

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБУЕМОГО УРОВНЯ КАЧЕСТВА
ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА***

**ENSURING THE REQUIRED LEVEL OF QUALITY
OF GEOTEXTILES FOR ROAD CONSTRUCTION**

Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, М.А. ЛЫСОВА, Т.В. МОСКВИТИНА, Б.Н. ГУСЕВ
N.A. GRUZINTSEVA, M.A. LYSOVA, T.V. MOSKVITINA, B.N. GUSEV

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: ttp@ivgpu.com

В статье с помощью метода определения компетентности экспертов и обобщенной оценки объектов предложена методика по проектированию требуемого уровня качества геотекстильных материалов.

In the article by means of method of determination of competence of experts and generalized estimation of objects methodology offers on planning of the required level of quality of geotextiles.

Ключевые слова: качество, геотекстильные материалы, дорожное строительство, проектирование, методика оценки, комплексный показатель.

Keywords: quality, geotextiles, travelling building, planning, methodology of estimation, complex index.

Необходимость строительства и ремонта отечественных автомобильных дорог ставит ряд стратегических задач, среди которых одной из важнейших является проблема использования качественных дорожно-строительных материалов. К числу таких материалов можно отнести геотекстильные полотна, которые широко используются в практике мирового строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог. Кроме того, актуальность проводимых исследований объясняется предстоящим строительством в Ивановской области комбината по производству полиэтилентерефталата (ПЭТФ) текстильного назначения с полным производственным

циклом и необходимостью расширения ассортимента выпускаемых изделий.

Отмечаем, что в настоящее время существуют только методики по оценке качества геотекстильных материалов [1], но для производителей геотекстильной продукции необходимо обеспечить требуемый уровень качества на всех этапах их производства, а для этого необходимы соответствующие средства проектирования (прогнозирования) качества продукции.

Для разработки данной методики в качестве объекта исследования выбран геосинтетический материал с торговым названием "Дорнит", основные характеристики которого согласно классификации [2] представлены в табл. 1.

* Статья подготовлена в рамках выполнения проектной части госзадания №11.1898.2014/К Минобрнауки России.

Т а б л и ц а 1

№	Классификационный признак	Характеристика полотна "Дорнит"
1	Вид полотна	Нетканое
2	Вид сырья	Полипропиленовое Полиэфирное
3	Плотность	250 г/м ²
4	Технология производства	Термоскрепленное Сухое холстоформирование
5	Область применения	Дорожное строительство Ландшафтный дизайн
6	Функциональное назначение	Разделение слоев дорожных конструкций Армирование (усиление дорожных конструкций) Фильтрация Дренаж

На первом этапе исследования для выявления наиболее значимых показателей качества геотекстильных материалов проводили опрос специалистов в области дорожного строительства, работающих на кафедре автомобильных дорог ИВГПУ. Эксперты оценивали значимость свойств (качественных характеристик) по шкале

порядка от 1 до 12, где оценка 12 соответствовала наиболее значимому показателю. Использование на первом этапе качественных характеристик (свойств) позволяло в какой-то мере уравнивать квалификацию экспертов и повысить достоверность их оценок (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Свойства		Эксперты (Э)						
		Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6	Э7
Дефектность	X ₁	5	3	1	2	1	2	8
Ширина	X ₂	6	8	2	9	3	5	7
Толщина	X ₃	11	12	3	11	7	7	7
Плотность (поверхностная плотность)	X ₄	11	11	10	10	7	8	12
Фильтрующая способность	X ₅	12	12	9	12	10	11	12
Прочность на разрыв	X ₆	12	12	12	12	10	11	12
Деформация (удлинение)	X ₇	8	6	11	8	11	11	5
Изотропность	X ₈	9	8	6	9	10	10	11
Водопроницаемость (капиллярность)	X ₉	12	12	8	11	12	12	11
Водопоглощаемость	X ₁₀	10	9	7	7	11	11	5
Теплостойкость	X ₁₁	7	5	5	3	8	9	5
Морозостойкость	X ₁₂	7	5	4	4	9	8	5

В дальнейшем воспользовались методом определения компетентности экспертов и обобщенной оценки объектов [3]. Для этого обозначим через $A = (a_{ij})$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$, где n – количество оцениваемых показателей; m – количество экспертов; a_{ij} – оценка i -го свойства j -м экспертом.

Вычислим матрицу $C = A^T \cdot A$, где A^T – матрица, транспонированная к матрице A . Коэффициенты компетентности экспертов – это есть компоненты собственно-

го вектора матрицы C , соответствующего максимальному собственному значению этой матрицы:

$$C\bar{\omega} = \lambda_C \bar{\omega}, \quad \sum_{j=1}^m \omega_j = 1, \quad (1)$$

где λ_C – максимальное собственное значение матрицы C ; $\bar{\omega}$ – собственный вектор матрицы C , соответствующий собственному значению λ_C и условию нормировки.

Для нахождения собственного вектора $\bar{\omega}$ матрицы C предварительно вычисляли вектор:

$$c = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \dots \\ c_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sqrt[n]{c_{11}c_{12}\dots c_{1n}} \\ \sqrt[n]{c_{21}c_{22}\dots c_{2n}} \\ \dots \\ \sqrt[n]{c_{n1}c_{n2}\dots c_{nn}} \end{pmatrix}.$$

Тогда собственный вектор матрицы C , соответствующий максимальному собственному значению и условию нормировки, приближенно равен следующему вектору:

$$C^T = \begin{pmatrix} \frac{c_1}{\sum_{i=1}^n c_i} & \frac{c_2}{\sum_{i=1}^n c_i} & \dots & \frac{c_n}{\sum_{i=1}^n c_i} \end{pmatrix}.$$

Собственный вектор матрицы C (коэффициенты компетентности экспертов): $\bar{\omega} = (0,16 \ 0,15 \ 0,12 \ 0,14 \ 0,14 \ 0,15 \ 0,14)$.

На следующем этапе построили матрицы ранжировок экспертов:

$$Y^j = (y_{ik}^j), \quad j = \overline{1,7}, \quad i, k = \overline{1,12},$$

$$\text{где } y_{ik}^j = \begin{cases} 1, & \text{если } a_{ij} \geq a_{ik}, \\ 0, & \text{если } a_{ij} < a_{ik}, \end{cases} \quad a_{ij}, a_{ik} - \text{ранги,}$$

присваиваемые j -м экспертом i -му и k -му признакам.

Обобщенную ранжировку показателей с учетом компетентности экспертов определяли по формуле:

$$y_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{если } p_{ij} \geq \frac{1}{2}, \\ 0, & \text{если } p_{ij} < \frac{1}{2}, \end{cases}$$

где $p_{ik} = \sum_{j=1}^m \omega_j y_{ik}^j$ – вероятность того, что

i -й объект предпочтительнее k -го объекта.

В дальнейшем на основе обобщенной матрицы подсчитывали количество положительных элементов в каждой строке, где итоговая оценка представлена в табл. 3.

Таким образом, показатели (свойства) располагаются в следующем порядке (начиная с наиболее значимых):

$$(X_5 = X_6) > X_9 > X_4 > X_3 > \\ > (X_8 = X_{10}) > X_7 > X_{11} > X_{12} > X_2 > X_1.$$

Определенные числовые значения нормированной и приведенной весомостей свойств приведены в табл.3.

Таблица 3

Показатели	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
Итоговая оценка	1	2	7	8	12	12	9	5	10	5	4	3
Исправленная оценка	1	2	7	8	11,5	11,5	9	5,5	10	5,5	4	3
Нормированная весомость	0,01	0,03	0,09	0,10	0,15	0,15	0,12	0,07	0,13	0,07	0,05	0,03
Весомость, приведенная к условию $\sum_{i=1}^n \alpha = 1$	-	-	0,12	0,14	0,20	0,20	0,16	-	0,18	-	-	-

Коэффициент конкордации (W) находили по методике [4]. В результате его значение соответствовало $W = 0,66$, что свидетельствует о хорошей согласованности мнений экспертов.

Для установления требуемого уровня качества исследуемого геотекстильного материала на следующем этапе осуществляли переход от качественных характеристик (свойств) к количественным (показа-

телям качества). В научной литературе нередко смешивают данные характеристики и в соответствующих технических условиях наименования их могут совпадать. Поэтому в табл. 4 приведены наименования наиболее значимых количественных показателей свойств, которым в дальнейшем

присвоен статус показателей качества. Кроме этого, в случае отражения отдельного свойства вместо одного показателя качества двумя (тремя) показателями качества, необходимо осуществить корректировку коэффициентов весомостей.

Т а б л и ц а 4

Кодированное обозначение свойства	Показатели качества (количественный показатель свойства), ед. изм.	Откорректированный коэффициент весомости	Значение показателя качества	
			нормативное	требуемое
X ₃	Показатель толщины, мм	0,12	2,0	2,2
X ₄	Поверхностная плотность, г/м ²	0,14	243	257
X ₅	Коэффициент фильтрации в плоскости полотна, м/сут	0,10	130	130
	Коэффициент фильтрации в нормативной плоскости полотна, м/сут	0,10	130	130
X ₆	Разрывная нагрузка в продольном направлении, кН/м	0,10	280±8	300
	Разрывная нагрузка в поперечном направлении, кН/м	0,10	380±13	400
X ₇	Условный модуль деформации в продольном направлении, кН/м	0,08	71	85
	Условный модуль деформации в поперечном направлении, кН/м	0,08	60	71
X ₉	Показатель водопроницаемости в нормальной плоскости полотна, м/сут	0,18	20	20

Далее осуществляли проверочный расчет полученного уровня качества по методике [5]. В результате имели:

$$Q = 0,94 \text{ при } Q_{\max} = 1,00.$$

В случае неудовлетворенности уровнем качества геотекстильного материала необходимо внести корректирующие действия в технологию его производства.

ВЫВОДЫ

Предложена методика по проектированию требуемого уровня качества геотекстильных материалов на основе использования опыта специалистов в области дорожного строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шустов Ю.С. Основы научных исследований свойств текстильных материалов. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2012.
2. Гойс Т.О., Матрохин А.Ю. Совершенствование системы классификации геосинтетических материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 6.
3. Павлов А.Н., Соколов Б.В. Методы обработки экспертной информации. – СПб.: ГУАП, 2005.
4. Соловьев А.Н., Кирюхин С.М. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
5. Грузинцева Н.А., Овчинников А.А., Лысова М.А., Гусев Б.Н. Совершенствование номенклатуры показателей и оценки качества геотекстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №3. С.28...32.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения, стандартизации и метрологии Текстильного института ИВГПУ. Поступила 27.12.14.