

УДК 677.533: 004.42

**РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОГО МЕТОДА
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ТКАНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СЕТКИ**

**DEVELOPMENT OF A COMPUTER METHOD
OF DEFINITION OF GEOMETRICAL CHARACTERISTICS
OF THE WOVEN METAL GAUZE**

А.А. ТУВИН, Б.Н. ГУСЕВ, Н.А. КУЛИДА, Ю.Г. ФОМИН, Н.В. ЦЕЛОВАЛЬНИКОВА
A.A. TUVIN, B.N. GUSEV, N.A. KULIDA, YU.G. FOMIN, N.V. TSELOVALNIKOVA

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: tuvin@ivgpu.com

Нерешенной проблемой на данном этапе развития металлткацкого производства является информационно-методическое обеспечение операций технического контроля в направлениях определения технологической результативности и эффективности процесса металлткачества и оценки качества продукции на всех этапах производства металлических сеток. На предприятии эту операцию осуществляет служба технического контроля ткацкого производства на основе морально устаревших методов измерения. В современных условиях наиболее интенсивно развиваются компьютерные методы измерения, которые предназначены, в том числе и для измерения показателей качества текстильных полотен (тканых, нетканых, трикотажных). Разработан компьютерный метод оценки определяющих единичных геометрических показателей качества тканой металлической сетки, позволяющий автоматизировать и упростить данную операцию измерения.

Unresolved problem at this stage of the development of metal-production is informational and methodological support for operations, technical control in the areas of determining the technological effectiveness of the process of metal weaving and evaluation of product quality at all stages of production of metal gauzes. In the enterprise this operation is performed by the technical control service of weaving on the basis of outdated measurement methods. In modern conditions the most intensive development of computer measuring methods, which are designed, in particular, to measure the quality of textile fabrics (woven, nonwoven, knitted). The computer method of assessment of the defining single geometrical indicators of quality of the woven metal gauze allowing automating and simplifying this operation of measurement is developed.

Ключевые слова: метод, программа, язык программирования, металлическая сетка, технический контроль, протокол измерений, погрешность.

Keywords: method, program, programming language, metal gauze, technical control, protocol of measurements, error.

В соответствии с алгоритмом определения комплексного показателя качества (КПК) металлической сетки, рассмотренном в [1], на соответствующем этапе необходимо осуществить операцию измерения (определения фактического значения) единичных показателей качества (ЕПК). Как правило, эту операцию осуществляет служба технического контроля ткацкого производства на основе известных методов измерения. Совершенствование самой системы технического контроля предприятия должно осуществляться и в направлении развития методов и средств контроля.

Анализ научно-исследовательских работ в этом направлении показывает, что в современных условиях, в том числе и в текстильной промышленности, наиболее интенсивно развиваются компьютерные методы измерения [2], которые предназначены и для измерения показателей качества текстильных полотен (тканых, нетканых, трикотажных). Ввиду того что металлическая сетка явля-

ется тканым полотном, возможно использование данного подхода для решения проблемы количественного оценивания показателей качества сетки. Поэтому, с учетом [2], сформулируем задачу по разработке компьютерного метода измерения геометрических показателей сетки, и в частности, диаметра нитей основы и утка (X_1 , X_2), плотности сетки по основе и утку (X_3 , X_4), заполнению сетки по основе и утку (X_5 , X_6), поверхностному заполнению (X_7) и поверхностной пористости сетки (X_8).

В качестве объекта для измерения использовали тканую металлическую сетку № 20 нормальной точности с прямоугольными ячейками полотняного переплетения, изготовленную в соответствии с ГОСТом 2715–75 [3], из проволоки – полutomпак Л-80 (ГОСТ 1066–90). В качестве технического средства использовали планшетный сканер марки Scanjet 5300C с разрешающей способностью 1200 пиксель/дюйм и персональный IBM совместимый компьютер.

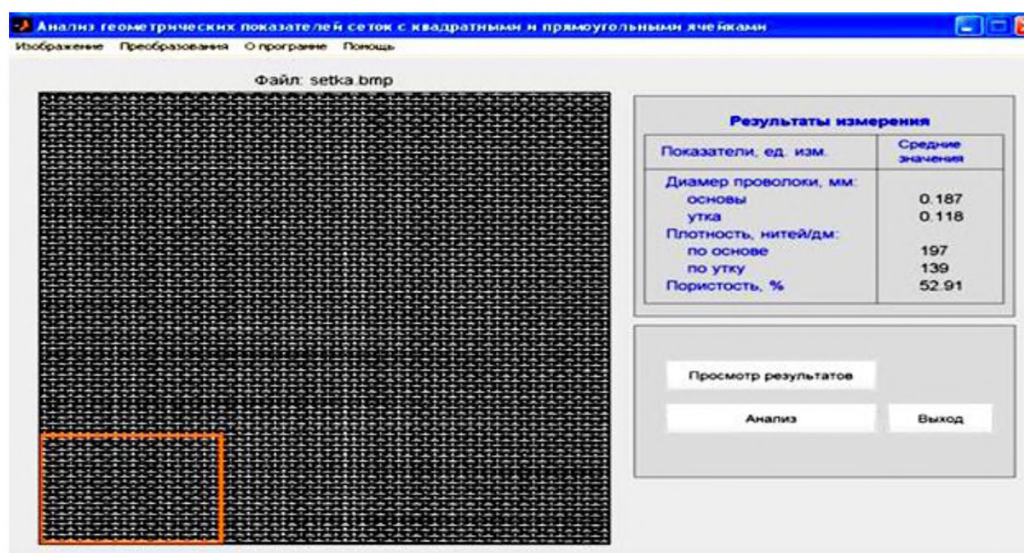


Рис. 1

Подготовка пробы сетки заключалась в вырезании квадрата 10×10 см по направлениям основных и уточных нитей. В дальнейшем данную пробу сканировали в отра-

женном свете, осуществляли синхронизацию изображения систем нитей основы и утка со столбцами и строками матрицы изображения, подбирали оптимальную яр-

кость и контрастность изображения пробы и выводили на экран ЭВМ (рис. 1 – итоговый протокол по оценке показателей геометрических свойств сетки). В итоге сформировали программу для ЭВМ [4] на языке MATLAB 6.5.

В табл. 1 представлен протокол измерений геометрических параметров тканой металлической сетки № 20 нормальной точности с прямоугольными ячейками полотняного переплетения (ГОСТ 2715–75) из проволоки – полутомпак Л-80 (ГОСТ 1066–90)).

Т а б л и ц а 1

Диаметр основы, мм	Диаметр утка, мм	Плотность по основе, нитей/дм	Плотность по утку, нитей/дм	Заполнение по основе, %	Заполнение по утку, %	Поверхностное заполнение, %	Поверхностная пористость, %
0,177	0,119	197,000	139,000	34,832	16,475	45,569	54,431
0,187	0,119	197,000	139,000	36,830	16,521	47,267	52,733
0,178	0,109	197,000	139,000	35,024	15,120	44,849	55,151
0,178	0,110	197,000	139,000	35,064	15,280	44,986	55,014
0,188	0,119	197,000	139,000	37,005	16,561	47,438	52,562
0,173	0,120	197,000	139,000	33,959	16,670	44,968	55,032
0,192	0,114	197,000	139,000	37,722	15,825	47,577	52,423
0,209	0,112	197,000	139,000	41,198	15,541	50,336	49,664
0,184	0,127	197,000	139,000	36,130	17,680	47,422	52,578
0,176	0,125	197,000	139,000	34,543	17,330	45,886	54,114
0,177	0,117	197,000	139,000	34,764	16,229	45,351	54,649
0,191	0,111	197,000	139,000	37,596	15,371	47,188	52,812
0,194	0,127	197,000	139,000	38,137	17,659	49,061	50,939
0,169	0,128	197,000	139,000	33,281	17,847	45,189	54,811
0,188	0,122	197,000	139,000	36,980	16,910	47,637	52,363
0,202	0,114	197,000	139,000	39,829	15,788	49,329	50,671
0,176	0,118	197,000	139,000	34,576	16,370	45,286	54,714
0,191	0,121	197,000	139,000	37,639	16,874	48,162	51,838
0,195	0,112	197,000	139,000	38,394	15,544	47,970	52,030
0,210	0,109	197,000	139,000	41,395	15,126	50,260	49,740
0,187	0,118	197,000	139,000	36,745	16,336	47,086	52,914

Отмечаем, что показатель заполнения сетки по основе и утку определяли на основе выражений [5] в виде:

$$X_5 = E_o = 0,01 d_o P_o, \quad (1)$$

$$X_6 = E_y = 0,01 d_y P_y, \quad (2)$$

где d_o , d_y – диаметры нитей основы и утка в мм; P_o , P_y – число нитей на 100 мм (1 дм) по основе и утку.

Поверхностное заполнение (плотность сетки в соответствии с [6]) вычисляли по формуле:

$$X_7 = E_s = (S_{пор} - S_{пр}) / S_{пр}, \quad (3)$$

где $S_{пор}$ – площадь пор (ячеек) сетки; $S_{пр}$ – площадь всей пробы.

Показатель поверхностной пористости (живое сечение сетки в соответствии с [3]) определяли по формуле:

$$X_8 = R_s = S_{пор} / S_{пр}. \quad (4)$$

Для оценивания показателей качества процесса измерения разработанным компьютерным методом определяли следующие характеристики: воспроизводимость, точность и оперативность. Под воспроизводимостью рассматривали близость друг к другу результатов измерения геометрических показателей, полученных разными методами. Под точностью в соответствии с [7] понимаем качественную характеристику, отражающую близость к нулю погрешности измерения показателей. Оперативность характеризовалась скоростью (временем) получения результатов конкретного измерения базовым и новым методом. В качестве базовых методов измерения использовали традиционные методы измерения, применяемые в производственных условиях. Основные операции базового метода при измерении диаметра состояли в том, что диаметр основы и утка измерялся микрометром. Базовый метод для плотности по основе и утку состоял в подсчитывании ни-

тей визуально в соответствии с методикой испытательной лаборатории производственного предприятия. Остальные показатели определяли по выражениям (1)...(4). В табл. 2 приведены результаты сравнения

значений заполнения (плотности) и пористости (живого сечения) сетки, полученных с использованием базового и компьютерного методов измерения.

Т а б л и ц а 2

Номер образца	Метод измерения X ₇		Отклонение, %	Метод измерения X ₈		Отклонение, %
	базовый	компьютерный		базовый	компьютерный	
1	0,486	0,456	6,58	0,514	0,544	5,51
2	0,460	0,473	2,75	0,540	0,527	2,47
3	0,405	0,448	9,04	0,595	0,552	7,79
4	0,435	0,449	3,12	0,565	0,551	2,54
5	0,451	0,474	4,85	0,549	0,526	4,37
6	0,486	0,450	8,00	0,514	0,550	6,55
7	0,452	0,476	5,04	0,548	0,524	4,58
8	0,477	0,503	5,17	0,523	0,497	5,23
9	0,435	0,474	8,23	0,565	0,526	7,41
10	0,440	0,459	4,14	0,560	0,541	3,51

Анализ результатов, приведенных в табл. 2, показал, что отклонение по показателю воспроизводимости для поверхностного заполнения (плотности сетки) X₇ в среднем составляет 5,7%, отклонение по показателю воспроизводимости поверхностной пористости (живое сечение сетки) X₈ в среднем составляет 5,0%.

Исследования компьютерного и базового методов измерения по показателю точности осуществляли по следующим единичным показателям: диаметр основы и утка, плотность сетки по основе и утку, заполнение по основе и утку, поверхностное заполнение (плотность сетки) и поверхностная пористость (живое сечение сетки).

Методика исследования состояла в том, что показатель точности подсчитывался по выражению:

$$(\overline{\Delta x})_m = \sum_{i=1}^n |\Delta x_i| / n, \quad (5)$$

где Δx_i – погрешность отдельного измерения ($\Delta x_i = (x_i - x_{дейст})$, $x_{дейст} = \sum_{i=1}^{10} x_i / 10$); n – число измерений.

Результаты анализа точности измерения поверхностного заполнения (плотности сетки) базовым и компьютерным методами приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Метод	Δx_1	Δx_2	Δx_3	Δx_4	Δx_5	Δx_6	Δx_7	Δx_8	Δx_9	Δx_{10}	$(\overline{\Delta x})$
Базовый	0,033	0,007	0,048	0,018	0,002	0,033	0,001	0,024	0,018	0,013	0,0197
Компьютерный	0,010	0,007	0,018	0,017	0,008	0,016	0,010	0,037	0,008	0,007	0,0138

Результаты анализа показывают, что разброс по компьютерному методу измерения $((\overline{\Delta x})_к = 0,0138)$ меньше, чем по базовому $((\overline{\Delta x})_б = 0,0197)$ примерно на 30%.

На следующем этапе проводили испытания по показателю оперативности. Сущность испытаний состояла в определении времени, затраченного на измерение исследуемого показателя по базовому и компьютерному методам измерения, по выражению:

дуюемого показателя по базовому и компьютерному методам измерения, по выражению:

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^n t_i / n, \quad t_i = t_{кон} - t_{нач}, \quad (6)$$

где $t_{нач}$ – начальное время отдельного измерения; $t_{кон}$ – конечное время отдельного измерения.

Результаты анализа оперативности измерения поверхностного заполнения (плот-

ности сетки) базовым и компьютерным методами приведены в табл. 4.

Таблица 4

Метод	t ₁ , с	t ₂ , с	t ₃ , с	t ₄ , с	t ₅ , с	t ₆ , с	t ₇ , с	t ₈ , с	t ₉ , с	t ₁₀ , с	\bar{t} , с
Базовый	245	250	290	280	285	300	290	275	280	300	280
Компьютерный	45	50	35	60	55	60	40	30	50	55	50

Анализ данных, приведенных в табл. 4, показывает, что оперативность компьютерного метода измерения показателей геометрических свойств от 5 до 10 раз выше базового.

Таким образом, в результате метрологического исследования разработанного компьютерного метода измерения геометрических показателей сетки можно сделать вывод, что по основным характеристикам (воспроизводимость, точность и оперативность) качества процесса измерения он превосходит базовые методы измерения.

ВЫВОДЫ

При решении задачи совершенствования технического контроля продукции металлостроительного производства с учетом требований нормативно-технической документации разработан компьютерный метод определения показателей геометрических свойств металлостроительной сетки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пирогов Д.А., Тувин А.А., Гусев Б.Н. Комплексная оценка качества тканей металлических сеток // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №1. С.19...23.
2. Коробов Н.А. Развитие теории и практики построения методов измерения характеристик строения текстильных материалов с использованием современных информационных технологий: Дис. ... докт. техн. наук. – М.: МГТУ, 2007.
3. ГОСТ 2715–75. Сетки металлические проволочные. Типы, основные параметры и размеры. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1975.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам № 2011617016. Программа определения

геометрических показателей качества тканой металлической сетки / Н.А. Коробов, Д.А. Пирогов, А.А. Тувин, Б.Н. Гусев.- № 2011615193; заявл. 12.07.2011; зарегистр. 08.09.2011.

5. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия). – М.: Легпромбытиздат, 1992.

6. Киреева А.И., Перескокова В.Ф., Спиридонов Г.П. Металлоткачество. – Л.: Госэнергоиздат, 1957.

7. Селиванов М.Н., Фридман А.Э., Кудряшов Ж.Д. Качество измерений: метрологическая справочная книга. – Л.: Лениздат, 1987.

REFERENCES

1. Pirogov D.A., Tuvin A.A., Gusev B.N. Kompleksnaja ocenka kachestva tkanyh metallicheskih setok // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №1. S.19...23.
 2. Korobov N.A. Razvitie teorii i praktiki postroenija metodov izmerenija harakteristik stroenija tekstil'nyh materialov s ispol'zovaniem sovremennyh informacionnyh tehnologij: Dis. ... dokt. tehn. nauk. – M.: MG TU, 2007.
 3. GOST 2715–75. Setki metallicheskie provolochnye. Tipy, osnovnye parametry i razmery. Tehnicheskie uslovija. – M.: Izd-vo standartov, 1975.
 4. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM v Federal'noj sluzhbe po intelektual'noj sobstvennosti, patentam i tovarnym znakam № 2011617016. Programma opredelenija geometricheskikh pokazatelej kachestva tkanoj metallicheskoj setki / N.A. Korobov, D.A. Pirogov, A.A. Tuvin, B.N. Gusev.- № 2011615193; zajavl. 12.07.2011; zaregistr. 08.09.2011.
 5. Kukin G.N., Solov'ev A.N., Kobljakov A.I. Tekstil'noe materialovedenie (tekstil'nye polotna i izdelija). – M.: Legprombytizdat, 1992.
 6. Kireeva A.I., Pereskokova V.F., Spiridonov G.P. Metallotkachestvo. – L.: Gosjenergoizdat, 1957.
 7. Selivanov M.N., Fridman A.Je., Kudrjashov Zh.D. Kachestvo izmerenij: metrologicheskaja spravocchnaja kniga. – L.: Lenizdat, 1987.
- Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования. Поступила 04.02.17.