

**РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА
ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

**DEVELOPMENT OF METHODOLOGY OF DESIGNING AND EVALUATING QUALITY
OF GEOSYNTHETIC MATERIALS**

Б.Н. Гусев¹, Н.А. Грузинцева¹, М.А. Лысова²
B.N. Gusev¹, N.A. Gruzinceva¹, M.A. Lysova²

¹Ивановский государственный политехнический университет

²Ивановский государственный химико-технологический университет

¹Ivanovo State Polytechnic University

²Ivanovo State University of Chemistry and Technology

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

В статье рассматривается методология проектирования и оценивания качества геосинтетических материалов, применяемых в различных областях строительной индустрии. Использование данной методологии позволяет обеспечить соответствующий уровень конкурентоспособности производимой продукции.

Ключевые слова: геосинтетические материалы, качество, проектирование и оценивание.

The article deals with methodology of designing and evaluating the quality of geosynthetic materials used in various areas of the construction industry. Use of this methodology allows to provide the corresponding level of competitiveness of the made production.

Key words: geosynthetic materials, quality, design and evaluation.

Современное промышленное производство формирует свою продукцию в условиях жесткой конкуренции, характерной для рыночной экономики. Основной составляющей конкурентоспособности продукции является её качество. Требования к качеству продукции определяются через системы менеджмента качества предприятий, которые создаются на основе реализации международных стандартов ИСО серии 9001 [1]. В этих стандартах в соответствии с жизненным циклом продукции выделены основные процессы обеспечения её качества: планирование; проектирование; производство; контроль качества (выходной контроль) и т.д. Таким образом, для обеспечения требуемого уровня качества производимой продукции на начальном этапе важную роль играют процессы проектирования (прогнозирования) качества, а на финальной стадии производства продукции оценка фактического уровня её качества.

Наиболее распространенным подходом в проектировании качества промышленной продукции является метод [2], [3], отражающий "Развертывание Функции Качества" (Quality Function Deployment – QFD). Основные операции методологии QFD связаны с необходимостью выявления требований потребителей к качеству продукции, перевода требований потребителей в количественные характеристики (показатели) продукции, установления необходимых нормативных (базовых) значений показателей качества продукции. Используемый метод проектирования имеет определенные недостатки, связанные с тем, что, во-первых, потребители не владеют информацией о свойствах продукции и раскрывают свои суждения в абстрактных понятиях, отличающихся от установленной номенклатуры единичных показателей качества (ЕПК), которая в каждом отдельном случае для соответствующих объектов должна быть уточнена. Во-вторых, требуется комплексная оценка качества проектируемой продукции, необходимая для подтверждения достигнутого уровня качества.

В работе предложен другой подход в проектировании качества геосинтетической продукции, основанный на анализе функций выполняемой этим изделием в конкретной строительной конструкции.

В качестве объекта исследования выбрано геосинтетическое тканое полотно (ГСТП), произведённое из полиэфирных нитей на предприятии ООО «Ультростаб» (Ивановская область) и предназначенное для строительства автомобильных дорог.

Согласно [4], для геосинтетических тканых полотен, применяемых в дорожном строительстве, основными функциями являются армирование, разделение и защита. В табл. 1 представлена взаимосвязь выделенных функций ГСТП с возможными видами технологического воздействия на него при эксплуатации строительного объекта.

Таблица 1

Определение взаимосвязи выполняемых функций ГСТП в дорожном полотне на его технологическое воздействие

Выполняемая функция материала	Вид технологического воздействия								
	Усилие на растяжение	Усилие на изгиб	Усилие на продавливание	Воздействие циклических нагрузок	Воздействие влаги	Изменение температуры	Влияние микроорганизмов	Влияние агрессивных сред	Воздействие дневного света
Армирование	+	-	+	-	+	+	+	+	-
Разделение	-	-	+	-	+	-	+	+	-
Защита	-	-	-	-	+	-	+	+	-

Примечание: «+» - наличие взаимосвязи; «-» - отсутствие взаимосвязи.

Из табл. 1 видно, что ГСТП, выполняющее в дорожном полотне функцию армирования, имеет наибольшее количество связей с представленными видами технологического воздействия.

Для тканого геополотна из полиэфирных нитей необходимо сформировать базу данных по простым свойствам по различным группам, а именно, группам назначения, эксплуатационной надёжности и стойкости к внешним воздействиям. При выделении данных групп свойств за основу взят нормативный документ РД-50-64-84 [5]. Применительно к геотекстильным материалам, используемых при ремонте и строительстве автомобильных дорог, были сформированы матрицы по соответствующим группам. В табл. 2 представлена построенная матрица свойств эксплуатационной надёжности для геосинтетических материалов.

Таблица 2.

Матрица свойств группы эксплуатационной надёжности геосинтетических материалов

Вид (форма) механического воздействия	Условия получения характеристик		
	Полуцикловые	Одноцикловые	Многоцикловые
Растяжение	Удлинение Прочность *	Упругость Эластичность Пластичность	Усталость Долговечность * Выносливость *
Сжатие	Ползучесть Прочность *	Упругость Эластичность Пластичность	Долговечность * Выносливость *
Изгиб	Жесткость Закручиваемость Гибкость	Сминаемость Упругость Эластичность Пластичность	Усталость Долговечность * Выносливость *
Продавливание	Прочность *	Упругость	Фильтруемость

Примечание: «*» - с разрушением пробы.

Выделенные полужирным начертанием простые свойства являются наиболее приемлемыми свойствами для данного вида геосинтетических изделий.

Для иллюстрации схемы перехода от конкретного вида технологического воздействия к отдельным свойствам тканого ГСПИ используем только группу свойств эксплуатационной надёжности, приведённой в табл. 2. При этом для установления тесноты статистической связи между ними применяем шкалу порядка в баллах: 9 - сильная; 5 - средняя; 1 - слабая.

Таблица 3

Выделение свойств ГСПИ в зависимости от вида на него технологического воздействия

Вид технологического воздействия	Свойства эксплуатационной надёжности				
	Прочность при растяжении	Прочность при продавливании	Прочность при ударе	Удлинение при растяжении	Просачиваемость грунта (фильтруемость)
Усилие на растяжение	9	9	1	9	5
Усилие на продавливание	5	5	5	5	5
Воздействие влаги	5	9	5	5	5
Изменение температуры	5	1	5	1	1
Влияние микроорганизмов	9	1	5	5	5
Влияние агрессивных сред	9	1	5	5	5
Весомость (в абсолютных единицах)	42	26	26	30	26
Весомость (в относительных единицах)	0,28	0,17	0,17	0,20	0,17

Приведённая в табл. 3 сумма баллов отражает весомость конкретного свойства в соответствующей группе свойств эксплуатационной надёжности. В итоге в табл. 4 представлены отдельные (простые) свойства ГСПИ, распределённые по соответствующим группам, которые в совокупности определяют его качество.

Таблица 4

Распределение определяющих свойств ГСПИ по соответствующим группам

Группа свойств	Отдельные (простые) свойства
Назначения	Вид переплетения основных и уточных нитей Толщина Ширина Плотность Связность нитей (для геосеток)
Эксплуатационной надёжности	Прочность при растяжении Прочность при ударе Прочность при продавливании Деформируемость (удлинение) при растяжении Просачиваемость грунта (фильтруемость)

Стойкости к внешним воздействиям	Водопроницаемость Морозостойкость Гибкость (под действием температуры) Грибоустойчивость Устойчивость к агрессивным средам Устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения Устойчивость к циклическим нагрузкам
----------------------------------	--

Следующим этапом проектирования качества является формирование состава количественных характеристик выделенных свойств из соответствующей базы данных и присвоение им статуса «Показатель качества ГСТМ» (см. табл. 5) по определенным критериям (достижения наибольшей информативности при применении данного показателя, имеющегося соответствующий национальный (отраслевой) стандарт на методику измерения данного показателя и т.д.).

Таблица 5

Количественные характеристики определяющих свойств ГСТП

Свойство	Количественные характеристики свойств и их единица измерения
Группа свойств «Назначения»	
Вид переплетения основных и уточных нитей	Плотняное
Толщина	Номинальная толщина, мм
Ширина	Ширина полотна в рулоне, см
Плотность	Поверхностная плотность, г/м ²
	Объёмная плотность, г/м ³
Группа свойств «Эксплуатационной надежности»	
Прочность (при растяжении, ударе, продавливании)	Абсолютная разрывная нагрузка (по основе, по утку), кН/м
	Удельная разрывная нагрузка (по основе, по утку), кН/м ²
	Разрывное напряжение (по основе, по утку), кН/м ²
	Абсолютная работа разрыва (по основе, по утку), Дж
	Показатель прочности при продавливании, кН
Деформируемость (удлинение)	Показатель ударной прочности, мм
	Абсолютное удлинение (по основе, по утку), мм
Просачиваемость грунта (фильтруемость)	Относительное удлинение при максимальной нагрузке (по основе, по утку), %
	Коэффициент фильтрации в направлении вертикальном (перпендикулярном) к плоскости полотна, м/сут
	Размер пор, мкм
	Максимальный размер частиц грунта проходящий через поры, мм
	Группа свойств «Стойкость к внешним воздействиям»
Водопроницаемость	Показатель водопроницаемости, дм ³ /(м ² с)
Морозостойкость	Показатель морозостойкости, %
Гибкость	Показатель гибкости при нормальной температуре, °С
	Показатель гибкости при низких температурах, °С
	Показатель гибкости при высоких температурах, °С
Грибоустойчивость	Показатель стойкости к микроорганизмам, %
Устойчивость к воздействию агрессивных сред (щёлочных и кислотных дождей)	Показатель стойкости к действию агрессивных сред, %

Устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения	Показатель устойчивости к действию ультрафиолетового излучения, %
Устойчивость к циклическим нагрузкам	Показатель устойчивости к циклическим нагрузкам, %

Далее осуществляют ранжирование ЕПК по методике [6]. Конечной целью процесса проектирования качества, помимо определения номенклатуры ЕПК является установление их нормативных значений.

Таблица 6

Фактические и базовые значения ЕПК ГСПТ

Показатели	Значения		Коэффициент весомости
	фактические	базовые (нормативные)	
Группа назначения			0,22
Ширина, см	539	540	0,30
Толщина, мм	4,2	4,2	0,30
Поверхностная плотность, г/м ²	352	350	0,40
Группа эксплуатационной надежности			0,45
Разрывная нагрузка (по длине), кН/м	105	100	0,14
Разрывная нагрузка (по ширине), кН/м	98	100	0,14
Относительное удлинение (по длине), %	12	10	0,10
Относительное удлинение (по ширине), %	17	18	0,10
Показатель ударной прочности, мм	28	30	0,17
Прочность при продавливании, кН	2,4	1,5...3,0	0,17
Коэффициент фильтрации в горизонтальном направлении к плоскости полотна, м/сут	18	20	0,17
Группа стойкости к внешним воздействиям			0,33
Показатель морозостойкости, %	90	90	0,40
Показатель стойкости к микроорганизмам, %	90	90	0,30
Показатель стойкости к действию агрессивных сред, %	90	90	0,30

Примечание: числовые значения по всем показателям качества приведены для тканого ГСПТ при значении номинальной поверхностной плотности 350 г/м².

На основании данных, представленных в табл. 4 и 6 определяют комплексный показатель качества в соответствии с [6].

Следует отметить, что существующий подход является работоспособным, а также анализ полученных результатов открывает новые перспективы в области совершенствования качества промышленной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Система менеджмента качества. Требования.
2. Брагин, Ю.В. Путь QFD: проектирование и производство продукции исходя из ожиданий потребителя / Ю.В. Брагин, В.Ф. Корольков. – Ярославль: Центр Качества, 2003. – 240 с.
3. Матрохин, А.Ю. Анализ методов проектирования и контроля качества текстильных материалов / А.Ю. Матрохин, Н.В. Евсеева, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2008. - №1. – С. 99-102.
4. ОДМ 218.5.005-2010. Классификация, термины, определения геосинтетических материалов применительно к дорожному хозяйству.
5. РД-50-64-84. Методические указания по разработке государственных стандартов, устанавливающих номенклатуру показателей качества групп однородной продукции.
6. Лысова, М.А. Математические методы в проектировании и оценивании качества текстильных материалов и изделий/М.А.Лысова, И.А.Ломакина, С.В.Лунькова, Б.Н.Гусев. - Иваново: ИГТА, 2012. – 252 с.
7. ГОСТ 161-86. Ткани хлопчатобумажные, смешанные и из пряжи химических волокон. Определение сортности.
8. ГОСТ 29298-2005. Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Технические условия.