

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕРАБОТАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И РИСКИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

С.С. Пак

ОО «Казахстанское геосинтетическое общество» (Астана, Казахстан)

E-mail: svetlanapark13@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В последнее время большое распространение получило использование переработанных материалов в производстве геосинтетических материалов, что потенциально может оказать влияние на качество и долговечность конструкций и сооружений.

Целью данной работы является оценка воздействия вторичного сырья на эксплуатационные характеристики геосинтетических материалов, выявление потенциальных рисков и проблем, связанных с их применением в реальных условиях, т.к. эти материалы применяются при строительстве важных объектов. Проведены лабораторные испытания образцов различных производителей и сравнительный анализ с материалами из первичного сырья с учетом основных физико-механических свойств, долговечности и устойчивости к внешним воздействиям. Исследование направлено на выявление недостатков использования вторичного сырья и последствиях применения данных материалов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

геосинтетические материалы, первичное сырье, переработанные материалы, вторичное сырье, долговременная прочность, прочность на разрыв, предел текучести расплава.

ВВЕДЕНИЕ

Геосинтетические материалы – материалы, произведенные из полимеров, используемые для повышения технических характеристик грунтов.

Классификация:

- Геотекстиль (тканый, нетканый, вязаный, плетеный);
- Геопластмасса (экструдированная, вспененная, скрепленная);
- Геокомпозит (дискретно упрочненный, непрерывно упрочненный).

Такие материалы могут изготавливаться из полиэтилена, полипропилена, полиэфира, стекловолокна и поливинилалкоголя.

Основные области применения геосинтетических материалов:

- Усиления основания автомобильных дорог и насыпей;
- Устройства армогрунтовых подпорных стен и армированных насыпей;
- Армирование асфальтобетонных слоев дорожных одежд и взлетно-посадочных полос;
- Усиление балластного слоя железных дорог.

На сегодняшний день в Казахстане, для оценки качества строительства автомобильных дорог большое внимание уделяется контролю качества бетона, битума, щебня и т.д. Геосинтетические материалы также являются не менее важными составляющими конструкций, качеством которых нельзя пренебрегать.

Не так давно на рынке геосинтетических материалов возросло количество геосинтетики, произведенной из вторичного сырья с целью удешевления производства. Однако добавление переработанных материалов может привести к снижению технических характеристик, что в дальнейшем приведет к разрушению конструкции.

Целью данного исследования является оценка воздействия переработанных материалов на эксплуатационные характеристики геосинтетических материалов, выявление потенциальных рисков и проблем, связанных с их применением в реальных условиях.

МЕТОДОЛОГИЯ

Для оценки влияния вторичного сырья на эксплуатационные характеристики геосинтетических материалов были выбраны следующие методы исследования:

1. Визуальный осмотр и сравнение образцов из первичного и вторичного сырья;
2. Анализ нормативных документов разных стран;
3. Лабораторные испытания на долговременную прочность, прочность на разрыв и определение предела текучести расплава.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для проведения сравнительного анализа геосинтетических материалов из первичного и вторичного сырья было отобрано 2 образца гексагональной георешетки одного из лидеров производителей геосинтетических материалов (образец №1), и более дешевого аналога (образец №2).

Первичное сырье – высококачественные полимеры. Георешетки, произведенные из первичного сырья, как правило, обладают блестящим черным цветом, одинаковым размером ячеек (рис. 1).

Вторичное сырье – переработанные отходы пластиковых материалов. Георешетки с его добавлением имеют тусклый цвет, неправильную геометрию, неприятный запах, слоющиеся ребра, а также белые полосы на торцах ребер (рис. 2).

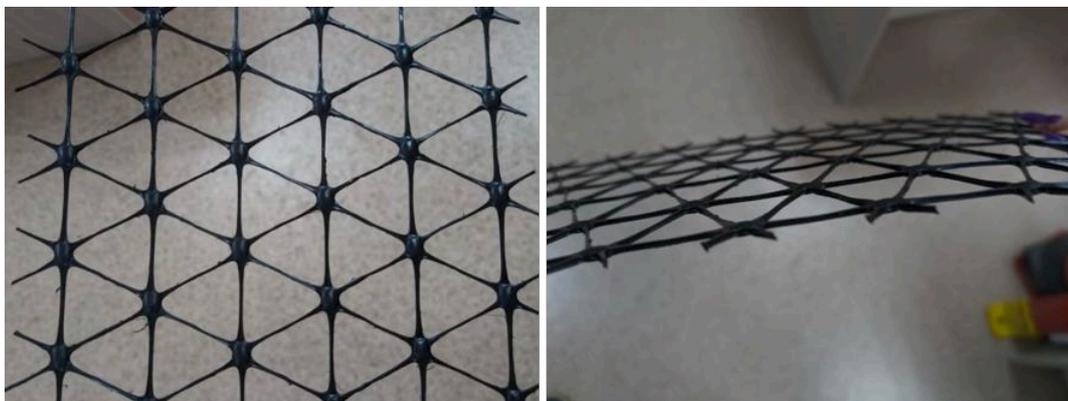


Рисунок 1 – Образец №1

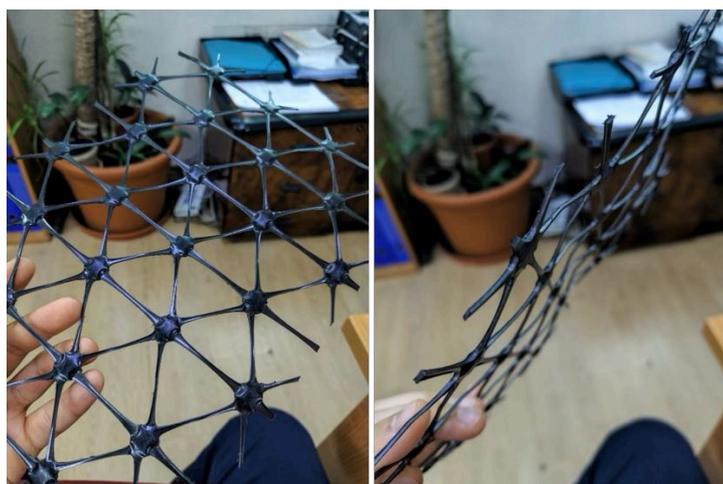


Рисунок 2 – Образец №2

Согласно Европейскому нормативному документу EN13251:2016 (E) «Geotextiles and geotextile-related products - Characteristics required for use in earthworks, foundations and retaining structures» [3]:

«Прогнозируемый срок службы геосинтетических материалов из вторичного сырья составляет не менее 5 лет в естественных грунтах с pH от 4 до 9 и температурой грунта $\leq 25^{\circ}\text{C}$.»

Китайский нормативный документ JT/T 1432.1–2022 строго запрещает использование геосинтетических материалов из вторичного сырья [4].

На территории Республики Казахстан действует СТ РК 2792-2015 «Материалы геосинтетические. Плоские геосетки и георешетки для армирования и стабилизации» [1], в котором также прописываются требования к сырью:

«5.7.1 Георешетку биаксиальную изготавливают из первичного полипропилена экструзионной марки по ГОСТ 26996 или его аналогов.

5.7.2 Георешетку моноаксиальную изготавливают из первичного полиэтилена низкого давления (ПЭНД) по ГОСТ 16338 или его аналогов.

5.7.3 Георешетку гексагональную изготавливают из первичного полипропилена экструзионной марки (ПТР от 0,1 до 5,0 г/10 мин по ГОСТ 11645-73).»

Основной расчетной характеристикой является долговременная прочность геосинтетических материалов [2]:

$$R_{dp}^T = (R_p \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4) / \gamma_b \quad (1)$$

где A_1 – коэффициент учета ползучести (коэффициент перехода от прочности на растяжение к долговременной прочности), принимаемый по гарантированным производителем данным, отраженным в технической документации; A_2 – коэффициент учета повреждения геосинтетических материалов при транспортировке, монтаже и уплотнении грунта, принимаемый равным 0,90 – для георешеток, 0,80 – для геотекстильных материалов; A_3 – коэффициент учета стыковки, взаимного перекрытия и соединения полотен геосинтетических материалов, принимаемый равным 0,8; A_4 – коэффициент учета влияния окружающей среды, принимаемый равным 0,9;

γ_b – коэффициент запаса для геосинтетических материалов, принимаемый 1,25.

При проверке прочности ГМ методом обратного расчета также используют зависимость (1) в следующем измененном виде (2):

$$R_p = \frac{T_{max} \cdot \gamma_b}{A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4} \quad (2)$$

где T_{max} – максимальная погонная нагрузка, воспринимаемая геосинтетическим материалом.

В одной из лабораторий для сравнения были отобраны образцы трехосных и одноосных георешеток. Результаты данных испытаний показали, что гексагональный георешетки-аналоги обладают меньшей прочностью при растяжении по четырем основным направлениям, а также меньшей радиальной жесткостью (табл. 1). Моноаксиальные георешетки-аналоги обладают меньшей прочностью при растяжении в продольном направлении, а самое главное очень низкой долговременной прочностью с учетом ползучести, хотя этот показатель является основным для расчетов конструкций. Еще одной отличительной чертой является содержанием примесей в образцах. Геосинтетические материалы из первичного сырья после обжига не имеют никаких примесей.

Таблица 1 – Сравнение основных технических характеристик георешеток

Трехосные георешетки		Tensar	Другие изделия	Отличия
Прочность при растяжении по четырем основным направлениям	кН/м	22	13	41%
Средняя радиальная жесткость при 0,5% деформации	кН/м	450	270	40%
Средняя радиальная жесткость при 2% деформации	кН/м	355	230	35%
Содержание технического углерода	%	2,3	2,1	
Зольность, содержание примесей после обжига	%	0	3,2	
Одноосные георешетки		Tensar	Другие изделия	Отличия
Прочность при растяжении в продольном направлении	кН/м	137,3	122,2	11%
Нагрузка при 5% удлинении	кН/м	55	49	11%
Нагрузка при 2% удлинении	кН/м	30	28	4%
Долговременная прочность с учетом ползучести	кН/м	62,15	24	61%
Содержание технического углерода	%	2,4	2,1	
Зольность, содержание примесей после обжига	%	0	1,9	

Последствием применения вторичного сырья при производстве геосинтетических материалов является разрыв армирующих элементов (рис. 3).



Рисунок 3 – Последствия применения геосинтетических материалов из вторичного сырья

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время необходимо ввести входной контроль геосинтетических материалов на строительных объектах. Базовый контроль можно провести путем визуального осмотра материала, например: имеет ли он однородный цвет, имеет ли он одинаковый размер ячеек, нет ли у него на ребрах белых полос и т.д.

Стоит отметить, что в зарубежных нормативных документах уделяется огромное внимание к требованию подбора сырья для геосинтетических материалов. Прогнозируемый срок службы таких материалов не превышает 5 лет, когда для геоматериалов из первичного сырья он составляет 120 лет.

Как показали испытания материалы из вторичного сырья обладают нестабильной структурой и низкими прочностными характеристиками, не соответствующие заявленным производителем. Все это влияет на качество и долговечность таких конструкции как автомобильные и железные дороги, армогрунтовые подпорные стены, армогрунтовые насыпи и т.д.

Также, как и с контролем качества бетона, щебня и битума, необходимо ввести входной контроль геосинтетических материалов на всех объектах. Как показали лабораторные исследования, не все поставщики поставляют материалы согласно их технической документации. Как правило, такие геоматериалы обладают характеристиками намного хуже заявленных. Чтобы избежать применения материалов с низкими прочностными характеристиками, требуется отбирать образцы геосинтетических материалов напрямую со строительных объектов. Далее их необходимо отправлять на испытания в независимые лаборатории для подтверждения заявленных характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СТ РК 2792-2015. *Материалы геосинтетические. Плоские геосетки и георешетки для армирования и стабилизации.* Астана: Комитет технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан, 2015.
2. Р РК 218-42-2021. *Методические рекомендации по применению геосинтетических материалов в дорожном строительстве.* Астана: Комитет автомобильных дорог Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан, 2021.
3. EN 13251:2016 (E). *Geotextiles and geotextile-related products - Characteristics required for use in earthworks, foundations and retaining structures.* European Committee for Standardization, 2016.
4. JT/T 1432.1—2022. *Technical Specification for Geosynthetics Used in Transportation Engineering. Part 1: General Requirements.* Beijing: Ministry of Transport of the People's Republic of China, 2022.