

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
НЕТКАНЫХ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН**

**PREDICTION OF REGULATORY VALUES
QUALITY INDICATORS OF
NON-WOVEN GEOTEXTILE FABRICS**

М.А. ЛЫСОВА, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, Т.О. ГОЙС, Б.Н. ГУСЕВ
M.A. LYSOVA, N.A. GRUZINTSEVA, T.O. GOIS, B.N. GUSEV

(Ивановский государственный химико-технологический университет,
Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State University of Chemistry and Technology,
Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: lysova7@yandex.ru; mtsm@ivgpu.com

В работе рассматривается проблема совершенствования нормативного обеспечения при оценке качества нетканых геотекстильных полотен в направлении уточнения нормативных значений основополагающих единичных показателей качества при проектировании и постановки на производство нового ассортимента текстильной продукции. В качестве исходных нормативных значений показателей качества используются данные при выработке предыдущего ассортимента текстильной продукции, где в дальнейшем методами экстраполяции определяются нормативные значения показателей качества при выработке нового ассортимента текстильной продукции без необходимости проведения дополнительных измерительных процедур на испытательном оборудовании.

The article deals with the problem of improving the regulatory support for assessing the quality of non-woven geotextile fabrics in the direction of clarifying the standard values of the main unified quality indicators in the design and production of a new range of textile products. Data from the development of the previous range of textile products are used as the initial standard values of quality indicators, where further standard values of quality indicators are determined by extrapolation methods when developing a new range of textile products without the need for additional measurement procedures on test equipment.

Ключевые слова: геотекстильные полотна, показатели качества, нормативные значения.

Keywords: geotextile fabrics, quality indicators, normative values.

Введение

В современных условиях объективная необходимость повышения уровня качества потребительской продукции обусловлена тем, что, во-первых, качество продукции становится одним из решающих факторов повышения эффективности произ-

водства и интенсивного развития экономики в целом. Во-вторых, качество является одним из важнейших факторов конкурентоспособности продукции в условиях постоянной борьбы за рынки ее сбыта [1...3].

Показатели качества (технические характеристики) производимой предприятием продукции содержатся в технических условиях на данную продукцию, которые, чаще всего, представлены соответствующим стандартом организации. В этом же документе указаны нормативные значения показателей качества, обеспечивающие требуемый уровень качества продукции.

Для реализации производимой продукции предприятие должно постоянно расширять или обновлять ее ассортимент и, следовательно, корректировать установленные ранее нормативные значения показателей качества для поддержания конкурентоспособности продукции.

Научные и методические основы установления конкурентоспособных нормативных значений показателей качества производимой текстильной продукции постоянно совершенствуются [4], [5] и зависят от вида материала, способа его производства, весомости отдельно взятого показателя качества в комплексной оценке [6...8] и других факторов. Одним из дополнительных путей проведения этой работы может быть прогнозирование нормативных значений путем экстраполяции уже имеющихся на предприятии данных, для чего необходимо разработать соответствующую методику.

Методы исследования

При проведении исследований воспользовались базой данных по имеющимся нормативным значениям определяющих показателей качества нетканого геотекстильного материала торговой марки "ЭМИТЕКС", выработанного иглопробивным способом с применением полиэфирных волокон и производимого предприятием ООО "ЭМИЛИ Групп" (г. Москва), а именно по показателям прочности при испытании материала на растяжение [9]. При аналитическом исследовании решаемой проблемы воспользовались методом экстраполяции исходных данных [10].

Результаты и обсуждения

Предприятие производит широкий ассортимент нетканых материалов различной поверхностной плотности, по которым в технических условиях на определенный вид материала установлены нормативные значения по определяющим единичным показателям качества. Для класса геотекстильных полотен, вырабатываемых на предприятии из химических (полиэфирных) волокон, также установлены соответствующие нормативные значения по показателям качества, которые для характеристик прочности при деформации на растяжение приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Показатель качества	Поверхностная плотность, кг/м ²					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Прочность при растяжении в продольном направлении, кН/м ²	1,5	3,0	4,8	7,0	9,8	13,1
Прочность при растяжении в поперечном направлении, кН/м ²	2,1	4,2	7,5	11,0	14,3	18,0

П р и м е ч а н и е. Для данного показателя качества приведены минимально допустимые нормативные значения.

Для установления промежуточных значений по показателям прочности в интервалах уже известных нормативных значений поверхностной плотности, а также за их пределами по минимальному и максимальному значениям, воспользуемся методом экстраполяции исходных данных [10], а именно между поверхностной плотностью (x) и прочностью при растяжении нетканого геотекстильного материала в продоль-

ном (поперечном) направлении (y). Первоначально рассмотрим случай прогнозирования нормативных значений, которые не входят в диапазон имеющихся значений.

Пусть в точках x_0, x_1, \dots, x_n таких, что $a \leq x_0 < \dots < x_n \leq b$, известны значения функции $y=f(x)$. Удобным методом экстраполирования является полином Ньютона [10]:

$$P_n(x) = y_0 + \frac{\Delta y_0}{h}(x - x_0) + \frac{\Delta^2 y_0}{2! \cdot h^2}(x - x_0)(x - x_1) + \frac{\Delta^3 y_0}{3! \cdot h^3}(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) + \frac{\Delta^4 y_0}{4! \cdot h^4}(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3) + \dots + \frac{\Delta^n y_0}{n! \cdot h^n}(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{n-1}), \quad (1)$$

где $h = x_{i+1} - x_i$ – выбранный шаг; $\Delta^k y_i = \Delta^{k-1} y_{i+1} - \Delta^{k-1} y_i$ – конечная разность k -го порядка.

Предположим, что прочность при деформации растяжения в продольном направлении (y) исследуемого материала функционально зависит от его поверхностной плотности (x), и эта зависимость задана

рядом числовых значений (табл. 1). Определим значение прочности при деформации растяжения в продольном направлении при условии, если поверхностная плотность равна $x = 0,05 \text{ кг/м}^2$ (меньше нижнего предела). Для этого рассчитаем конечные разности по формуле $\Delta^k y_i = \Delta^{k-1} y_i - \Delta^{k-1} y_{i-1}$ и поместим их в табл. 2.

Таблица 2

i	x_i	y_i	Δy_i	$\Delta^2 y_i$	$\Delta^3 y_i$	$\Delta^4 y_i$	$\Delta^5 y_i$
0	0,1	1,5	1,5	0,3	0,1	0,1	-0,4
1	0,2	3,0	1,8	0,4	0,2	-0,3	
2	0,3	4,8	2,2	0,6	-0,1		
3	0,4	7,0	2,8	0,5			
4	0,5	9,8	3,3				
5	0,6	13,1					

Построим полином Ньютона четвертой степени, т. е. в формуле (1) полагаем, что $n = 4$. Все вычисления производим в про-

граммном пакете MathCad (рис. 1), где в итоге получаем полином в виде:

$$P_4(x) = 41,67x^4 - 25,00x^3 + 19,58x^2 + 10,25x + 0,30.$$

Тогда при заданной поверхностной плотности $x = 0,05 \text{ кг/м}^2$ прочность y при де-

формации растяжения в продольном направлении равна $y = 0,9 \text{ кН/м}^2$.

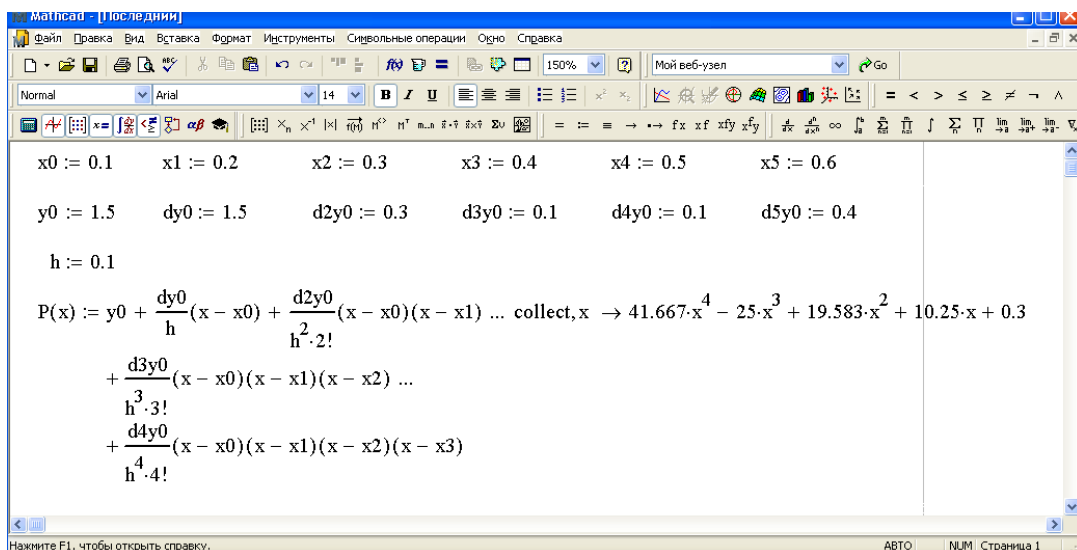


Рис. 1

Для оценки погрешности полученного результата в данной точке воспользуемся выражением:

$$R_n(x') \leq \frac{\Pi_{n+1}(x') |\Delta^{n+1} y_0|}{h^{n+1} (n+1)!}, \quad (2)$$

$$\Pi_5(x') = (0,1 - 0,05)(0,2 - 0,05)(0,3 - 0,05)(0,4 - 0,05)(0,5 - 0,05) = 0,00029531;$$

$$R_4(x') \leq \frac{0,00029531 \cdot 0,4}{0,1^5 \cdot 5!} = 0,098 \leq 0,1, \text{ т.е.}$$

метод экстраполяции исходных данных для выбранного диапазона позволяет устанавливать значения прочности при деформации растяжения в продольном направлении с абсолютной погрешностью порядка 0,1 кН/м² (относительной погрешностью порядка 10 %), что является вполне приемлемым результатом при решении задачи прогнозирования неизвестных нормативных значений.

Аналогично определим прочность при деформации растяжения в продольном направлении при условии, если поверхностная плотность $x = 0,65 \text{ кг/м}^2$ (большее верхнего предела), а также в текущих интервалах исследуемого диапазона норма-

где $\Pi_{n+1}(x') = (x_0 - x')(x_1 - x') \cdot \dots \cdot (x_n - x')$.

В результате получаем:

тивных значений поверхностной плотности нетканого геотекстильного материала. При заданной поверхностной плотности $x = 0,65 \text{ кг/м}^2$ прочность y при деформации растяжения в продольном направлении равна $y = 17,8 \text{ кН/м}^2$.

В табл. 3 представлены расчетные (прогнозируемые (П)) и фактические (Ф) нормативные значения показателей прочности, которые указаны в соответствующих технических условиях на рассматриваемый геотекстильный материал. Их анализ показывает, что отдельные фактические нормативные значения могут быть скорректированы в соответствии с расчетными значениями. При этом могут быть учтены особенности строения и свойства самих геотекстильных материалов [11], [12].

Т а б л и ц а 3

Показатель качества	Поверхностная плотность, кг/м ²									
	0,15		0,25		0,35		0,45		0,55	
	П	Ф	П	Ф	П	Ф	П	Ф	П	Ф
Прочность при растяжении в продольном направлении, кН/м ²	2,2	1,9	3,8	3,6	5,8	5,5	8,3	10,0	11,5	13,5
Прочность при растяжении в поперечном направлении, кН/м ²	2,9	2,5	5,7	5,9	9,2	9,6	12,7	13,0	15,9	17,0

Примечание. П – прогнозируемое значение; Ф – фактическое значение.

В Ы В О Д Ы

Для повышения конкурентоспособности и реализуемости производимой продукции текстильные предприятия должны постоянно расширять или обновлять ее ассортимент и при этом поддерживать соответствующий уровень качества текстильной

продукции. Основные мероприятия по обеспечению качества продукции прописаны в документах системы менеджмента (технического контроля) качества предприятия, которые должны постоянно пополняться новыми методиками, разрабатываемыми на основе соответствующих научных исследований.

В направлении решаемой проблемы обеспечения нормативных значений показателей качества нетканых геотекстильных материалов при формировании нового ассортимента изделий предложена и исследована методика с применением методов экстраполяции для прогнозирования их значений на основе прежней ассортиментной линейки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тавер Е.И. Качество как объект управления // Методы менеджмента качества. – 2012, №12. С.12...19.
2. Леонович Д.С., Егорова М.С. Особенности оценки качества научно-технической продукции // Молодой ученый. – 2015, № 11.4. С. 149...152.
3. Кирюхин С.М., Плеханова С.В. Особенности оценки качества текстильных материалов // Дизайн и технологии. – 2017, № 60. С. 61...69.
4. Цыбышева А.А., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н. Организация нормирования показателей связности нитей при производстве строительных геосинтетических материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №3. С. 300...302.
5. Лысова М.А., Грузинцева Н.А., Кусенкова А.А., Гусев Б.Н. Установление нормативного значения для показателей прочности геосинтетических полотен на основе оценки параметров распределения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №2. С. 54...57.
6. Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Малайко Е.Н. Комплексная оценка механических свойств мебельных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 6. С. 12...15.
7. Чагина Л.Л., Рыжов Е.С. Формирование номенклатуры свойств материалов, определяющих качество тентов для водного транспорта // Технологии и качество. – 2018, № 1. С. 8...12.
8. Оморова М.З., Чагина Л.Л., Груздева А.П. Комплексная оценка качества тентовых материалов // Технологии и качество. – 2020, № 2(48). С. 3...7.
9. <https://emiligroup.ru/product-category/geotekstil-2/geotekstil/> (дата обращения: 10.03.2022).
10. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. – М.: Высшая школа, 2005.
11. Stolyarov O., Quadflieg T., Gries T. Effects of fabric structures on the tensile properties of warp-knitted fabrics used as concrete reinforcements // Textile Research Journal. – 2015, №2. P.1934...1945.
12. Логинова И.И., Артамонова Д.А., Столяров О.Н., Мельников Б.Е. Влияние структуры на вязкоупругие свойства геосинтетических материалов // Инженерно-строительный журнал. – 2015, №4. С.11...18.
1. Tawer E.I. Quality as a management object // Methods of quality management. – 2012, №12. P.12...19.
2. Leonovich D.S., Egorova M.S. Features of quality assessment of scientific and technical products // Young scientist. – 2015, № 11.4. P. 149...152.
3. Kiryukhin S. M., Plekhanova S. V. Features of quality assessment of textile materials // Design and technologies. – 2017, № 60. P. 61...69.
4. Tsybysheva A.A., Gruzintseva N.A., Gusev B.N. Organization of normalization of thread connectivity indicators in the production of construction geosynthetic materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2016, №3. P. 300...302.
5. Lysova M.A., Gruzintseva M.A., Kusenкова A.A., Gusev B.N. Establishment of a normative value for strength indicators of geosynthetic webs based on the evaluation of distribution parameters // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, № 2. P. 54...57.
6. Shustov Yu. S., Kurdenkova A.V., Malyavko E.N. Comprehensive assessment of mechanical properties of furniture fabrics // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2011, № 6. P. 12...15.
7. Chagina L. L., Ryzhov E. S. Formation of the nomenclature of the properties of materials that determine the quality of awnings for water transport // Technology and quality. – 2018, № 1. P. 8...12.
8. Omirova M. Z., Chagina L. L., Gruzdeva A. P. Comprehensive assessment of the quality of tent materials // Technologies and quality. – 2020, № 2(48). P.3...7.
9. <https://emiligroup.ru/product-category/geotekstil-2/geotekstil/> (date of address: 10.03.2022)).
10. Verzhbitsky V.M. Fundamentals of numerical methods: textbook for universities. – M.: Higher School, 2005.
11. Stolyarov O. Effects of fabric structures on the tense properties of warp-knitted fabrics used as concrete reinforcements / O. Stolyarov, T. Quadflieg, T. Gries // Textile Research Journal. – 2015, №2. P.1934...1945.
12. Loginova I.I., Artamonova D.A., Stolyarov O.N., Melnikov B.E. Influence of structure on viscoelastic properties of geosynthetic materials // Engineering and Construction Journal. – 2015, №4. P.11...18.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения, метрологии и стандартизации ИВГПУ. Поступила 15.04.22.