собой. В нашем случае они имеют по одному острому углу в 15° ; соответственно этому угол равен 30° , откуда

$$\sin \beta = \frac{ab}{l_0}; \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{cb}{ab}$$

и следовательно

$$ab = l_0 \cdot \sin \beta, \quad cb = ab \cdot \operatorname{tg} \gamma$$

Первоначальная длина ячейки в направлении действующей силы будет

$$O_c = ab - cb = l_0(\cos \gamma - \sin \beta \cdot \operatorname{tg} \gamma).$$

Определим значение OC' для деформированной ячейки, чтобы установить соответствие полученных изменений длины диагонали и угла её отклонения величине удаления в направлении действующей силы: $OC' = ob' - c'b' = l_1(\cos \alpha_1 - \sin \alpha_1 \cdot \operatorname{tg} \gamma)$.

По общепринятой формуле относительного удлинения ткани для нашего случая получаем

$$\varepsilon = \frac{OC' - OC}{OC} \cdot 100\%$$

Подставляя в данную формулу значения величин и $O_c^{k_1}$ приведённые выше, получаем формулу для ячейки с прямоугольными сторонами, устанавливающую зависимость между относительным удлинением в направлении действующей силы, удлинением диагонали и углом её смещения

$$\varepsilon = \left[\frac{l_1(\cos \alpha - \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \gamma) - l_0(\cos \beta - \sin \beta \cdot \operatorname{tg} \gamma)}{l_0(\cos \beta - \sin \beta \cdot \operatorname{tg} \gamma)} \right] \cdot 100 \quad (4)$$

где ε – относительное удлинение ячейки в %;

l_0 – первоначальная длина диагонали;

l_1 – длина диагонали деформированной ячейки.

Для того, чтобы установить, в какой степени закономерности деформации ячейки могут распространяться на ткань, был проведён массовый эксперимент на образцах полотняного переплетения квадратной или близкой к квадратной структуры.

Методика эксперимента была принята следующая. На образце, вырезанном в форме лопаточки, шириной 50 мм при зажимной длине 100 мм - ткань с большими клеточками ячейками, стороны которой строго совпадали с направлением основных и уточных нитей. Образцы вырезались вдоль основы и утка, а также под углами и 75° относительно нитей основы.

Испытания проводились на разрывной машине РТ - 250, верхние тиски которой были соединены с балочной тензометрического самоизмерения. Измерение деформации осуществлялось с помощью тензометров на иглах, закрепленных вдоль основы утка, и в направлении диагонали утка, и в направлении диагонали ячейки. Изменение углов β, φ_1 , и φ_2 фиксировалось на различных стадиях растяжения с помощью фотоаппарата, прикрепленного на кронштейне к станине разрывной машины и синхронно соединенного к осциллографу. При растяжении образца на 8, 16, и 24 % образца фотографировалось, и этот момент отмечался на пленке осциллографа. Таким образом, углы и удлинения замерялись в момент одинакового относительного удлинения ткани в направлении действующей силы.

Эксперимент показал, что характер кривых, описываемых крайними точками диагоналей ячеек тканей сравнительно близок параболам, описываемым диагоналями ячеек с прямоугольными сторонами.

На основании формулы (4) строятся теоретические кривые, зависимости изменения угла между диагональю и действующей силой и относительным удлинением и направления действующей силы.

После обработки экспериментальных кривых было получено уравнение, характеризующее усреднённую кривую

$$\alpha = \beta - k \cdot \varepsilon, \quad (5)$$

где α - угол между диагональю и действующей силой деформированной ячейки;

β - первоначальный угол между диагональю и действующей силой;

K - коэффициент пропорциональности;

E - относительное удлинение ячейки в направлении действующей силы.

Откуда

$$K = \frac{\beta - \alpha}{\varepsilon}.$$

Таким образом, величина коэффициента K изменяется в зависимости от угла смещения диагонали и удлинения в направлении действующей силы.

В настоящее время конструкторы одежды, не располагая данными в закономерностях изменения геометрических размеров тканей при их растяжении в различных направлениях, ощущают соответствующие трудности при создании одежды, дающей полную свободу движений человеку, в котором ткань на всех участках работала бы в одинаковых

условиях. А между тем объёмная форма одежды может быть создана не только выточками или влажно-тепловой обработкой, но и посредством растяжения ткани по диагонали за счёт изменения угла наклона между нитями основы и утка.

Выводы.

1. При растяжении ткани под различными углами относительно нитей основы и утка деформация ткани в основном подчиняется тем же закономерностям, что и деформация ячейки с прямоугольными сторонами.

2. По заданному углу смещения диагонали и формуле (4) можно определить величину относительного удлинения ячейки с прямоугольными сторонами в направлении действующей силы.

3. Для установления той же зависимости для реальной ячейки ткани в формулу вводится поправочный коэффициент, изменяющийся в зависимости от угла смещения диагонали и удлинения в направлении действующей силы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бухвиц А. В. Влияние жесткости и поперечной усадки полульняных растяжимых тканей на фактуру ее поверхности / А. В. Бухвиц, И. С. Раджабов // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2012. – № 4. – С. 30–33.

2. Бузов Б. А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности. Швейное

производство / Б. А. Бузов, Л. Д. Алыменкова. – МЛ : «Академия», 2004. – 448 с.

3. Способ определения релаксационных свойств материалов при изгибе. Пат. 2422822 РФ / Замышляева В. В., Смирнова Н. А., Лапшин В. В. [и др]. Бюл. № 18. Оpubл. 27.06.2011.

4. Рабинович В. А. Краткий химический справочник / В. А. Рабинович, З. Я. Хавин; [под ред. В. А. Рабиновича]. – [2-е изд., испр. и доп.]. – Л. : Изд-во «Химия», Ленинградское отделение, 1978.

REFERENCES

1. Buhvic, A. V. and Radzhabov, I. S. (2012), Vlijanie zhestkosti i poperechnoj usadki polul'njanyh rastjazhimyh tkaney na fakturu ee poverhnosti, *Izvestija VUZov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti*, №4, s. 30-33.

2. Buzov, B. A. and Alymenkova, L. D. (2004), Materialovedenie v proizvodstve izdelij legkoj promyshlennosti. Shvejnoe proizvodstvo, «Akademija», МЛ, 448 s.

3. Sposob opredelenija relaksacionnyh svojstv materialov pri izgibe. Pat. 2422822 RF. Zamyshljaeva, V. V., Smirnova, N. A., Lapshin, V. V. [i dr]. Bjul. № 18. Opubl. 27.06.2011.

4. Rabinovich, V. A. and Havin, Z. Ja. (1978), Kratkij himicheskij spravochnik, 2 nd ed, Izd-vo «Himija», Leningradskoe otdelenie, L.