

УДК 692

Ишанова В.И. – аспирант

E-mail: veronika_ishanova@mail.ru

Удлер Е.М. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: udler@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Применение электронной фотографии и машинной графики Автокада в тензометрии тентовых материалов

Аннотация

В статье описаны результаты разработки методики бесконтактной тензометрии тентовых материалов, используемой авторами при изучении их формообразующих свойств. Приводятся некоторые способы измерений деформаций аналогичных материалов в смежных отраслях промышленности. Объясняется необходимость иной методики измерений. Описывается процесс проведения испытаний. Представлены алгоритм и результаты испытаний. Приводится сравнение результатов измерений, выполненных с помощью разрабатываемой методики, с результатами контактных методов измерений. Анализируется точность предлагаемой методики измерения. Представляются графические материалы и таблицы с результатами проделанных исследований.

Ключевые слова: тензометрия, метод измерений, точность измерений, тентовые покрытия, раскрой оболочек сложных форм, сетевой угол, формообразующие свойства материалов, чебышевские сети.

Важной характеристикой экспериментального исследования является его достоверность. Получению достоверных результатов способствует правильный выбор методики измерений.

С задачей выбора способа тензометрии пленочно-тканевых материалов авторы встретились в ходе экспериментальных исследований формообразующих свойств тентовых материалов, описанных в статьях [1, 2]. Целью проведенных исследований являлось определение угловых перекосов между нитями армирования материалов при растяжении под углом. Непосредственное измерение углов оказалось весьма сложным ввиду отсутствия надежных инструментов замера малых угловых деформаций на гибких поверхностях тентовых материалов. В связи с этим авторы заменили инструментальные замеры вычислением углов по результатам измерения линейных деформаций материалов при растяжении под углом. Схема (рис. 1) и формула (1) для вычислений углов приводятся ниже.



Рис. 1. Схема определения угловых деформаций по линейным

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{u - t}{u + t}. \quad (1)$$

Замена измерений углов расчетом потребовала выбора метода тензометрии пленочно-тканевых материалов. Схожие задачи решаются в швейной и обувной отраслях промышленности. Вопросам деформации за счет изменений углов между нитями в структуре тканей посвящены работы ряда авторов [3-4]. В швейной промышленности, например, изменения сетевого угла в тканях определяется с точностью до 1° , а значения линейных размеров – с точностью до 0,1 см [5-8]. Такие погрешности измерений не позволяют оценить изменения, происходящие в тентовых материалах, при малых деформациях. Следует отметить, что вследствие гибкости материалов контактные методы замеров деформаций представляют дополнительную сложность их тензометрии.

В связи с выше изложенным, авторы статьи предлагают определять деформации по результатам обработки электронных фотографий средствами машинной графики Автокада. Предлагаемый метод включает в себя два основных этапа: первый – фотографирование образца адекватно установленным электронным фотоаппаратом, второй – обработка выполненных снимков на ЭВМ в программе Автокад.

В целях выявления возможностей предлагаемой методики были проведены сравнительные испытания. Сравнение проводилось с результатами инструментальной тензометрии. Исследовались три типа образцов тентового материала. Они имели одинаковые размеры. На первый образец наносился квадрат со сторонами: 20 мм, на второй – со сторонами 30 мм, на третий – 40 мм. Толщина их линий не превышала 0,1 мм. Стороны квадратов на образцах измерялись контактным методом. Для этих измерений использовался электронный штангенциркуль. Точность такого прибора составляет 0,01 мм. Количество замеров каждого образца – 10. Средние арифметические значения длин сторон (a_{cp} , b_{cp} , c_{cp} , d_{cp}) приняты в качестве истинных размеров исследуемых квадратных областей на образцах. Результаты измерений одного образца представлены в табл. 1.

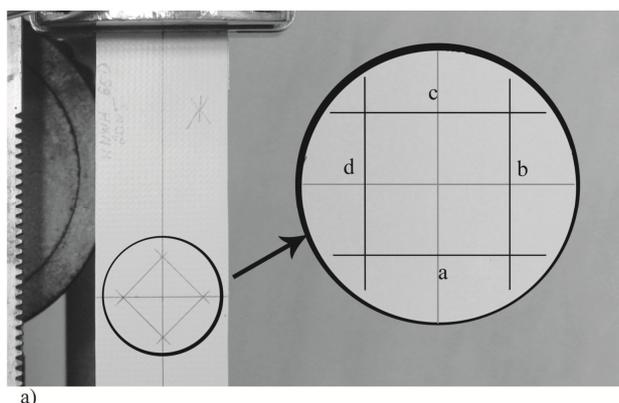
Таблица 1

Результаты контактного метода измерения образцов (для образца 1)

Образец 1											
№ замера	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	среднее значение
a, (мм)	20,04	20,08	20,06	20,04	19,99	19,99	19,99	19,99	19,99	20,03	20,02
b, (мм)	19,98	19,99	20,02	20,00	20,03	20,04	20,00	20,00	20,00	20,02	20,01
c, (мм)	20,01	20,02	20,03	20,05	20,00	20,00	20,02	20,00	20,02	20,03	20,02
d, (мм)	20,01	19,99	20,00	20,00	19,99	19,99	19,99	20,04	20,03	20,02	20,01

При фотофиксации испытываемые образцы поочередно устанавливались в вертикальное положение на расстоянии 800 мм от фокальной плоскости фотоаппарата. Снимки производились фотоаппаратом с разрешением матрицы 1,8 Мп, с кроп-фактором $\times 1,6$ и фокусным расстоянием объектива 50 мм. Настройки фотоаппарата подбирались таким образом, чтобы обеспечить наибольшую четкость снимка (рис. 2а).

Полученные фотографии образцов в формате JPEG импортировались в Автокад для дальнейшей обработки. Проводилась калибровка изображений по заранее известной величине (базису). В качестве базиса принималась средняя величина a_{cp} , (табл. 1). В Автокаде чертился отрезок с длиной, равной базису. По опорным точкам этого отрезка выполнялась команда Автокада «**Выравнивание**» для фотоизображения образца (рис. 2 б, в).



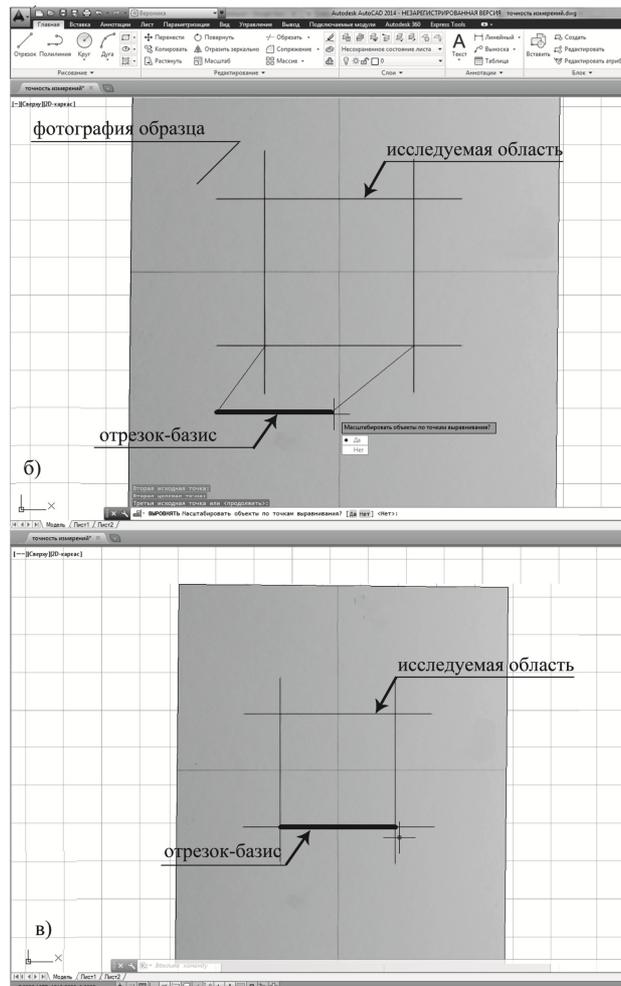


Рис. 2. а – фотография образца (увеличенная часть образца повернута на 45°), б, в – скриншоты, «выравнивание» фотографии по базису в Автокаде

На изображении образца с помощью примитива Автокада «Точка» отмечались оставшиеся два угла исследуемого квадрата. Эти точки соединялись с опорными точками базиса примитивом «Отрезок» (рис. 3). Длины полученных отрезков измерялись с помощью инструмента программы «Параллельный размер». Количество таких циклов для измерения исследуемых величин – 10. Результаты данных измерений для одного образца приведены в табл. 2 (здесь b' , c' , d' – измеряемые параметры, a' совпадает по величине с базисом. Для каждого измеряемого параметра было высчитано среднее арифметическое b'_{cp} , c'_{cp} , d'_{cp} (последний столбец в табл. 2).

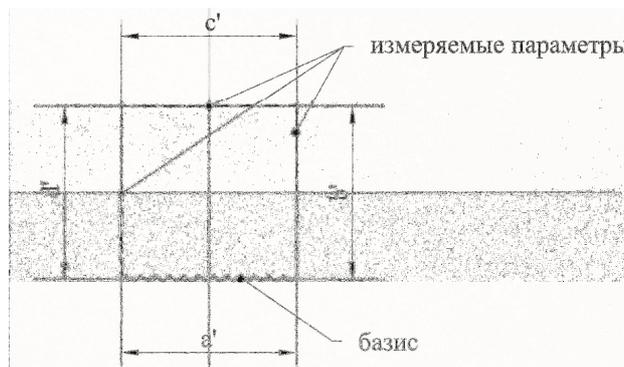


Рис. 3. Схема определения длин сторон по разрабатываемому методу

Таблица 2

**Результаты измерения, выполненные с использованием разрабатываемой методики
(для образца 1)**

Образец 1											
№ замера	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	среднее значение
a'(мм)	20,02	20,02	20,02	20,02	20,02	20,02	20,02	20,02	20,02	20,02	20,02
b'(мм)	20,00	20,01	20,00	20,00	20,03	20,02	20,04	20,00	19,97	20,04	20,01
c'(мм)	20,04	20,03	20,03	20,01	20,02	20,04	20,03	20,03	20,02	20,04	20,03
d'(мм)	19,99	19,99	20,00	19,98	20,02	20,00	19,99	20,00	19,99	20,02	20,00

Для определения точности измерений, выполненных с помощью предлагаемой авторами методики, было произведено их сравнение с результатами, полученными контактным методом. В результате относительная погрешность измерений, вычисленная по формуле (2) для каждого из трех образцов не превысила 0,005 мм (табл. 3):

$$\delta_x = \frac{\Delta x}{x}, \quad (2)$$

где δ_x – относительная погрешность проведенных измерений, Δx – разница между размерами исследуемого квадрата, измеренные контактным методом, и размерами, полученными с помощью предлагаемой методики, x – истинный размер стороны исследуемого квадрата на образце.

Таблица 3

Результаты сравнения измерений

Образец 1			Образец 2			Образец 3		
x_{1cp} , (мм)	x'_{1cp} , (мм)	δ_x	x_{1cp} , (мм)	x'_{1cp} , (мм)	δ_x	x_{1cp} , (мм)	x'_{1cp} , (мм)	δ_x
20,02	20,02	0	30,02	30,02	0	40,03	40,03	0
20,01	20,01	0,0001	30,02	30,04	0,0004	40,01	40,08	0,0017
20,02	20,03	0,0005	30,03	30,05	0,0007	40,02	40,10	0,0018
20,01	20,00	0,0004	30,03	30,00	0,0008	40,02	40,00	0,0003

Стоит отметить, что наиболее точными оказались измерения для образца с меньшей исследуемой областью.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод о пригодности предлагаемой бесконтактной методики определения деформаций тентовых тканей, как обеспечивающей необходимую точность измерений.

Список библиографических ссылок

- Ишанова В.И., Удлер Е.М. Возможности формообразования тентовых материалов // Известия КГАСУ, 2013, № 4 (26). – С. 107-112.
- Ишанова В.И. Некоторые результаты исследования формообразующих свойств тентовых материалов // Труды научного форума «Великие реки», ННГАСУ, 2014.
- Чебышев П.Л. О кройке одежды // Полное собрание сочинений. Том V. – М., 1955. – 220 с.
- Степанов С.Е. О кройке одежды по Чебышеву // Саровский образовательный журнал, № 7, 1988. – С. 122-127.
- ГОСТ 8846-87 Методы определения линейных размеров, перекоса, числа петельных рядов, и петельных столбиков и длины нитей в петле // Государственный комитет по стандартам. – М.
- ГОСТ 14067-91 Материалы текстильные. Метод определения величины перекоса. // Государственный комитет по стандартам. – М.

7. Смирнова Н.А., Иванова О.В., Смирнов А.В., Серикова С.Д., Тугунова Е.И. Способ определения анизотропии драпируемости // Патент РФ № 2255335, 2004.
8. Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Лапшин Ю.В., Шелушкова И.А., Морилова Л.В. Способ определения формовочных свойств текстильных материалов // Патент РФ № 2281499, 2004.

Ishanova V.I. – post-graduate student

E-mail: veronika_ishanova@mail.ru

Udler E.M. – candidate of technical sciences, professor

E-mail: udler@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The use of electronic photography and computer graphics in AutoCAD in strain measurement of awning materials

Resume

This article describes the results of the development of non-contact strain measurement techniques used by the authors in the study of their formative properties. There are some of the ways to measure the deformation of similar materials in related industries. The need for different method of measurement explained. Algorithm and test results are presented. The technique developed by the authors includes two main stages. The first stage – the making images of the sample, the second - processing the pictures on the computer program AutoCAD. The resulting sample photos in JPEG format imported into AutoCAD for further processing. Images on a pre-known value (basis) were calibrated. By using some of the tools in AutoCAD observable quantities have been measured.

Presented comparison of the results of measurements made with the help of the developed methodology with the results of the contact methods of measurement. Contact method of measurement is taken by measuring observable quantities by an electronic caliper. We analyze the accuracy of the proposed method of measurement. Drawings and tables with the result of this investigation was submitted.

Keywords: tent strain measurement, method of measurement, accuracy, awning cover, cutting of complex shaped shells, mesh angle, shaping properties of materials, mesh shells, a network of Chebyshev.

Reference list

1. Ishanova V.I., Udler E.M. The possibility of formation of awning materials // News of the KSUAE, 2013, № 4 (26). – P.107-112
2. Ishanova V.I. Some results of the study of forming properties of awning materials // Works Science Forum «Velikie reki», NNGASU, 2014.
3. Chebyshev P.L. On the cutting of clothes. // Complete Works. Volume V. – M., 1955. – 220 p.
4. Stepanov S.E. On the cutting clothes as Chebyshev // Sorov Educational Journal, № 7, 1988. – P. 122-127.
5. GOST 8846-87 Methods for determination of the linear dimensions, skew, number of rows of hinged and wales and the length of yarn in the loop // State Committee on Standards. – M.
6. GOST 14067-91 Textiles. The method of determining the value of the skew. // State Committee for Standards. – M.
7. Smirnova N.A., Ivanova O.V., Smirnov A.V., Serikova S.D., Tugunova E.I. A method for determining the anisotropy of the drape // RF patent № 2255335, 2004.
8. Lapshin V.V., Smirnova N.A., Lapshin Y.V., Shelushkova I.A., Morilova L.V. A method for determining the molding properties of textile materials // RF patent № 2281499, 2004.