

ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

# ДОРОГИ

№34

февраль / 2014

[www.techinform-press.ru](http://www.techinform-press.ru)

**Геосинтетические материалы. Спецвыпуск**

КРУПНЕЙШИЙ РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ  
ЭКСТРУЗИОННЫХ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ



# СЛАВРОС®

инновационные материалы



ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ПРОИЗВОДСТВО

ПОСТАВКИ

МОНТАЖ



Россия, 109012, г. Москва | Ул. Варварка, д.14, стр. 1, оф. 501 | тел./факс: +7 (495) 645-9177

[www.slavrosgeo.ru](http://www.slavrosgeo.ru) | e-mail: [geosintetika@slavrosgeo.ru](mailto:geosintetika@slavrosgeo.ru)

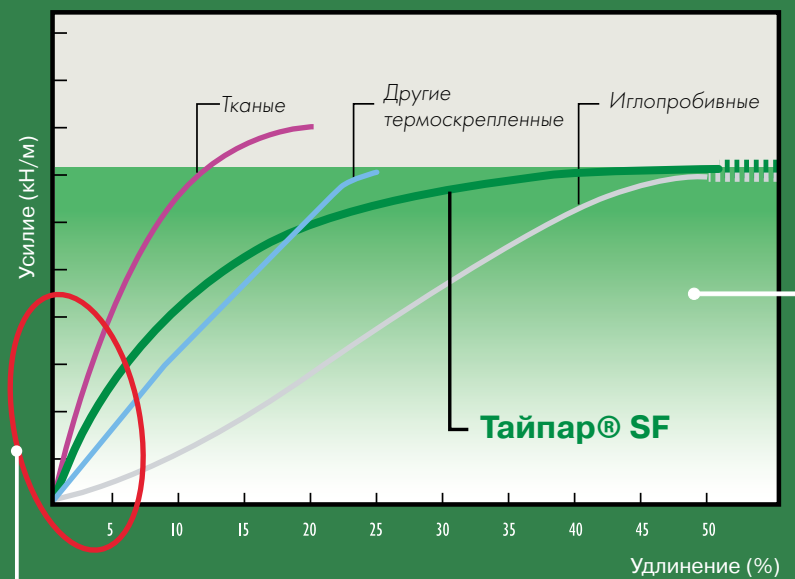
A close-up, monochromatic green-tinted photograph of a rhinoceros's face, focusing on its eyes and the textured, wrinkled skin around its nostrils. The image has a motion blur effect, with lines radiating from the center, suggesting speed and power. Overlaid on the top left is the text 'DuPont™ Typar® SF' in a white, sans-serif font, with 'Геотекстиль' (Geotextile) in a smaller font below it.

DuPont™ Typar® SF  
Геотекстиль

Требуйте больше  
**ЭНЕРГИИ**

- ▶ **Высокое энергопоглощение**
- ▶ **Высокий начальный модуль**
- ▶ **Высокое удлинение (> 50 %)**
- ▶ **Долговременная фильтрация**
- ▶ **Исключительная однородность**

## СЕКРЕТ заключен в кривой



### ▶ **Высокий начальный модуль**

Малые деформации под типичными нагрузками от транспорта

→ низкое колееобразование

### ▶ **Энергия**

Сочетание начального модуля и удлинений

→ высокое сопротивление повреждениям при укладке и уплотнении

[www.typargeo.com](http://www.typargeo.com)



*The miracles of science™*

Консультации и поставки:  
«АРЕАН-Геосинтетикс»,

г. Санкт-Петербург,  
Коломяжский пр., д. 18, офис 4-095  
Тел.: (812) 305-90-40  
Факс: (812) 305-90-41  
E-mail: info@areangeo.ru

г. Новосибирск,  
ул. 3-й пер. Крашенинникова, д.3, оф. 305  
Тел./факс: (383) 355-99-04  
E-mail: sibir@areangeo.ru  
www.areangeo.ru

- Современное оборудование и высокое качество
- Широкий ассортимент выпускаемой продукции: рулоны до 7 метров шириной и от 0,6 до 5 мм толщиной
- Гибкие схемы сотрудничества
- Доставка по всей России и СНГ



198320, Россия, Санкт-Петербург,  
ул. Свободы, 50  
Тел.: +7 (812) 448-61-68,  
+7 (812) 325-03-89  
Тел./факс: +7 (812) 334-80-87  
[www.gmt-geo.ru](http://www.gmt-geo.ru)



Как известно, к началу каждого строительного сезона приурочена целая череда отраслевых выставок. Не будет исключением и нынешняя весенняя «страда»: в конце февраля в Москве в очередной раз пройдет «Композит-Экспо», в середине марта одновременно с конференцией «Транспортная инфраструктура: инновации и лучший практический опыт» состоится ежегодная выставка-форум *Techtextil Russia* и конгресс «Тоннель России 2014»... И хотя по количеству подобных мероприятий и их размаху безоговорочно лидирует столица, многие регионы тоже гостеприимно открывают двери своих выставочных залов для гостей и участников различных экспо-шоу.

Как всегда, первый номер каждого нового года мы посвящаем вопросам применения геосинтетических материалов в дорожном строительстве и стараемся выпустить его в свет до начала этого выставочного марафона, с тем, чтобы громко выстрелив ранней весной, он долгим раскатом гремел на всех отраслевых мероприятиях текущего года.

Итак, новый читательский сезон-2014 прошу считать открытым! Специальный выпуск журнала, посвященный геоматериалам, стартует в феврале. Приятного и полезного Вам чтения, господа!

**С уважением, главный редактор журнала  
«ДОРОГИ. Инновации в строительстве»  
Регина Фомина**

Геополотно Канвалан

Георешетка Апролат

## ИСТИНА НЕ ЛЕЖИТ НА ПОВЕРХНОСТИ

**СИБУР**  
ГЕОСИНТ

Новые геосинтетические материалы для дорожного строительства

- Увеличение сроков службы дорожных конструкций
- Снижение образования колеиности
- Сокращение объемов использования материалов, сроков и затрат на строительство дорог



**КАНВАЛАН**  
Геополотно

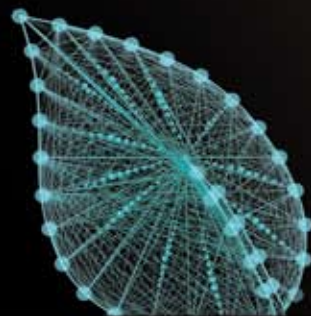


**АПРОЛАТ**  
Георешетка

- Первичный полипропилен и высокая стойкость материалов
- Современное оборудование и высокое качество
- Гибкие схемы сотрудничества
- Техническое сопровождение



[www.sibur.ru](http://www.sibur.ru)



## «ДОРОГИ. Инновации в строительстве» №34 февраль/2014

Издание зарегистрировано  
Федеральной службой по надзору  
в сфере связи, информационных  
технологий и массовых коммуникаций.  
Свидетельство о регистрации  
средства массовой информации  
ПИ №ФС 77-41274  
Издается с 2010 г.

Учредитель  
Регина Фомина

Издатель  
ООО «Центр технической  
информации «ТехИнформ»

Генеральный директор  
Регина Фомина

Заместитель генерального директора  
Ирина Дворниченко  
pr@techinform-press.ru

Офис-менеджер  
Елена Кириллова  
office@techinform-press.ru

### РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор  
Регина Фомина  
info@techinform-press.ru

Заместитель главного редактора  
Валерий Парфенов  
editor@techinform-press.ru

Литературный редактор  
Валерий Чекалин  
redactor@techinform-press.ru

Редактор отдела копирайта  
Людмила Алексеева  
roads@techinform-press.ru

Дизайнер, бильд-редактор  
Лидия Шундалова  
art@techinform-press.ru

Корректор  
Галина Матвеева

Руководитель службы информации  
Наталья Гунина  
mail@techinform-press.ru

Руководитель отдела подписки  
Валентина Наумова  
post@techinform-press.ru

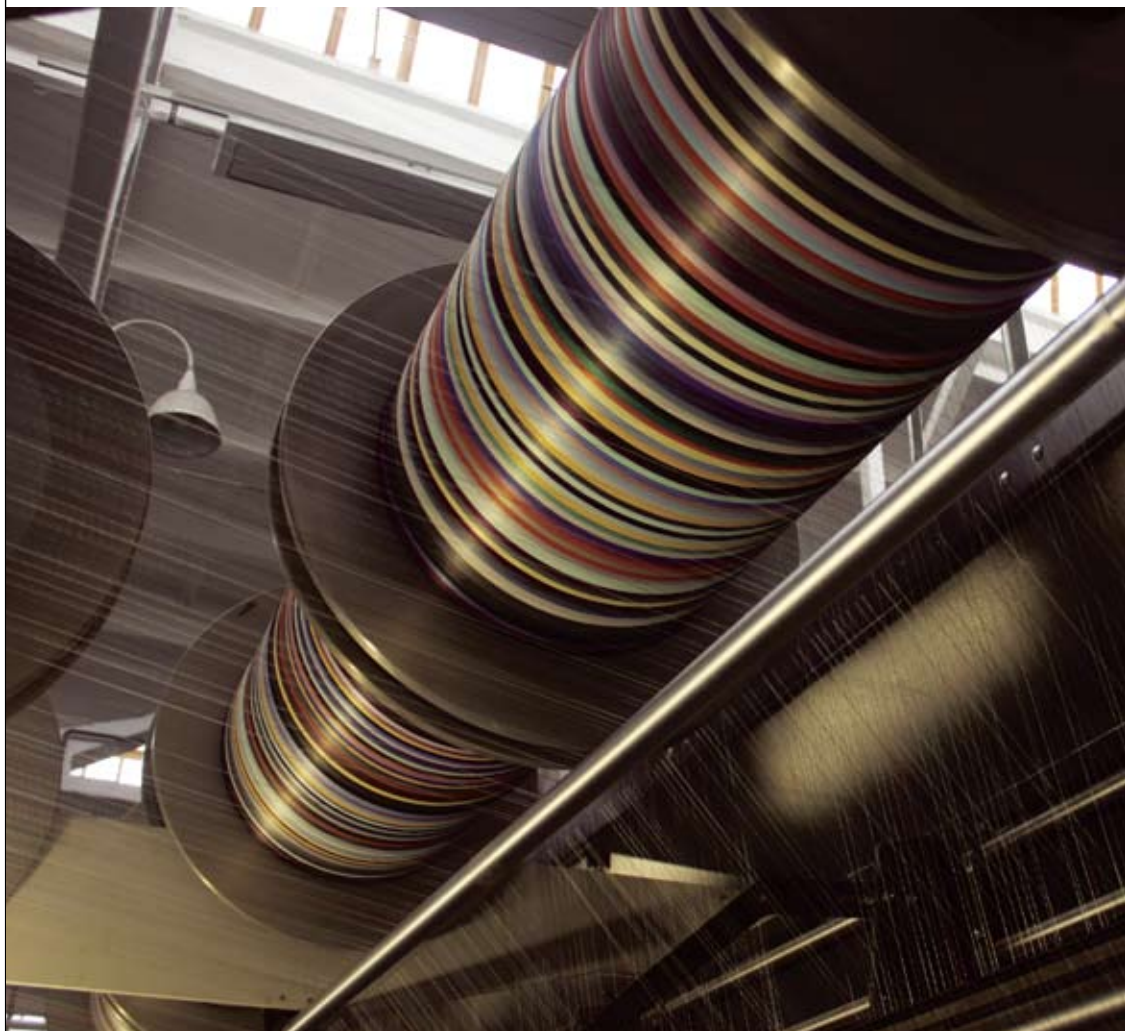
Отдел маркетинга:  
Ирина Голоухова  
market@techinform-press.ru  
Ирина Шельгина  
media@techinform-press.ru

Адрес редакции: 192102,  
Санкт-Петербург, Волковский пр., 6  
Тел./факс: (812) 490-56-51  
(812) 490-47-65  
office@techinform-press.ru  
www.techinform-press.ru

За содержание рекламных  
материалов редакция  
ответственности не несет.

Представительство  
в Москве:  
тел.: +7 (926) 856-34-07

# В НОМЕРЕ



## СОБЫТИЯ, МНЕНИЯ

- 6 Tensar теперь и в России
- 9 Взгляды — разные, надежды — схожие (круглый стол)

## УПРАВЛЕНИЕ, ЭКОНОМИКА

- 18 **Е.Н. Симчук.** Нормативная база геосинтетических материалов: перспективы развития
- 21 **В.О. Марков, А.В. Егоров.** Современные подходы к конструированию и расчету дорожных одежд
- 26 **Н.Е. Кокодеева, А.В. Кочетков, Л.В. Янковский, О.Ю. Москалев.** К определению срока службы дорожных одежд с геосинтетическими материалами

## ИССЛЕДОВАНИЯ

- 30 **В.И. Клевеко, Д.А. Татьянников.** О необходимости определения механических характеристик геосинтетических материалов
- 36 **Э.Д. Бондарева.** Особенности проектирования армогрунтовых конструкций в дорожном строительстве
- 41 **В.А. Ярмолинский, А.В. Лопашук.** Пути повышения надежности работы автомобильных дорог Камчатского края
- 46 **А.Ю. Баранов, А.Н. Деятелилов, О.Н. Столяров, Д.В. Медведев.** Об особенностях контроля качества геосинтетических материалов
- 50 **Н.Е. Кокодеева, О.Ю. Москалев, А.В. Кочетков, Е.М. Хижняк.** Преднапряженные дорожные геосетки
- 57 **Е.В. Краюшкина, С.П. Оснос.** Материалы на основе базальтовых волокон в дорожном строительстве

## РЫНОК ГЕОМАТЕРИАЛОВ

- 62 **Г.К. Мухамеджанов.** Геосинтетические материалы в странах Таможенного союза
- 72 Производители геоматериалов, объединяйтесь! (ООО «Дор-М»)
- 74 Оптимальное средство для решения дорожных проблем (ГК «РУСКОМПОЗИТ»)
- 76 Эффективные инновации для российских дорог (ООО «НПО Славрос»)
- 79 **Т.В. Орлова.** Актуальные технологии-2014. Экономичная, надежная, экологичная противозрозионная защита и рекультивация территорий (ООО «ТД ФНМ-Туймазы»)
- 82 Успех как закономерный итог (ООО «Машина-ТСТ»)
- 86 Нетканый геотекстиль: как его выбирают? (ЗАО «АРЕАН-Геосинтетикс»)

## ТЕХНОЛОГИИ

- 90 **Л.В. Потуданская.** Геоматы МакМат R: борьба с эрозией и... стереотипами (ООО «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ»)
- 93 **А.А. Федотов.** Геосинтетические материалы в армогрунтовых конструкциях (ООО «ХЮСКЕР»)
- 96 **А.Д. Соколов, А.Н. Солодунин.** О технико-экономической эффективности применения армогрунтовых систем мостов и подпорных стен

### ЭКСПЕРТНАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Г.В. Величко,**  
к.т.н., академик Международной академии транспорта, главный конструктор компании «Кредо-Диалог»

**В.Г. Гребенчук,**  
к.т.н., заместитель директора филиала ОАО ЦНИИС «НИЦ «Мосты», руководитель ГАЦ «Мосты»

**А.А. Журбин,**  
заслуженный строитель РФ, генеральный директор ЗАО «Институт «Стройпроект»

**С.В. Кельбах,**  
Председатель правления ГК «Автодор»

**И.Е. Колюшев,**  
заслуженный строитель РФ, генеральный директор ЗАО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург»

**А.В. Кочетков,**  
д.т.н., профессор, академик Академии транспорта, заведующий отделом ФГУП «РосдорНИИ»

**С.В. Мозалев,**  
исполнительный директор Ассоциации мостостроителей (Фонд «АМОСТ»)

**А.М. Остроумов,**  
заслуженный строитель РФ, почетный дорожник РФ, академик Международной академии транспорта

**В.Н. Пшенин,**  
к.т.н., член-корреспондент Международной академии транспорта, зам. главного инженера «Экотранс-Дорсервис»

**Е.А. Самусева,**  
заслуженный строитель РФ, почетный дорожник РФ, главный инженер ООО «Инжтехнология»

**И.Д. Сахарова,**  
к.т.н., заместитель генерального директора ООО «НПП СК МОСТ»

**В.В. Сиротюк,**  
д.т.н., профессор СибАДИ

**В.Н. Смирнов,**  
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Мосты» ПГУПС

**Л.А. Хвоинский,**  
к.т.н., генеральный директор СРО НП «МОД «СОЮЗДОРОСТРОЙ»

Установочный тираж 15 тыс. экз.

Цена свободная.

Подписано в печать: 20.02.2014

Заказ №

Отпечатано: ООО «Акцент-Групп», 194044, Санкт-Петербург, Большой Сампсониевский пр., д. 60, лит. И

Сертификаты и лицензии на рекламируемую продукцию и услуги обеспечиваются рекламодателем. Любое использование опубликованных материалов допускается только с разрешения редакции.

Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией редакции.

Подписку на журнал можно оформить по телефону (812) 490-56-51



## TENSAR ТЕПЕРЬ И В РОССИИ

**Б**ританское предприятие Tensar International, основанное в 1952 году, в настоящее время является разработчиком и одним из ведущих мировых производителей геосинтетических материалов, используемых для механической стабилизации грунта в дорожном, промышленном и гражданском строительстве. Тридцатилетний опыт успешной работы на этом довольно узкоспециализированном рынке в сочетании с непрерывными научными исследованиями, внедрением самых современных технологий позволили компании реализовать десятки тысяч инженерно-технических проектов по всему миру.

Выступая на церемонии, Георгий Полтавченко отметил, что в Санкт-Петербурге буквально со дня основания трудились английские инженеры, архитекторы и строители, поэтому особенно приятно сознавать, что британская компания Tensar продолжает следовать этой традиции.

Георгий Полтавченко также поблагодарил ее королевское высочество принцессу Анну за то внимание, которое она оказывает Санкт-Петербургу и в целом контактам с Россией. Он заверил, что впереди у Северной столицы еще множество совместных проектов с Великобританией, а новые технологии в гражданском и дорожном строительстве — это те направления,



**В городе Петергоф Петродворцового района Санкт-Петербурга 14 февраля состоялось официальное открытие завода британской компании Tensar. Это четвертая производственная площадка компании, первые три расположены в Англии, США и КНР. В торжественной церемонии открытия памятной доски в честь основания завода приняли участие губернатор Санкт-Петербурга Георгий Полтавченко, ее королевское высочество принцесса Анна с супругом, посол Великобритании в РФ г-н Тим Барроу, генеральный консул Великобритании в Санкт-Петербурге г-н Кит Аллан.**



которые город активно поддерживает и развивает.

Принцесса Анна и Георгий Полтавченко осмотрели завод, где будут производиться высокотехнологичные трехосные георешетки Тенсар TriAx. В Санкт-Петербурге и Ленинградской области эти материалы уже применялись при строительстве КАД (участки мостов и путепроводов), порта в Усть-Луге, Ладожского вокзала, дорожной инфраструктуры Пулковско-го, трассы к президентскому дворцу в Стрельне. При строительстве транспортных и спортивных объектов зимних Олимпийских игр в Сочи также использовались технологии «Тенсар», в частности для стабилизации слабых грунтов Имеретинской долины. Применение этих георешеток способствует не только сокращению сроков строительства, существенно снижению затрат, но и значительно увеличивает сроки эксплуатации объектов.

На состоявшейся для журналистов пресс-конференции генеральный директор ООО «Тенсар Инновэйтв Солюшнз» Михаил Соловьев рассказал, что строительство завода

длилось полтора года, объем инвестиций составил 1,5 млрд рублей. К 2015 году предприятие выйдет на 50% мощности, через три года — на 100%, что составит 3 тыс. т продукции в год. Поставки будут осуществляться в Россию, Среднюю Азию и Украину. На предприятии создается более 100 рабочих мест. Продукция компании найдет свое применение на объектах Санкт-Петербурга и Ленинградской области, в частности на строительстве Центрального участка Западного скоростного диаметра, порта Бронка, Поклонногорской транспортной развязки. Соловьев отметил, что производство построено исключительно за счет иностранных инвестиций (1 млрд рублей), городское правительство содействовало компании «Тенсар» в подключении к энергоресурсам. Объем ежегодных налоговых отчислений в бюджет Санкт-Петербурга составит более 200 млн рублей.

Константин Вачнадзе, директор представительства компании в России, кратко пояснил журналистам принцип действия георешетки Тенсар TriAx, основанного на ограничении

боковых перемещений гранул зернистого заполнителя, проникающих в отверстия. Такое механическое заклинивание создает жесткую платформу, в которой георешетка предотвращает горизонтальный сдвиг частиц инертного материала. Армированный таким образом слой равномерно перераспределяет нагрузку на большую площадь и тем самым максимально мобилизует несущую способность слабого подстилающего грунта. Срок службы полимера — 120 лет при температуре от  $-70$  до  $+50$  °С.

В заключение Георгий Полтавченко отметил: «Петербург старается делать все, чтобы такому важному и крупному инвестору, как компания «Тенсар», было комфортно работать. Город всегда будет оказывать поддержку всем инвесторам, которые приходят для того, чтобы развивать экономику, налаживать взаимовыгодные связи. Я желаю компании «Тенсар» успешной работы на берегах Невы».

**По материалам пресс-службы компании «Тенсар Инновэйтв Солюшнз»**



**ГИДРОКОР**  
геосинтетика

## ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

- геомембраны;
- бентонитовые маты;
- геотекстиль

**Международные стандарты качества материалов,  
управление логистикой,  
репутация, проверенная временем**



Санкт-Петербург, 192012, пр. Обуховской Обороны, д.116, к.1, лит. Е, оф. 417  
Тел.: (812) 313-69-82, факс: (812) 313-74-34  
sale@gidrokor.com, www.gidrokor.com



# ООО "МЕРКУРИЙ"

*Все для хороших дорог!*

- ГЕОТЕКСТИЛЬ: Дорнит, Геоком, ИП, ПФГ, Авантекс, Тугар SF, Fibertex
- ГЕОСЕТКИ: АрмиСет, HaTelit, Стеклонит, Армдор, ГСК, T-Grid, Славрос СД, Tensar SS
- ГЕОМЕМБРАНЫ: Solmax, Tefond, Delta
- ОБЪЕМНЫЕ ГЕОРЕШЕТКИ. Габионы и матрасы Рено. Блоки системы МАКВОЛЛ
- Системы линейного водоотвода с чугунными решетками
- Биоматы
- Базальто-пластиковая арматура

Адрес: 195027, г. Санкт-Петербург, ул. Магнитогорская, д.17  
Тел.: (812) 322-54-12, (812) 224-33-52, 984-03-41  
[www.mercury-info.ru](http://www.mercury-info.ru)  
e-mail: [mercury-info@mail.ru](mailto:mercury-info@mail.ru)  
e-mail: [mercury-info2008@mail.ru](mailto:mercury-info2008@mail.ru)

# ВЗГЛЯДЫ — РАЗНЫЕ, НАДЕЖДЫ — СХОЖИЕ

Наверняка всем известно выражение: «сколько людей, столько и мнений». И касается это, к примеру, не только субъективного взгляда на то или иное произведение искусства, но и вполне объективных вещей, опирающихся на конкретные цифры и факты. Дело в том, что у всех разный доступ к информации, индивидуальный подход к ее интерпретации. Так, и по результатам работы одной-двух компаний нельзя судить о реальном положении дел в той или иной отрасли. Это уже дело статистики, которая вроде бы должна знать почти все, но далеко не все предает широкой огласке. Задача же СМИ в этом отношении — предоставить заинтересованным лицам (в нашем случае — специалистам в сфере геосинтетики) возможность высказать свои, порой полярные, точки зрения, а заинтересованным читателям — сделать на основе этих суждений свои собственные, зачастую также значительно расходящиеся выводы. Исходя из этого, редакция журнала «ДОРОГИ. Инновации в строительстве» и сформировала тематику вопросов и состав участников заочного круглого стола «Геосинтетические материалы в дорожном строительстве: экспертный обмен мнениями».

**Как с точки зрения развития рынка геосинтетики в дорожной отрасли России вы могли бы оценить прошедший год? В какой мере оправдались ваши ожидания? Какие негативные и позитивные факторы могли бы отметить?**

**А.В. Литвинцев:**

— Рынок геосинтетики в последние годы очень стремительно развивался. На сегодняшний момент наблюдается значительный рост числа компаний, предлагающих различные геосинтетические материалы. Расширяется и линейка производимой ими продукции. В связи с этим в 2013 году чувствовалось усиление конкуренции на рынке. Вопреки нашим ожиданиям, в последнем квартале прошедшего года

мы ощутили спад активности подрядных организаций в отношении закупок геоматериалов.

**П.В. Серватинский:**

— Рынок геосинтетики в прошлом году можно оценить как стагнирующий, не оправдавший наших ожиданий. Позитивным фактором является то, что среди ключевых игроков на рынке назрела потребность не обособленно продвигать ГМ в дорожную отрасль, а наконец-то объединиться и совместными усилиями стараться наращивать данное направление.

**В.В. Леонов:**

— Прошедший год нельзя оценить однозначно. С одной стороны, было заметно определенное сокращение объемов финансирования отрасли (относительно запланированных) — как по федеральным, так и по региональным автомобильным дорогам. Многие связывают это с подготовкой к зимней



**Р.В. Вишневецкий**, генеральный директор ООО «Дор-М»



**А.В. Лазарев**, директор по развитию ГК «Миакком»



**В.В. Леонов**, генеральный директор ООО «Белгеосинт»



**А.В. Литвинцев**, главный инженер ООО «НПО «Славрос»



**Т.В. Орлова, заместитель  
генерального директора  
ФНМ-Туймазы**



**О.А. Попп, коммерческий  
директор ООО «ГМТ»**



**В.А. Пшунетлев,  
коммерческий директор —  
первый заместитель генераль-  
ного директора ОАО «Комитекс»**



**П.В. Серватинский, технический  
директор ГК «РУСКОМПОЗИТ»**

Олимпиаде в Сочи. В целом финансирование дорожного строительства в стране было вполне приемлемым, но все же заметно меньшим, чем предполагалось. Поэтому ряд проектов по строительству и реконструкции автомобильных дорог перенесен на последующие годы, а реализованные проекты частично подверглись определенной ревизии, повлекшей за собой экономию денежных средств, в том числе за счет геосинтетических материалов.

Однако, с другой стороны, можно отметить некоторое развитие тенденции к разумной экономии денежных средств при реализации проектов за счет применения новых ресурсо- и энергосберегающих материалов технологий, в том числе использования армирующих ГМ для минеральных слоев дорожных одежд, уменьшающих их толщины при сохранении несущей способности. Правда, хотелось бы больших темпов развития данной тенденции.

Несмотря на то, что 2013 год не оправдал наших ожиданий, мы с оптимизмом смотрим в будущее — благодаря перспективам развития конструкций и сооружений из армированного грунта, армирования оснований дорожных одежд, применения ГМ для решения различных гидротехнических и экологических задач.

**Р.В. Вишневский:**

— Российский рынок геосинтетиков и геотекстиля продолжает расти стремительными темпами. На долю дорожного строительства приходится основная часть объемов выпуска ГМ, при этом они все активнее внедряются в гражданское, ландшафтное, гидротехническое и промышленное строительство. Возрастают и объемы применения нетканых геотекстильных материалов, что обусловлено высокой производительностью выпускающего их оборудования, разнообразием технологий изготовления и быстрой окупаемостью. В процессе эксплуатации на материалы оказывают воздействие повышенные и пониженные температуры, многократные циклы замораживания и оттаивания, агрессивные щелочные и кислые грунтовые среды, расщоры почвенных вод и осадки, ультрафиолетовое облучение, микробиологически активные вещества и организмы, ударные и деформирующие воздействия от автомобильного транспорта.

Именно поэтому российские материалы должны обладать устойчивостью к вышеназванным воздействиям и в результате обеспечивать стопроцентный результат.

**В.А. Пшунетлев:**

— Производство и реализация геотекстильных материалов ОАО «Комитекс» в прошедшем году были на плановом уровне.

**А.В. Лазарев:**

— Для Группы компаний «Миаком» каждый год традиционно становится очередной вехой планомерного динамического развития, связанного как с наращиванием производственных мощностей, так и с укреплением тесных партнерских взаимоотношений с предпринятиями отечественной дорожной отрасли. Отрадно отметить тот факт, что ГК «Миаком» неизменно оптимизирует комплекс предоставляемых своим партнерам услуг. Так, 2013 год был ознаменован целым рядом научно-практических конференций (в том числе зарубежных) и семинаров, организованных инженерами компании для ведущих проектных институтов в регионах перспективного развития.

**Т.В. Орлова:**

— Прошедший год продемонстрировал несколько очень важных вещей. Дорожная отрасль требует сложных наукоемких продуктов. В ней работает ряд профессионалов высокой квалификации, способных с помощью своих глубоких инженерных знаний выполнить расчеты, разработать регламент по применению. Этого вполне достаточно для осуществления любой эффективной инновации. Сочинский регион в данном отношении оказался первопроходцем множества технологий, которые позволили провести работы, доселе казавшиеся невыполнимыми. Например, биологически активным армированным Проэзоном озеленены и укреплены от осыпания практически отвесные стены без питательного грунта. Двуслойной георешеткой Геогрунт прочностью 150 × 150 кН/м стабилизированы грунты на наиболее сложных участках Имеретинской низменности. Газонным Арнитом, позволяющим создавать мульчированные бессорняковые газоны, благоустроены улицы Олимпийского города.



**В октябре 2013 года СИБУР, ФДА и ГК «Автодор» объявили о создании рабочей группы для организации внутриотраслевой экспертизы и совместной работы над совершенствованием национальных стандартов применения геосинтетических материалов в дорожном строительстве. Для участия в ней приглашаются все заинтересованные организации. Способны ли, на ваш взгляд, подобные инициативы ускорить решение назревших проблем? Намерена ли ваша компания в той или иной форме принять участие в работе этой группы?**

**П.В. Серватинский:**

— Полностью поддерживаю инициативу создания такой рабочей группы. Давно назрела необходимость выявления и устранения барьеров, препятствующих более широкому применению эффективных решений в дорожном строительстве и приведению отечественной нормативной базы к международным стандартам. Наша компания примет активное участие в работе группы, в том числе в разработке нормативной документации.

**А.В. Литвинцев:**

— Наша компания с интересом относится к подобным инициативам и уже принимает активное участие в работе этой группы. Привлечение представителей отрасли к работе над совершенствованием национальных стандартов существенно повысит их качество, сократит сроки разработки и позволит детально проработать актуальные вопросы, исключив разночтения, встречающиеся сегодня в нормативной литературе. Трехсторонний диалог между производителями геосинтетики, заказчиками и органами государственной власти позволит достичь полного понимания всех проблем отрасли и



прийти к общим решениям, способным повысить эффективность дальнейшей работы на рынке.

**Т.В. Орлова:**

— Мы готовы предоставить для изучения и испытаний свои материалы, если дорожная отрасль в лице СИБУРа, ФДА и ГК «Автодор» заинтересована в изучении наиболее эффективных на сегодняшний день технологий в России, а не в продвижении продукции конкретных производителей. Нас смущает присутствие частного производителя ГМ в составе этой группы. Предыдущий тандем ФДА с Союзом производителей стекловолокна, переименованном в 2009 году в Союз производителей композитов (Союзкомполит), закончился выпуском абсолютно нерабочих нормативных документов, в которых ранее ограниченная сфера применения продукции из стекловолокна вдруг оказалась повсеместной.

Поэтому такое сотрудничество, на наш взгляд, скорее создало проблемы, нежели решило их. И сейчас мы не видим большой разницы в подходе.

**В.А. Пшунетлев:**

— Создание рабочей группы является положительным фактором в решении некоторых проблем. ОАО «Комитекс» готово принять активное участие в ее работе.

**А.В. Лазарев:**

— Наши научно-технические специалисты неизменно принимают участие во всех значимых мероприя-

тиях, посвященных разработке и внедрению нормативных документов в различных областях строительства, связанных с применением геосинтетических материалов. Так, в сентябре прошедшего года ГК «Миакком» на правах полноправного участника была включена в состав рабочей группы при департаменте технической политики ОАО «РЖД» по разработке стандартов по применению геосинтетиков для усиления земляного полотна. Сотрудники «Миакком Инжиниринг» являются постоянными участниками тематических конференций, круглых столов и техсоветов, в рамках обмена опытом и презентации собственных разработок.

**В.В. Леонов:**

— Наша компания готова сотрудничать в этом направлении и поделиться своим практическим опытом. Несмотря на то, что ООО «Белгеосинт» существует около полутора лет, инженерный и практический опыт работы наших специалистов в области геосинтетических материалов составляет от 5 до 8 лет.

**О.А. Попп:**

— Само по себе создание такой группы является перспективным шагом, способствующим развитию отрасли. Подобные инициативы способны не только ускорить процесс решения существующих задач, но и укрепить позиции на рынке как уже готовых решений, так и новых технологий.

«ГМТ» — молодая компания, и на данном этапе мы рассматриваем все

возможные варианты нашего развития, поэтому будем рады поучаствовать в работе этой группы.

**Р.В. Вишнеvский:**

— Главнейшими преимуществами геоматериалов являются: сокращение сроков строительства и возможность использования в сложных геологических условиях, в которых применение традиционных методов работы либо экономически нецелесообразно, либо физически невозможно. Мы готовы активно сотрудничать с данными организациями!

**В последнее время в России активизировалась работа по созданию экспериментальных участков дорог с применением различных геосинтетических материалов, проводится их мониторинг, подводятся итоги исследований. Однако дальнейшее продвижение лучших образцов явно стопорится. В чем основная причина такого положения дел? Насколько здесь могут помочь информационные отраслевые базы данных результатов применения геосинтетических материалов, вопрос формирования которых уже достаточно давно обсуждается?**

**В.В. Леонов:**

— Основная причина указанной проблемы — отсутствие широкого доступа к информации о результатах испытаний. А ведь не секрет, что любая открытая информация способна эффективно помочь в продвижении материалов, показавших хорошие результаты. Безусловно, появление соответствующей отраслевой базы данных будет способствовать популяризации применения геосинтетических материалов при условии открытого доступа к ней специалистов и всех заинтересованных лиц.

**Р.В. Вишнеvский:**

— Практика показывает, что необходимо создавать информационные базы данных по каждому материалу в отдельности. Следует также не забывать делиться опытом применения материалов, открыто и активно обсуждать полученные результаты.

**А.В. Литвинцев:**

— Задача создания подобных экспериментальных участков не должна сводиться к продвижению продукции — она в первую очередь состоит в определении эффективности работы геосинтетических материалов в реальных условиях эксплуатации. Работа на таких полигонах дает производителям возможность подтвердить соответствие выпускаемой продукции заявленным характеристикам. Да, доступ заказчиков к данным этих исследований может косвенно влиять на продвижение продукции, но форма публикации этих материалов должна определяться участниками экспериментальных участков.

**П.В. Серватинский:**

— Строительство экспериментальных участков — это нормальная практика продвижения материалов не только в дорожной отрасли. И информация о результатах исследований доходит до ключевых организаций, занятых в дорожном строительстве и применяющих геосинтетические материалы, значительно быстрее, чем если бы она вначале аккумулировалась в общепромышленной базе, а затем поступала заинтересованным лицам.

**Т.В. Орлова:**

— А какие они, эти лучшие образцы? По какой программе идут испытания? Как идет отбор материалов? Как проводится мониторинг? Я это не очень себе представляю.

К примеру, строили дорогу, на одном участке заармировали основание, на другом — покрытие, на третьем просто попробовали новую асфальтобетонную смесь. И другие условия на экспериментальных участках этой трассы также не были однородными. И что с чем сравнивать? Как продвигать лучшее? В этом отношении корrekтнее испытания на кольцевых стендах однородных материалов, которые в одних и тех же слоях дают сопоставимые результаты. С ними можно работать, делать выборку, создавать однородные среды ис-

пытаний, одинаковые климатические условия и т. д.

**А.В. Лазарев:**

— При оценке подобного рода инициатив, бесспорно полезных для рынка и отрасли в целом, необходимо учитывать тот факт, что итоговая результативность будет максимально эффективной лишь в том случае, если такие испытания будут проводиться под эгидой и непредвзятым контролем единого заказчика, в качестве которого вполне логичным было бы видеть ФДА. Группа компаний «Миаком», со своей стороны, как отечественный производитель широкого ассортимента геосинтетических материалов, осуществляет свою деятельность в строгом соответствии со стандартами международной системы качества ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 и OHSAS 18001:2007.

**Согласны ли вы с мнением о том, что широкое применение контрактов жизненного цикла способно в лучшую сторону изменить ситуацию на рынке геосинтетики, в том числе снизить влияние на него контрафактной продукции?**

**Т.В. Орлова:**

— Согласна. Это подтверждается конкретными примерами. В 2013 году уже было очень много прецедентов, когда наряду с нашей продукцией подрядным организациям предлагали различный контрафакт по несоизмеримо более низким ценам, но они все же отдавали предпочтение неизменному качеству ФНМ-Туймазы.

И не только подрядчики — все больше людей начинают понимать, что контрафакт — это вопрос безопасности, ведь поврежденные из-за некачественных материалов трассы самым жестоким образом уносят человеческие жизни. Я очень надеюсь на то, что не только КЖЦ опосредованно повлияют на ситуацию, но и силовые структуры, отвечающие за безопасность людей, напрямую возьмут на себя решение этого вопроса.

**В.В. Леонов:**

— Безусловно. Это подтверждает положительный пример строитель-

ства и реконструкции ряда участков автомобильных магистралей ГК «Автодор». Подрядные организации при работе по КЖЦ в большинстве случаев стремятся выполнить все работы качественно и в полном соответствии с проектом. Для серьезных строительных компаний, имеющих хорошую репутацию на рынке, нет смысла в сиюминутной экономии средств любой ценой с последующими незапланированными затратами на устранение ее последствий.

**А.В. Лазарев:**

— Данная инициатива в любом случае будет способствовать необходимости применения только высококачественных материалов от проверенных производителей. Уже сегодня многие ведущие строительные предприятия ориентируются в первую очередь на успешный и проверенный опыт эффективного сотрудничества в области поставок и применения качественных геосинтетических материалов. Инженеры ГК «Миакон» уделяют особое внимание взаимодействию с проектными институтами дорожной отрасли на предмет актуального обмена опытом по современным методам расчета и конструирования дорожных одежд и земляного полотна с применением геосинтетических материалов.

**А.В. Литвинцев:**

— Считаю, что применение контрактов жизненного цикла должно положительно повлиять на увеличение спроса на геосинтетические материалы. В таких условиях подрядные организации напрямую заинтересованы в высоком качестве выполненных работ. Одним из инструментов, направленных на поддержание требуемых уровней надежности и функциональности дорог, является использование инновационных технологий при их строительстве, в частности применение геосинтетических материалов. Это объективно. А дальше все уже зависит от субъективного фактора. Важно, чтобы руководитель понимал значение эффекта от правильного применения геосинтетики, сотрудничал с проектировщиками. В этом случае он будет заинтересован в приобретении не контрафактного продукта, а того, который соответствует физико-механическим характеристикам, прописанным в конструктивном решении.



**П.В. Серватинский:**

— Полностью согласен с этим мнением. Логика контракта жизненного цикла такова, что подрядной организации, строящей автомобильную дорогу, невыгодно применять материалы и технические решения, которые в ходе эксплуатации объекта потребуют дополнительных затрат. А геосинтетика — это как раз та группа материалов, эффективность применения которых наиболее ярко видна при рассмотрении затрат за период времени от строительства до реконструкции. Естественно, приоритет будет отдаваться качественным материалам, а не аналогам с низкими показателями.

**Одним из эффективных способов повышения срока службы асфальтобетонного покрытия за рубежом является его армирование геосетками. Как, на ваш взгляд, следует действовать в данном направлении, чтобы и в нашей стране армирующие технологии получили достойное признание?**

**В.В. Леонов:**

— Отличительной особенностью большинства регионов России яв-

ляется высокий годовой перепад температур и суровые зимы. Лишь некоторые зарубежные страны (Канада, Норвегия, Швеция, Финляндия, Исландия) имеют схожую ситуацию. А такие регионы, как, например, Республика Якутия, вообще уникальны по экстремальности климатических воздействий. В связи с этим достаточно трудно подобрать вяжущее для асфальтобетонной смеси, которое одинаково хорошо работает как при низких отрицательных, так и при высоких положительных температурах. Отсюда основные проблемы жестких покрытий — образование трещин, волн и гребенок, шелушение, выкрашивание и др. Исходя из указанных позиций, более эффективным является применение специальных добавок, модифицирующих битум (понижающих температуру хрупкости и/или повышающих температуру пластических деформаций). Кроме того, в ряде регионов достаточно остро стоит проблема продления строительного сезона, в связи с чем эффективно применение теплых асфальтобетонных смесей.

Что касается армирования асфальтобетона геосинтетическими материалами, здесь ситуация неоднозначная. Известно множество примеров как их эффективной работы в достаточно сложных условиях эксплуатации, так и откровенно провальных результатов работы в, казалось бы, благоприятных условиях. Здесь играют роль различные причины. К объективным, прежде



всего, можно отнести ненадлежащее состояние основания дорожной одежды и грунта земляного полотна (чаще всего ремонт и капитальный ремонт автомобильных дорог не подразумевают мероприятий по усилению грунтового основания и его осушению), что является одной из основных причин трещинообразования нежестких покрытий. Помимо этого, в ряде случаев имеют место различные нарушения технологии укладки (например, неравномерное и/или недостаточное нанесение подгрунтовки), что приводит к отсутствию или значительному снижению сцепления слоев армированного асфальтобетона и последующим проблемам, связанным с низкой сдвигоустойчивостью покрытия. К эксплуатационным проблемам армированного асфальтобетона может также привести чрезмерная подгрунтовка вяжущим перед укладкой армирующего слоя.

К субъективным причинам можно отнести проблемы самих армирующих материалов. Мы сейчас не говорим о возможном браке продукции, который иногда встречается у некоторых производителей (например, непрошитая с утком продольная армирующая нить по длине всего рулона, частичное отсутствие или недостаточная пропитка битумным составом армирующего материала или его подложки). Речь идет о других проблемах — неоптимальном размере ячейки, проблемах с подложкой, использовании неподхо-

дящего исходного сырья и защитной пропитки.

Общепринятой является рекомендация, согласно которой размер ячейки армирующего материала должен быть минимум в 1,5–2 раза больше размера самого крупного зерна в составе асфальтобетонной смеси. Поэтому оптимальным для армирования мелкозернистого асфальтобетона является размер ячейки порядка 30–40 мм.

Одной из главных проблем в армирующем материале может стать подложка. По нашему опыту, использование толстой нетканой подложки (с удельным весом подложки свыше 30–50 г/м<sup>2</sup>) приводит к разделению слоев асфальтобетона. Тонкие и ультратонкие подложки (с удельным весом до 30 г/м<sup>2</sup>), в том числе перфорированные, задуманы в качестве технологического слоя для облегчения укладки материалов и предотвращения их слипания в рулоне вследствие пропитки битумным составом. Они должны плавиться при температурах укладки горячих асфальтобетонных смесей, однако это не всегда происходит. Температура плавления нетканой пропитанной битумом подложки из полипропилена составляет около 145–155 °С, из полиэфира — 160–165 °С. В большинстве случаев температура горячих АБС в бункере асфальтоукладчика составляет 120–160 °С, из-за чего подложка не всегда плавится (особенно с учетом более холодного нижележащего слоя смеси), что может также негативно

влиять на сцепление асфальтобетона. Нужно понимать, что сцепление двухслойного ядра неармированного асфальтобетона в большинстве случаев выше, чем армированного, и одна из основных задач армирующего материала и заключается в минимизации своего влияния на снижение сцепления слоев.

Что касается исходного сырья, то здесь можно говорить о несовместимости работы металлических сеток и асфальтобетона, а также материалов из полиэтилена и частично из полипропилена (температура плавления последнего лежит в пределах 130–171 °С, температура размягчения соответственно ниже). Определенные материалы с жесткими узлами менее предпочтительны по сравнению с гибкими узлами из-за эффекта памяти.

В идеале армирующий материал должен быть георешеткой (с просветом от 90% площади поверхности), а не геокомпозитом. С другой стороны, пропитка армирующего материала поливинилхлоридом приводит к ухудшению его работы в покрытии. Пропитка должна производиться битумным составом (без керосина в ее составе, который также не должен содержаться в битумной эмульсии, используемой в качестве подгрунтовки). Поэтому и возникает дилемма о наличии подложки (но с возможным ухудшением армирования в случае, если она не расплавится) либо о ее отсутствии (но с менее удобной укладкой материала из-за слипания волокон в рулоне). Неплохой идеей является замена подложки частичным заполнением ячейки ровницей, которая как выполняет функции подложки, так и лишена основных ее недостатков.

На основании вышесказанного, для эффективного внедрения технологии армирования асфальтобетона ГМ необходимо ужесточить нормативные требования к материалам (для отсеивания заведомо неэффективных), отслеживать качество их укладки и по возможности обследовать состояние основания дорожной одежды, в том числе неразрушающими методами.

### **Т.В. Орлова:**

— К этому вопросу надо подходить грамотно. Нельзя армировать кусочками при ямочном ремонте — лучше вообще этого не делать при данном виде работ. Армирование эффективно, когда оно сплошное и выполнено



материалами, с максимально подходящими для этого показателями.

Для достижения армирующего эффекта следует закладывать в проекты полимерные геосетки с относительной прочностью узловых соединений не менее 15% от прочности материала, адгезией к асфальтобетону при горизонтальном приложении нагрузки не менее 1,3 кН/м, адгезией при нормальном приложении нагрузки не менее 0,35 МПа, повреждаемостью при укладке не более 10%. Для того чтобы данный эффект длился многие-многие годы, морозостойкость должна быть на уровне 98%, а водородный показатель — от 4 до 11. Прочность армирующего материала следует рассчитывать, исходя из ожидаемых нагрузок.

#### **Р.В. Вишневский:**

— Эффективность планирования бюджетных средств является приоритетной задачей, потому как с применением инновационных технологий и материалов ускоряются темпы строительства автодорог. Актуальность этой задачи возросла в связи с удорожанием самих материалов, а повышения качества дорожного полотна можно добиться только с применением новых композитов на основе традиционных материалов и геосинтетиков. Дело в том, что способность асфальтобетона сохранять прочность при высоких нагрузках со временем значительно исчерпывается. Именно поэтому в бюджет закладывается армирующий материал (геосетка), способный перераспределять деформирующую нагрузку при воздействии колес автотранспорта, а также призванный не допустить смешивания слоев дорожной одежды.

Однако и в этой области не обойтись без проблем с контрафактной продукцией. Некачественный же материал может быть выявлен только опытным путем при проведении испытаний на растяжение и разрыв.

#### **А.В. Лазарев:**

— Залогом успеха неизменно будет являться проведение натурных испытаний, доказывающих эффективность подобного рода мероприятий по сравнению с иными вариантами устройства верхних слоев дорожной одежды. В 2013 году специалисты «Миаком Инжиниринг» совместно с Поволжским учебно-исследовательским центром «Волгодортранс» при Са-

ратовском государственном техническом университете провели научно-исследовательскую работу по испытаниям образцов армированного асфальтобетона с целью сравнения эффективности различных геосинтетических материалов.

#### **П.В. Серватинский:**

— Контракты жизненного цикла заставят подрядные организации применять наиболее эффективные конструктивные решения, ведь неспроста просвещенная Европа активно армирует геосинтетическими материалами слои асфальтобетона. Они для себя давно получили ответ о правильности и необходимости такого решения. Теперь и мы будем делать в строительстве упор на качество и долговечность, а не на количество и скорость выполнения работ.

#### **А.В. Литвинцев:**

— На самом деле применение межасфальтных геосеток на наших дорогах уже получило свое распространение не в единичных случаях, а систематически встречается в технических заданиях на выполнение работ. Однако еще остались заказчики, которые критически относятся к ним, считают их применение нецелесообразным. Для дальнейшего развития армирующих технологий необходима их популяризация всеми средствами, в том числе через специализированные журналы. Следует чаще освещать положительный опыт об эффективном применении таких геосеток.



**Один из актуальных отраслевых вопросов — применение геомембран в дорожном строительстве. Не могли бы вы поделиться опытом, демонстрирующим эффективность этих материалов?**

#### **А.В. Лазарев:**

— По данному вопросу рекомендую обратиться к опыту инженеров-проектировщиков ГК «Миаком» по применению геомембраны на одном из объектов транспортной инфраструктуры в Республике Узбекистан. Для защиты просадочных грунтов (лёссовидных суглинков) основания от поверхностного

увлажнения в составе дорожной конструкции была уложена гидроизоляционная мембрана, входящая в общую систему водоотведения на объекте. При отсутствии геомембраны и увлажнении грунта потеря несущей способности основания произошла бы на глубину до 5 метров.

#### **В.В. Леонов:**

— Известно, что геомембраны при их герметичной укладке являются противодиффузионным экраном. Несмотря на высокую стоимость работ по укладке и сварке мембран и требования соответствующей квалификации у рабочих, геомембраны являются достаточно универсальным продуктом для решения различных задач гидроизоляции. При наличии соответствующих защитных слоев геомембраны могут эффективно использоваться в дорожной отрасли, в первую очередь для создания нефилтрующих откосов. Помимо этого, геомембраны находят широкое применение в тоннельном и мостовом строительстве, для гидроизоляции водопропускных сооружений, создания противодиффузионных экранов, а также в очистных сооружениях.

#### **П.В. Серватинский:**

— Данный продукт достаточно специфичен для дорожной отрасли и требует большого внимания при принятии решения о его применении. Геомембрана — водонепроницаемый материал, а любой такой материал концентрирует на себе влагу, не пропуская ее. К примеру, проектирование грунтовых конструкций заставляет при принятии решений руководствоваться правилом соблюдения воднотеплового режима работы земляного полотна, иначе возможно его переувлажнение, а следовательно, снижение несущей способности. Таким образом, геомембрана может как предотвратить попадание влаги, так и препятствовать ее выведению из конструктива.

#### **О.А. Попп:**

— Использование геомембран в дорожном строительстве трудно переоценить. Геомембрана — прочное, эластичное и долговечное, влагонепроницаемое покрытие. Применение этой технологии характеризуются высокой эффективностью, позволяет улучшить качество и долговечность дорожных покрытий.



При строительстве дорог встречаются участки, которым характерны сезонные подтопления и высокий уровень грунтовых вод. Решением этой проблемы как раз и является внедрение в дорожное строительство мембранной гидроизоляции. Помимо этого, применение геомембран позволяет решить задачи армирования слабых грунтов и защитить основания автодорог от просадок.



**В дорожной отрасли России сейчас происходит определенная оптимизация расходов, выделяемых на строительство и ремонт. Как в этой ситуации вы оцениваете ближайшие перспективы развития дорожного рынка ГМ?**

**В.А. Пшунетлев:**

— Применение геотекстильных материалов в дорожном строительстве будет расти, так как зачастую их разумное использование в конструкциях позволяет сократить затраты на строительство и ремонт дорожных объектов.

**В.В. Леонов:**

— Данная оптимизация может иметь как положительные, так и отрицательные последствия для геосинтетических материалов. Например, при сокращении стоимости из проекта в первую очередь зачастую убирают материалы для армирования асфальтобетона, несмотря на возможные сокращения межремонтных сроков службы покрытия. При этом оптимизация может побудить к замене традиционного инженерного решения на более инновационное (например, бетонной подпорной стены на армогрунтовую, металлического шпунта на композиционный). Кроме того, в процессе оптимизации может возникнуть перспектива сокращения толщин минеральных слоев оснований дорожных одежд за счет их армирования (в случаях, когда расчет морозоустойчивости конструкции позволяет это сделать), что может обеспечить заметную экономию денежных средств на линейных объектах без потери прочностных характеристик и без снижения эксплуатационных показателей.

**Р.В. Вишневский:**

— Сегодня проблема российского бездорожья решается с применением современных строительных материалов. Главной задачей является повышение усталостной прочности дорожного покрытия. Однако и современные

дороги не уберечь от разрушений: процесс по времени зависит от качества материала и работы.

**А.В. Лазарев:**

— Ближайшие перспективы развития дорожного рынка геосинтетических материалов зависят не только от финансирования, но и от качественно выпускаемых отраслевыми институтами проектов. Вопросы правильного учета ГМ в дорожных конструкциях с обоснованием эффективности их применения (по сравнению с традиционными решениями) сегодня особенно актуальны для инженеров-проектировщиков. ГК «Миаком» силами своих научно-технических специалистов намерена и далее способствовать внедрению актуальных и перспективных знаний, а также международного и собственного опыта в данном направлении.

**А.В. Литвинцев:**

— Считаю, что в условиях оптимизации расходов заказчик, осведомленный о преимуществах применения геосинтетических материалов, должен будет более тщательно подходить к решению вопроса выбора традиционных или инновационных конструктивных решений. Взвешивать все за и против, обращая внимание на экономическую эффективность. Отечественный и зарубежный опыт применения геосинтетических материалов свидетельствует об их универсальности (обширном поле применения), экономичности (снижении затрат на строительство и эксплуатацию, экономии строительных материалов, сокращении сроков производства работ, увеличении межремонтных сроков), экологичности. Думаем, что в условиях оптимизации интерес к проектам с применением геосинтетики должен возрасти, а их внедрение — активизироваться.

**П.В. Серватинский:**

— Развитие рынка, по моему мнению, сейчас несколько замедлится, так как оптимизация на начальном этапе будет подразумевать в буквальном смысле сокращение всех издержек, в том числе затрат на инновации. Но в дальнейшем, при массовом переходе к контрактам жизненного цикла, ситуация изменится, и акцент будет сделан на более эффективных, хотя и более дорогих конструктивных решениях.

**Подготовил Сергей Ломакин**



**Ресурс**

# ВСЕ СПЕКТР ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

## Геотекстиль

Канвалан, Турар, Terram

## Геосетки

Hatelit, Stren, Tensar, Fortrac

## Габионы

Официальный дилер:

**СИБУР Геосинт**  
**STREN**



**ООО ПКП "Ресурс"**

**ОПЕРАТИВНЫЕ ПОСТАВКИ НА ОБЪЕКТЫ**

тел./факс: (812) 336-31-31

[www.resursltd.ru](http://www.resursltd.ru)

# НОРМАТИВНАЯ БАЗА ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ



**Н**а сегодняшний день в дорожном хозяйстве действуют следующие отраслевые дорожные методические документы (ОДМ):

- ОДМ «Методические рекомендации по применению технологии армирования асфальтобетонных покрытий рулонными базальтоволоконными материалами при строительстве и ремонте автомобильных дорог». (Распоряжение № ОС-333-р Росавтодор 11.09.2001);

- ОДМ «Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог» (от 01.08.2003 № ИС-666-р);

- внесены изменения в ОДМ 218.5.003-2010;

- ОДМ 218.5.002-2008 «Методические рекомендации по применению полимерных геосеток (георешеток) для усиления слоев дорожной одежды из зернистых материалов»;

- ОДМ 218.5.001-09 «Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог»;

- ОДМ 218.5.005-2010 «Классификация, термины определения гео-

**Система нормативных документов в области применения геосинтетических материалов в дорожном строительстве является одним из важнейших аспектов, регулирующих как конкуренцию на рынке, так и уровень качества используемой продукции. А в конечном итоге — и качество дорог.**

синтетических материалов применительно к дорожному хозяйству»;

- ОДМ 218.5.006-2010 «Рекомендации по методикам испытаний геосинтетических материалов в зависимости от области их применения в дорожной отрасли»;

- ОДМ 218.3.032-2013 «Методические рекомендации по усилению конструктивных элементов автомобильных дорог пространственными георешетками (геосотами)».

Часть из действующих ОДМ уже морально устарела. Но основной фактор, который вносит разночтения, — это терминология. В 2010 году были разработаны на основе европейского опыта два ОДМ (ОДМ 218.5.005-2010 и ОДМ 218.5.006-2010), которые положили начало систематизации требований и легли в основу следующих национальных стандартов на геосинтетические материалы:

ГОСТ Р 55028-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения» (гармонизирован с ISO 10318:2005 Geosynthetics — Terms and definitions);

ГОСТ Р 55029-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования асфальтобетонных слоев дорожной одежды. Технические требования» (гармонизирован с EN 15381:2008 Geotextiles and geotextile-related products — Characteristics required for use in pavements and asphalt overlays);

ГОСТ Р 55030-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения прочности при растяжении» (гармонизирован с ISO 10319:2008 Geosynthetics. Wide-width tensile test);

ГОСТ Р 55031-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения устойчивости к ультрафиолетовому излучению» (гармонизирован с EN 12224:2000 Geotextiles and geotextile-related products. Determination of the resistance to weathering);

ГОСТ Р 55032-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения устойчивости к многократному замораживанию и оттаиванию»;

ГОСТ Р 55033-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения гибкости при отрицательных температурах» (гармонизирован с EN 495-5:2001 Flexible sheets for waterproofing. Determination of foldability at low temperature. Plastic and rubber sheets for roof waterproofing);

ГОСТ Р 55034-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования асфальтобетонных слоев дорожной одежды. Метод определения теплостойкости»;

ГОСТ Р 55035-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения устойчивости к агрессивным средам» (гармонизирован с EN 14030:2003 Geotextiles and geotextile-related products — Screening test method for determining the resistance to acid and alkaline liquids).

На данном комплексе национальных стандартов работы не прекращены. Сегодня уже прошли все необходимые процедуры и направлены в Росстандарт на утверждение следующие национальные стандарты:

■ «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Метод определения прочности при динамическом продавливании (испытание падающим конусом)», гармонизирован с ISO 13433:2006 Geosynthetics - Dynamic perforation test (conedroptest);

■ «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Метод определения стойкости циклическим нагрузкам», гармонизирован с ISO 10722:2007 Geosynthetics — Index test procedure for the evaluation of mechanical damage

under repeated loading — Damage caused by granular material (экспертиза в ТК418);

■ «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования нижних слоев основания. Технические требования», гармонизирован с EN 13249-2005 Geotextiles and geotextile-related products — Required characteristics for use in the construction of roads and other trafficked areas;

■ «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Метод определения прочности при статическом прокалывании», гармонизирован с ISO 12236:2006 Geosynthetics — Static puncture test (CBR test);

■ «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Метод определения прочности при растяжении с постоянной нагрузкой», гармонизирован с ISO 13431:1999 Geotextiles and geotextile-related products — Determination of tensile creep and creep rupture behaviour.

Одновременно идет разработка следующих документов:

■ национального стандарта, устанавливающего требования к геосинтетическим материалам для разделения слоев из минеральных материалов (гармонизация с EN 13249:2000 + A1:2005);

■ ОДМ «Методика оценки долговечности геосинтетических материалов, используемых в дорожном строительстве» (окончательная редакция находится на утверждении в Росавтодоре);

■ ОДМ «Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве» (разрабатывается первая редакция);

■ ОДМ «Альбом типовых дорожных конструкций с применением геосинтетических материалов в дорожном строительстве»;

■ ОДМ «Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве на слабых грунтах основания с применением текстильно-песчаных свай. Разработка расчетных методов повышения несущей способности по ускорению консолидации слабых оснований».

Также планируются к разработке следующие документы:

■ национальный стандарт, устанавливающий требования к геосинтетическим материалам для укрепления откосов (гармонизация с EN 13251:2000 + A1:2005);

■ национальный стандарт, устанавливающий метод определения устойчивости геосинтетических материалов к микробиологическому разложению (гармонизация с EN 12225-2002);

■ ОДМ «Технологии укладки геосинтетических материалов в зависимости от выполняемых функций и области их применения».

Продолжается систематизация отраслевой уровня за счет единых подходов и отмены следующих устаревших документов:

■ ОДМ «Методические рекомендации по применению технологии армирования асфальтобетонных покрытий рулонными базальтоволокнистыми материалами при строительстве и ремонте автомобильных дорог». (Распоряжение № ОС-333-р Росавтодор 11.09.2001);

■ ОДМ 218.5.001-09 «Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог»;

■ ОДМ 218.5.002-2008 «Методические рекомендации по применению полимерных геосеток (георешеток) для усиления слоев дорожной одежды из зернистых материалов»;

■ ОДМ 218.5.003-2010 «Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог»;

■ ОДМ 218.5.005-2010 «Классификация, термины определения геосинтетических материалов применительно к дорожному хозяйству»;

■ ОДМ 218.5.006-2010 «Рекомендации по методикам испытаний геосинтетических материалов в зависимости от области их применения в дорожной отрасли».

Таким образом, можно сделать вывод, что разработка комплекса новых документов, с учетом существующих и отменой устаревших, позволит поднять отечественную нормативную базу по геосинтетическим материалам на новый, более качественный уровень — национальный уровень в части технических требований и методов испытаний, гармонизированных с зарубежными документами.

**Е.Н. Симчук,**  
**генеральный директор**  
**АНО «НИИТСК», ответственный**  
**секретарь ТК418**  
**«Дорожное хозяйство»**



# “ГЕОЛАЙН”

Геосетка  
“Армопол”

Высокопрочный  
материал “Геолен”

Георешетка  
“Геосив”

**ПЕРЕСТРАИВАЙСЯ НА НОВУЮ ДОРОГУ**

*Производство  
дорожной геосетки,  
объемной георешетки,  
геополотна  
Соответствует  
стандартам*

**КАЧЕСТВА**

452757, РОССИЯ, БАШКОРТОСТАН,  
г. ТУЙМАЗЫ, ул. ЗАВОДСКАЯ, 2/3  
тел./факс: (34782) 5-74-40, 5-74-41, 5-74-42,  
e-mail: [geoline@list.ru](mailto:geoline@list.ru); [www.geoline-list.ru](http://www.geoline-list.ru)

# СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К КОНСТРУИРОВАНИЮ И РАСЧЕТУ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

## Выбор геосинтетиков: условия, назначение, задачи

Эффективность применения различных геосинтетических прослоек в конструкциях дорожных одежд определяется возможностью выполнения ими функций армирования и разделения материалов слоев, что позволяет сократить объемы применения традиционных дорожно-строительных материалов и повысить сроки службы дорожной конструкции. В зависимости от назначения геоматериалов получаемый эффект может выражаться в снижении единовременных (строительных) затрат и/или затрат, связанных с ремонтом и капитальным ремонтом в течение расчетного периода (срока службы).

В качестве геосинтетических прослоек в дорожных одеждах используются тканые и нетканые геотекстилы, плоские двуслойные георешетки, геосетки, объемные георешетки (геосоты), геокомпозитные материалы. Выбор геосинтетического материала выполняют на основе технико-экономического сопоставления вариантов конструкций дорожных одежд с геосинтетическими материалами и без них. При этом следует учитывать возникающий технический эффект в сравнении с традиционными решениями. Применение геосинтетических материалов повышает надежность дорожных конструкций, а также качество строительства, что не всегда может быть оценено количественно.

Результат от применения геосинтетикособенно ощутим при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог высоких технических категорий, в сложных погодных-климатических условиях Севера (земляные работы при отрицательных температурах) и неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях (слабые основания, грунты повышенной влажности, грунты особых разновидностей). При техническом обосновании этот эффект, с точки зрения работоспособности, транспортно-эксплуатационных качеств дорожной конструкции может оказаться более

**Неизвестные и непривычные еще в недавнем прошлом геосинтетические материалы сегодня перестали быть в диковинку, все чаще используются при возведении земляного полотна и в устройстве дорожной одежды. Но несмотря на успешный опыт их использования и дальнейшее расширение ассортимента, не все специалисты дорожной отрасли в достаточной степени осведомлены или не знают вовсе о преимуществах геосинтетиков. Из-за этого специалисты упускают хорошие возможности для простого и эффективного решения многих проблем дорожного строительства, таких как переувлажненные и слабые грунты, деформации покрытия, колеобразование, морозное пучение, отраженные трещины на покрытии и т. д. Геосинтетики, несомненно, — перспективное направление в строительстве, и чтобы максимально использовать возможности этих инновационных материалов, нужно изучать их функции, условия применения и методы расчетов.**

существенным, чем получение единовременной экономии средств по другим из сопоставляемых вариантов.

Геосинтетические материалы, как известно, в конструкциях дорожных одежд применяются в качестве:

- армирующей и разделительной прослойки для усиления несущего основания из неукрепленных зернистых материалов (щебень, гравий, щебеночно-гравийно-песчаные смеси, шлак и др.) или покрытия переходного типа;

- разделительной прослойки на границе основания из крупнофракционного материала и грунта;

- защитно-дренирующих прослоек на контакте песчаного дренирующего слоя с грунтом насыпи;

- защитных прослоек под сборными бетонными плитами;

- армирующей (трещинопрерывающей) прослойки для усиления асфальтобетонных покрытий.

Учет влияния геосинтетиков в конструкции дорожной одежды по ОДН 218.046-2001 производится по трем методикам (программа CREDO РАДОН 3.4):

- ОДМ 218.5.002-2008 «Методические рекомендации по применению полимерных геосеток (георешеток) для усиления слоев дорожной одежды из зернистых материалов»;

- ОДМ 218.5.003-2010 «Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог»;

- ОДМ 218.5.001-2009 «Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог».

## Расчет по методике ОДМ 218.5.002-2008

Усиление дорожной одежды и разделение слоев несущих оснований дорожных одежд из необработанных зернистых материалов и нижележащих грунтовых слоев выполняют геосинтетическими материалами: плоские георешетки и геосетки, тканые геосинтетические материалы, геокомпозиты. В результате повышается надежность

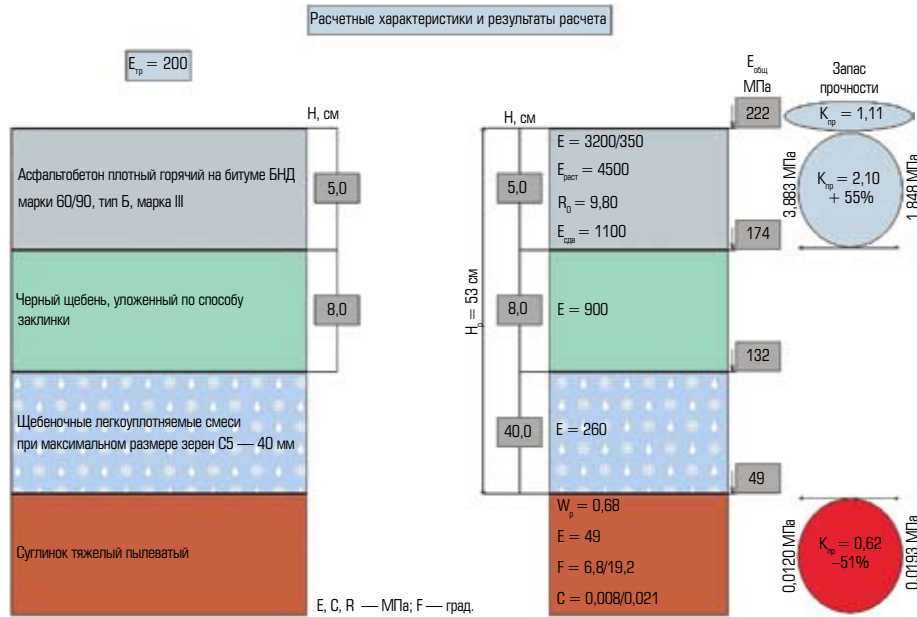


Рис. 1. Расчет типовой конструкции дорожной одежды

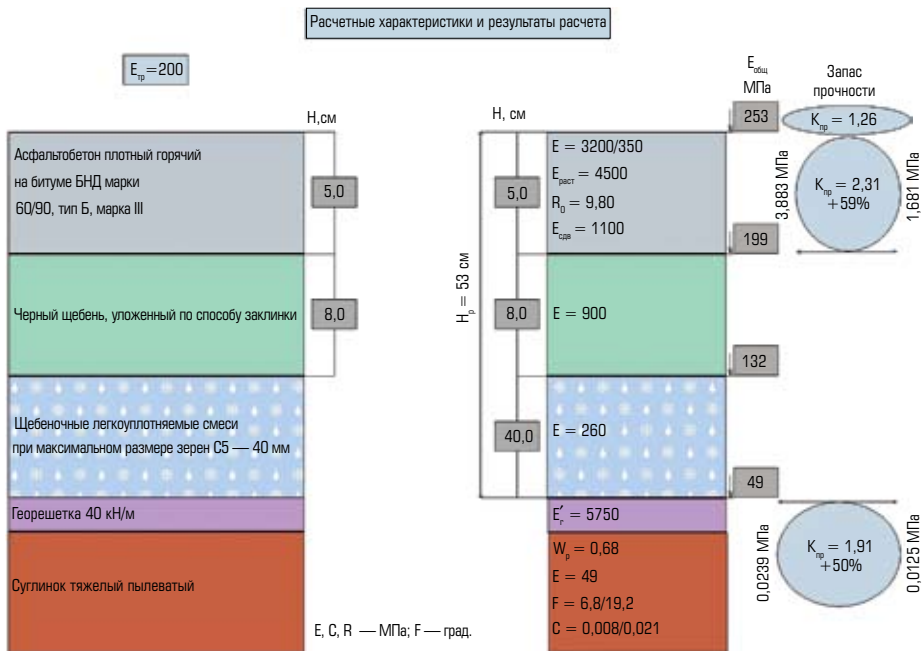


Рис. 2. Расчет армированной конструкции дорожной одежды (георешетка 40 кН/м)

и долговечность дорожной одежды, уменьшаются толщины слоев дорожной одежды из традиционных материалов, в первую очередь несущих оснований из зернистых материалов.

Наиболее рациональное применение армирующих геосинтетических материалов будет при следующих условиях:

- устройстве основания из крупнофракционного (крупнопористого) материала непосредственно на грунте земляного полотна (отсутствие дополнительного слоя основания) или

при устройстве дополнительного слоя основания из однородного песка, взамен требуемого в этом случае защитного слоя из минеральных материалов толщиной 10–20 см;

- эксплуатации дороги с большими нагрузками и интенсивным движением;

- строительстве в неблагоприятных условиях (грунты земляного полотна повышенной влажности, использование слоя основания для движения построечного транспорта и значительный период от устройства основания до его перекры-

тия вышележащими слоями дорожной одежды, стадийное строительство или реконструкция, ремонт дороги, имеющей интенсивное движение);

- на многополосных дорогах высоких технических категорий, где пропуск основной части грузового движения предусматривается по крайним полосам, с устройством прослоек под ними;

- в случаях, когда значения коэффициента прочности при расчете по ОДН 218.046-01 по критерию сдвига в песчаном дополнительном слое основания имеют минимальные значения для нежестких дорожных одежд по сравнению с другими критериями.

Расчет армированных дорожных одежд выполняют по ОДН 218.046-01 с введением коэффициентов усиления, зависящих от деформативных свойств геоматериалов, толщин слоев, механических свойств материалов дорожных одежд и грунтов слоя земляного полотна. При этом наибольшее влияние армирующий геоматериал оказывает на величину активных напряжений сдвига в грунтовом слое, расположенном непосредственно под армированным слоем.

Расчетные параметры геосинтетических материалов зависят от прочности при растяжении ( $R$ , кН/м), условного показателя деформативности ( $\epsilon$ , %) и условного модуля деформации при удлинении 2% ( $E'_{2\%}$ , кН/м).

В качестве примера приведены результаты расчета в программе CREDO РАДОН RU дорожной одежды автомобильной дороги IV категории в Новосибирской области ( $E_{тр} = 200$  МПа,  $\Sigma N_p = 380\ 000$ ).

Результаты расчета типовой конструкции (рис. 1) показывают, что при заданной толщине конструктивных слоев прочность по критерию сдвигоустойчивости не обеспечена ( $K_{пр} = 0,62$ ,  $-51\%$ ). Армированная конструкция (рис. 2) при такой же толщине проходит по сдвигу ( $K_{пр} = 1,91$ ,  $+50\%$ ). При этом запас прочности по общему модулю упругости в сравнении со стандартной конструкцией увеличился с  $K_{пр} = 1,11$  ( $E_{общ} = 222$  МПа) до  $K_{пр} = 1,26$  ( $E_{общ} = 253$  МПа), что дополнительно повысит эксплуатационную надежность дорожной одежды. Помимо этого, срок службы конструкции с георешеткой увеличится на 3 года.

### Расчет по методике ОДМ 218.5.003-2010

Наиболее рационально применять геосинтетические прослойки (тканые



и нетканые геотекстильные материалы, геокомпози́ты) для разделения связных грунтов поверхности земляного полотна и песчаного дополнительного слоя основания дорожной одежды при следующих условиях и ситуациях:

- для устройства дренирующего слоя из мелких песков с коэффициентом фильтрации 1–2 м/сутки, толщина которого определена из условия своевременного отвода воды;

- в земляном полотне, сложенном из пылеватых грунтов при 2-м, 3-м типах местности по условиям увлажнения во II–III дорожно-климатических зонах при высокой интенсивности движения (дороги I–III категорий);

- при выполнении строительных работ в условиях повышенной влажности грунтов земляного полотна, когда невозможно исключить проезд занятых на строительстве транспортных средств по устраиваемому песчаному дренирующему слою;

- для уширения дорожной одежды, когда большая часть прослойки располагается в пределах существующего земляного полотна в условиях повышенного увлажнения грунтов рабочего слоя;

- при уширении земляного полотна, когда технологически сложно или технически невозможно увеличить толщину песчаного слоя с достаточным заглублением его подошвы ниже поверхности существующего земляного полотна.

При определении предельного значения напряжения активного сдвига (по ОДН 218.046-01) используется коэффициент  $k_d$ , учитывающий особенности работы конструкции на границе слоев. При отсутствии усиления  $k_d$  принимается равным единице, а в случае применения геотекстильной прослойки —  $k_d = 1,5, \dots, 4,5$  в зависимости от крупности песка.

В качестве примера использования методики ОДМ 218.5.003-2010 приведены результаты расчета дорожной одежды автомобильной дороги II категории в Северо-Западном регионе (II ДКЗ, подзона 2) с требуемым модулем упругости  $E_{тр} = 289$  МПа и  $\sum N_p = 1\,500\,000$ .

Как видно из расчета (рис. 3), при заданной толщине конструктивных слоев прочность по критерию сдвигоустойчивости не обеспечена ( $K_{пр} = 0,68, -48\%$ ). Конструкция с защитно-армирующей прослойкой

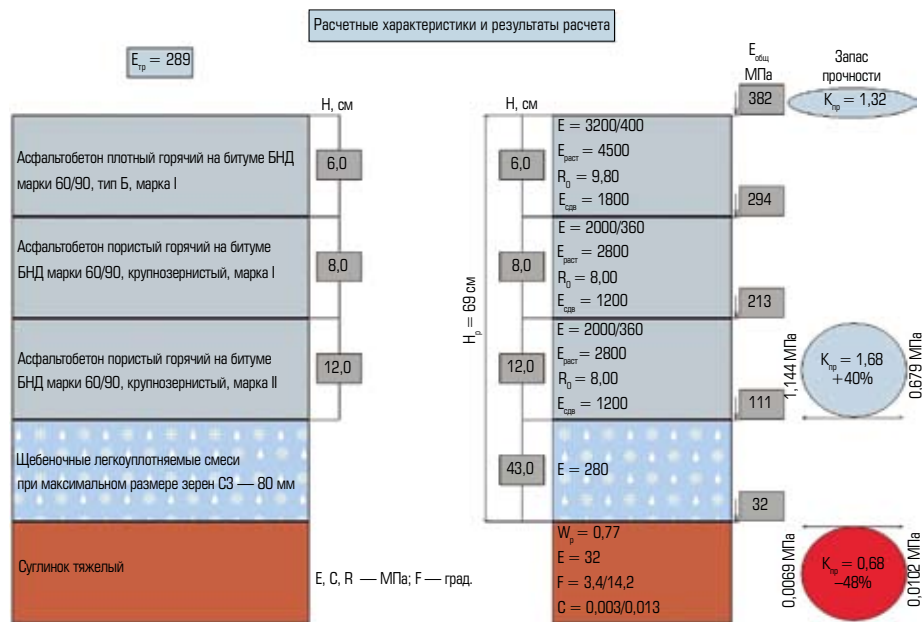


Рис. 3. Расчет стандартной дорожной одежды в программе CREDO РАДОН RU

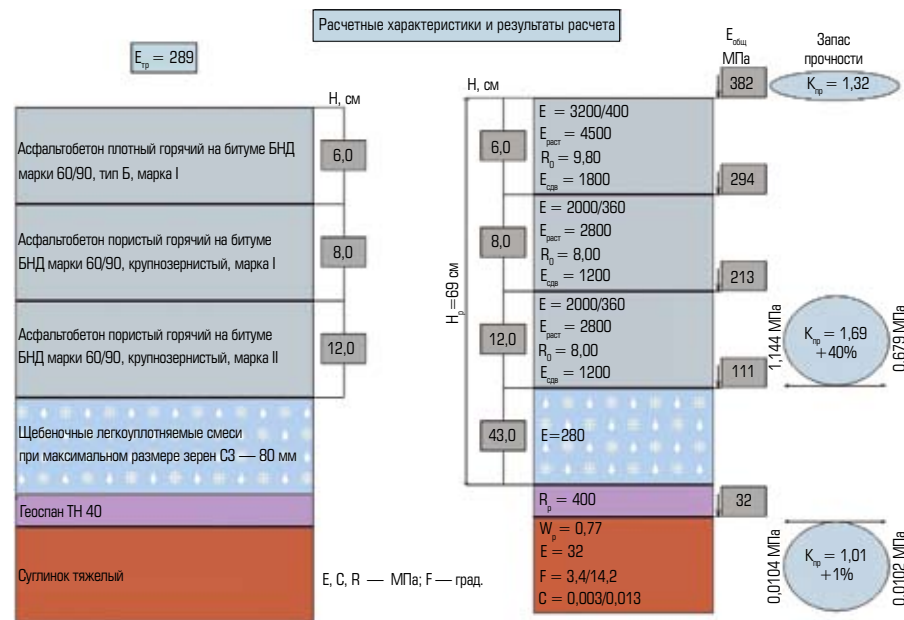


Рис. 4. Расчет дорожной одежды с защитно-армирующей прослойкой (тканый геотекстиль Геоспан ТН 40)



Рис. 5. Структура геотекстиля Геоспан ТН

(рис. 4) при аналогичных толщинах слоев проходит по требованию сдвигоустойчивости ( $K_{пр} = 1,01, +1\%$ ). В качестве защитно-армирующей

прослойки в нижних слоях дорожных одежд применен многофункциональный тканый геотекстиль из прочных полипропиленовых нитей Геоспан ТН 40 (производство ООО «Гекса — нетканые материалы») (рис. 5).

### Расчет по методике ОДМ 218.5.001-2009

Весьма актуальным является применение геосинтетических материалов для армирования асфальтобетонных покрытий как при строительстве, так и при ремонте дорог.



# ECORASTER® E50

НЕМЕЦКАЯ ПЛАСТИКОВАЯ ГАЗОННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ ВЫСОКИХ НАГРУЗОК

Пожарные проезды  
Экологические парковки у торговых комплексов  
Рулежные дорожки малой авиации  
Экопарковки грузовой техники  
Вертолетные площадки  
Обочины дорог



*Имеется техническая информация  
для проектировщиков*

**ВЫДЕРЖИВАЕТ НАГРУЗКУ  
20,6 ТОНН НА ОСЬ!!!**

протокол испытаний № 5562 от 04.06.2012 г.  
продукция прошла сертификацию ГОСТ Р

Сравнима по прочности с бетонной, имеет большую  
площадь озеленения, легче в укладке  
Рабочий диапазон температур от -60 до +90°С  
Гарантия 10 лет при правильной укладке,  
рекомендованной производителем



**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕР ПРОИЗВОДИТЕЛЯ:**



**АРГЕОН**  
ТОРГОВО-СТРОИТЕЛЬНАЯ  
КОМПАНИЯ

тел. +7 (812) 920-87-75, моб. +7 (911) 931-08-07

198255, Санкт-Петербург, пр. Ветеранов, д.75/1, оф.153  
e-mail: [info@arreon.ru](mailto:info@arreon.ru) [www.arreon.ru](http://www.arreon.ru)

**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И БЛАГОУСТРОЙСТВА:**

Геотекстиль (дорнит) • Геосетки СТРЭН, Апролат, Стеклонит, Армдор • Объемная георешетка • Газонная решетка •  
ECORASTER • Геомембраны Solmax, Delta, Плантер, Тefonд, Изостуд • Трубы SN8

# К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СРОКА СЛУЖБЫ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ



**ГОСТ Р 53225-2008** «Материалы геотекстильные. Термины и определения» содержит основные термины и определения, включает типы, способы изготовления, свойства геотекстилей, а также их работу в конструкциях. В документе приведена классификация геосинтетических материалов.

**ОДМ 218.5.002-2008** «Методические рекомендации по применению полимерных геосеток (георешеток) для усиления слоев дорожной одежды из зернистых материалов» предназначен для нормирования применения полимерных геосеток (георешеток) для усиления несущих оснований нежестких дорожных одежд или покрытий переходного типа автомобильных дорог. Документ содержит расчет дорожных одежд нежесткого типа, основанный на ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд», а также рекомендации по технологии производства работ.

**В мировой практике дорожного строительства, а в последние годы и в нашей стране, геосинтетические материалы получили очень широкое распространение. Их использование при армировании дорожных одежд, укреплении откосов и склонов, устройстве дренажных и противозероэрозийных систем, создании автопарковок и т. д. регулируется рядом нормативных актов (отечественных и зарубежных). В данной статье приводится краткий анализ этих документов.**

**ОДМ 218.5.001-2009** «Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог». Документ предназначен для применения геосеток (плоских георешеток) для армирования (усиления) асфальтобетонных слоев при капитальном ремонте и ремонте усовершенствованных видов покрытий автомобильных дорог. Рекомендации включают методи-

ку проектирования дорожных одежд, армированных геосетками, а также детерминированный метод определения их срока службы. Приводится порядок испытания геосеток.

**ОДМ 218.5.003-2010** «Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог» содержит основные положения по применению геотекстильных нетканых и тканых материалов, георешеток, геокомпозиатов, геооболочек в дорожном строительстве, например при выпол-

нении земляных работ, устройстве и ремонте дорожных одежд, дренажей, сооружений, поверхностного водоотвода, для обеспечения устойчивости откосов. В рекомендациях дана классификация геосинтетических материалов и представлены наиболее распространенные типовые дорожные конструкции с геосинтетическими материалами.

**ОДМ 218.5.005-2010** «Классификация, термины, определения геосинтетических материалов применительно к дорожному хозяйству». В документе приведена классификация геосинтетических материалов с учетом ISO 10318:2005 Geosynthetics. Terms and definitions. Показаны основные функции материалов каждого типа и их место в дорожной конструкции.

**ОДМ 218.3.032-2013** «Методические рекомендации по усилению конструктивных элементов автомобильных дорог пространственными георешетками (геосотами)». В документе даны рекомендации по применению пространственных георешеток (геосот, геоячеек) в дорожном строительстве. Стоит отметить, что в ОДМ 218.3.032-2013 впервые в нашей стране нормативно закреплена детальная методика расчета дорожных одежд с применением геоячеек.

Суть этой методики заключается в увеличении нормативных значений модулей упругости материалов слоев, армированных геоячейками, по сравнению с модулями упругости слоев без армирования. Армируются слои из зернистых материалов и песка. Кроме того, считается, что сдвигоустойчивость композитного слоя «геоячейки + наполнитель» обеспечена. При этом экономический эффект от применения таких конструкций будет выражаться в уменьшении толщины слоев дорожной одежды или в увеличении межремонтных сроков.

Анализ представленного выше краткого описания нормативных документов показал, что в трех из них приведена классификация геосинтетических материалов. При этом один и тот же материал в каждой классификации имеет различную терминологию. Например, материал, названный в классификации Международного геосинтетического общества (IGS), geocell, то есть геоячейка, в ОДМ 218.5.003-2010 представлен как «пространственная георешетка», в ОДМ 218.5.005-2010 — «геосотовый материал», в ГОСТ Р 53225-

2008 — «геоячейка». Тот же самый материал в ОДМ 218.3.032-2013 определен как «пространственная георешетка или геосотовый материал». Также в ОДМ 218.5.003-2010 дана единая интерпретация таких материалов, как геосетка и георешетка, хотя это два принципиально различных по своей сути материала.

Кроме отсутствия единой классификации геосинтетических материалов в нормативных документах, различны их функции и область применения. Так, например, в ОДМ 218.5.005-2010 рекомендовано применение геоячеек лишь на откосах насыпи и в дренажных конструкциях, в то время как в ОДМ 218.5.003-2010, помимо этих целей, предлагается применение данного материала и для армирования нижних слоев дорожных одежд и насыпей.

Наряду с представленными выше узкоспециализированными нормативными актами существуют документы более широкого профиля, в которых представлены рекомендации по применению геосинтетических материалов в дорожном строительстве. А именно:

**ОДН 218.046-01** «Проектирование нежестких дорожных одежд». Расчет дорожной одежды по условию сдвигоустойчивости подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев позволяет учесть влияние геотекстильной прослойки, уложенной на контакте между этими слоями, на прочность дорожной одежды. С этой целью введен коэффициент  $K_d$ , значения которого определены в зависимости от применяемых материалов.

**ОДМ 218.2.017-2011** «Методические рекомендации «Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения»». В документе даны рекомендации по применению геосинтетических материалов для повышения общей устойчивости откосов насыпи, а также типовые конструкции дорожных одежд облегченного и низшего типов с армирующими прослойками из геосинтетических материалов.

Таким образом, при достаточном количестве нормативных документов по применению геоматериалов в дорожном строительстве, разработанных за последнее десятилетие, наблюдается их несоответствие друг другу, а иной раз имеются и технические противоречия. В связи с этим актуальной

становится задача не только приведения документов в терминологическое соответствие, но и научного обоснования в части применения того или иного геосинтетического материала в дорожном строительстве с обязательным учетом основных положений Федерального закона №184-ФЗ «О техническом регулировании» (снижение риска продукции и повышение безопасности при ее использовании).

Как отмечалось выше, эффект от применения геосинтетических материалов в конструкциях дорожных одежд может выражаться в увеличении срока службы дорожной одежды, а также в уменьшении толщины конструктивных слоев дорожной одежды. ОДМ 218.5.001-2009 «Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог» рекомендует не уменьшать толщины конструктивных слоев дорожной одежды, а получать положительный эффект, выраженный в увеличении срока службы дорожной одежды.

Известно, что срок службы дорожной одежды — это календарная продолжительность эксплуатации дорожной одежды от сдачи дороги в эксплуатацию до первого капитального ремонта или между капитальными.

В ОДМ 218.5.001-2009 для определения срока службы дорожной одежды, с покрытием, армированным геосеткой (георешетками), предлагается применять формулу с учетом ОДН 218.046-01:

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{сл}} + T_{\text{доп}} = T_{\text{сл}} + \log_q \left[ 1 + \frac{\sum N_p (1 - k_{N_p}) \cdot (q - 1)}{0,7 N_p \cdot T_{\text{рдг}} \cdot k_n} \right], \quad (1)$$

где  $T_{\text{сл}}$  — рекомендуемый расчетный срок службы по табл. II.6.2, ОДН 218.046-01;  $T_{\text{доп}}$  — величина увеличения срока службы дорожной одежды вследствие применения геосетки (георешетки);  $T_{\text{рдг}}$  — количество расчетных дней в году, в зависимости от местоположения дороги (см. табл. П.6.1, ОДН 218.046-01);  $N_p$  — введенная интенсивность движения на последний год срока службы, авт/сут;  $q$  — показатель изменения интенсивности движения данного типа автомобиля по годам;  $k_n$  —

**Таблица 1**  
Значения коэффициента  $k_{np}$

Прочность геосетки (плоской георешетки) $R_{LR} (R_{TR})$ , кН/м	Относительная деформация при разрыве $\epsilon_{LRmax} (\epsilon_{TRmax})$ , %	$k_{np}$
Менее 40	не более 4	1,00
	более 4	1,00
40	не более 4	0,80–0,90
	более 4	0,90–1,00
80	не более 4	0,50–0,75
	более 4	0,75–0,90
150 и более	не более 4	0,25–0,50
	более 4	0,60–0,75

**Таблица 2**  
Рекомендуемые значения коэффициента вариации эквивалентного модуля упругости

Качество строительства дорожной одежды	Отличное	Хорошее	Удовлетворительное	Неудовлетворительное
Коэффициент вариации эквивалентного модуля упругости	<0,12	0,12–0,20	0,20–0,27	>0,27

**Примечание:** при проектировании дорожных одежд нежесткого типа рекомендуется принимать качество строительства с оценкой «отлично».

коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого (см. табл. 3.3, ОДН 218.046-01);  $k_{np}$  — коэффициент, учитывающий уменьшение влияния усталостных процессов на прочность, вследствие армирования асфальтобетонного покрытия (табл. 1).

При этом полученный расчетом срок службы дорожной одежды не должен быть меньше сроков, указанных в приложении 3 к приказу Минтранса России от 01.11.2007 №157.

Выбирая вариант, при котором не уменьшается толщина конструктивных слоев дорожной одежды, срок службы можно принять по приложению 3 к приказу Минтранса России от 01.11.2007 №157, увеличивая его на определенную величину. Это увеличение зависит от прочности геосетки (георешетки), применяемой для армирования. Так, рекомендуется увеличивать срок службы дорожной одежды, с покрытием, армированным геосеткой (георешеткой):

■ на 6–9% — при использовании для армирования геосетки (георешетки) с прочностью  $R_{LR} (R_{TR})$  от 40 до 80 кН/м;

■ на 9–11% — при использовании для армирования геосетки (георешет-

ки) с прочностью  $R_{LR} (R_{TR})$  от 80 до 150 кН/м;

■ на 11–13% — при использовании для армирования геосетки (георешетки) с прочностью  $R_{LR} (R_{TR})$  более 150 кН/м.

Величина полученного срока службы округляется до целого количества лет.

Увеличение срока службы армированной дорожной одежды возможно за счет замедления образования трещин и колейности на покрытии, благодаря чему сохраняется его ровность и способность равномерно распределять нагрузку от транспортных средств.

В другом нормативном документе, ОДМ 218.5.002-2008 «Методические рекомендации по применению полимерных геосеток (георешеток) для усиления слоев дорожной одежды из зернистых материалов» предлагается использовать другую формулу для расчета срока службы:

$$T_{ср} = 1 + \left[ \lg \frac{0,7 \cdot N_p \cdot K_c \cdot T_{рдр} \cdot k_n}{\sum N_p \cdot \lg q} \right], \quad (2)$$

где  $\sum N_p$  — суммарное расчетное число приложений нагрузки за расчетный

срок службы для армирования дорожной одежды, определяемое по графику (см. рис. 6.4 ОДМ 218.5.002-2008) или исходя из зависимости, п. 3.23 ОДН 218.046-01;  $K_c$  — коэффициент суммирования (см. п. 3.23 ОДН 218.046-01).

В данном случае речь идет об армировании слоев основания или покрытий переходного типа из зернистых материалов.

К сожалению, описанные выше методы определения срока службы дорожных одежд с геосинтетическими материалами являются детерминированными, то есть учитывают лишь те параметры конструкции, которые имеются в наличии, и без учета возможного отклонения их значений. Однако результаты таких расчетов часто расходятся с реальными данными, полученными на практике. Это происходит из-за того, что изменение параметров дорожных одежд, заданных при расчете, носит случайный (вероятностный) характер.

Кроме того, оценка продукции в целом, а в данном случае — дорожной конструкции (с учетом качества строительства, наличия геосинтетического материала в слоях дорожной одежды и т. п.) в соответствии с Федеральным законом №184-ФЗ «О техническом регулировании» должна выполняться на основе допустимого риска причинения вреда с целью обеспечения безопасности человека, окружающей среды и имущества любой формы собственности.

Поэтому для более точной оценки срока службы дорожных конструкций, при учете вероятностной сущности входящих параметров, необходимо рассмотреть вероятностный подход к оценке срока службы дорожных одежд с геосинтетическими материалами, например на основе теории риска.

В настоящее время разработаны вероятностные методы оценки срока службы дорожных одежд без геосинтетических материалов, автором которых является д.т.н., профессор В.В. Столяров (ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина»). Суть методов заключается в вычислении риска разрушения дорожной одежды на каждый год эксплуатации автомобильной дороги и в сопоставлении риска с его допустимой величиной, определенной с учетом нормативного уровня надежности. Если риск разрушения дорожной одежды в какой-

либо год эксплуатации равен или превышает допустимый, то согласно теории риска считается, что фактический срок службы дорожной одежды уже истек. Таким образом, фактический срок службы дорожной одежды нежесткого типа — это период времени, соответствующий допустимой величине риска:

$$t_{\phi} = \frac{1}{\gamma \cdot E_{\text{ст}}} \times \left[ \sqrt{\left( \frac{E_{\text{ст}} - E_{\text{м}}}{u} \right)^2 - \sigma_{\text{м}}^2} - E_{\text{ст}} \cdot C_{\text{в}}^{\text{ст}} \right], \quad (3)$$

где  $E_{\text{ст}}$  — среднее значение эквивалентного модуля упругости, приведенное к расчетной температуре, и устанавливаемое на каждый последующий год эксплуатации автомобильной дороги, МПа;  $E_{\text{м}}$  — критический (минимальный) модуль упругости, при котором риск разрушения равен 50%, МПа;  $\gamma$  — коэффициент, показывающий снижение однород-

ности во времени, 1/год (в работах Н.Е. Кокодеевой были определены численные значения коэффициента в зависимости от типа и влажности грунта земляного полотна, а также коэффициента вариации требуемого модуля упругости);  $u$  — аргумент функции Лапласа;  $\sigma_{\text{м}}$  — среднее квадратическое отклонение минимального модуля упругости, МПа;  $C_{\text{в}}^{\text{ст}}$  — коэффициент вариации эквивалентного модуля упругости ( $E_{\text{ст}}$ ), принимаемый в зависимости от качества строительства дорожной одежды, например по методике профессора В.А. Семенова (табл. 2).

Ранее на основе теории риска был предложен метод расчета вероятности возникновения трещин в монолитном слое при изгибе для дорожной одежды нежесткого типа, армированной геосинтетическими материалами, позволяющий оценить работу геосинтетического материала только в монолитных слоях дорожной одежды. В дальнейшем, с точки зрения

вероятностного подхода, необходимо изучить работу геосинтетического материала (например, геотекстиля) и в других слоях дорожной одежды. Поэтому актуальной является задача по разработке методики вероятностной оценки срока службы дорожной одежды с применением геосинтетических материалов в щебеночном основании конструкции.

**Н.Е. Кокодеева,**  
д. т. н., проф.  
**каф. «Транспортное строительство»**  
**СГТУ им. Ю.А. Гагарина;**  
**А.В. Кочетков, д. т. н.,**  
**член Президиума**  
**Российской академии**  
**транспорта, эксперт Минюста России;**  
**Л.В. Янковский,**  
к. т. н., доц. **Пермского**  
**национального**  
**исследовательского**  
**политехнического университета;**  
**О.Ю. Москалев,**  
асп. **СГТУ им. Ю.А. Гагарина**

# ДОР М

**БЫСТРО!  
ВЫГОДНО!  
НАДЕЖНО!**

\*\*\*  
Мы производим георешетки,  
Геомембраны и анкера,  
Чётко отгрузим в срок вам короткий  
Сетки дорожные и для грунта.

\*\*\*  
Есть габионы, дренажные трубы,  
Геотекстиля выбор широк,  
Вы не один сэкономите рубль,  
Сделав в компанию нашу звонок.

\*\*\*  
Цены у нас, утверждаем, — доступные,  
Множится наших заказчиков ряд,  
Партии мелкие, средние, крупные,  
Ткань предлагаем под пруд и асфальт!

\*\*\*  
В нашей продукции будьте уверены,  
Жизнь у дорог ваших станет длинней,  
Временем фирма наша проверена,  
Вот ТЕЛЕФОН наш — звоните смелей!

-  геотекстиль
-  геомембрана
-  габионы
-  георешетка
-  геосетка





Тел./факс: (495) 766-69-24 (многоканальный)  
E-mail: info@dor-m.ru, www.dor-m.ru, Москва, Кожевническая ул., д. 7, корп. 1

КОМПАНИЯ «ДОР-М» ОСУЩЕСТВЛЯЕТ КОМПЛЕКСНЫЕ ПОСТАВКИ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ,  
ЧТО ЗНАЧИТЕЛЬНО ЭКОНОМИТ ВАШЕ ВРЕМЯ И ДЕНЬГИ

# О НЕОБХОДИМОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ



**П**о мнению авторов, наиболее остро в нашей стране стоит вопрос об оценке механических характеристик геосинтетических материалов (ГМ). Именно эти характеристики являются основными при проектировании конструкций, в которых используются данные материалы. Большинству организаций приходится использовать ГМ, не подвергая их каким-либо проверочным испытаниям для оценки механических характеристик. Данная тенденция обусловлена тем, что в стране очень мало лабораторий, способных выполнять работы по контролю их качества.

Как показывает мировой опыт использования ГМ, основными механическими характеристиками, необходимыми для проектирования, являются:

- прочность материала на разрыв;
- относительное удлинение материала при соответствующей нагрузке;
- прочность материала при продавливании;
- прочность материала на прокол;
- трение материала по грунту;

**Без геосинтетических материалов сегодня уже невозможно представить современное строительство. Из-за своих уникальных свойств они нашли широкое применение практически во всех его областях. В нашу страну геосинтетика пришла лишь в конце прошлого века, а в Европе к тому времени уже была накоплена не только теоретическая и экспериментальная база по их использованию, но и велась подготовка специалистов для работы с геоматериалами. Поэтому у нас они нередко применяются бездумно или, наоборот, в ограниченном объеме. Связано это в первую очередь с отсутствием актуальной нормативной базы и, как следствие, отсутствием какого-либо контроля качества материалов.**

■ сопротивление материала выдергиванию из армогрунтовой конструкции.

Рассмотрим каждую из описанных характеристик подробнее.

Прочность геосинтетического материала на разрыв является основной характеристикой для повышения несущей способности основания при армировании. Однако для проведения расчетов армированных оснований совершенно

недостаточно знать только точное значение прочности армирующего материала на разрыв. Необходимо также учитывать относительное удлинение геосинтетического материала при соответствующей нагрузке. Как показали исследования, проведенные нами ранее, а также исследования других авторов, зависимость относительного удлинения от растягивающего усилия является нелинейной.



Учет такой зависимости позволяет наиболее рационально подбирать армирующие материалы. Важность определения зависимости относительного удлинения от растягивающего усилия для геосинтетических материалов обусловлена тем, что для расчета армированных оснований в последнее время наиболее часто используется программный комплекс Plaxis. Основной характеристикой для расчета армированных оснований в программном комплексе является значение линейной жесткости на разрыв на 1 п. м. ширины материала (кН/м), которая определяется по результатам построения зависимости относительного удлинения от растягивающего усилия.

Для определения значений линейной жесткости авторами в качестве примера были выполнены экспериментальные исследования трех различных типов ГМ. В ходе испытаний получены прочностные характеристики данных материалов, а также графики зависимости «деформация — линейная жесткость». Все эксперименты проводились в лаборатории кафедры «Строительное производство и геотехника» Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ) на испытательной разрывной машине МТ-136 (рис. 1). Она предназначена для измерений силы (нагрузки) и деформации (удлинения) при испытаниях на растяжение, сжатие и изгиб на образцах контролируемого материала (нити, ленте, текстильной ткани, проволоке, пленке, пластмассе, резины, черных и цветных металлов и других материалов в пределах технических возможностей машины).

В качестве материалов использовались (рис. 2):

- геокomпозит Геодрен двухслойная комбинация из нетканых геотекстильных и полимерных материалов;
- георешетка плоская (геосетка) полимерная одноосная;
- геотекстиль тканый двухосный Геоспан (Гекса).

Физико-механические характеристики испытываемых ГМ представлены в табл. 1.

При обработке результатов испытаний для вычисления текущей жесткости, выражаемой в кН/м, использовалась следующая формула:

$$G = \frac{F \cdot c \cdot 100}{\epsilon}, \quad (1)$$

где  $F$  — определенная нагрузка при деформации, кН;  $\epsilon$  — установленная



Рис. 1. Испытательная разрывная машина МТ-136



Рис. 2. Образцы материалов

Таблица 1  
Значения физико-механических характеристик геосинтетических материалов

Характеристика	Геокomпозит	Геосетка	Тканый геотекстиль
Состав	Полипропелен, полиэфир	Полиэфир	Полипропелен
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	530	350	296
Разрывная нагрузка при испытании на растяжение вдоль/поперек, кН/м	29/67,8	26,4/32,2	47,4/46,6
Относительное удлинение при максимальной нагрузке вдоль/поперек, %	10/18	11,5/10,6	14,14/14

деформация, %;  $c$  — выводится из уравнения (2) или уравнения (3) по обстоятельству.

Для нетканых полотен, тканей плотной структуры или аналогичных материалов:

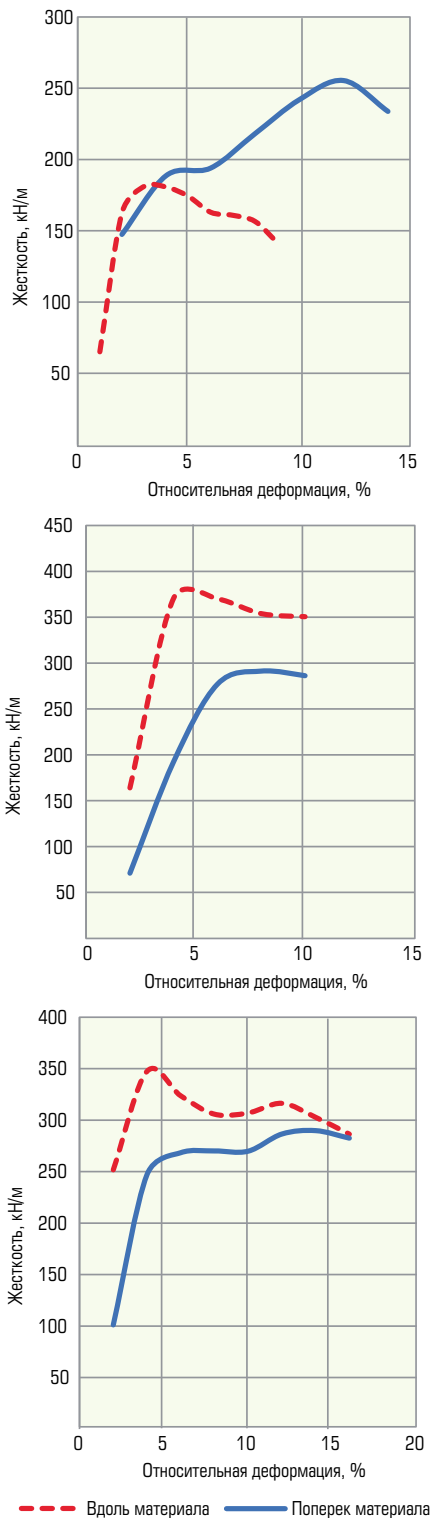
$$c = 1/B, \quad (2)$$

где  $B$  — номинальная ширина образца, м.

Для грубого тканого геотекстиля, геосеток, геотекстиля из расплава полимера или аналогичных материалов с открытой структурой вычисления производились по формуле:

$$c = N_m/N_s, \quad (3)$$

где  $N_m$  — минимальное число элементов растяжения 1 м ширины испытуемого образца;  $N_s$  — число



**Рис. 3. Графики зависимости «деформация — линейная жесткость» вдоль и поперек рулона тканого геотекстиля**

элементов растяжения образца для испытания. Были получены зависимости (рис. 3).

Таким образом, полученные экспериментальные графики зависимости «деформация — линейная жесткость» позволяют определить опти-

**Таблица 2**  
**Сводная таблица оптимальных значений линейных жесткостей и относительных деформаций геосинтетических материалов**

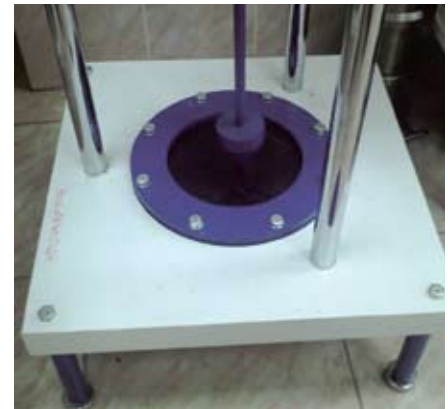
Материал	Максимальное значение линейной жесткости (кН/м)		Оптимальные значения относительной деформации (%)	
	Вдоль	Поперек	Вдоль	Поперек
Геокомпозит	176	252	2–6	5–10
Геосетка	380	288	4–8	4–8
Тканый геотекстиль (Гекса)	350	282	5–10	5–10

мальный интервал относительного удлинения (табл. 2), при котором достигается максимальная жесткость. Данный интервал следует использовать при расчетах армированных оснований.

Для материалов, применяемых при строительстве полигонов ТБО, автомобильных и железных дорог актуальным является знание таких характеристик, как сопротивление проколу, сопротивление продавливанию геосинтетических материалов. Это связано с необходимостью обеспечения большей несущей способности оснований хранилищ отходов, долговечности материалов, используемых при строительстве, и экологической безопасности окружающей среды от инфильтрации вредных агентов полигонов.

Сопротивление проколу и сопротивление продавливанию геосинтетических материалов, а также их возможная связь между собой и с другими характеристиками, изучены достаточно слабо. Экспериментальные исследования в этих направлениях в настоящее время проводятся на базе кафедры «Строительное производство и геотехника» ПНИПУ под руководством доцента Д.Г. Золотозубова. Для испытаний используются два типа геосинтетических материалов: нетканый геотекстиль типа Дорнит и геомембрана из полиэтилена высокой плотности.

Для проведения исследований применяется прибор МТ 375 для определения сопротивления материала подающему конусу по методу ISO 13433. Сопротивление проколу определяет сопротивляемость материала механическим воздействиям, которые возможны в процессе производства работ и эксплуатации. Этот показатель весьма важен для геомембран и геотекстилей. Результаты испытаний помогают обосновать



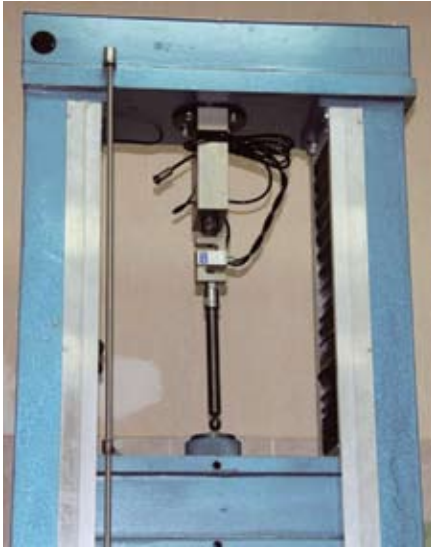
**Рис. 4. Испытания геосинтетики на прокол**

выбор толщины геомембраны, а в некоторых случаях и материала из которого она изготовлена. В том числе и для того, чтобы обеспечить герметичность гидроизоляции в контакте с различными материалами и плотность геотекстиля, необходимую для защитной функции. Сопротивление проколу характеризуется средним диаметром повреждений с указанием вариационного коэффициента испытаний.

На первом этапе испытания проходили на приборе МТ 375 (рис. 4). Были измерены диаметры отверстий, образовавшихся в результате падения конуса. По результатам десяти испытаний для каждого материала среднее значение для геомембраны составило 3 мм, для геотекстиля — 21 мм.

Необходимо отметить, что для мембраны была характерна однородность результатов, тогда как диаметры отверстий в текстиле составляли от 17 до 29 мм. Это можно связать с неоднородностью Дорнита.

Вторым этапом экспериментальных исследований является проведение испытаний на продавливание шариком. Согласно европейской классификации, все геотекстили можно



**Рис. 5. Испытания геосинтетики на продавливание шариком**

разделить на классы, в зависимости от принадлежности полученных значений к определенному диапазону. Исходя из этого распределения, геотекстили с сопротивлением продавливанию равным 500–1000 Н (класс 1) следует применять как распределители или фильтры.

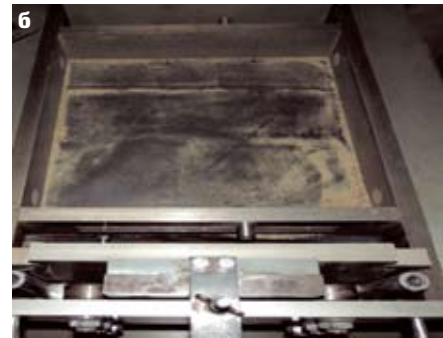
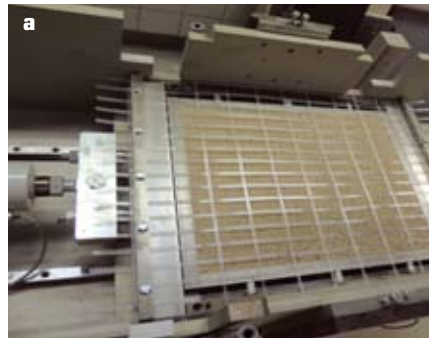
Ко второму классу (1000–1500 Н) относятся материалы для разделения песчаных и мелкозернистых глинистых грунтов. В качестве разделителей между мелкозернистыми и крупнозернистыми грунтами используются геотекстили с показателями в диапазоне от 1500 до 2500 Н (класс 3). Материалы со значением более 2500 Н принадлежат к классу 4.

Для проведения исследований применяется прибор МТ 136, машина испытательная разрывная с использованием оснастки для испытаний на продавливание шариком (рис. 5). На данный момент авторы не могут предоставить какие-либо результаты испытаний, поскольку они не выполнены в достаточном объеме.

Отдельно хотелось бы выделить испытания по исследованию трения ГМ по грунту и испытания на выдергивание геосинтетического материала из армогрунтовой конструкции. Данные испытания необходимы для исследования взаимодействия геосинтетических материалов с грунтом, а параметры нужны для грамотного проектирования армированных фундаментных подушек, расчета устойчивости откосов и т. д. Подобные эксперименты не рассматривались в нашей стране ввиду отсут-



**Рис. 6. Установка для прямого сдвига**



**Рис. 7. Геосинтетические материалы: а — георешетка; б — тканый геотекстиль**

ствия необходимого оборудования, поэтому авторы задались целью провести данные исследования для установления необходимых параметров взаимодействия геосинтетиков с грунтом.

Экспериментальные исследования проводились в два этапа. На первом этапе были проведены испытания на сдвиг армированного грунта, которые предназначены для оценки характеристик трения в контакте «геосинтетический материал — песок». Конечными результатами являются определение коэффициента трения.

Эксперименты проводились на базе строительного факультета Hochschule Magdeburg-Stendal (Германия), где в качестве оборудования использовалась специальная сдвиговая установка (рис. 6).

Основная часть установки состоит из управляемого зажимного устройства и разделенной на две части коробки размерами 500×500×200 мм. ГМ располагается между заполненными песком верхней и нижней ча-

стями коробки и закреплен в зажимном устройстве по всему периметру. Вертикальная нагрузка создается с помощью пневмокомпрессора, горизонтальное смещение геосинтетика происходит с помощью зажимного устройства, оснащенного шаговым двигателем. Процесс проведения испытания полностью автоматизирован, все входные данные задаются в специальной программе на ПК.

При проведении испытания на сдвиг использовались два типа геосинтетических материалов: георешетка Secugrid (NAUE GmbH & Co) и тканый геотекстиль Геоспан (Гекса) (рис. 7, табл. 3). Всего было проведено три серии испытаний при трех вертикальных нагрузках (50, 100, 200 кПа):

- системы «песок — георешетка» в направлении рабочих полос;
- системы «песок — геотекстиль»;
- системы «песок — песок» без армирующих материалов.

Обработка результатов испытаний. Одной из основных задач экспери-

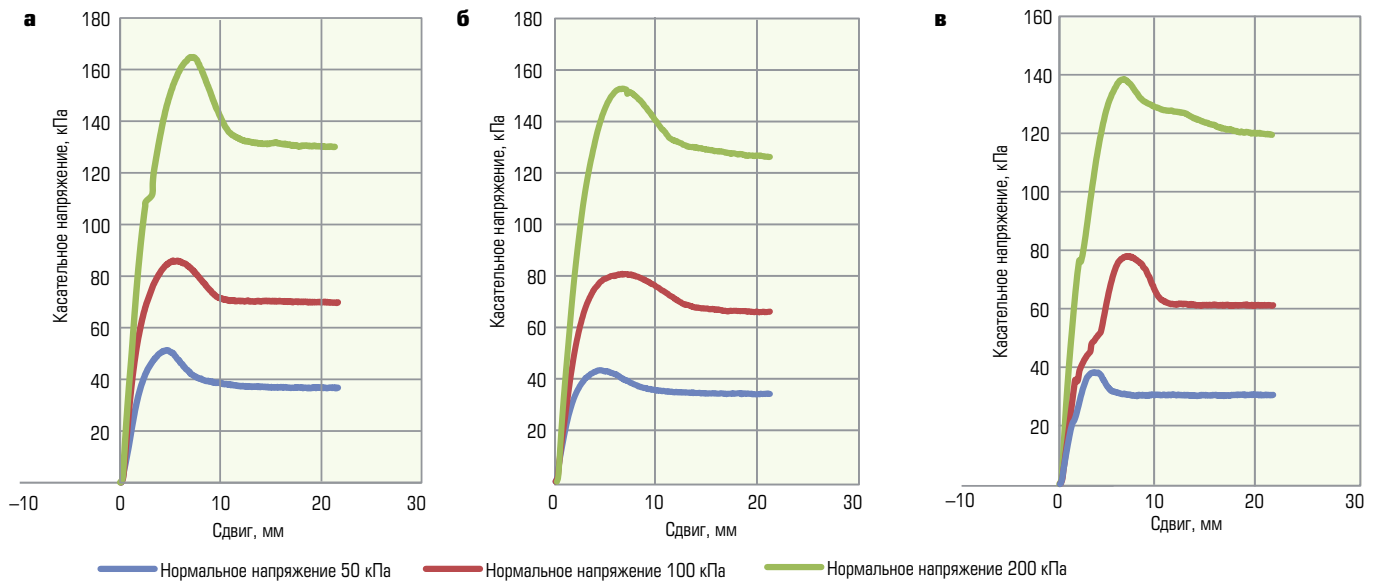


Рис. 8. Результаты испытаний на сдвиг в виде графиков зависимости касательного напряжения от сдвига для систем: а — песок-песок; б — песок-георешетка; в — песок-геотекстиль

Таблица 3  
Паспортные физико-механические характеристики геосинтетических материалов

Характеристика	Значение	
	Георешетка	Геотекстиль
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	415	275
Максимальная нагрузка при испытании на растяжение вдоль/поперек, кН/м	400	50
Относительное удлинение при максимальной нагрузке вдоль/поперек, %	9	17/15

Таблица 4  
Значения коэффициентов трения

Тип системы	Нормальное напряжение, кПа	Коэффициент трения
Песок — георешетка	50	0,846
	100	0,939
	200	0,927
Песок — геотекстиль	50	0,745
	100	0,907
	200	0,841

ментальных исследований являлось установление закономерности развития касательного напряжения от смещения материала для различных

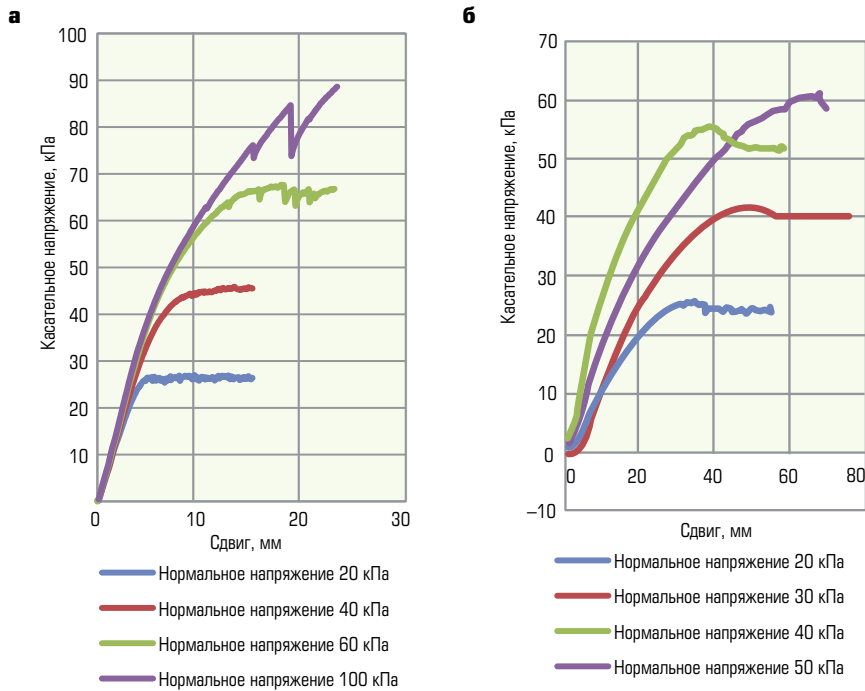


Рис. 9. Результаты испытаний на выдергивание в виде графиков зависимости касательного напряжения от сдвига для систем: а — «песок — геотекстиль»; б — «песок — георешетка»

типов систем. По результатам проведенных экспериментов получены графики зависимости смещения от касательного напряжения (рис. 8). Полученные данные являются исходным материалом при изучении взаимодействия «грунт — геосинтетик».

Для более полной и точной оценки взаимодействия геосинтетического материала с грунтом вводится коэффициент трения для сдвигов, который определяется по формуле:

$$f_g(\sigma) = \frac{\tau_s^{\max}(\sigma)}{\tau_s^{\max}(\sigma)}, \quad (4)$$

где  $\tau_s^{\max}(\sigma)$  — максимальное касательное напряжение, возникающее при соответствующем нормальном напряжении  $\sigma$  при испытании на сдвиг системы «грунт — геосинтетический материал»;  $\tau_s^{\max}(\sigma)$  — максимальное касательное напряжение, возникающее при соответствующем нормальном напряжении  $\sigma$  при испытании на сдвиг системы «грунт — грунт».

Полученные значения коэффициента трения сведены в табл. 4. По итогам выполненных испытаний на сдвиг можно сделать следующие выводы:

■ исходя из анализа экспериментальных зависимостей, видно, что сопротивление сдвигу для системы «песок — песок» достаточно близко к системой «песок — георешетка», но больше, чем для системы «песок — геотекстиль»;

■ значение коэффициента трения растет при увеличении нормального напряжения до пикового значения, а затем падает для обоих типов систем с геосинтетическими материалами. Данную зависимость необходимо учитывать при проектировании армогрунтовых конструкций;

■ в конструкциях, которые воспринимают значительные сдвиговые усилия, целесообразнее использование георешеток, нежели геотекстильных материалов.

На втором этапе исследований была проведена серия испытаний по выдергиванию геосинтетического материала из грунта. Все эксперименты также проводились на базе строительного факультета Hochschule

Magdeburg-Stendal (Германия). В качестве экспериментального оборудования использовалась специальная сдвиговая установка, оснащенная специальным зажимным устройством. Принцип работы установки тот же, что и при сдвиговых испытаниях. Главное отличие заключается в том, что ГМ закреплен со стороны зажима, а свободный конец находится в сдвиговой коробке. В качестве образцов были приняты те же материалы, что и в экспериментах на сдвиг.

Всего было проведено две серии испытаний при четырех вертикальных нагрузках (20, 30, 40, 50 кПа):

■ системы «песок — георешетка» в направлении рабочих полос;

■ системы «песок — геотекстиль».

Одной из основных задач экспериментальных исследований являлось установление закономерности развития касательного напряжения от смещения материала для различных типов систем.

Полученные зависимости характеристик трения по контакту «геосинтетический материал — грунт» и характеристик выдергивания (рис. 9) представляют огромный интерес для

изучения данного взаимодействия и сравнения полученных результатов с тестами на выдергивание. А также позволяют проектировать армогрунтовые конструкции, согласно европейским нормам EBGEO, и опробовать их в инженерно-геологических условиях России.

Подводя итог выполненных серий экспериментальных работ, можно сказать о том, что на данный момент по всей стране ведутся комплексные исследования по применению геосинтетических материалов в современном российском строительстве. Кафедра «Строительное производство и геотехника» ПНИПУ имеет большой опыт и необходимое оборудование для проведения комплексных исследований геосинтетических материалов.

**В.И. Клевеко, к. т. н.,  
Д.А. Татьянников, м. н. с.,  
каф. «Строительное производство  
и геотехника»,  
Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет**

Профессор GEO рекомендует армирование грунта георешетками

**Secugrid®  
Combigrid®**

Secugrid® - армирующая, стабильная и надежная георешетка с высоким модулем упругости при минимальном относительном удлинении.

Combigrid® - многофункциональный материал нового поколения для армирования грунтов, состоящий из георешетки Secugrid® и нетканого иглопробивного геотекстиля.

- ✓ Технологичность
- ✓ Экономичность
- ✓ Долговечность

NAUE GmbH & Co. KG  
Gewerbstraße 2  
32339 Espelkamp-Fiestel Germany  
Телефон +7 (495) 925 00 27 (Москва)  
Факс +49 5743 41-553 (Германия)  
E-Mail russia@naue.com  
Интернет www.naue.com

# ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АРМОГРУНТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ



Устройство армогрунтового ростверка на КАД (Санкт-Петербург)

**Д**орожные конструкции, армируемые геосинтетическими материалами, применяются главным образом, на слабых грунтах для обеспечения «беспросадочности» насыпей, устройства крутых откосов и подпорных стенок на подходах к путепроводам и мостам. Преимущества применения геосинтетических материалов, по сравнению с традиционными технологиями, очевидны.

Они заключаются в простоте производства работ, возможности использования местного слабого грунта без замены его привозным с более высокими физико-механическими характеристиками, низкой чувствительности к присутствующим в грунте в нормальных концентрациях агрес-

**Проектирование армогрунтовых конструкций представляет собой сложный процесс принятия инженерных решений, содержит многочисленные расчеты, конечная цель которых заключается в определении усилий в каждом слое армирующего материала и обеспечении устойчивости армогрунтовой системы.**

сивным веществам и экологичности конструкций.

Ввиду существенной разности свойств полимеров выбор материала в армогрунтовых конструкциях зависит от эксплуатационных требований, предъявляемых к ним. Так, в конструкциях временных дорог, подъездных путей и др., срок службы которых незначителен (не

более 5 лет), можно применять армирующие геосинтетики любых типов, независимо от их склонности к ползучести. В то же время для конструкций с длительным расчетным сроком службы необходимо учитывать фактор ползучести полимера и допускаемые деформации армогрунтовой конструкции в процессе эксплуатации.

Допускаемая проектная нагрузка в конструкции определяется по формуле

$$P_{расч} = P_p / A_1 A_2 A_3 A_4 \gamma,$$

где  $P_p$  — кратковременная прочность материала на растяжение;  $A_1$  — фактор ползучести, характеризующий снижение кратковременной прочности на разрыв при длительном приложении нагрузки;  $A_2$  — коэффициент снижения прочности за счет погрешностей при изготовлении геосинтетического материала;  $A_3$  — коэффициент снижения прочности за счет повреждений при транспортировке и укладке;  $A_4$  — коэффициент влияния окружающей среды (светостойкость, химическая и биологическая стойкость);  $\gamma$  — коэффициент запаса прочности, зависящий от типа конструкции и действующих в стране стандартов или иных нормативных документов, а также от достоверности закладываемых в расчет данных по свойствам геосинтетического материала, действующим нагрузкам и геометрии самой конструкции, принимаемый в пределах 1,25–1,4.

Коэффициенты  $A_2, \dots, A_4$  больше единицы и назначаются по рекомендациям производителей геосинтетических материалов.

Исследованиями установлено, что фактор ползучести полипропилена не менее чем в 2,5 раза выше, чем у полиэфира, то есть кратковременная прочность геосинтетического материала, изготовленного из полипропилена, должна быть как минимум в 2,5 раза выше, чем аналогичного материала из полиэфира.

Проектировщикам и производителям работ следует понимать, что деформации ползучести, возникшие на поверхности дороги, крайне трудно компенсировать после устройства слоев дорожной одежды.

Требования к геосинтетическим материалам, применяемым в армогрунтовых конструкциях, приведены в табл. 1.

Размеры ячеек решетчатых геосинтетических материалов должны быть не менее  $0,5 D_{max}$  (где  $D_{max}$  — максимальный диаметр частиц дисперсного грунта).

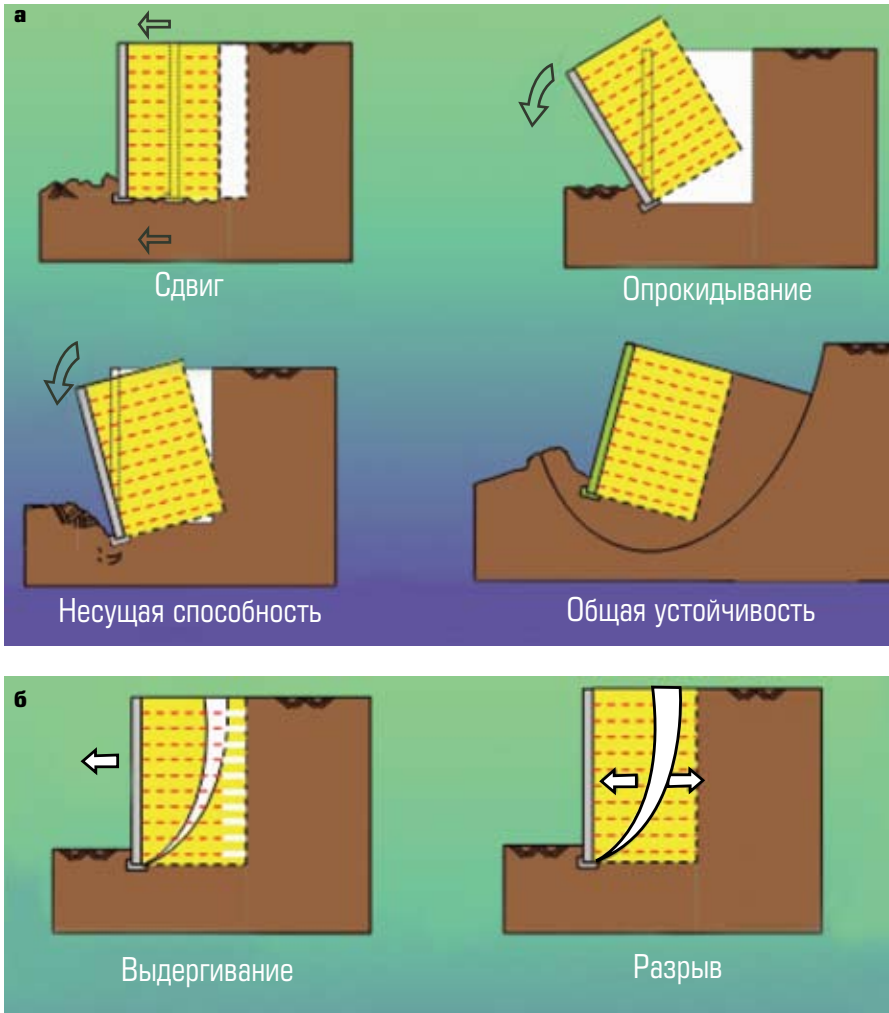
При использовании георешеток существенно увеличивается сцепление грунта, поскольку частицы предпочтительно крупнообломочного грунта заклиниваются в ячейках геосинтетического материала.

**Таблица 1**  
**Характеристики геосинтетических материалов, применяемых при устройстве армогрунтовых конструкций**

№ п/п	Физико-механические характеристики	Показатели
1	Вид материала	Георешетка, геоткань
2	Сырье	ПЭТ, ПЭ
3	Размеры ячеек (для георешетки), мм	20 × 20 и больше
4	Кратковременная прочность при одноосном растяжении в продольном и поперечном направлениях, кН/м	Не менее 20
5	Относительное удлинение при разрыве при одноосном растяжении, %	Не более 12–15
6	Нагрузка при относительном удлинении 2–5%, кН/м	Не менее 10
7	Длительная прочность с учетом срока службы, кН/м	Не менее 10
8	Прирост деформаций в процессе эксплуатации, %	Не более 0,5–1
9	Начальный модуль деформации при одноосном растяжении, кН/м	Не менее 50
10	Водопроницаемость перпендикулярно плоскости прослойки, м/сут	Не менее 20
11	Светостойкость	Высокая
12	Устойчивость при химических (диапазон pH) и биологических воздействиях	Высокая

**Таблица 2**  
**Результаты расчетов армогрунтового ростверка**

Рабочая отметка, м	Расстояние между сваями, м	Нагрузка на сваю, кН	Требуемая прочность материала из полиэфира (Stabilenka), кН/м		Вывод	
			Поперек оси насыпи	Вдоль оси насыпи	Поперек оси насыпи	Вдоль оси насыпи
3,7	3,0 × 3,0	750	522	371	1 слой Stabilenka 600/50	1 слой Stabilenka 400/50
	2,5 × 2,5	521	316	175	1 слой Stabilenka 400/50	1 слой Stabilenka 200/45
	2,0 × 2,0	333	205	45	1 слой Stabilenka 200/45	1 слой Stabilenka 100/45



Устойчивость армогрунтового массива: а — внешняя; б — внутренняя

решеток. При этом образуется устойчивая система, в которой усилия, передающиеся на грунт и георешетку, равномерно распределяются по всему объему.

При применении тканых геосинтетических материалов сцепление грунта повышается незначительно, однако обеспечивается защита песчаного грунта в подоткосной части от суффозии.

Сравнительный анализ существующих методик расчета армогрунтового ростверка на свайном основании показал, что формулы для расчета растягивающего усилия в арматуре и стрелы прогиба  $f$  армогрунтового свода во всех методиках приняты исходя из известных решений, полученных для струны:

$$T_{rp} = \left\{ W_m (s-a) \sqrt{1 + 1/6\varepsilon} \right\} / 2a;$$

$$f = \sqrt{3\varepsilon(s-a)^2} / 8,$$

где  $W_m$  — вертикальная нагрузка на межсвайное пространство;  $\varepsilon$  — от-

носительное удлинение геосинтетика в дорожной конструкции;  $S$  — расстояние между осями свай;  $a$  — сторона оголовка свай.

Расчеты выполняются на две стадии работы дорожной конструкции: строительную — при расчетных характеристиках грунта до стабилизации слабого грунта основания и эксплуатационную — после стабилизации слабого грунта основания. Существующие методики отличаются способами определения величин вертикальных нагрузок на межсвайное пространство: учетом отпора и бокового распора грунта. Тип и количество слоев геосинтетического материала, а также усилие, приходящееся на сваи, зависят от расстояния между сваями. В табл. 2 приведены результаты расчета по методике, предложенной фирмой Huesker (Германия), учитывающей отпор и боковой распор слабого грунта.

Армирующие прослойки при армировании откосов земляного полотна

предназначены для повышения сдвиговой прочности грунтового массива.

Для надежной работы армогрунтовой конструкции необходимо, чтобы была обеспечена внешняя и внутренняя устойчивость откоса. Внешняя устойчивость характеризует устойчивость массива грунта, а внутренняя — достаточную прочность армирующего материала.

Внешнюю устойчивость откоса проверяют расчетом по методу круглоцилиндрических поверхностей. На основе этого расчета устанавливают шаг армирования и ширину заделки геосинтетического материала в откос в зависимости от высоты откоса, требуемой его крутизны и расчетных характеристик грунта, прежде всего угла внутреннего трения и удельного сцепления.

Коэффициент устойчивости определяется по формуле:

$$K_{уст} = M_{уд} / M_{опр},$$

где  $M_{уд} = [tg\varphi \sum N + cl + nP_{доп}]$ ,  $n$  — число слоев армирующей прослойки;  $M_{опр} = \sum T_i$ ,  $n$  — число слоев армирующей прослойки;  $P_{доп}$  — допускаемое усилие в геосинтетической прослойке;  $\sum N_i = Q_i \cos \delta_i$ ;  $\sum T_i = Q_i \sin \delta_i$ ,  $\delta$  — угол наклона отрезков кривой скольжения к вертикали в пределах каждой призмы;  $Q_i$  — вес каждой призмы грунта.

Требуемый тип геосинтетической прослойки подбирается по величине  $P_{доп}$ .

Повысить устойчивость насыпи можно, используя достаточно жесткие геоткани, или георешетки, имеющие коэффициент относительного удлинения при разрыве не более 10–12%.

Требуемое значение коэффициента устойчивости  $K_{уст}$  назначается в зависимости от капитальности сооружения по действующим нормативным документам, обычно его значение составляет не менее 1,3.

Индивидуальные конструкции земляного полотна из армогрунта позволяют выполнять работы в сжатые сроки с обеспечением экологической безопасности объекта, как правило, без удаления слабых грунтов из под основания насыпи.

**Э.Д. Бондарева,**  
к. т. н., доцент кафедры  
«Автомобильные дороги»  
СПб ГАСУ



# КОМИТЕКС

www.komitex.ru



**ЛИДЕР В ПРОИЗВОДСТВЕ  
НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
В РОССИИ**

**Геотекстильные  
полотна ГЕОКОМ  
для:**

- строительства и ремонта автомобильных и железных дорог
- обустройства нефтяных, газовых и других месторождений
- городского благоустройства

**ОАО «КОМИТЕКС»**

167981, г. Сыктывкар, ул. 2-я Промышленная, 10.

тел. (8212) 286-513, 286-547, 286-575

факс (8212) 28-65-60

market@komitex.ru, www.komitex.ru

# techtex*ti*

RUSSIA

Международная выставка материалов на волокнистой основе.  
Сырье, оборудование, продукция

## Все дороги ведут к нам!

Геотекстиль для дорожного строительства, земельных и ландшафтных работ

Russia  
MOSCOW

Ждем Вас с 11 по 13 марта 2014

в ЦВК «Экспоцентр»

[www.techtex\*ti\*.ru](http://www.techtex<i>ti</i>.ru)



Geotech



Buildtech



Clothtech



Agrotech



Hometech



Indutech



Medtech



Mobiltech



Oekotech



Packtech



Protech



Sporttech



messe frankfurt

# ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ КАМЧАТСКОГО КРАЯ



**А**втомобильные дороги Камчатского края постоянно испытывают негативное влияние сложных природно-климатических условий, что в результате приводит к снижению сроков службы дорожных одежд, причем существенно быстрее, чем в европейской части страны и южной части Дальнего Востока.

Территория Камчатского края находится преимущественно в первой дорожно-климатической зоне (ДКЗ) вечномерзлых грунтов, но юг полуострова и его центральная часть находятся во второй ДКЗ, характеризующейся глубоким сезонным промерзанием и избыточным увлажнением.

Наличие пучинистых пелловых грунтов усугубляет агрессивный характер влияния климатических факторов на надежность работы дорожных конструкций, приводит к появлению большого количества деформаций и разрушений после каждого цикла промерзания — оттаивания грунта земляного полотна. Следствием таких процессов являются низкие транспортно-эксплуатационные качества существующих дорожных покрытий и малые сроки службы дорожных одежд.

Ежегодно для восстановления транспортно-эксплуатационных характери-

**В данной статье рассмотрены вопросы регулирования водно-теплового режима дорожных конструкций в условиях глубокого и неравномерного сезонного промерзания грунтов земляного полотна автомобильных дорог региона. Приведены способы снижения и выравнивания глубины промерзания дорожной конструкции и перехода от неравномерного к равномерному морозному пучению за счет использования теплоизолирующих слоев из пенопласта. Обозначены пути повышения надежности работы дорожных конструкций с учетом климатических и почвенно-грунтовых особенностей Камчатки.**

стик автомобильных дорог, обусловленных неблагоприятной работой водно-теплового режима (ВТР) дорожных конструкций в зоне сезонного промерзания региона, тратятся огромные средства, использование которых, тем не менее, не позволяет в полной мере решить проблему надежности работы дорожных конструкций.

Это связано прежде всего с тем, что существующие проектные решения не учитывают специфику влияния природно-климатических факторов на конструкции автомобильных дорог края. Поэтому необходим комплекс мероприятий для регулирования ВТР, на основе которого можно обеспечить надежность работы дорожных

конструкций на протяжении их срока службы.

Недоучет климатических характеристик при строительстве, реконструкции и модернизации автомобильных дорог Камчатского края, расположенных во второй ДКЗ, приводит к образованию различного рода деформаций и разрушений, снижающих расчетные сроки службы дорожных конструкций.

Одним из наиболее распространенных видов деформаций дорожных покрытий, связанных с неблагоприятной работой ВТР, являются продольные трещины, образующиеся, как правило, по оси проезжей части (рис. 1). Протяженность такого вида деформаций на автодорогах южной части вто-



**Рис. 1. Продольная трещина по оси дорожного покрытия автомобильной дороги Петропавловск-Камчатский — Мильково**

рой ДКЗ Камчатского края составляет десятки километров.

Комплекс проведенных полевых исследований на автомобильной дороге Петропавловск-Камчатский — Мильково показал, что основной причиной появления продольных трещин по оси дорожного покрытия является пучение сезонно промерзающих пылеватых грунтов земляного полотна, расположенных под дорожным покрытием.

На период промерзания дорожное покрытие и обочины, в соответствии с нормативными требованиями к уровню содержания дороги, свободны от снега, а откосы покрыты снеговыми отложениями толщиной от 1,0 до 1,5 м. Это обстоятельство вызывает неравномерное промерзание дорожной конструкции. Грунт земляного полотна быстрее промерзает под дорожным покрытием, а под обочинами и откосными частями он длительное время остается талым. Разность хода глубины промерзания между центральной и откосной частями земляного полотна на отдельных участках автомобильной дороги Петропавловск-Камчатский—Мильково составляет от 1,0 до 1,6 м.

Возникающий при этом эффект миграции влаги за счет разности термосопротивлений слоев дорожной одежды присыпных обочин и откосов, покрытых толстым слоем снега, при-

водит к миграции влаги к фронту промерзания и пучению грунта земляного полотна под проезжей частью.

При промерзании переувлажненного грунта под проезжей частью возникает большое количество ледяных линз кристаллов, вызывающих пучение. Образующийся при этом непосредственно под дорожным покрытием бугор пучения приводит к образованию продольной трещины, расположенной, как правило, по оси проезжей части.

При оттаивании грунта земляного полотна происходит обратный процесс. Как свидетельствуют результаты исследований, отставание в оттаивании грунта земляного полотна под обочинами и откосами по сравнению с проезжей частью составляет 10–15 суток. В этот период не работают находящиеся под мерзлой обочиной выводящие дренарующие слои. Образовавшаяся в результате оттаивания грунта под проезжей частью свободная грунтовая вода не выводится из-под основания дорожной одежды, что вызывает деформации дорожного покрытия в весеннее время.

Решать проблему обеспечения надежности работы автомобильных дорог Камчатского края, вызванных неблагоприятной работой ВТР, необходимо за счет мероприятий по его

регулированию. Основные методы можно разделить на две основные группы:

- нейтрализацию источников увлажнения земляного полотна и эффективный водоотвод;

- защиту земляного полотна от промерзания и морозного пучения тонкодисперсных грунтов.

Для обеспечения эффективной работы методов регулирования ВТР первой группы, дренарующий слой под обочинами должен начинать работать раньше, чем под проезжей частью, обеспечивая эффективное осушение дорожной конструкции. В этот период необходимо обеспечить беспрепятственный отвод воды из тела земляного полотна, особенно из его центральной части.

В качестве конструктивного решения эффективного отвода грунтовой воды из земляного полотна автомобильной дороги Петропавловск-Камчатский — Мильково на участке 117–152 км в период оттаивания предложено использовать водоотводящую систему из геосинтетических фильтров, представляющих скрутки из геосинтетического материала Дорнит, уложенные поперек оси проезжей части в шахматном порядке. Фильтры необходимо укладывать в прорези шириной 7–10 см, устраиваемые на глубину низа дорожной одежды. Уклоны, создаваемые фильтрами, должны быть не менее 30‰ от оси проезжей части к обочинам. Фильтры необходимо укладывать на всю ширину земляного полотна со свесами не менее 0,5 м и закреплением их на откосах (рис. 2).

После устройства водоотводящей системы из геосинтетических фильтров прорези должны заполняться дренарующим материалом с последующим устройством дорожного покрытия, по составу аналогичному существующему.

Для предотвращения образования деформаций на участках ремонта рекомендуется устраивать слой износа из горячих асфальтобетонных или щебеночно-мастичных смесей с предварительной наклейкой на существующее покрытие армирующей георешетки.

Методы регулирования ВТР второй группы предназначены для обеспечения морозоустойчивости дорожной конструкции и выравнивания хода промерзания земляного полотна под проезжей частью и обочинами.

Чтобы достичь поставленной задачи, достаточно уравнивать тепловое сопротивление дорожной конструкции под проезжей частью и под обочинами. Для этого необходимо обеспечить следующее условие:

$$R_{до} \geq R_{об}, \quad (1)$$

где  $R_{до}$  — суммарное тепловое сопротивление дорожной одежды и рабочего слоя земляного полотна под проезжей частью;  $R_{об}$  — суммарное тепловое сопротивление рабочего слоя земляного полотна под обочинами.

В качестве предлагаемого мероприятия по стабилизации ВТР автодорог Камчатского края предлагается использовать теплоизоляционный материал — пенопласт. Для расчета толщины теплоизоляционного слоя из пенопласта был произведен теплотехнический расчет промерзания дорожной конструкции. Схема промерзания рассматривалась в двумерной постановке модели с использованием программного продукта TMFLAT, разработанного в ОАО ЦНИИС, г. Москва.

Перед проведением расчетов были заданы границы модели, составными частями которой являлись исследуемый объект (дорожная конструкция) и прилегающая территория в границах теплового влияния автомобильной дороги.

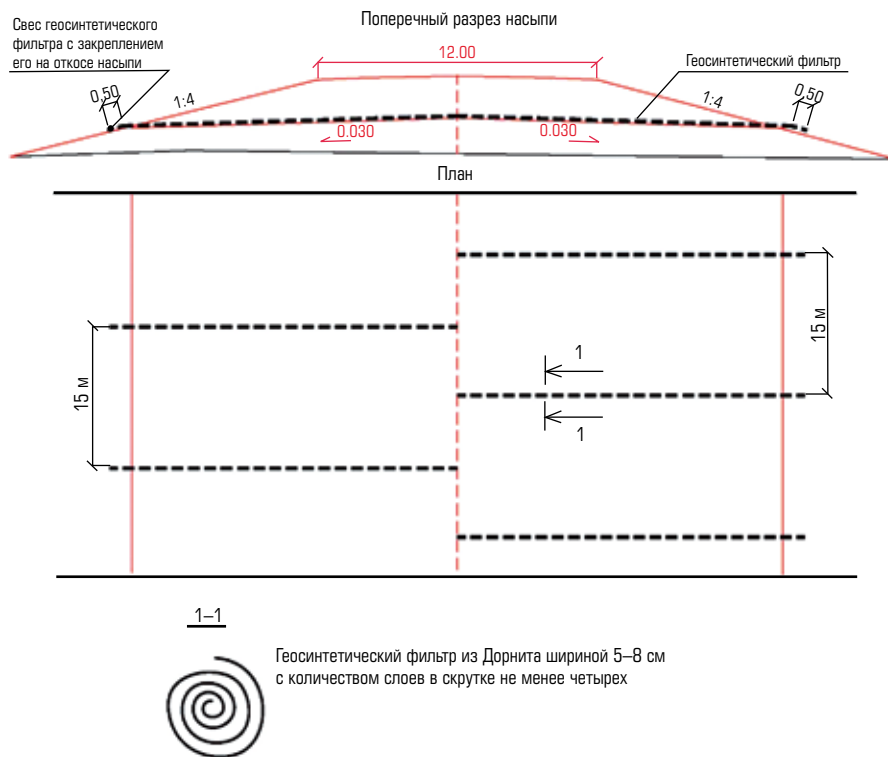
В исследуемой модели были определены участки с изменяющимися граничными условиями на границах изменения теплообмена между грунтовым массивом и окружающей средой.

В рассматриваемой модели «дорожная конструкция — подстилающий грунт» выделялись три участка с изменяющимися граничными условиями:

- свободные от снега покрытие и обочины;
- откосы насыпи со слоем снега на поверхности;
- прилегающая к подошве насыпи поверхность земли, покрытая снегом.

Исследуемая модель разбивалась на элементарные блоки, для которых задавались коэффициенты теплоотдачи, характеризующие условия теплообмена на поверхности исследуемой модели, начальные температуры (определенные из материалов натурных наблюдений) и изменение температуры элементарных блоков.

Зависимость между температурой, временем и координатами элементар-



**Рис. 2. Водоотводящая система из фильтров, уложенных поперек оси проезжей части автомобильной дороги Петропавловск-Камчатский — Мильково, 117–152 км**

ного объекта описывалось дифференциальным уравнением (2):

$$e \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( a \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( b \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( c \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \Xi, \quad (2)$$

где  $x, y, z$  — координаты в пространстве;  $T$  — температура тела в рассматриваемой точке;  $\Xi, e, a, b, c$  — известные функции от  $x, y, z$  и  $T$ .

При промерзании/оттаивании грунтов происходит перемещение во времени и в пространстве границы раздела фазовых состояний грунта — мерзлого и талого, при этом для описания процесса требуется три условия (3):

$$C_M(x, y, z) \frac{\partial T_M}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda_M(x, y, z) \frac{\partial T_M}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \lambda_M(x, y, z) \frac{\partial T_M}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda_M(x, y, z) \frac{\partial T_M}{\partial z} \right), \quad (3)$$

если  $n < n_3(t)$ :

$$C_T(x, y, z) \frac{\partial T_T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda_T(x, y, z) \frac{\partial T_T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \lambda_T(x, y, z) \frac{\partial T_T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda_T(x, y, z) \frac{\partial T_T}{\partial z} \right),$$

если  $n > n_3(t)$ :

$$\left. \begin{aligned} T_M = T_T = T_3 \\ \lambda_M \frac{\partial T_M}{\partial n} - \lambda_T \frac{\partial T_T}{\partial n} = Q \frac{dn_3(t)}{dt} \end{aligned} \right\}, n = n_3(t),$$

где  $C_M, C_T$  — теплоемкости соответственно мерзлого и талого грунта;  $\lambda_M, \lambda_T$  — коэффициенты теплопроводности соответственно мерзлого и талого грунта;  $T_M, T_T, T_3$  — соответственно температура в мерзлой зоне, талой зоне, температура замерзания;  $n_3(t)$  — координаты фронта промерзания;  $Q$  — скрытая теплота при фазовых переходах.

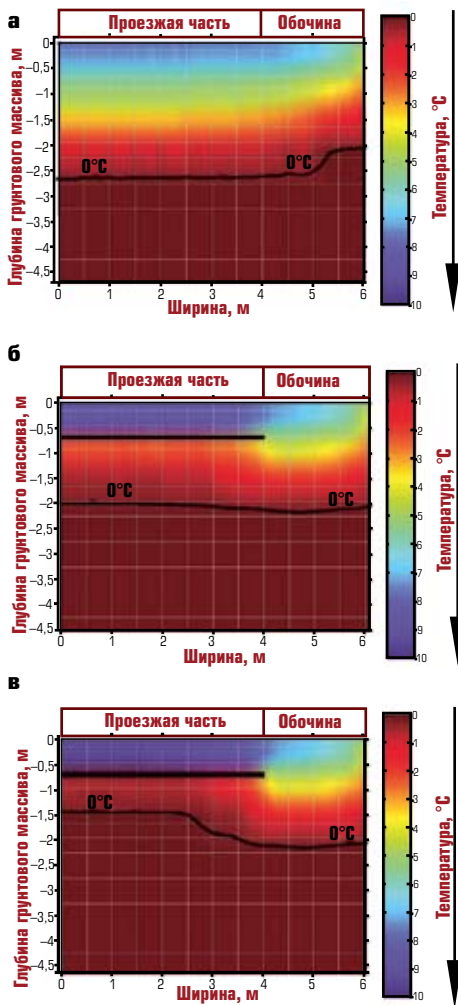
Сосредоточенные теплоемкости блоков определяются по формуле (4):

$$C_{собр. i, j} = C_{i, j} \cdot h_i \cdot b_i, \quad (4)$$

где  $C_{i, j}$  — объемная теплоемкость, Ккал/(м<sup>3</sup> · град);  $h_i, b_i$  — геометрические параметры блока, м. Термическое сопротивление между блоками ( $j; j-1$ ) и ( $i; j$ ) и т. д. определяется по формуле (5):

$$R_{j-1, j} = \frac{b_{j-1}}{2 \cdot \lambda_{j-1, j} \cdot h_i} + \frac{b_i}{2 \cdot \lambda_{i, j} \cdot h_i}. \quad (5)$$

Определение изменения теплосодержания за каждый временной шаг выполняется по формулам (6)–(11):



**Рис. 3. Температурное поле насыпи автомобильной дороги Петропавловск-Камчатский — Мильково на период промерзания:**  
**а** — при отсутствии теплоизоляции;  
**б** — при введении теплоизолирующего слоя из пенопласта толщиной 5 см;  
**в** — при введении теплоизолирующего слоя из пенопласта толщиной 10 см

$$\Delta q_{ij} = q_{j-1,j} + q_{j+1,j} + q_{j-1,i} + q_{j+1,i}, \quad (6)$$

где  $q_{j-1,j}$ ,  $q_{j+1,j}$ ,  $q_{j-1,i}$ ,  $q_{j+1,i}$  — притоки тепла (положительные и отрицательные) за временной шаг  $\Delta\tau$ , час в блок с индексами  $(i, j)$  соответственно со стороны блоков с индексами  $(i, j-1)$ ,  $(i, j+1)$ ,  $(i-1, j)$ ,  $(i+1, j)$ .

$$q_{j-1,j} = \frac{T_{i,j-1}^\tau - T_{i,j}^\tau}{R_{j-1,j}} \cdot \Delta\tau, \quad (7)$$

$$q_{j+1,j} = \frac{T_{i,j+1}^\tau - T_{i,j}^\tau}{R_{j+1,j}} \cdot \Delta\tau, \quad (8)$$

$$q_{j-1,i} = \frac{T_{i-1,j}^\tau - T_{i,j}^\tau}{R_{i-1,j}} \cdot \Delta\tau, \quad (9)$$

$$q_{i+1,i} = \frac{T_{i+1,j}^\tau - T_{i,j}^\tau}{R_{i+1,j}} \cdot \Delta\tau. \quad (10)$$

Приращение температуры  $\Delta T_{i,j}$  в блоках на каждом временном шаге и температура на конец временного шага  $\Delta T_{i,j}^{\tau+\Delta\tau}$  определяется по формуле (11):

$$\Delta T_{i,j}^{\tau+\Delta\tau} = T_{i,j}^\tau + \Delta T_{i,j} = T_{i,j}^\tau + \frac{\Delta q_{i,j}}{C_{сопр\ i,j}}. \quad (11)$$

Расчетная модель включала саму насыпь и прилегающую территорию в границах теплового влияния насыпи. В связи с тепловой симметрией рассматривалась правая половина насыпи и прилегающей территории. Были произведены расчеты промерзания дорожной конструкции для трех случаев: без теплоизоляции; с теплоизолирующим слоем из пенопласта толщиной 5 см; теплоизолирующим слоем толщиной 10 см.

При моделировании промерзания дорожной конструкции без теплоизоляции наблюдалось отставание хода границы промерзания грунта под обочинами от глубины положения нулевой изотермы под покрытием. В частности, промерзание грунта под дорожным покрытием составляло 2,6 м, а под обочинами — 2,1 м (рис. 3 а).

В этом случае имела место миграция влаги от грунта под обочинами и нижележащих талых слоев к границе промерзания грунта земляного полотна под дорожным покрытием. Следствием неравномерности промерзания будет повышение влажности грунта под покрытием и неравномерное пучение.

Для выравнивания хода промерзания при моделировании в дорожной конструкции использовался теплоизолирующий слой из пенопласта толщиной 5 и 10 см, расположенный на глубине 0,6 м от поверхности дорожного покрытия. Результаты моделирования показали, что при наличии пенопласта толщиной 5 см глубина хода промерзания грунта под дорожным покрытием и под обочинами выравнивается и составляет 2,0 м. Таким образом, неравномерного пучения грунта не происходит, а также уменьшается величина пучения из-за уменьшения глубины промерзания по сравнению с дорожной конструкцией без теплоизоляции (рис. 3 б).

При дальнейшем увеличении толщины слоя пенопласта до 10 см глубина промерзания грунта под покрытием уменьшается до 1,4 м, в то же время под обочиной она составляет 2,0 м (рис. 3 в).

В этом случае наблюдается обратная зависимость: промерзание под дорожным покрытием идет менее интенсивно, чем под обочинами, и миграция влаги к границе промерзания происходит по направлению от талого грунта под покрытием к мерзлому грунту под обочиной. В результате этого будет наблюдаться эффект осушения массива грунта под дорожным покрытием и, как следствие, уменьшение величины пучения.

Для эффективного отвода воды из тела земляного полотна теплоизолирующий слой из пенопласта должен быть уложен на слой дренирующего геосинтетического материала типа Дорнит.

Результаты моделирования показали, что при использовании пенопласта толщиной 5 и 10 см в дорожной конструкции автодороги Петропавловск-Камчатский — Мильково глубина промерзания за зимний период уменьшается соответственно на 60 и 90 см, следствием этого будет снижение величины морозного пучения грунта земляного полотна.

Проведенный комплекс исследований позволил предложить конструктивные методы, позволяющие повысить надежность работы дорожных конструкций за счет нормализации работы ВТР автомобильных дорог Камчатского края. Выбор предлагаемых методов осуществлялся на основании существующих функционально-системных принципов проектирования земляного полотна автомобильных дорог в условиях глубокого сезонного промерзания и избыточного увлажнения.

Результаты работы послужили основой для разработки СТО 01-2012 «Рекомендации по корректировке существующей нормативно-технической базы по проектированию, строительству и ремонту автомобильных дорог в специфических природно-климатических условиях Камчатского края и обеспечению их эксплуатационной надежности за счет использования инновационных решений, материалов и технологий».

Выполненные исследования позволяют в дальнейшем обеспечить учет природно-климатических особенностей края при проектировании, строительстве и капитальном ремонте автомобильных дорог и повысить надежность функционирования дорожной сети региона.

**В.А. Ярмолинский, д. т. н., проф.,  
 А.В. Лопашук, инженер, Тихоокеанский  
 государственный университет**



**ВТОР•КОМ**

## **ПРОИЗВОДСТВО ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**



### **Нетканое полотно ГЕОТЕКСТИЛЬ**

Поверхностная плотность от 100 до 600 г/м<sup>2</sup>;  
Ширина полотна от 2 до 6 м.

•

### **Гидроизоляционное полотно ТЕПЛОНИТ ВК**

Поверхностная плотность от 400 до 600 г/м<sup>2</sup>;  
Ширина полотна от 2 до 4,2 м.

**ЗАО "Втор-Ком"**

г. Челябинск, Свердловский тракт, 34, тел. +7 (351) 791-14-22, 791-16-63, 729-96-91  
[www.vtor-kom.ru](http://www.vtor-kom.ru)

# ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ



**В** последние годы Федеральное дорожное агентство в рамках НИОКР планомерно развивало нормативно-техническую базу применения геосинтетических материалов (ГМ). По результатам научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ официальный статус получили методики испытаний на основные свойства материалов, в том числе на их долговечность, принято несколько важнейших отраслевых дорожных документов. Постоянно проводятся лабораторные и полигонные исследования на базе НИИ ТСК (Москва), компании «Мега-тех Инжиниринг» (Санкт-Петербург), предприятия «Роспромтекс» (Нижний Новгород). Накоплен значительный теоретический, экспериментальный и практический опыт в этой сфере.

Однако продолжает существовать некоторая озабоченность тем, что в строительных, образовательных и научно-исследовательских учреждениях изучению ГМ уделяется несколько меньшее внимание, нежели традиционным стройматериалам, хотя многообразие и значимость первых не меньше. Возможно, что в ряде случаев не хватает целостного научно обоснованного методологи-

**Как показала практика строительства и эксплуатации автомобильных дорог, при выборе геосинтетического материала необходимо оценивать не только его основные физико-механические свойства, но и скрупулезно изучать особенности макро- и микроструктуры, так как зачастую они существенно влияют на поведение материала в конструкции дороги.**

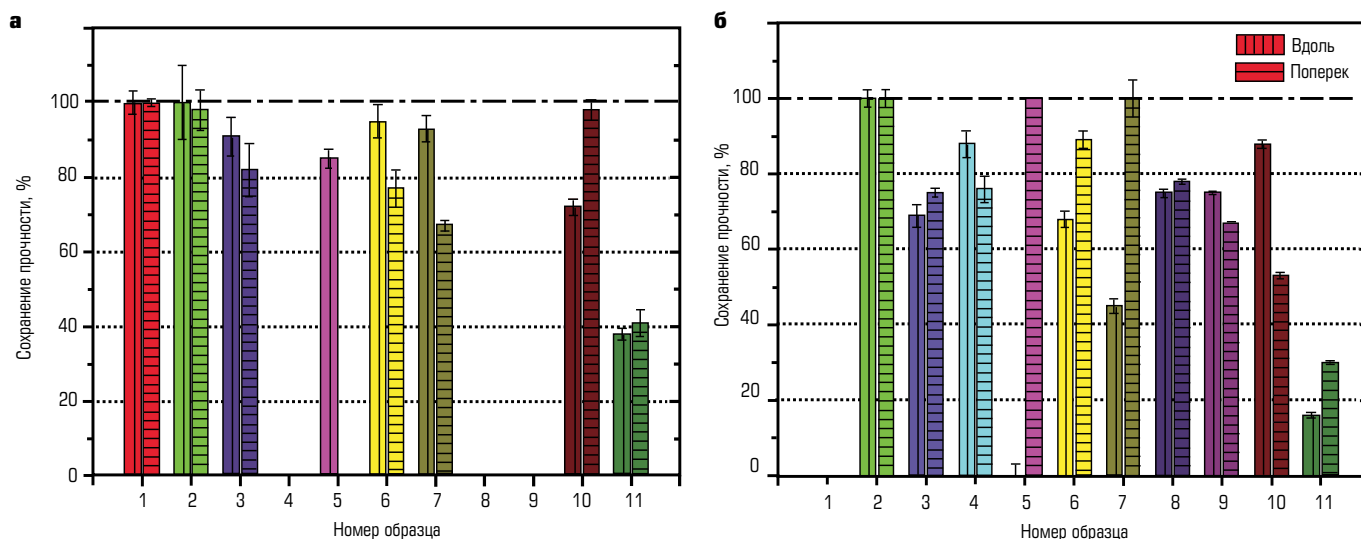
ческого подхода, объединяющего производителей, проектные и строительные организации, в то время как отечественная академическая наука имеет солидную теоретическую и прикладную базу для проведения исследований.

При выборе ГМ для той или иной функции применения оптимальным критерием является оценка его структуры до и после механических повреждений. В работе по исследованию долговечности были проведены испытания различных видов геосинтетических материалов (табл.) на устойчивость к механическим повреждениям. Для их оценки были отобраны образцы ГМ, которые включали в себя сырьевые полимерные материалы, такие как полиэтилен, полипропилен, полиэфир.

## Исследуемые материалы

№	Материал	Сырье
1	Геомембрана	Полиэтилен
2	Георешетка пластмассовая экструдированная	Полипропилен
3	Геополотно нетканое (иглопробивное)	Полипропилен
4	Геополотно тканое	Полипропилен
5	Геосотовый материал экструдированный	Полипропилен
6	Геомат вязанный	Полиэфир
7	Геополотно тканое	Полиэфир
8	Георешетка вязаная	Полиэфир
9	Геоккомпозит	Полиэфир
10	Георешетка тканая	Полиэфир
11	Георешетка тканая	Стекловолокно





**Рис. 1. Показатели сохранения прочности геосинтетических материалов на механические повреждения после испытаний в песке (а) и щебне (б)**

По структурным и функциональным особенностям исследуемые материалы включали в себя георешетку пластмассовую экструдированную, геомат вязаный, георешетку тканую и вязаную, нетканый геотекстиль, геосотовый материал и др. Экспериментальная оценка повреждений включала в себя подготовку котлована с последующим уплотнением основания, укладку материала и анкеровку, засыпку щебнем (по методу заклиновки) и песком, уплотнение катком с вибрацией и извлечение материала.

Засыпка исследуемых материалов производилась фракционированным щебнем М 600 фракции 40–70 мм по ГОСТ 8267-93 толщиной слоя 30 см, уложенным по способу заклиновки по СНиП 3.06.03-85 и песком средней крупности по ГОСТ 8736-93 с коэффициентом фильтрации не менее 1 м/сут. После извлечения исследуемые образцы оценивались визуально на предмет и характер механических повреждений, а также испытывались на растяжение в соответствии с ГОСТ 55030 для сравнительного анализа с контрольными образцами.

По результатам проведенных испытаний определялось сохранение прочности и коэффициент, учитывающий механические повреждения структуры материала (отношение прочности при растяжении до и после испытаний). Показатели прочности образцов (в сравнении с исходной величиной) после испытаний на растяжение в песке и щебне представлены на рис. 1а и 1б соответствен-

но. Для подавляющего большинства отечественных материалов значения коэффициентов, полученные в ходе испытаний в песке и щебне, лежат соответственно в диапазоне 1,05–1,15 и 1,1–1,3.

Некоторые образцы, такие как экструдированная георешетка, вообще не получили никаких повреждений и полностью сохранили исходную прочность с соответствующим значением коэффициента учета, равным 1. Максимальные значения полученных коэффициентов составили 1,3 и 1,6 для испытаний в песке и щебне соответственно. Исключения составляет георешетка из стекловолокна с падением прочности в 2,6 и 6,25 раза при испытаниях в песке и щебне соответственно. Однако данная георешетка используется исключительно для армирования асфальтобетона и была выбрана для испытаний только лишь с целью демонстрации работоспособности выбранного метода.

Следует отметить, что при отсутствии данных таких измерений применяются так называемые коэффициенты по умолчанию, в значения которых заложены наиболее худшие возможные условия при установке. Так, например, максимальные значения указанных коэффициентов по методике EBGEО (Рекомендации по строительству дороги с применением геосинтетических материалов) составляют 1,5 для мелкозернистых строительных материалов (песок) и 2,0 для крупнозернистых материалов (щебень). Хорошо видно, что

полученные данные на материалах отечественных производителей лежат в указанных диапазонах и дают неоспоримое преимущество проведения подобных работ.

Для структурного анализа геосинтетических материалов в качестве примера можно рассмотреть георешетку текстильного происхождения для армирования асфальтобетона, которые подразделяются на нетканые, тканые и вязаные. Они могут быть выполнены из одного вида сырья, обладать одинаковой геометрией, абсолютно одинаковой прочностью на разрыв, одинаковым удлинением, модулями деформации, не иметь явных внешних отличий и даже иногда, с учетом российских экономических особенностей, быть схожими по цене. На первый взгляд напрашивается вывод (который разделяют многие специалисты) о том, что в данном случае главным аргументом в пользу выбора того или иного материала является его стоимость.

Однако на основании проведенных исследований в рамках научно-исследовательских работ, направленных на создание отраслевых документов по методам оценки долговечности (ОДМ) и рекомендаций по выбору и контролю качества ГМ, было выявлено характерное влияние структуры материала на его повреждаемость при укладке и циклических нагрузках, а также на его эксплуатационные взаимосвязанные свойства.

Было бы некорректно однозначно отдавать первенство той или иной технологии производства геореше-

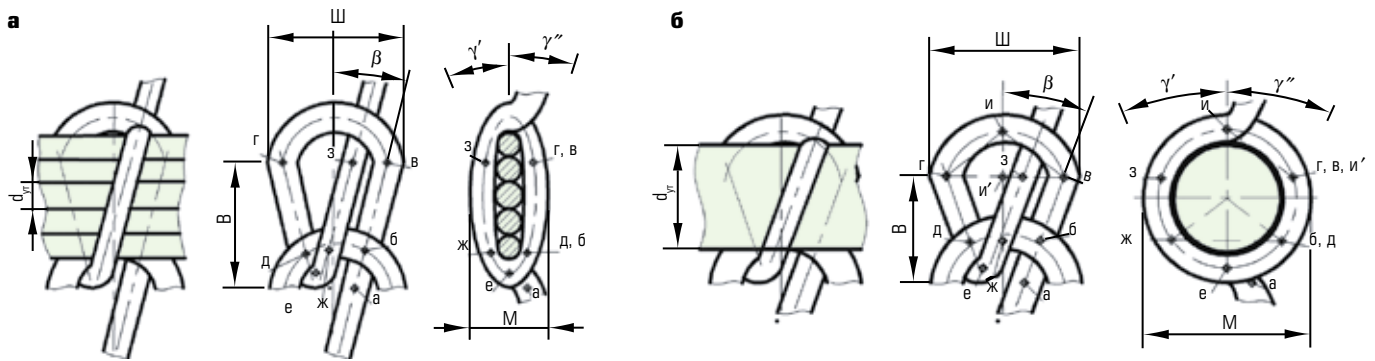


Рис. 2. Геометрическая модель структуры георешетки вязаной с эллипсовидным (а) и с круглым (б) сечением ребер

ток, так как все они имеют свои положительные и недостаточно положительные особенности. Наиболее простой и, соответственно, менее затратной сегодня признана технология производства георешеток нетканых, ребра которых укладываются друг на друга, склеиваются связующим и пропитывающим составом. Но при этом, в силу возникающего недостатка прочности в узлах, требуются особые мероприятия при укладке. С другой стороны, соблюдая все технологические режимы строительства, можно достичь максимума параллельности и выпрямления ребер, что, несомненно, исключительно важно для такой функции, как армирование.

По причине особенностей технологии производства решетка тканая имеет незначительную извитость ребер при их соединении в структуре. И хотя за счет силы трения прочность узлового соединения несколько выше, чем при нетканой технологии, она также в значительной степени определяется свойствами связующего состава.

Безусловно, технология укладки георешеток тканых несколько проще, а узловые соединения при взаимодействии со щебнем получают меньшую деструкцию. Однако если важнейшим аспектом является абсолютная минимизация удлинения и важен каждый его процент, следует внимательно относиться к нетканой технологии.

Георешетки вязаные имеют наложенные ребра (аналогично нетканым) и дополнительную систему связывающих нитей, называемых грунтовыми. Они позволяют надежно закреплять ровинги в структуре материала и определяют значительную прочность узловых соединений.

Соответственно, нивелируется значение связующего, которое, помимо обеспечения прочности узла, должно обеспечивать защиту мононитей в ровинге и адгезию со слоями асфальтобетона.

Технология производства подобных решеток наиболее сложна и затратна, но при определенных инженерных и научных знаниях может обеспечить наилучшие характеристики и свойства. Поэтому необходимо отметить, что важнейшими показателями, определяющими эффективность армирования, помимо прочности при растяжении и удлинении при максимальной нагрузке, являются распределение нагрузки и удлинение в рабочем диапазоне. А эти характеристики главным образом и определяются состоянием узловых соединений, параллельностью ребер, деструкцией единичных мононитей и ровингов в целом в процессе эксплуатации.

Значимое влияние на эксплуатационные свойства георешеток оказывает и геометрия ребер, которые могут иметь круглое, эллипсовидное или практически плоское сечение. Это, в свою очередь, определяет пропорциональное сочетание размеров ребра и ячейки и может оказывать влияние на монолитность слоев асфальтобетона после армирования и на равномерность распределения нагрузки в структуре комплексных мононитей.

На рис. 2 (а, б) показаны геометрические модели структуры георешеток вязаных, при изменении технологических параметров их единичных элементов можно добиваться определенной конфигурации (чем успешно пользуются западные коллеги). Буквенные обозначения структуры показывают, на какие параметры можно воздействовать,

чтобы добиться заданной геометрии. К ним относятся: линейная плотность, а следовательно, и диаметр единичной комплектной нити ( $d_{гр}$ ), количество нитей в ребре, высота грунтовой петли (В), размеры участков грунтовых петель (а-б, б-в, г-д и т. д.), углы наклона элементов. Представляется, что производителям и потребителям подобных георешеток внимательнейшим образом необходимо отнестись к определяющим качеству структурным показателям.

К сожалению, изменять геометрические показатели сечения ребер в георешетках нетканых практически невозможно в силу того, что необходима относительно большая площадь контакта ребер в узлах соединения для их склеивания. Таким образом, для правильного выбора и дальнейшей идентификации георешеток, например при армировании асфальтобетона, необходимо учитывать следующие факторы: производитель; тип георешетки (нетканая, тканая, вязаная); сырьевой состав нитей; сырьевой состав связующего, пропитки; линейная плотность нитей, составляющих ребра, их количество, поверхностная плотность; размеры ячеек по средней линии ребер; ширина ребер; прочность при растяжении, удлинение при максимальной нагрузке и т. д.

В заключение следует отметить, что аналогичные существенные различия в структурах георешеток, приведенные выше, вполне можно экстраполировать для геополотен, геоматов и геосеток.

**А.Ю. Баранов,  
А.Н. Деятелилов,  
О.Н. Столяров,  
ООО «Мегатех Инжиниринг»;  
Д.В. Медведев;  
АНО «НИИ ТСК»**

Четвертая ежегодная международная конференция

# МОСТОСТРОЕНИЕ

ЕС и РОССИЯ

Не пропустите техническую экскурсию, посвященную практическому примеру строительства моста «Жак-Шабан Дельма»

Конференция: 20-21 Марта 2014

Фокус утро: 19 Марта

Техническая экскурсия: 19 Марта

«Мостостроение Европы и России: новые технологии, механизмы и оборудование для строительства»

## Три дня интенсивного делового общения и обмена опытом позволят Вам:

- Выбирать сложные инновационные проекты и успешно реализовывать их, не выходя за рамки заложенного бюджета
- Практически применять последние материалы и решения в мостостроении
- Работать в соответствии с российскими стандартами мостостроения
- Строить мосты с большими пролетами в сложных условиях и в ускоренные сроки
- Возводить долговечные мостовые конструкции в удаленных регионах России с тяжелыми климатическими условиями в расчете на минимальное техобслуживание

## Преимущества участия в работе конференции:

- Новые сессии, посвященные инновациям в проектировании, разработках и реализации проектов в ЕС и России
- В два раза больше уникальных и практических примеров и интерактивных дискуссий с участием крупнейших строительных компаний, архитекторов и инженеров
- Более 7 часов структурированного делового общения для завязывания новых бизнес-контактов
- 50+ авторитетных лидеров мостостроения и дорожной инфраструктуры из России и за её пределами

**ФОКУС УТРО: ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ОБЗОР ПРОБЛЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТОК В МОСТОСТРОЕНИИ РОССИИ И ЕВРОПЫ, АНАЛИЗ НОВЕЙШИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТОВ**

Спонсоры:



## Докладчики конференции 2014:

### Из Европы и за её пределами:

- **Кристос Пассас**, заместитель директора, **Zaha Hadid Architects**
- **Ян Гейл**, партнёр-основатель, профессор, архитектор, **Gehl Architects**
- **Абдулмаджид Карану**, глава отдела дизайна и проектирования фасадов, **Ramboll**
- **Маартен Ван де Вурде**, генеральный директор, **West 8 Belgium**
- **Мишель Муссард**, консультант, гражданское строительство и мосты, **ARCADIS**
- **Сантьяго Эрнандес**, профессор, инженер-мостостроитель, факультет гражданского строительства, **Университет Коруны**
- **Димитри Туинстра**, главный инженер, **ARUP**
- **Томас Лавинь**, партнёр и архитектор, **LAVIGNE & CHERON Architects**
- **Жон-Марк Танис-Плант**, генеральный директор, **EGIS**
- **Матью Кардан**, инженер, **EGIS**
- **Эрик Андерссон**, основатель и генеральный директор, **Erik Andersson Architects**

### Из России и СНГ:

- **Сергей Мозалев**, исполнительный директор, Фонд «АМОСТ» (Ассоциация мостостроителей России)
- **Сергей Соловьев**, заместитель начальника отделения гидродинамики, Крыловский государственный научный центр
- **Алексей Сергеев**, генеральный директор, Нормативно-Испытательный Центр «Мосты»
- **Эдуард Балючик**, главный инженер, Нормативно-Испытательный Центр «Мосты»

[WWW.BRIDGESRUSSIA.COM](http://WWW.BRIDGESRUSSIA.COM)

# ПРЕДНАПРЯЖЕННЫЕ ДОРОЖНЫЕ ГЕОСЕТКИ



**Э**ффективность геосеток соответствует концепции ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования». В документе учтены основные нормативные положения европейского и международного стандартов: EN1990-2002 «Основные принципы строительного проектирования» (EN 1990-2002 Basis of structural design, NEQ); ISO 2394:1998 «Основные принципы обеспечения надежности» (ISO 2394:1998 General principles on reliability for structures, NEQ).

Стандарт устанавливает общие принципы обеспечения надежности конструкций и оснований зданий, сооружений, и его следует применять при разработке технических регламентов, других нормативных документов и стандартов, регламентирующих проектирование, возведение и эксплуатацию строительных объектов. Основным показателем надежности является невозможность превышения

**Геосетки в дорожном строительстве применяются главным образом в качестве армирующей, укрепляющей основы для разных типов грунтов и различных поверхностных рельефов с целью усиления слабых оснований, слоев дорожных одежд, склонов, откосов и т. д. Они способствуют повышению прочности грунта и обеспечивают однородность размерно-механических свойств укрепляемой среды.**

в них предельных состояний при действии наиболее неблагоприятных сочетаний расчетных нагрузок в течение расчетного срока службы.

Надежность строительных конструкций должна определяться с учетом каждой расчетной ситуации, в том числе за счет: выбора и контроля исполнения оптимальных конструктивных решений, материалов, технологических процессов изготовления и монтажа строительных конструкций; создания условий, гарантирующих нормальную эксплуатацию строительных объектов; контроля поведения

сооружения в целом и его отдельных конструктивных элементов; проведения организационных мероприятий, направленных на снижение риска реализации аварийных ситуаций и прогрессирующего обрушения сооружений.

Условия обеспечения надежности конструкций или оснований состоят в том, чтобы расчетные значения усилий, напряжений, деформаций, перемещений, раскрытий трещин не превышали соответствующих им предельных значений, устанавливаемых нормами проектирования.

Основными характеристиками прочности материалов, используемых при проектировании, служат нормативные значения их прочностных характеристик. Для материалов, прошедших приемочный контроль или сортировку, обеспеченность нормативных значений их прочностных характеристик должна быть не ниже 0,95. Нормативные характеристики материалов и грунтов, а также их изменчивость следует определять на основе результатов испытаний соответствующих образцов или методами их неразрушающего контроля.

При расчете характеристик материалов следует учитывать их возможное отклонение в образцах и в готовых конструкциях (размерные эффекты, изменение свойств во времени, различия температурных условий и т. п.). Нормативные значения характеристик материалов и грунтов, зависящих от других параметров, могут быть получены расчетным путем на основе положений, принятых в нормах проектирования конструкций.

В качестве основных параметров механических свойств грунтов следует устанавливать нормативные и расчетные значения прочностных, деформационных и других физико-механических характеристик, определяемых на основе данных инженерно-геологических изысканий участка строительства объекта с учетом опыта проектирования и строительства.

Нормативные значения характеристик грунта или параметров, определяющих взаимодействие фундаментов с грунтом, следует принимать равными их математическим ожиданиям, полученным по результатам обработки результатов испытаний, если не оговорены иные условия, определяющие их значения. При расчетах конструкций зданий и сооружений следует учитывать возможные неточности в определении их геометрических размеров. Численные значения таких неточностей следует назначать с учетом условий изготовления и монтажа конструкций.

Геометрические параметры конструкций, изменчивость которых незначительна (допуски на геометрию сечений, размеры проката и т. п.), допускается принимать по проектным значениям. Геометрические размеры конструкций на стадии их монтажа и эксплуатации не должны

отличаться от их проектных значений более, чем на величину допусков, указанных в действующих нормативных документах.

Концепции ГОСТ Р 54257-2010 соответствуют и геосетки, производимые ООО «ВЗТМ». В их числе полимерные дорожные марки АГМ-Дор и геосетки стеклянные дорожные марки АГМ-Дор (С), предназначенные для применения в качестве армирующих прослоек при усилении асфальтобетонных покрытий в процессе строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог и аэродромов. Они представляют собой плоский рулонный материал сетчатой структуры, образованный равномерно расположенными взаимопересекающимися под углом, близким к прямому, плоскими элементами (лучками нитей), скрепленными между собой в узлах прошивными нитями. Обработанный специальными составами для улучшения свойств и повышения стабильности, материал в растянутом состоянии обеспечивает их преднапряжение (нагартовку) и устранение зоны люфта за счет уменьшения зоны упругой деформации.

Геосетки полимерные грунтовые марки АГМ-Грунт предназначены для применения в качестве армирующих прослоек при усилении земляного полотна с целью увеличения его несущей способности, устройства откосов и насыпей повышенной крутизны, при строительстве автомобильных и железных дорог, автостоянок, взлетно-посадочных полос, спортивных площадок.

Геосетки АГМ-Грунт также пропитываются в натянутом состоянии, что обеспечивает требуемое преднапряженное состояние изделия и снижает требование к обязательному растяжению сетки при ее монтаже в укрепляемой среде.

Рассмотрим некоторые примеры расчета конструкций автомобильных дорог с применением композиционных преднапряженных геосеток.

### Расчет неармированной дорожной одежды нежесткого типа с учетом ОДН 218.046-01

Исходные данные:

- автомобильная дорога IV категории располагается в IV дорожно-климатической зоне (Саратовская обл.);

Таблица 1  
Состав транспортного потока

Состав движения по грузоподъемности	Суточная интенсивность движения данной марки (в оба направления) на последний год срока службы $N_m$ , груз. авт/сут
Легкие грузовые	518
Средние грузовые	274
Тяжелые грузовые	125
Очень тяжелые грузовые	100
Автобусы	121
Тягачи с прицепом	30
Итого	1168

- заданный срок службы дорожной одежды  $T_{сл} = 8$  лет;

- заданная надежность  $K_H = 0,90$ ;

- приращение интенсивности  $q = 1,05$ ;

- грунт рабочего слоя земляного полотна — суглинок тяжелый;

- схема увлажнения рабочего слоя земляного полотна — 2.

Состав транспортного потока представлен в табл. 1.

#### 1. Определение суммарного расчетного количества приложений расчетных нагрузок за срок службы

Вычисления производятся по формуле:

$$\sum N_p = 0,7 \cdot f_{пол} \cdot N_1 \cdot K_c \cdot T_{дрг} \cdot k_n, \quad (1.1)$$

где  $f_{пол}$  — коэффициент, учитывающий число полос движения и распределение движения по ним, определяемый по табл. 3.2 ОДН 218.046-01,  $f_{пол} = 0,55$ ;  $N_1$  — суточная, приведенная к расчетному автомобилю, интенсивность движения (в оба направления) в первый год службы. Вычисляется с использованием степенной модели прогнозирования интенсивности движения по формуле:

$$N_1 = \frac{\sum_{m=1}^n N_m \cdot S_{мсум}}{q^{T_{сл}-1}}, \quad (1.2)$$

где  $N_m$  — число проездов в сутки в обоих направлениях транспортных средств  $m$ -й марки;  $S_{мсум}$  — суммарный коэффициент приведения воздействия на дорожную одежду транспортного средства  $m$ -й марки

**Таблица 2**  
**Расчет параметра  $N_p$**

Типы транспортных средств	$f_{пол}$	$N_m$ , груз. авт/сут	$S_{m сум}$	$N_{p(м)}$ , расч. авт/сут
Легкие грузовые	0,55	518	0,005	5
Средние грузовые	0,55	274	0,2	55
Тяжелые грузовые	0,55	125	0,7	88
Очень тяжелые грузовые	0,55	100	1,25	530
Автобусы	0,55	121	0,7	505
Тягачи с прицепом	0,55	30	1,5	75
Итого	—	1168	—	$N_{p(г)} = 220$

**Таблица 3**  
**Расчетные характеристики слоев дорожной одежды**

№	Материал слоя	Толщина (h) слоя, см	Расчет на доп. упругий прогиб, E, МПа	Расчет по условию сдвигоустойчивости, E, Па	Расчет на растяжение при изгибе			
					E, МПа	$R_o$ , МПа	$\alpha$	m
1.	Щебень, фракционированный, уложенный по способу заклинки	24	450	450	450	—	—	—
2.	Песок средней крупности	35	120	120	120	—	—	—
3.	Суглинок тяжелый	—	50	$C=0,011$ 50 $\phi=8,0^\circ$	50	—	—	—

к расчетной нагрузке, определяемый в соответствии с приложением 1 ОДН 218.046-01;  $T_{сн}$  — расчетный срок службы.

$$N_1 = \frac{400}{1,05^{8-1}} = 284 \text{ авт/сут.}$$

$K_c$  — коэффициент суммирования, определяется по таблице П.6.3 ОДН 218.046-01 или по формуле:

$$K_c = \frac{q^{T_{сн}} - 1}{q - 1}, \quad (1.3)$$

где q — показатель изменения интенсивности движения данного типа автомобиля по годам.

$$K_c = \frac{1,05^8 - 1}{1,05 - 1} = 9,55.$$

$T_{рдг}$  — расчетное число расчетных дней в году, соответствующих определенному состоянию деформируемости конструкции (определяемое в соответствии с приложением 6 ОДН 218.046-01),  $T_{рдг} = 145$  дней;  $k_n$  — коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого (табл.

3.3 ОДН 218.046-01),  $k_n = 1,16$ .

Подсчитывается приведенное к расчетной нагрузке среднесуточное (на конец срока службы) число проездов всех колес, расположенных по одному борту расчетного автомобиля, в пределах одной полосы проезжей части по формуле:

$$N_p = f_{пол} \sum_{m=1}^n N_m S_{m сум}; \quad (1.4)$$

$$N_p = 0,55 \cdot (518 \cdot 0,005 + 274 \cdot 0,2 + 125 \cdot 0,7 + 100 \cdot 1,25 + 121 \cdot 0,7 + 30 \cdot 1,5) = 220 \text{ авт/сут}$$

Результаты вычислений приведены в табл. 2.

Далее считается суточная, приведенная к расчетному автомобилю, интенсивность движения (в оба направления) в первый год службы, для чего используется степенная модель прогнозирования интенсивности движения по формуле (1.2).

Затем по формуле (1.3) определяется коэффициент суммирования.

Таким образом, суммарное расчетное число приложений расчетной нагрузки

к точке на поверхности конструкции за срок службы, согласно (1.1) равно:

$$\sum N_p = 0,7 \cdot 0,55 \cdot 284 \cdot 9,55 \cdot 145 \cdot 1,16 = 175\,634 \text{ авт/сут.}$$

## 2. Определение расчетных характеристик грунта рабочего слоя земляного полотна

Для установления расчетной влажности грунта рабочего слоя используется формула:

$$W_p = (\bar{W}_{таб} + \Delta_1 \bar{W} - \Delta_2 \bar{W}) \times (1 + 0,1 \cdot t) - \Delta_3, \quad (2.1)$$

где  $W_{таб}$  — среднее многолетнее значение относительной (в долях от границы текучести) влажности грунта, наблюдавшееся в наиболее неблагоприятный (весенний) период года в рабочем слое земляного полотна, определяемое по табл. П.2.1 ОДН 218.046-01,  $W_{таб} = 0,60$ ;  $\Delta_1 \bar{W}$  — поправка на особенности рельефа территории, устанавливаемая по табл. П.2.2 ОДН 218.046-01,  $\Delta_1 \bar{W} = 0$ ;  $\Delta_2 \bar{W}$  — поправка на конструктивные особенности проезжей части и обочин, устанавливаемая по табл. П.2.3 ОДН 218.046-01,  $\Delta_2 \bar{W} = 0,03$ ;  $\Delta_3$  — поправка на влияние суммарной толщины стабильных слоев дорожной одежды, устанавливаемая по графику рис. П.2.1 ОДН 218.046-01,  $\Delta_3 = 0$ ; t — коэффициент нормированного отклонения, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности по табл. П.4.2 приложения 4 ОДН 218.046-01,  $t = 1,32$ .

Получаем

$$W_p = (0,6 + 0 - 0,03) (1 + 0,1 \cdot 1,32) - 0 = 0,65 \text{ (в долях от } W_p).$$

Далее вычисляется величина модуля упругости (E), сцепление (C), угол внутреннего трения ( $\phi$ ) грунта рабочего слоя:

$$E = 50,0 \text{ МПа, } C = 0,011 \text{ МПа, } \phi = 8^\circ,$$

## 3. Конструирование дорожной одежды

3.1.1. Предварительно назначается конструкция и расчетные значения параметров:

- щебень, фракционированный, уложенный по способу заклинки, — 24 см;

- песок средней крупности — 35 см.

3.1.2. Назначаются расчетные характеристики материалов слоев (модули упругости):

■ для вычисления по допускаемому упругому прогибу (при температуре покрытия +10 °С);

■ для определения по условию сдвигоустойчивости (при температуре покрытия +40 °С).

Расчетные характеристики слоев дорожной одежды приведены в табл. 3.

Дорожная одежда рассчитывается по следующим критериям: на сопротивление упругому прогибу всей конструкции; на сопротивление сдвигу в грунте.

Производится расчет конструкции по условию упругого прогиба по номограмме рис. 3.1 ОДН 218.046-01:

1. Для слоя песка:

$$\frac{E_n}{E_B} = \frac{E_{гр}}{E_{пес}} = \frac{50}{120} = 0,42$$

$p = 0,6$  МПа;  $D = 37$  см.

$$\frac{h_B}{D} = \frac{h^{пес}}{D} = \frac{35}{37} = 0,95.$$

По номограмме получаем:

$$\frac{E_{общ}^{пес}}{E_{пес}} = 0,70.$$

Отсюда следует:

$$E_{общ}^{пес} = 0,70 \cdot 120 = 84 \text{ МПа.}$$

2. Для слоя щебня:

$$\frac{E_n}{E_B} = \frac{E_{общ}^{пес}}{E_{щеб}} = \frac{84}{450} = 0,187.$$

$p = 0,6$  МПа;  $D = 37$  см;

$$\frac{h_B}{D} = \frac{h^{щеб}}{D} = \frac{24}{37} = 0,649.$$

По номограмме получаем:

$$\frac{E_{общ}^{щеб}}{E_{щеб}} = 0,39.$$

$$E_{общ}^{щеб} = 0,39 \cdot 450 = 176 \text{ МПа.}$$

Требуемый модуль упругости определяется по формуле:

$$E_{гр} = 98,65 [\lg(\sum N_p) - c], \quad (3.1)$$

где  $\sum N_p$  — то же, что в формуле (1.1);  $c$  — эмпирический параметр, принимаемый равным для расчетной нагрузки на ось 100 кН — 3,55; 110 кН — 3,25; 130 кН — 3,05.

Получаем:

$$E_{гр} = 98,65 [\lg(175634) - 3,55] = 167 \text{ МПа.}$$

Таблица 4

Расчетные характеристики защитно-армирующей прослойки из АГМ-Грунт

Тип сырья	Полиэфир		
Разрывная нагрузка, кН/м, в продольном/поперечном направлениях	30/30	50/50	100/100
Тип пропитки	акриловая эмульсия		
Размер ячейки, мм (стандартный)	25 × 25, 40 × 40 может производиться с различными размерами ячеек		
Удлинение при разрыве, %, не более	13		
Форма поставки	в рулонах		
Длина, м	100	100	50
Ширина, м	от 1,00 до 5,20		
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> , не менее	150	250	380
Технический документ	СТО 80193846-003-2012		

Далее определяется коэффициент прочности по упругому прогибу по формуле:

$$K_{пр} = \frac{E_{общ}}{E_{тр}}. \quad (3.2)$$

$$K_{пр} = \frac{176}{167} = 1,1.$$

Требуемый минимальный коэффициент прочности для расчета по допускаемому упругому прогибу составляет:  $k_{тр}^{пр} = 1,10$ . Следовательно, выбранная конструкция удовлетворяет условию прочности по допускаемому упругому прогибу.

Рассчитывается конструкция по сопротивлению сдвигу в грунте:

■ определяется на прочность по сдвигоустойчивости грунт земляного полотна — суглинок тяжелый;

■ предварительно назначенная конструкция приводится к двухслойной расчетной модели.

В качестве нижнего слоя модели принимается грунт (суглинок тяжелый), а в качестве верхнего — вся дорожная одежда.

Характеристики грунта (при  $W_p = 0,65 W_T$  и  $\sum N_p = 175634$  авт/сут):

$$E_n = 50 \text{ МПа}, \quad \varphi = 8^\circ, \quad C = 0,011 \text{ МПа}$$

и  $p = 0,6$  МПа.

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляется по формуле, где значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, назначается при расчетной температуре +40 °С:

$$E_B = \frac{E_{общ}^{щеб} \cdot h^{щеб} + E_{пес} \cdot h^{пес}}{h_{общ}}, \quad (3.3)$$

$$E_B = \frac{450 \cdot 24 + 120 \cdot 35}{59} = 254 \text{ МПа.}$$

По отношению

$$\frac{E_B}{E_n} = \frac{254}{50} = 5,08 \text{ и } \frac{h_B}{D} = \frac{59}{37} = 1,6$$

при  $\varphi = 8^\circ$  с помощью номограммы находится удельное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки:  $\bar{\tau}_n = 0,0332$  МПа.

3.1.3. Вычисляются действующие в грунте активные напряжения сдвига по формуле:

$$T = \bar{\tau} \cdot p. \quad (3.4)$$

В результате получим

$$T = 0,0332 \cdot 0,6 = 0,01992 \text{ МПа}$$

Предельное активное напряжение сдвига  $T_{пр}$  в грунте рабочего слоя определяется по формуле:

$$T_{пр} = k_d (C_N + 0,1 y_{ср} z_{оп} \tan \varphi_{ст}), \quad (3.5)$$

где  $C_N$  — сцепление в грунте земляного полотна (или в промежуточном песчаном слое), МПа, принимаемое с учетом повторности нагрузки (приложение 2, табл. П.2.6 или табл. П.2.8 ОДН 218.046-01),  $C_N = 0,011$  МПа;  $K_d$  — коэффициент, учитывающий особенности работы конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания;  $K_d = 1,0$ ;  $Z_{оп}$  — глубина расположения поверхности слоя, проверяемого на сдвигоустойчивость, от верха конструкции, см;  $Z_{оп} = 59$  см;  $\varphi_{ст}$  — расчетная величина угла внутреннего трения материала проверяемого слоя при статическом действии нагрузки,  $\varphi_{ст} = 21^\circ$ ;  $Y_{ср}$  — средневзвешенный удельный вес конструктивных слоев, распо-

ложенных выше проверяемого слоя,  $\text{кг/см}^3$ ,  $Y_{\text{ср}} = 0,002 \text{ кг/см}^3$ .  
В итоге:

$$T_{\text{пр}} = 1 \cdot (0,011 + 0,1 \cdot 0,002 \cdot 59 \cdot \text{tg } 21^\circ) = 0,0155 \text{ МПа}$$

$$K_{\text{пр}} = \frac{0,01992}{0,0155} = 1,28,$$

что больше, чем  $k_{\text{пр}}^{\text{тр}} = 0,94$ .

Следовательно, конструкция удовлетворяет условию прочности по сдвигу в подстилающем грунте.

#### 4. Расчет армированного ГМ слоя основания нежесткой дорожной одежды с учетом ОДМ 218.5.003-2010 и ОДН 218.046-01

1. С целью снижения толщины слоя щебня предполагается применение под ним защитно-армирующей прослойки из АГМ-Грунт (табл. 4). Требуется определить толщину слоя основания при наличии такой прослойки.

2. Проверяется возможность выполнения корректировки толщин слоев дорожной одежды при применении данного материала:

$$\frac{0,04 E_{\text{ГМ}}}{\delta E_{\text{общ ГМ}}} > 1, \quad (4.1)$$

где  $E_{\text{ГМ}}$  — условный модуль упругости геосинтетического материала,  $E_{\text{ГМ}} = 600 \text{ Н/см}$ ;  $\delta$  — толщина геосинтетического материала,  $\delta = 0,1 \text{ см}$ ;  $E_{\text{общ ГМ}}$  — модуль упругости на поверхности грунтовых слоев под геосинтетическим материалом.

Получаем:

$$\frac{0,04 \cdot 600}{0,1 \cdot 84} = 2,9 > 1.$$

Условие соблюдается: данный ГМ может быть использован для коррек-

тировки (уменьшения) толщин слоев дорожной одежды.

3. Определяющим критерием прочности является упругий прогиб (минимальное значение коэффициента прочности  $K_{\text{пр}} = 1,1$ ). В этом случае основной расчет ведем по критерию упругого прогиба с последующей проверкой по остальным критериям. Предварительно определяют коэффициент усиления  $\alpha$ .

4. Значение коэффициента усиления принимают для следующих исходных параметров: общая толщина слоев дорожной одежды над ГМ:  $h = 24 \text{ см}$ ,  $h/D = 24/37 = 0,65$ ; общий модуль упругости на поверхности грунтовых слоев под ГМ  $E_{\text{общ ГМ}} = 84 \text{ МПа}$ ; средневзвешенный модуль упругости слоев дорожной одежды над ГМ  $E_{\text{ср}}$  определяется по формуле:

$$E_{\text{ср}} = \frac{h \cdot E}{h}, \quad (4.2)$$

где  $h$  — общая толщина слоев дорожной одежды над ГМ;  $E$  — модуль упругости слоев над ГМ.

$$E_{\text{ср}} = \frac{24 \cdot 450}{24} = 450 \text{ МПа},$$

$$\frac{E_{\text{ср}}}{E_{\text{общ ГМ}}} = \frac{450}{84} = 5,4.$$

После интерполяции получаем  $\alpha = 0,9$ .

5. Критерий расчета по упругому прогибу:

$$\frac{E_{\text{общ}}}{\alpha \cdot E_{\text{тр}}} \geq K_{\text{пр}}. \quad (4.3)$$

Получаем:

$$\frac{176}{0,9 \cdot 167} = 1,17 \geq 1,1.$$

6. Для соблюдения данного условия значение общего модуля на поверхности покрытия должно быть не ниже  $E_{1\text{общ}}$ :

$$E_{1\text{общ}} = E_{\text{тр}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot \alpha, \quad (4.4)$$

$$E_{1\text{общ}} = 167 \cdot 1,1 \cdot 0,9 = 165 \text{ МПа}.$$

Принимая  $E_{\text{общ}} = E_{1\text{общ}} = 165 \text{ МПа}$ , обычным пересчетом по номограмме находят новое значение толщины слоя щебеночного основания  $h_{1\text{ГМ}}$ :

$$\text{при } \frac{E_{\text{общ}}}{E_{\text{в}}} = \frac{165}{450} = 0,37 \text{ и } \frac{E_{\text{н}}}{E_{\text{в}}} = \frac{84}{450} = 0,187$$

$$\text{находят } \frac{h_{1\text{ГМ}}}{D} = 0,6.$$

Тогда толщина слоя щебня:

$$h_{2\text{ГМ}} = 0,6 \cdot 37 = 22 \text{ см}.$$

7. С учетом исходных данных проводят проверочный расчет по критерию сдвига в песчаном слое. Расчет удовлетворяет критерию при толщине слоя щебня 22 см.

Таким образом, при использовании в дорожной одежде защитно-армирующей прослойки из АГМ-Грунта слой щебня можно уменьшить с 24 см до 22 см. А это значит, что, помимо надежности и прочности дорожных одежд, за счет материала можно достичь определенной экономии средств.

**И.Е. Кокодева, д.т.н.,  
акад. РАТ, проф.;**

**О.Ю. Москалев, асп.**

**каф. «Транспортное строительство»  
Саратовского ГТУ им. Ю.А. Гагарина;**

**А.В. Кочетков, д.т.н., проф.,**

**член президиума РАТ;**

**Е.М. Хижняк,**

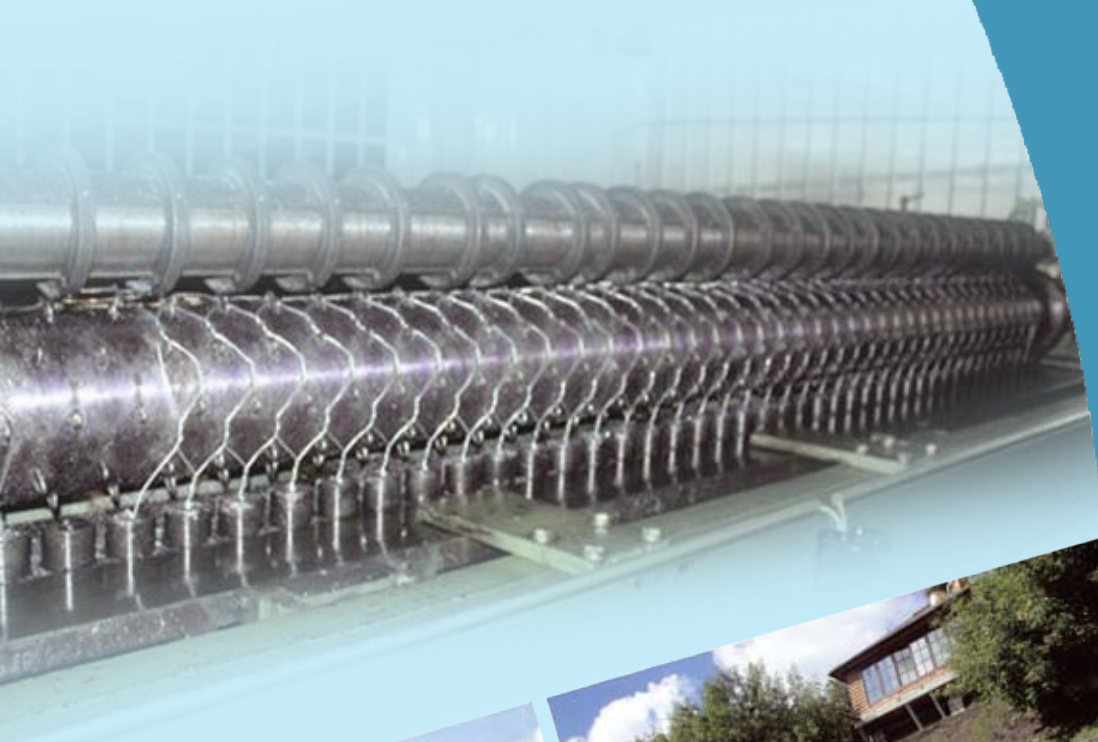
**директор ООО «ВЗТМ»**







# ПОСТАВКА И МОНТАЖ ГАБИОНОВ И ГЕОСИНТЕТИКИ



- Бюджетные цены
- Наличие сертификатов ГОСТ РФ и паспортов качества
- Оптимальные сроки поставки и монтажных работ
- Экологичность материалов
- Технический аудит
- Поставки в рамках федеральных проектов

105568, г. Москва,  
Челябинская ул., д. 19, корп. 4, оф. 3  
Тел.: +7 (495) 665-32-11  
E-mail: [info@geofast.ru](mailto:info@geofast.ru)

[www.geofast.ru](http://www.geofast.ru)

## ПЕРВЫЙ В РОССИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ БЕНТОНИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ VENTOLOCK



АРМИРОВАНИЕ, УКРЕПЛЕНИЕ, ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ, ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННАЯ ЗАЩИТА

625026, Россия, г. Тюмень,  
ул. Республики, 142, оф. 321  
Тел.: 8 800 500 13 66  
Тел.: (3452) 58-73-30  
Факс: (3452) 55-22-52  
Сайт: [www.ssek.ru](http://www.ssek.ru)  
E-mail: [ssek@ssek.ru](mailto:ssek@ssek.ru)



**НАДЕЖНАЯ  
ОСНОВА  
БУДУЩЕГО**

# МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ



**Н**аучкой и практикой доказано, что непрерывные волокна на основе базальтовых пород обладают достаточно высокими прочностными свойствами, химической и термической стойкостью, обеспечивают требуемые характеристики и параметры качества армирующих, геотекстильных и композитных материалов. Использование их в строительстве автодорог позволяет повысить стойкость дорожных покрытий к воздействию нагрузок и окружающей среды, увеличить межремонтные сроки и эксплуатационный ресурс дорог, снизить расход материалов.

В дорожном строительстве нашли свое применение рубленые волокна для армирования бетонных и асфальтобетонных покрытий автодорог, геотекстильные материалы и дорожные сетки, базальтопластиковая арматура, а также композитные материалы. Последние приходят на смену традиционным материалам в производстве ряда изделий: профили — отбойники ограждений дорог,

**Более десяти лет в России и Украине проводились исследования и испытания свойств материалов на основе базальтовых непрерывных волокон (БНВ). Эти работы получили одобрение и подтвердили эффективность применения рубленого волокна для армирования асфальтобетонных и бетонных покрытий автомобильных дорог, дорожных сеток, базальтопластиковой арматуры и композитных материалов в дорожном строительстве.**

различные дорожные конструкции, столбы для освещения, дорожные знаки и др.

## **Армирование асфальтобетонных и бетонных дорожных покрытий рублеными волокнами (базальтовой фиброй)**

Введение дисперсных рубленых волокон, как известно, обеспечивает объемное армирование бетонов и асфальтобетонов и превосходит по ряду показателей стальную фибру, целлюлозные и другие волокна. При

воздействии окружающей среды, перепадов температур, интенсивных нагрузок, а также в условиях щелочной среды, которым подвержены бетоны, базальтовые рубленые волокна (базальтовая фибра) обеспечивают более высокую стойкость. Базальтовая фибра не подвержена коррозии, имеет прочностные показатели, в 2–2,5 раза превышающие значения аналогов из металла и меньшую стоимость. Такие свойства открывают возможности для более широкого применения базальтовой фибры при армировании бетонов и асфальтобетонов.

Элементарные волокна базальтовой фибры диаметрами 13–18 мк (рис. 1) при тщательном перемешивании равномерно распределяются и располагаются в разных направлениях по всему объему смеси (рис. 2). При этом в каждом кубическом сантиметре распределяется по несколько десятков элементарных рубленых волокон. Вполне очевидно, что при таком объемном армировании бетоны и асфальтобетоны существенно увеличивают прочность на изгиб и сжатие, а дорожные покрытия приобретают дополнительную ударную прочность, трещиностойкость, сопротивляемость нагрузкам, повышается их эксплуатационный ресурс.

Повышение прочности бетонов зависит от количества введенной базальтовой фибры (дозировки) и ее длины. Верность этого вывода доказана исследованиями прочности бетонов на растяжение при изгибе, проводившимися по ГОСТ 10180-90.

Анализ результатов испытаний на прочность показывает, что для армирования бетонов наиболее подходит базальтовая фибра длиной 24 мм. Ее содержание дозируется в процентном соотношении от веса сухой цементно-песчаной смеси и должно быть в пределах 2–3%. При таком армировании бетона класса В20 прочность на растяжение (осевое и при изгибе) повышается в 1,79–2,24 раза и сопровождается переходом к пластическому характеру разрушения.

Базальтовая фибра может принести ощутимый эффект при армировании железобетонных изделий: лотков, труб, колодцев, железобетонных шпал, конструкций разделителей полос и ограждающих конструкций дорог.

## Выводы по результатам испытаний дорожных покрытий, армированных базальтовой фиброй

В 2010 году Государственным дорожным НИИ им. М.П. Шульгина были проведены исследования и физико-механические испытания цементобетонов, горячих и холодных асфальтобетонов, армированных базальтовой фиброй. Ученые и инженеры сделали вывод, что ее применение при армировании дорожных покрытий на 37–40% повышает их прочность на сжатие и на 100–150% — при изгибе. Подобные свойства ма-

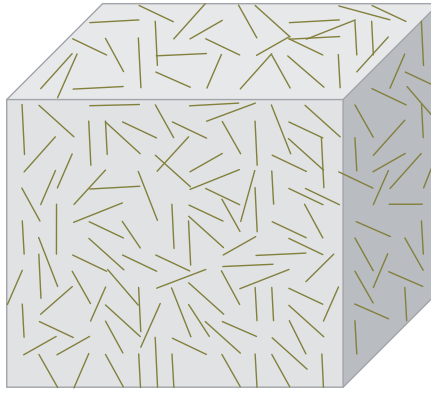


Рис. 1. Дисперсное объемное армирование бетонов и асфальтобетонов



Рис. 2. Базальтовое рубленое волокно (базальтовая фибра). Диаметр элементарных волокон — 16 мк, длина — 12 мм

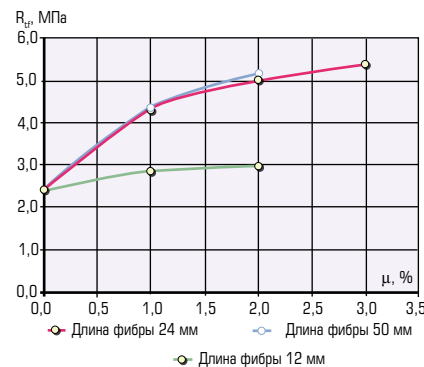


Рис. 3. Графики зависимости повышения прочности бетонов, армированных базальтовой фиброй диаметром 15–16 мкм, длиной — 12, 24 и 50 мм

териала способствуют усилению сопротивляемости асфальтов к продавливанию, препятствуют колеобразованию в дорожном полотне и образованию трещин, увеличивают межремонтные сроки эксплуатации покрытий.

Наряду с этим заключением анализ и систематизация результатов работы специалистов позволяют сделать еще ряд выводов:

1. Фибра из базальтового непрерывного волокна для дисперсного (объемного) армирования цементобетонных и асфальтобетонных смесей может успешно использоваться как армирующая добавка для улучшения физико-механических свойств дорожных покрытий.

2. Введение базальтовой фибры в бетонную смесь позволяет улучшить физико-механические характеристики (увеличение прочности при сжатии может достигать 20%, прочности на растяжение при изгибе — 20–25%, а морозостойкости и водостойкости — 15–20%).

3. Установлено оптимальное соотношение количества базальтовой фибры по весу и минерального порошка: для цементобетона — 2,0%, а для горячего и холодного асфальтобетона — 1,0%. Технология ввода материала практически не влияет на физико-механические показатели бетонной смеси. Подобранные смеси полностью отвечают требованиям ДСТУ Б В.2.7-89-99 и ДСТУ Б В.2.7-119-2003 и являются оптимальными.

4. При приготовлении горячего асфальтобетона базальтовую фибру лучше подавать в минеральный материал (порошок) с последующим смешением с битумом. Приготовление холодных асфальтобетонных смесей осуществляется при  $t = 95–100\text{ }^{\circ}\text{C}$  с подачей волокон к минеральной части смеси и перемешиванием в течение 4–5 мин. После этого подается битум, и смесь перемешивается в течение 6–8 мин.

5. Введение базальтовой фибры в горячие асфальтобетонные смеси снижает возможность образования и развития трещин, обеспечивает формирование устойчивой структуры асфальтобетона к колебаниям температуры, что также способствует повышению сдвигоустойчивости асфальтобетона. Благодаря дисперсному армированию асфальтобетонные покрытия имеют высокие показатели сдвигоустойчивости и прочности на растяжение при изгибе, что дает основание прогнозировать увеличение срока службы дорожных покрытий в 1,5 раза.

6. Исследования по определению физико-механических свойств холодных асфальтобетонных смесей показали, что армированные базальтовой фиброй они не слеживаются, имеют повышенную прочность на сжатие (на 70–80% больше, чем эталонные

холодные асфальтобетоны). Значение коэффициента водостойкости находится в пределах норм и выше, чем в обычной смеси.

7. Повышение физико-механических свойств дорожных покрытий свидетельствует о положительном влиянии базальтовой фибры на структуру асфальтобетона. При смешивании фибры с битумом образуются граничные слои, которые препятствуют отслоению вяжущего с поверхности волокон и проникновению воды во время эксплуатации.

8. Важным фактором является возможность применения холодных асфальтобетонных смесей дисперсно-армированных базальтовой фиброй для аварийного ремонта дорог, который проводится в сложных погодных условиях, при пониженной температуре и повышенной влажности, для обеспечения бесперебойного движения транспорта в течение года.

9. Экономическая эффективность использования дисперсно-армированных базальтовой фиброй материалов достигается за счет увеличения срока службы дорожных одежд, возможного уменьшения толщины верхнего слоя, а также уменьшения затрат на ремонт и содержание дорог.

10. Асфальтобетон и цементобетон с добавлением базальтовой фибры можно рекомендовать для применения во всех дорожно-климатических зонах на автомобильных дорогах Украины.

Работы по применению рубленых базальтовых волокон, проведенные в РосдорНИИ и СоюздорНИИ, тоже подтвердили выводы об эффективности дисперсного армирования дорожных покрытий. Выработаны рекомендации по применению базальтовой фибры для армирования дорожных покрытий при строительстве и ремонте автомобильных дорог.

### Дорожные геотекстильные сетки из ровингов БНВ

Геосетки на основе БНВ (рис. 4) предназначены для армирования дорожных асфальтобетонных покрытий при строительстве и ремонте автомобильных дорог, укрепления насыпей и откосов дорог. На строящихся объектах дорожные сетки укладываются между щебеночным и асфальтобетонным покрытием, а при выполнении ремонтных работ помещаются между слоями покрытия (рис. 5).

Впервые дорожные сетки из БНВ были апробированы в Украине на строящихся участках автодорог Львов — Чоп, Киев — Одесса в 2001–2002 годах, а также при ремонте других трасс и на остановках общественного транспорта Киева. Мониторинг технического состояния покрытий подтвердил состоятельность инженерных решений, принятых специалистами УкрдорНИИ и Укравтодора о целесообразности и выводы ученых о целесообразности армирования геосетками на основе БНВ: участки дорог демонстрируют хорошие эксплуатационные показатели.

Геотекстильные материалы (ГМ) изготавливаются, как известно, из химических и стекловолокон. Наряду с несомненными преимуществами они имеют и некоторые недостатки. К примеру, геосетки на основе химического волокна, вытягиваются под воздействием нагрузок дороги. А сетки на основе стекловолокна не обладают требуемой химической стойкостью от воздействия окружающей среды, щелочей и солей.

Несколько по-другому ведут себя сетки на основе БНВ. Они имеют необходимую прочность, долговечность, стойкость к воздействию агрессивных сред, не критичны к высоким и низким температурам и не горючи, а их стоимость в 2,5–3 раза ниже аналогов, изготовленных из других материалов.

Для повышения прочности, долговечности и качества дорожных покрытий была разработана дорожная сетка марки ПСБ-Д (полотно сетчатое базальтовое для строительства дорог ТУ-У 6-00209775.070-99, а для строительства дорог в особо сложных геологических условиях (болота, оползневые участки) — полотно НПБ-550 (нитепрошивное полотно базальтовое плотностью 550 г/м<sup>2</sup>). Сетку ПСБ-Д укладывают между подсыпкой из щебня и асфальтобетонным покрытием, а ткани НП-550 — между песчаной и щебневой подсыпками. Основные технические характеристики дорожных сеток и полотен на основе ровингов БНВ приведены в табл. 1.

Комплексные испытания дорожных сеток ПСБ Д на основе БНВ в практике дорожного строительства проводятся УкрдорНИИ также с 2001 года. С использованием ГМ построены опытные участки автомагистрали Киев — Одесса, Львов — Чоп. На-

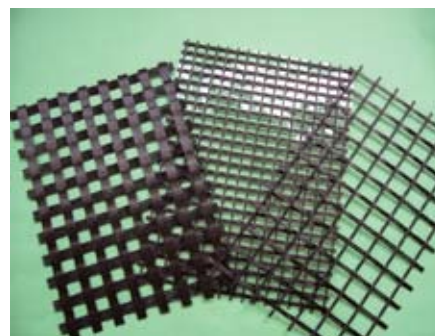


Рис. 4. Образцы дорожных сеток БНВ



Рис. 5. Укладка дорожной сетки между слоями асфальтобетонного покрытия

Таблица 1

Характеристики дорожных сеток и полотен на основе ровингов БНВ

ПСБ-Д		
Разрывная нагрузка не меньше, кг	по ширине	120
	по длине	120
Плотность, г/м <sup>2</sup>		250 ± 10
Удлинение под действием нагрузки, %		1–1,5
Пропитка сетки специальным составом обеспечивает ее жесткость, негорючесть, кислото-щелочную стойкость.		
НПБ-550 К		
Разрывная нагрузка не меньше, кг	по ширине	600
	по длине	600
Плотность, г/м <sup>2</sup>		550 ± 10

блюдения и расчеты показали, что использование ГМ уменьшает вероятность появления трещин, просадок, появления ям на дорожных покрытиях, при этом их межремонтный срок увеличивается в 1,5–2,5 раза, достигается существенная экономия стройматериалов.

**Таблица 2**  
**Результаты испытаний по замене стальной арматуры АIII на композитную БНВ**

№ п/п	Композитная арматура БПА		Стальная арматура. АIII, АII	
	БПА, диаметр Ф (мм)	Количество погонных метров в тонне арматуры	Равнопрочная замена на стальную арматуру, диаметр Ф (мм)	Количество погонных метров в тонне арматуры
1	АБП-4, Ф 4	48780	6 АIII, Ф 6	4504
2	АБП-6, Ф 6	20618	8 АIII, Ф 8	2531
			10 АII, Ф 10	1620
3	АБП-8, Ф 8	11299	АIII 12, Ф 12	1126
4	АБП-10 Ф 10	7092	14 АIII, Ф 14	826
5	АБП-12 Ф 12	4897	16 АIII, Ф 16	632
6	АБП-14 Ф 14	3788	20 АIII, Ф 20	405
Замена традиционной стальной арматуры на базальтопластиковую композитную БПА снизит стоимость на 20–30%				



**Рис. 6. Применение БПА при строительстве дорог с бетонным покрытием**

Геотекстильные материалы на основе БНВ имеют перспективу для широкого применения в дорожном и гидротехническом строительстве, при рекультивации и эрозийной защите земель, выполнении противооползневых и других работ. Через положенную и закрепленную на поверхности земли сетку из БНВ прорастают трава, кусты и деревья. Такой метод укрепления наиболее эффективный, не дорогой и отвечает требованиям экологии.

Заказчиками геотекстильных материалов БНВ являются предприя-

тия дорожного и гидротехнического строительства, специализированные организации, выполняющие работы по рекультивации земель, противооползневые мероприятия (карьеров, оврагов, терриконов, укреплению берегов и т. д.) и др.

По результатам проведенных научно-исследовательских и внедренческих работ по разработке и применению геотекстильных материалов на основе БНВ можно сделать следующие выводы:

1. БНВ являются хорошими заменителями армирующих материалов

из металла, химических волокон и стекловолокна, так как имеют высокую прочность, химическую и термическую прочность, не вытягиваются под нагрузкой, долговечны в эксплуатации.

2. Армирующие материалы из базальтовых волокон проявляют высокую стойкость в щелочной и влажной среде, под воздействием других факторов, что открывает значительную перспективу их применения для армирования бетонных конструкций и асфальтобетонных покрытий дорог.

3. Применение геотекстильных армирующих материалов из непрерывных и рубленых базальтовых волокон позволяет создавать усиленные конструкции дорожных покрытий, откосов, насыпей и обеспечить качество, долговечность объектов.

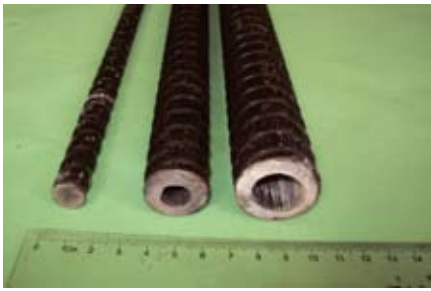
4. ГМ на основе базальтовых волокон имеют хорошие перспективы в дорожном и гидротехническом строительстве в Украине.

### **Базальтопластиковая арматура, профили и композитные изделия для дорожного строительства**

Базальтопластиковая арматура (БПА) применяется для армирования бетонных дорожных покрытий, тоннелей, мостов. При этом БПА в 2,0–2,5 раза превосходит прочностные характеристики стальной арматуры и не подвергается коррозии. Комплексные испытания БПА проводились в НИИ бетона и железобетона (НИИЖБ), ГосдорНИИ Украины, строительных и дорожных НИИ КНР, лаборатории арматуры Канады. В табл. 2 представлены результаты испытаний по замене стальной арматуры на композитную арматуру БНВ.

Продолжает развиваться нормативно-техническая база использования БНВ в строительстве. В КНР и Украине уже приняты государственные стандарты на применение композитной БПА, завершаются работы по утверждению ГОСТ и в РФ.

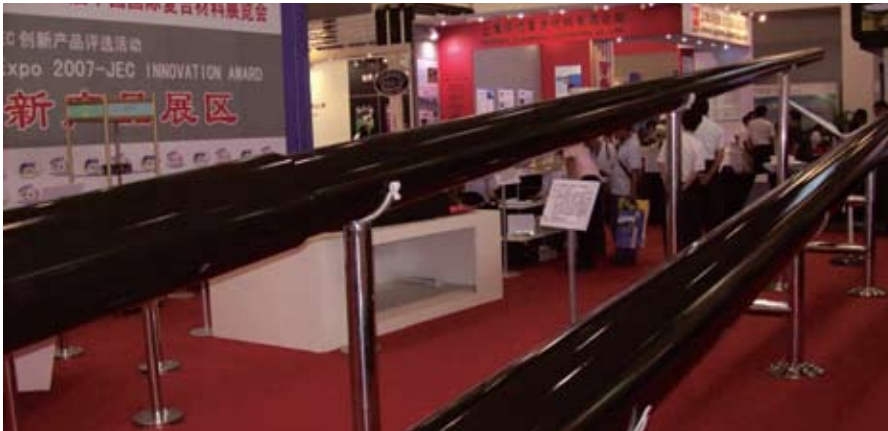
Основой прочности композитных материалов и изделий из них являются БНВ, которые в составе изделий составляют 75–78%. В силу своих физико-механических характеристик и стоимости они активно вытесняют материалы из традиционного металла в машиностроении и других отраслях.



**Рис. 7. БПА — полые анкеры для крепления тоннелей**



**Рис. 8. Композитный вантовый трос БНВ для вантовых мостов**



**Рис. 9. Композитные опоры для освещения и ЛЭП**

При использовании их в асфальтобетонных и бетонных (рис. 6) дорожных покрытиях можно существенно повысить качество и сроки межремонтной эксплуатации автодорог. Совершенствуются технологии работ с использованием базальтопластиковой арматуры и ассортимент производимых изделий. Все чаще заказчиком такой продукции выступает дорожная отрасль. Для крепления тоннелей разработаны специальные анкеры с отверстиями (рис. 7). Из композитных материалов изготавливаются тросы для вантовых мостов (рис. 8), опоры освещения (рис. 9), корпуса коллекторов, дорожные знаки, отбойники — ограничители, люки коллекторов и подземных коммуникаций.

**Е.В. Краюшкина,**  
**начальник отдела дорожно-**  
**строительных материалов**  
**и технологий**  
**ГосдорНИИ Украины;**  
**С.П. Оснос,**  
**директор предприятия Basalt Fiber &**  
**Composite Materials TD**

0+

ИРКУТСКИЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС ОАО «СИБЭКСПОЦЕНТР»  
 Россия, 664050, г. Иркутск, ул. Байкальская, 253-в  
 Тел.: (3952) 352-900, 352-239, факс: (3952) 358-223, 353-033  
 www.sibexpo.ru, e-mail:sibexpo@mail.ru

Сибэкспоцентр

На правильном пути!

ВЫСТАВКА

ТРАНСПОРТ И ДОРОГИ СИБИРИ

СПЕЦТЕХНИКА. СИБАВТОСЕРВИС

Генеральный информационный партнер: **Preußer**

22-25

апреля

2014

ИРКУТСК

# ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ В СТРАНАХ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА

**Р**оссийская Федерация. Первенцем применения геоматериалов в отечественной строительной практике был геотекстиль Дорнит, который изготавливался по текстильной технологии, в основном из вторичного сырья и отходов производства. Он начал использоваться с 1973 года и до сих пор остается востребованным при строительстве, ремонте временных и притрассовых дорог, при прокладке нефте- и газопроводов. Популярность Дорнита объясняется прежде всего его относительно невысокой стоимостью, так как изготавливается он из недорогих видов сырья по иглопробивной технологии без дополнительной обработки (термообработки и др.).

Всплеск активности в производстве и потреблении ГСМ приходится на два последних десятилетия. За это время внедрены новые технологии и способы производства, в том числе фильерный (из расплава полимеров и филаментов), иглопробивной и термоскрепленный спанбонд, гидроструйный. Появились новые виды исходного сырья: ткани из высокопрочных и высокомодульных нитей, из расщепленной пленки, полимерные геосетки, георешетки, геокомпозиты, геобентониты, геопластики, разлагающийся геотекстиль и др.

Существующие классификации геосинтетических материалов, предложенные разными авторами, дают представление не только о широкой номенклатуре материалов по способам производства, используемому сырью, но и областям применения. На сегодня

**На сегодняшний день в мировой практике насчитывается порядка 400 видов геосинтетических материалов (ГСМ). Следует отметить, что их ассортимент продолжает увеличиваться, быстрыми темпами растут и объемы их производства и потребления. По некоторым данным, ежегодный прирост потребления в России и странах Таможенного союза (ТС) составляет около 10%, что вдвое выше общемировых показателей.**

нышний день ГСМ используются в сооружениях дорожной инфраструктуры, конструкциях железных дорог, аэропортов, нефте- и газопроводном, гидротехническом, промышленно-гражданском и ландшафтном строительстве, ЖКХ и т. д. Области применения ГСМ на различных объектах строительства с каждым годом расширяются. На сегодняшний день материалы используются при формировании армирующих, укрепляющих, разделительных, дренажных, фильтрующих, защитных и гидроизолирующих слоев в грунте.

По прогнозам Академии конъюнктур и промышленных рынков (АКПР), области применения только нетканых геотекстильных материалов (НГТМ) выражаются следующими данными по отраслям (в %): дорожная — 53; железнодорожная — 18; нефтяная — 12; газовая — 6; гражданское, ландшафтное строительство — 9; гидросооружения — 2. Разумеется, приведенные данные по областям применения следует подразумевать как ориентировочные, дающие общее представление, в каких отраслях особенно целесообразно и эффективно

их применение. По тем же прогнозам АКПР, потребность отраслей российской экономики в НГТМ составляет 1,0 млрд м<sup>2</sup>.

Из приведенных ориентировочных прогнозов видно, что основные объемы потребления нетканых геотекстильных материалов относятся к дорожным работам. Примерно такое соотношение потребления можно предположить и по другим типам ГСМ, ибо строительство и ремонт автомобильных дорог в России с ее огромными территориями и различными почвенно-климатическими условиями (5 климатических зон) стали приоритетной задачей, призванной решать социально-экономические проблемы в масштабе всей страны.

Согласно комплексной программе развития транспортной системы России, к 2030 году должно быть построено 20 тыс. км современных автомобильных дорог, что практически невозможно без применения геосинтетических материалов. А если к новому строительству добавить еще реконструкцию и ремонт федеральных, региональных и муниципальных



трасс, протяженность которых составляет 610 тыс. км! Уже сегодня не приходится сомневаться, что ГСМ будут играть важнейшую роль в осуществлении широкомасштабных задач по развитию дорожной сети страны.

Многими исследователями и учеными дорожной отрасли, как зарубежными, так и отечественными, на практике подтверждена эффективность применения ГСМ в строительстве автодорог в различных климатических (от +43 до -60 °С) и почвенно-минералогических (рН от 3 до 11) условиях. Геосинтетические материалы снижают трещино- и колееобразование асфальтобетонных покрытий и деформации дорожных одежд при многократных циклах замораживания — оттаивания, улучшают качество и долговечность, увеличивают межремонтные сроки. Кроме того, с удорожанием традиционных стройматериалов (песок, щебень, гравий и др.) и повышением транспортных расходов к месту строительства применение ГСМ позволит получить дополнительную экономию денежных средств.

За последние годы в практике производства и применения геоматериалов произошли существенные изменения. Появились новые предприятия, оснащенные высокопроизводительным оборудованием, способным выпускать материалы шириной от 3,3 до 6,0 м. Расширились области применения и ассортимент, в том числе, тканых и полимерных материалов. Улучшилось качество ГСМ, они стали конкурентоспособными не только на российском рынке, но и в странах Таможенного союза, зачастую не уступают западноевропейским аналогам. Появились новые способы и технологии производства ГСМ с использованием первичного и вторичного сырья: полипропилена (ПП), полиэфира (ПЭ), полиэтилена (ПЭ), полиамида (ПА) и др.

По данным ООО «ГС-Эксперт», предприятия, выпускающие нетканый геотекстиль: ООО «Авантекс», ОАО «Ортон», ООО «Пластик-Геосинтетика» и др., вывели свои продукты на внешний рынок.

В таблице приведены ассортимент и рекомендуемые области применения ГСМ по наиболее крупным предприятиям. При этом показаны основные типы и марки нетканых, тканых и полимерных ГСМ не только на новых, но и на уже давно действующих предприятиях.



Из таблицы видно, что нетканый геотекстиль занимает значительную часть (около 80%) от всего объема ГСМ в РФ. Это объясняется многообразием технологий и способов производства, исходного сырья и возможностями сочетания с другими материалами (пленкой, геосеткой, геомембраной, георешеткой и глиной) для получения материалов с многофункциональными областями применения (армирование, разделение, дренирование, фильтрование).

**Республика Беларусь.** Входящая в Таможенный союз совместно с Российской Федерацией и Республикой Казахстан, Беларусь также уделяет большое внимание развитию производства ГСМ. К крупнейшим предприятиям республики, выпускающим нетканые геотекстильные материалы, относятся ОАО «Пинема» (Брестская обл.) и ОАО «Могилевхимволокно». По заявлению представителей этих предприятий, около 80% НГТМ, произведенных на них, поставляются партнерам по ТС — в Россию и Казахстан. На предприятиях освоено производство геотекстиля иглопробивным способом скрепления волокнистых холстов, формируемых непосредственно из расплава фильерным способом из гранул ПЭТ (ОАО «Могилевхимволокно» и ОАО «Пинские нетканые материалы «Пинема»).

ПО «Могилевхимволокно» освоило производство нетканого иглопробивного полотна из непрерывного полиэфирного волокна фильерным способом, предусматривающим следующие технологические операции: плавление полимера ПЭТ, формирование нитей

и волокнистого холста, скрепление их иглопробивным способом. Процесс производства фильерного НГТМ является непрерывным и проходит стадии от формирования нитей до получения готовых НГТМ. При этом используется гранулят полиэтилентерефталата (ПЭТ), прошедший стадию кристаллизации и сушки. Полотно механически скрепляется на иглопробивных машинах путем двойного иглопрокалывания — предварительного и заключительного. По требованию заказчика может производиться термостабилизация, где происходит усадка филаментов, дальнейшее уплотнение и упрочнение полотна.

НГТМ из полиэфирного волокна, полученного фильерным способом, характеризуется достаточно высокими физико-механическими свойствами: высокими деформационными и разрывными характеристиками, достаточной устойчивостью к ультрафиолетовому облучению и удовлетворительной устойчивостью к агрессивным средам. Однако при длительной эксплуатации в щелочной среде может терять свою первоначальную прочность в грунте и, особенно, содержание известняка и доломита.

Диапазон применения геотекстиля достаточно широкий — от дорожного строительства до балластировки трубопроводов, укрепления откосов и склонов. Достаточно активно он используется в Беларуси для строительства лесных дорог. Материал обеспечивает устойчивую работу дорожных конструкций, снижает расходы, повышает прочность и увеличивает темпы строительства и межремонтные сроки.

Ассортимент выпускаемых геосинтетических материалов на основных предприятиях Российской Федерации

№ п/п	Предприятие	Ассортимент (наименование, марка ГСМ)	Область применения
1	2	3	4
1	ОАО «Комитекс», г. Сыктывкар, Республика Коми	<p>Полотна иглопробивные из штапельных волокон суровые (ПЭ, ПП) Геоком Д 100, 130, 160, 200, 250, 300, 330, 350, 360, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200 г/м<sup>2</sup>, ширина — до 600 см.</p> <p>Полотна иглопробивные термообработанные в массе Геоком ДТМ 100, 130, 160, 200, 250, 300, 330, 360, 400 г/м<sup>2</sup>, ширина — до 450 см.</p> <p>Полотно иглопробивное термообработанное в массе ДТМ 300 г/м<sup>2</sup>, ширина — 420 см.</p> <p>Полотна иглопробивные для баллаستировки трубопроводов Геоком Б-360, 450 г/м<sup>2</sup>, ширина — до 600 см.</p> <p>Полотна иглопробивные дублированные с ПВД пленкой, ширина — до 380 см: 2-слойные (полотно + пленка) — 330 г/м<sup>2</sup>; 3-слойные (полотно + пленка + полотно) — 390, 450, 500 г/м<sup>2</sup></p>	<p>Строительство и ремонт авто- и железных дорог, аэропортов, искусственных сооружений (мостов, тоннелей, откосов), трубопроводное строительство и др.</p> <p>Строительство и ремонт автодорог, искусственных сооружений и др.</p> <p>Строительство и ремонт железных дорог.</p> <p>Для балластировки газо- и нефтепроводов.</p> <p>Для гидротехнических сооружений, гражданского строительства и др.</p>
2	Филиал ООО «СИБУР ГЕОСИНТ», г. Сургут	<p>Полотна иглопробивные фильерные из непрерывных волокон (нитей) из ПП-гранул, ширина до 340 см:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Геотекс М (суровые) 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600 г/м<sup>2</sup>;</li> <li>■ Геотекс С (термофиксированные) 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600 тип С</li> </ul>	<p>Строительство и ремонт авто- и железных дорог, объектов ПГС, устройство дренажа, закрепление и разделение грунта, откосов, балластировка трубопроводов минеральным грунтом</p>
3	Филиал ООО «СИБУР ГЕОСИНТ», г. Кемерово	<p>Полотна иглопробивные фильерные из непрерывных волокон (нитей) из ПП-гранул, ширина — до 520 см:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Канвалан иглопробивной и термокаландрированный 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600;</li> <li>■ георешетка из ПП-гранул экструзионным способом Апролат СД-20, СД-30, СД-40;</li> <li>■ Геотекс 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600 г/м<sup>2</sup>;</li> <li>■ Геотекс С (термофиксированные) 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600 тип С</li> </ul>	<p>Строительство и ремонт авто- и железных дорог, объектов ПГС, устройство дренажа, закрепление и разделение грунта, откосов, балластировка трубопроводов минеральным грунтом</p>
4	ООО «Пластик-Геосинтетика»	<p>Полотна иглопробивные фильерные из непрерывных волокон (нитей) из ПП-гранул, ширина — до 520 см:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Канвалан иглопробивной и термокаландрированный 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600;</li> <li>■ георешетка из ПП-гранул экструзионным способом Апролат СД-20, СД-30, СД-40;</li> <li>■ Геотекс 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600 г/м<sup>2</sup>;</li> <li>■ Геотекс С (термофиксированные) 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600 тип С</li> </ul>	<p>Строительство и ремонт авто- и железных дорог, объектов ПГС, устройство дренажа, закрепление и разделение грунта, откосов, балластировка трубопроводов минеральным грунтом</p>
5	ООО «Технолайн», г. Отрадный	<p>Полотна иглопробивные из полипропиленового штапельного волокна, ширина 450 см:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ПИГ 250, 350, 400, 500, 600 г/м<sup>2</sup>;</li> <li>■ Гронт Т-Премиум 90, 140 г/м<sup>2</sup>;</li> <li>■ Гронт Т-Транс 250, 300 г/м<sup>2</sup>;</li> <li>■ Гронт-90, 150, 250, 300, 350, 450, 500 г/м<sup>2</sup>;</li> <li>■ Дорнит (из вторичных ПЭТФ-волокон) 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550 г/м<sup>2</sup></li> </ul>	<p>Для газо- и нефтепроводов, автодорог, искусственных сооружений, временных дорог и площадок, укрепления откосов насыпей и площадей различного назначения</p>
6	ООО «Полилайт», г. Новгород	<p>Полотна иглопробивные геотекстильные из штапельных ПП, ПЭ-волокон, из вторичных ПЭТФ-волокон, ширина — 530 см:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ геотекстиль (Геопол) из первичного волокна поверхностной плотностью от 100–1500 г/м<sup>2</sup>;</li> <li>■ геотекстиль (Геопол) из регенерированного волокна поверхностной плотностью 100–1500 г/м<sup>2</sup> (белый, цветной);</li> <li>■ геотекстиль (Геопол) из регенерированного волокна с добавлением отходов;</li> <li>■ геотекстиль (Геопол) из первичного и регенерированного волокна термообработанный поверхностной плотностью 100–1500 г/м<sup>2</sup>;</li> <li>■ бентонитовые маты;</li> <li>■ полотно иглопробивное с добавлением семян трав «Биопол»;</li> <li>■ полотно иглопробивные геотекстильные дублированные с сеткой.</li> </ul>	<p>В качестве защитно-армирующей и защитно-дренирующей прослойки в основании насыпей, скважин, шламохранилищ. Для укрепления откосов, дренажных сооружений (фильтров), балластировки трубопроводов, основы для бентонитовых матов и скального листа, противозрозионных, а также в сочетании с георешетками и геосетками, гидроизоляционных целей</p>

1	2	3	4
7	ООО «Втор-Ком», г. Челябинск	Полотна иглопробивные геотекстильные из вторичных штапельных ПЭТФ-волокон Дорнит ВК 160, 250, 300, 400, 500, 600. Полотно иглопробивное из первичных ВКТ ПЭ-50 К и ПП-50% волокон. Полотно иглопробивное дублированное с пленкой «Теплонит» 400, 500, 600 г/м <sup>2</sup>	В качестве разделительных, дренирующих и фильтрующих слоев при строительстве временных автодорог и искусственных сооружений, а также вдоль трассовых дорог при строительстве трубопроводов
8	ООО «ГЕКСА — нетканые материалы», дер. Гольево, Краснотургорский р-н, Московская обл.	Тканый геотекстиль Геоспан ТН из ПП-нитей, прочность 20–100 кН/м, ширина полотен 160–520 см.  Тканый геотекстиль Геоспан ТНПЭ из ПЭ-нитей, прочность 100–300 кН/м.  Термоскрепленный нетканый геотекстиль Геоспан ТС, ширина полотен 200 см.  Объемная георешетка Геоспан ОР и Геоспан ОРП с перфорацией, сварные швы георешетки прочностью 18 кНм	В качестве армирующих и разделяющих прослоек в конструкциях дорожных одежд, насыпях, откосах, подпорных стен, армирование насыпей на слабых грунтах, оснований фундаментов и др.  В качестве армирующих и разделяющих прослоек в конструкциях дорожных одежд, насыпях, откосах, подпорных стен, армирование насыпей на слабых грунтах, оснований фундаментов и др.  В качестве защитно-дренирующей прослойки в дорожном строительстве, для устройства дренажей.  Противозрозийная защита подтопляемых откосов и склонов, армирование насыпей на слабых грунтах, усиление нижних слоев дорожных одежд, сооружения поверхностного водоотвода
9	ООО «СЕТКА», г. Москва	Георешетка Армисет-AS из высокомодульных полиэфирных нитей, пропитка битумная дисперсия, подложка — нетканый материал ПП, ПЭФ; ширина — 420 см, поверхностная плотность 320–800 г/м <sup>2</sup> , размер ячеек — по согласованию с заказчиком.  Полиэфирная георешетка Армисет-RU, пропитка ПВХ пластизол, ширина — 400 см, поверхностная плотность 270–1350 г/м <sup>2</sup> , размер ячеек — по согласованию с заказчиком.  Тканая полиэфирная 3D-георешетка Армисет-SL, пропитка ПВХ пластизол, ширина до 400 см, поверхностная плотность 200–440 г/м <sup>2</sup> .  АРМИСТАБ — тканый геотекстиль из ПЭ-нитей, ширина — 420 см, поверхностная плотность 320–2750 г/м <sup>2</sup> , прочность при растяжении в продольном направлении 80–1600 кН/м.  Геоккомпозит АРМИСЕТ-RU — композитный материал, состоящий из георешетки, скрепленной с нетканым материалом (типа Дорнит). Георешетка — пропитка ПВХ пластизол, поверхностная плотность нетканого материала — по согласованию с заказчиком, ширина — 400 см	Армирование и усиление конструкций дорожных одежд автодорог, аэродромов, железнодорожных путей, шва асфальтобетонного покрытия, ямочный ремонт, восстановление участка дороги после ремонта подземных коммуникаций.  Армирование слабых оснований при строительстве постоянных и временных автодорог, магистральных трубопроводов, подходов к мостам, к объектам строительства.  В качестве армирующего элемента при укреплении откосов, склонов береговых линий.  Строительство насыпей на слабых грунтах (торф, глина), защита склонов от оползневых процессов ветра и дождевой эрозии, ландшафтное строительство.  В качестве армирующе-дренирующей прослойки, отводящей избыточную влагу из конструкции дорожных слоев, а также выполняющей функцию армирования основания
10	ЗАО «ПОЛИМЕР-ДОТЕХНОЛОГИИ», г. Рязань	Полимерные геосетки марки ПСД и ПСП, изготовленные из высокопрочных полиэфирных нитей с пропиткой битумной дисперсией, или ПВХ пластизолом. Выпускаются шириной до 5,2 м и нагрузкой до 200 кН/м	Усиление конструкций дорожных одежд, земляного полотна, слабых оснований, укрепление откосов и насыпей
11	ООО «Авантекс», Владимирская обл.	Геотекстиль Avtex: полотна иглопробивные из полиэфирного штапельного волокна суровые и термообработанные, ширина до 630 см, поверхностная плотность — 100, 120, 130, 140, 150, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 300, 330, 350, 400, 500, 700, 800, 1000 г/м <sup>2</sup>	Строительство авто- и железных дорог, тоннелей, трубопроводов для транспортировки жидкостей и газов, гидротехническое и жилищно-коммунальное хозяйство
12	ООО «Авакс», Ярославская обл.	Дренажный геоккомпозит «Славрос-Дренаж»	Для дренажных систем, многофункциональное назначение в сочетании с пленкой, геосеткой, георешеткой, геоячейкой, глиной и семенами трав

1	2	3	4
13	ООО «ПСК ГЕОДОР», г. Ангельс, Саратовская обл.	Полотна иглопробивные геотекстильные из вторичных волокон Дорнит 200, 250, 300 ВТ (высокого текса), 350, 400, 450, 500, 600 г/м <sup>2</sup>	Строительство временных дорог, устройство дренажа, разделение слоев грунта
14	ЗАО «ПОШ-Химволокно», г. Ангельс, Саратовская обл.	Полотна иглопробивные геотекстильные Дорнит из вторичных ПЭТФ-волокон, ширина до 525 см, поверхностная плотность 150–600 г/м <sup>2</sup> , тип 1 — 350–600, тип 2 — 300–450, тип 3 — 150–300	Строительство временных дорог при прокладке трубопроводов, устройство дренажа, разделение слоев грунта
15	ООО «Фройденберг Политек», г. Заволжье, Нижегородская обл.	Полотна иглопробивные геотекстильные Drenotex шириной до 6 м: ■ термофиксированные плотностью от 120 до 800 г/м <sup>2</sup> ; ■ нетермофиксированные (суровые) плотностью от 120 до 800 г/м <sup>2</sup>	Строительство дорог, устройство дренажных систем, устройство эксплуатируемых кровель, укрепление откосов, разделение слоев грунта, гражданское и гидротехническое строительство
16	ООО «Фабрика нетканых материалов», г. Туймазы	Геосетка «Армосет». Геосетка «Армосет М». Геосетка «АДС-битум».  Биомат «Арнит» с семенами трав. Биологически активный композит «Проззон». Гонструкция «Гидродерн». Геоячейка «Армосот», типы 1–7 в зависимости от числа ячеек на 1 м <sup>2</sup> площади и размера ячеек. Геомат «Геосклон 3D».  Геотекстиль Техпол. Геосетка «АДС-грунт». Георешетка «Геогрунт», армированная скрепленными полиэфирными нитями. Геоткань «Стабигрунт»	В конструкциях дорог, аэродромов, взлетно-посадочных полос, армирование асфальтобетонных покрытий.  Стабилизация несущей способности жилых объектов, парковок, аэродромов, укрепление берегов морей, рек и водных резервуаров. Противоэрозионная защита укрепления откосов дорог, концевых опор мостов, береговых линий, защита трубопровода от размывов. Укрепление и защита грунтовых поверхностей при большом уклоне участка (до 450 и более). Создание натурального дернового покрытия на неплодородных грунтах, ландшафтное строительство. При сложном рельефе участка, ограниченном количестве воды в местных источниках. Противоэрозионное покрытие откосов насыпей, рекультивация земель и озеленение территорий. Противоэрозионная защита откосов, склонов, гидротехнических сооружений.  В качестве разделительного слоя армирующего материала и усиления несущей способности грунта насыпи
17	Инженерная фабрика нетканых материалов	Геотекстиль из первичных ПП, ПЭ и вторичных ПЭТФ-волокон, ширина — 180 см, поверхностная плотность от 200 до 600 г/м <sup>2</sup>	Строительство постоянных и временных дорог, ландшафтное строительство, устройство дренажа, разделение
18	ОАО «Вистекс», пос. Кудиново, Московская обл.	Геотекстиль Дорнит различной поверхностной плотности от 100–600 г/м <sup>2</sup>	В качестве разделительного, фильтрующего, дренажных прослоек в дорожной одежде и других сооружениях
19	ОАО «Монтэм», г. Москва	Иглопробивные полотна из штапельных ПП и ПЭ, ПЭТФ-волокон Дорнит от 150 до 1000 г/м <sup>2</sup> , ширина до 580 см	Армирование и упрочнение основания автодорог, откосов, насыпей

**НАДЕЖНОСТЬ В ОСНОВЕ**



1	2	3	4
20	ООО «Новатекс», п. Новая Майна, Ульяновская обл.	Полотна иглопробивные геотекстильные «Геонум» из непрерывных мононитей из гранул ПЭТФ (иглопробивной спанбонд) ГПНТС-30, термофиксированные	Строительства авто- и железных дорог, укрепление грунта, дренирование и разделение. Гидротехническое строительство, обустройство нефтяных и газовых месторождений
21	ОАО «494 УНР»	Объемные полимерные геоячейки ПРУДОН-494, типы ОР1, ОР2, ОР3, АР, АР1, АР2, АР3, высота геоячейки от 50 до 200 мм, толщина ребер — 1,35 мм, масса от 13 до 52 кг	Укрепление земляного полотна, оснований и покрытий автодорог, конусов мостов, путепроводов, откосов насыпных сооружений, подпорных стен, армогрунтовых конструкций обустройство газовых и нефтяных месторождений
22	ООО «Судогорские стеклопластики», г. Судогда, Владимирская обл.	Сетки из стеклянных и базальтовых нитей: ■ сетки армирующие ССАФП (пропитанные) 2,5 × 2,5 (60), 2,5 × 2,5 (70), 5 × 5 (70), 5 × 5 (85), 5 × 5 (90), 5 × 5 (100), 5 × 5 (125), 5 × 5 (145), 5 × 5 (170), 10 × 10 (120), ширина — 100 см; ■ сетки дорожные нефтегазовые марки СД 10 × 10 (160), СД 25 × 25, СБПД 25 × 25, СД (К), 40 × 40 (240), ССТ — НГЗ 4 × 3,4 — 120 (45), ширина от 45 до 240 см	В качестве армирующих слоев при строительстве дорог, взлетно-посадочных полос аэродромов, гидротехнических сооружений, ЖКХ
23	ООО «НПО Славрос»	Двуосноориентированная георешетка «Славрос СД».  Объемная георешетка «Славрос ГР».  Дренажный геокомпозит «Славрос-Дренаж».  Иглопробивной нетканый геотекстиль марки «Славрос».  Объемная георешетка «Славрос ЖД-0».  Геосетки стеклянные дорожные марок «Славрос ГСК» и «Славрос ГСКТ».  Одноосноориентированная георешетка «Славрос СО».  Георешетка «Славрос ЖД-П».  Геомембрана марки «Славрос».  Геоткань армирующая «Славрос ТАП»	Армирование конструктивных слоев дорожных одежд; уширение проезжей части и укрепление обочин; при строительстве площадок под высокие нагрузки.  Укрепление поверхностной зоны откосов насыпей, конусов мостовых сооружений, оползневых склонов; берегоукрепительные мероприятия на подтопленных откосах; проведение ландшафтных работ.  Защита подземных частей строительных конструкций от грунтовых, ливневых и поровых вод; устройство траншейного дренажа; водоотведение от основания дорожного полотна и железнодорожных оснований.  Универсальный материал, обладающий разделяющими, дренирующими, армирующими свойствами.  Армирование фундаментов основания временных и технологических дорог; противозрозийная защита откосов повышенной крутизны.  Замедляют развитие трещин на асфальтобетонном и цементобетонном покрытии.  Уменьшает площадь участка под строительство, позволяет создать откосы с углом заложения до 90° включительно.  Усиление подбалластного слоя; строительство насыпей на слабых основаниях; армогрунтовых подпорных конструкций; подъездных путей.  Локализация несанкционированных и заброшенных свалок; рекультивация полигонов твердых бытовых и промышленных отходов; гидроизоляция тоннелей и других подземных сооружений.  Армирующие прослойки, выполняет дополнительные функции в различных областях строительства
24	ООО «Геодор», Москва	Объемная полимерная георешетка из ПЭ-лент толщиной 1,5 мм марки ГР 22/5, ГР 22/7,5, ГР 22/15, ГР 22/10, ГР 30/5, ГР 30/7,5, ГР 30/15, ГР 44/5, ГР 44/15, ГР 44/20.  Газонные решетки	Повышение несущей способности грунта, уменьшение объема зернистых материалов и повышение прочности дорожной одежды при одинаковых затратах материалов.  Ландшафтное строительство — устойчивость травяному покрытию к механическим нагрузкам при строительстве автостоянок и автопаркингов



Торговая Компания

«ЭСА»

**Производство  
монтажных анкеров  
и скоб для крепления  
объемной георешетки  
и геосетки**

**НАШИМИ КОНКУРЕНТНЫМИ  
ПРЕИМУЩЕСТВАМИ  
ЯВЛЯЮТСЯ:**

- **Мощность производства:  
10 000–15 000 штук анкеров в сутки**
- **Географическое положение**
- **Возможность комплексных поставок  
георешетки, геотекстиля, монтажных  
анкеров по всей территории  
Российской Федерации**



## **ГЕОРЕШЕТКА И КРЕПЛЕНИЕ — ЕДИНОЕ ЦЕЛОЕ**

Нельзя использовать одно без другого. Единственная причина, почему не запрашивают анкера у поставщика, — отсутствие предложения.

Практика показывает, что самостоятельное устройство анкеров приводит к резкому удорожанию трудозатрат по их изготовлению и монтажу, происходит значительный перерасход арматуры и снижение качества крепления. При использовании ручного труда и работе двух человек максимальное количество произведенных анкеров в день составит приблизительно 300–400 шт. При заказе георешетки в 20 тыс. м<sup>2</sup> необходимо около 40–60 тыс. анкеров, то есть на их изготовление будет потрачено 100–150 рабочих дней. Мощность нашего производства позволяет предоставить данный объем продукции в течение 3–5 рабочих дней.

г. Челябинск, Енисейская ул., 41  
тел: 8-800-700-94-74, (351) 267-20-54,  
E-mail: [info@tk-esa.ru](mailto:info@tk-esa.ru)

Наш сайт появится первым в поисковых системах по запросу «Крепление для георешетки»

[www.geo174.ru](http://www.geo174.ru)

1	2	3	4
25	ООО «СКМ техно-логии», г. Санкт-Петербург	<p>Геосетка T-GRID из ПЭ нитей, с тонким спанбондом из ПП, пропитка битумом (50/50–40).</p> <p>Геосетка T-TECH — двухосная сетка из ПП.</p> <p>Геосетка T-TRACK — плоская ПЭ-сетка</p>	<p>Строительство дорог, армирование асфальтобетонных покрытий.</p> <p>Армирование в слое щебня при строительстве дорог.</p> <p>Строительство авто- и железных дорог, другие хозяйственные сферы</p>
26	Группа компаний МИАКОМ, Санкт-Петербург	<p>Георешетка Гео ОР — из полимерных лент, скрепленных двойными швами, трехмерная сотовая конструкция.</p> <p>Двухосная решетка Гео ДС — плоские сетки из ПП методом экструзии и двойного ориентирования.</p> <p>Стеклосетка Гео СП — нитепрошивная сетка из стеклянных нитей.</p> <p>Геосетка с полимерным покрытием ГеоН из ПЭ нитей с полимерным покрытием.</p> <p>Геомат ГМ — из полимерных материалов трехмерной хаотичной структуры.</p> <p>Газонная решетка — из ПЭ высокой плотности, трехмерная «сотовая» ячеистая структура</p>	<p>Укрепление и стабилизация нежестких дорожных одежд.</p> <p>Усиление несущей способности дорог, армирование балласта под железнодорожными путями, стабилизация основания дорог и парковочных площадок.</p> <p>Армирование слоя асфальтового покрытия.</p> <p>Строительство временных подъездных путей, земляных дамб.</p> <p>Противоэрозийная защита поверхностей, находящихся в области наводнений, армирование грунта и создание дернового слоя на нем.</p> <p>Паркинг, автостоянки, пешеходные дорожки</p>
27	ЗАО «Промсинтекс», г. Оренбург	Иглопробивное геотекстильное полотно из штапельных ПЭ и ПП-волокон	Разделение, дренирование и фильтрация грунта
28	ООО «Фабрика нетканых материалов», г. Мичуринск, Тамбовская обл.	Полотно иглопробивное из отходов производства синтетических волокон Дорнит	Разделение, дренирование
29	ООО «Диалог СТ», г. Протвино, Московская обл.	Пространственные георешетки марки СТ из полиэтиленовых ПНД-пластин шириной 50 × 200 мм, толщиной ребер 1,5 мм методом ультразвуковой сварки в шахматном порядке по типам СТ: 50/200, 75/200, 100/200, 152/200, 200/200, 50/400, 75/400, 100/400, 152/400, 200/400 с перфорацией (не более 20% от площади) и без перфорации	Армирование строительных конструкций и оснований, укрепление откосов земляных сооружений в транспортной, гидротехнической и других отраслях строительства

Использование геотекстиля обусловлено наметившимися в последние десятилетия тенденциями, связанными с повышением темпов работ и капитальности сооружений в связи с возросшими нагрузками, стремлением увеличить долговечность конструкций, а также необходимостью прокладки лесных дорог в сложных почвенно-грунтовых условиях. Хорошо зарекомендовал себя для подобных целей и нетканый геотекстиль Тураг SF фирмы DuPont.

Разнообразные виды НГТМ выпускает и ОАО «Пинема». В ассортименте продукции: Пинема ТС — для транспортного строительства, Пине-

ма ТСМ — с улучшенными механическими свойствами, Геобел — для изготовления конструкции балластировки трубопроводов, как прослойка под утяжители трубопроводов, Геосот — Пинема (решетка ПЭ) и др.

**Республика Казахстан.** ТОО «Каз-ГеоСинтетика» выпускает иглопробивные ГСМ из штапельных ПЭ и ПП-волокон, вторичных ПЭТ шириной до 6,0 м (объем выпуска составляет 17 млн м<sup>2</sup>), а также геокомпозит, дублированный с пленкой, геомембраной: 2-слойный, 3-слойный шириной до 4 м (объем выпуска 3 млн м<sup>2</sup>). Кроме этого, еще несколько фирм осу-

ществляют посреднические функции по реализации ГСМ из России, Беларуси и Китая. В Республике Казахстан имеются широкие перспективы потребления ГСМ при строительстве и ремонте автодорог, проходящих по ее территории до границы с Китаем, а также при строительстве нефте- и газопроводов.

Анализ тенденций в производстве и потреблении ГСМ в странах ТС свидетельствует о больших перспективах их применения в различных отраслях экономики. Только в РФ геосинтетические материалы разных типов, марок и структур выпускают более 40 предприятий.



Опережающими темпами будет развиваться производство ГСМ фильерным способом из ПП, ПЭ с последующим иглопробиванием и термоскреплением (иглопробивной и термоскрепленный спанбонд) шириной формируемого полотна до 6,0 м.

Основными и определяющими видами и структурами ГСМ останутся геотекстиль нетканый и тканый, полимерные экструзионные геосетки, георешетки, геокомпозиаты и бентониты.

В армогрунтовом строительстве имеют перспективы роста полимерные и тканые геосетки, георешетки, геокомпозиаты и другие материалы, используемые в качестве армирующих и укрепляющих элементов грунта, откосов большой крутизны.

У термоскрепленных полотен до 150 г/м<sup>2</sup> оптимистичное будущее в ландшафтном строительстве при устройстве разделительного слоя, а у иглопробивных полотен с семенами трав — при укреплении грунта на склонах.

Будет расти спрос на геосетки, георешетки и геоткани из высококомодульных ПЭ.

В строительстве полигонов для захоронения твердых отходов очевидные преимущества у гидроизолирующих бентонитов, представляющих комбинацию иглопробивного полотна с бентонитовой глиной.

Расширятся области применения нетканых геотекстилей в сочетании с полимерными геосетками, георешетками, полимерными и мембранными пленками, геоячейками и т. д. на основе комбинированной технологии с многофункциональными свойствами.

Наряду с позитивными тенденциями есть и нерешенные проблемы, которые пока сдерживают широкое распространение ГСМ в различных отраслях экономики Таможенного союза. Среди них:

- несовершенство нормативной и методической базы производства и применения ГСМ на основе отечественного опыта и зарубежной практики;

- отсутствие идентификационных кодов ГСМ в ОКП и ТН ВЭД;

- проведение комплексных натуральных и лабораторных испытаний ГСМ в зависимости от исходного сырья по-

лимера, в особенности по таким характеристикам, как устойчивость к УФ-излучению, ползучесть, грибоустойчивость, необходимо с целью установления коэффициентов соответствия между натурными и лабораторными испытаниями;

- слабая техническая оснащенность лабораторно-испытательной базы для комплексной оценки качества ГСМ.

Также существует настоятельная необходимость объединения усилий ученых и производителей различных отраслей экономики для решения вышеизложенных проблем.

Таким образом, страны Таможенного союза, обладающие значительным потенциалом экономического роста, территориями, различными почвенно-климатическими, грунтово-минералогическими условиями, имеют все предпосылки для дальнейшего развития производства и применения геосинтетических материалов.

**Г.К. Мухамеджанов,**

**К. Т. Н.,**

**зав. лабораторией ОАО НИИИМ,**

**эксперт**

**МИАКОМ®**  
группа компаний

**10 лет на рынке России!**

[www.miakom.ru](http://www.miakom.ru) [www.miakoming.ru](http://www.miakoming.ru) [www.s-impulse.ru](http://www.s-impulse.ru)



## ПРОИЗВОДИТЕЛИ ГЕОМАТЕРИАЛОВ, ОБЪЕДИНЯЙТЕСЬ!

**С такой призывной инициативой выступила недавно на рынке геосинтетических материалов молодая, но довольно энергичная компания «Дор-М». О целях и стратегии реализации задуманного рассказывает ее генеральный директор Роман Вишневский.**

**— Роман Владимирович, вы предлагаете консолидировать интересы предприятий по производству геосинтетических материалов. Каковы цели такого объединения?**

— Наша инициатива направлена на достижение согласия между производителями геосинтетических материалов с целью добиться сбалансированности рынка, создания на нем здоровой конкурентной среды и равных возможностей для интеграции с зарубежными партнерами.

В России есть несколько десятков предприятий, которые производят геосинтетические материалы. Большинство из них было построено еще в советские времена и работало в структуре Минхимпрома, который продавал продукцию всех заводов на внешний рынок как единый производитель. И с ним считались.

После распада СССР, в ходе приватизации, заводы перешли к частным владельцам. Некоторые предприятия были созданы в 2007–2010 годах и, разумеется, изначально имели частную форму собственности. Но, к сожалению, до сих пор конструктивного и цивилизованного диалога между ними не получается, из-за чего на внутреннем рынке существует ряд проблем, которые не идут на пользу ни производителям, ни потребителям.

Об интеграции на внешние рынки речь вообще не идет, так как каждый завод действует исходя из собственных интересов. Как правило, он небольшой и в международном масштабе вряд ли способен претендовать на роль сколь-нибудь значимого игрока. И совершенно очевидно, что приближается время, когда владельцы большинства пред-

приятий все же поймут, что нужно менять сознание.

Вероятнее всего, уже скоро может возникнуть дилемма: полностью выйти из профильного бизнеса или продолжить работу, но уже в тесном альянсе с коллегами, приобретая или открывая новые предприятия, объединяя свои возможности с потенциалом других партнеров. Но геосинтетические материалы — достаточно сложный бизнес, поэтому решения о консолидации будут не простыми. Но, уверен, их примут, потому что в этом логика и возможность продвигать бизнес как внутри России, так и на внешних рынках.

**— Насколько подобные решения могут повлиять на состояние и развитие рынка геоматериалов в целом? Каково видение стратегии и ваши прогнозы?**

— Развал единой управляющей системы нанес значительный урон позициям России на внешнем рынке геосинтетических материалов и, сплачивая предприятия, мы хотим и предлагаем восстановить роль страны на нем. Наша цель — создать крупный международный холдинг, который был бы серьезным игроком на мировом рынке геосинтетики. Уже сегодня наши предприятия экспортируют геотекстиль и габионы в Туркменистан и Казахстан.

Мы видим, что глобальный рынок представляет собой агрессивную конкурентную среду, где можно позиционировать только в альянсе с партнерами. К примеру, политику укрупнения проводят белорусские производители. И небезуспешно. Мы тоже ведем переговоры с ведущими российскими производителями геосинтетики об обеспечении совместного экспорта.

Государству это выгодно, так как оно получит рост ВВП, валюту и дополнительные поступления налогов. А всего-то и нужно: сесть и договориться! Еще недавно подобное представлялось нереальным, так как у заводов было по несколько хозяев. Каждый думал о себе и компромисс казался невозможным.

**— Партнерство государства и частного предпринимателя в этом случае будет ограничиваться лишь вопросами бизнеса?**

— Конечно же, нет. Большинство предприятий являются градообразующими, центрами жизнеобеспечения городов и поселков. Если они останутся, то люди перестанут получать зарплату, а бюджет — налоги, что в итоге может привести к социальной катастрофе в населенных пунктах. И можно представить, какая ответственность лежит на плечах руководителей предприятий. Несомненно, есть амбиции, связанные с ростом бизнеса, но они совпадают с задачами и приоритетами власти. Деляя свою компанию сильной и конкурентоспособной, мы тем самым способствуем и социально-экономическому благополучию страны.

Кроме того, уделяем большое внимание сохранению и приумножению человеческого капитала. Речь идет о внедрении экологических и энергосберегающих программ, которые помогают сохранить окружающую среду и здоровье людей. Поддерживаем развитие научной сферы, популяризируем технические науки, способствуем улучшению инновационного климата. Все это — инвестиции в будущее. В этой плоскости интересы бизнеса и государства также совпадают. ■



# 6-й РОССИЙСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ ТРАНСПОРТНЫМ СИСТЕМАМ

## 6<sup>th</sup> RUSSIAN INTERNATIONAL CONGRESS ON INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

15-18.04.2014

Москва / Moscow  
Комплекс Гостиный двор  
Complex Gostiny Dvor

ОДНОВРЕМЕННО ПРОЙДУТ ВЫСТАВКИ  
AT THE SAME TIME EXHIBITIONS WILL TAKE PLACE  
«Dorkomexpo», «CityTransExpo», «SafetyRoadsExpo»

Организатор / Organizer

Международная  
академия транспорта



International Transport  
Academy

Генеральные партнеры  
General Partners

Ассоциация  
«ИТС-Россия»



Выставочно-  
маркетинговый  
центр



Генеральный  
информационный  
партнер / General  
Media Partner



Партнеры / Partners



www.itamain.com

По вопросам участия в конгрессе  
Participation contacts  
+7(495) 956 24 67, +7(495) 965 14 13  
center@itamain.com

По вопросам участия в выставках  
Exhibition contacts  
+7(495) 580 30 28, +7(985) 764 40 13  
info@expomarket.org



# ОПТИМАЛЬНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ РЕШЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ПРОБЛЕМ



Геосинтетические материалы, хотя и не панацея, но, как считают эксперты, одно из оптимальных средств, чтобы преломить ситуацию. С помощью геоматериалов вполне можно добиться требуемого уровня надежности автодорог и повышения сроков службы отдельных ее элементов, а за счет увеличения межремонтных сроков земляного полотна и дорожной одежды — экономического эффекта. А если применение геосинтетики в дорожном строительстве сделать массовым, то, скорее всего, с существующей печальной статистикой аварийности и недоремонта в будущем можно будет покончить.

Так считают и в Группе компаний «РУСКОМПОЗИТ», которая является одним из лидеров в области производства геосинтетических материалов в России. Ее продукция уже давно пользуется высоким спросом у дорожников страны. Производственные возможности позволяют выпускать различные по способам и областям применения виды геосинтетических материалов — георешетки, геосетки различного типа, геоматы, нетканые полотна. Они существуют в разных вариантах, но все обеспечивают существенное улучшение эксплуатационных показателей автодороги. Одно из главных преимуществ заключается в их многофункциональности:

**Различные статистические источники периодически обращают нас к показателям, которые создают далеко не оптимистичную картину состояния наших автодорог, а значит, и безопасности. Госавтоинспекция утверждает, что по причине плохого состояния дорог люди гибнут в ДТП в четыре раза чаще, чем по вине нетрезвых водителей. По данным ФДА «Росавтодор», 57,5% (на начало 2013 года) федеральных дорог не соответствуют нормативным требованиям. Проблемы связаны с интенсивным износом дорог как следствием постоянно растущих нагрузок.**

- защита (существенно замедляют процесс эрозии грунтов, препятствуют смешению компонентов контактирующих слоев);

- армирование (перераспределение транспортных нагрузок на нижележащие слои, увеличение прочности);

- дренирование (фильтрация, ускорение отвода воды, улучшение свойств песчаного дренирующего слоя).

Хорошо себя зарекомендовали, получив высокую оценку при строительстве и реконструкции дорог, геосинтетические материалы различных наименований, отличающиеся по составу сырья и физико-механическим показателям: ССНП-ХАЙВЕЙ, ПС-ХАЙВЕЙ, ПС-ПОЛИСЕТ, СПП-ПОЛИСЕТ и МТА-ЭКСТРАМАТ.

Плоская георешетка ССНП-ХАЙВЕЙ изготавливается нитепрошивным способом из стекловолна и применя-

ется для армирования асфальтобетонных слоев автодорог, рулежных дорожек и стоянок аэродромов, а также городских дорог. Георешетка состоит из двух систем ровингов или комплексных нитей, соединенных между собой прошивной нитью и пропитанных комплексными составами, обеспечивающими хорошую адгезию и совместную работу с битумосодержащими асфальтобетонными смесями.

Стандартный размер ячеек плоской георешетки ССНП-ХАЙВЕЙ равен 40 × 40 мм, а наиболее распространенные прочностные показатели составляют 50 и 100 кН/м (в поперечном и продольном направлениях). Материал имеет низкий показатель удлинения при разрыве — не более 4%, что является оптимальным для обеспечения эффективной работы в



**Геосетки ПС-ХАЙВЕЙ**



**Геосетки ССП-ХАЙВЕЙ**



**Геосетки СПП-ПОЛИСЕТ**

слоях асфальтобетона. Максимальная ширина рулона составляет 4 м.

Плоская георешетка ПС-ПОЛИСЕТ используется в качестве армирующей и разделяющей прослойки в основании дорожной одежды. Она предотвращает взаимопроникновение смежных слоев дорожной одежды, обеспечивает работу щебеночного основания единым слоем и таким образом повышает сдвигустойчивость конструкции, эксплуатационную надежность и продлевает срок службы дорожной одежды.

Георешетки ПС-ПОЛИСЕТ выпускаются с размерами ячейки 20 × 20 мм и 50 × 50 мм. Показатель разрывной нагрузки вдоль и поперек волокон ПС-ПОЛИСЕТ — не менее 50 кН/м. Удлинение при разрыве вдоль и поперек — не более 13%. Максимальная ширина рулона составляет 5 м.

Геосетки СПП-ПОЛИСЕТ чаще всего применяются для усиления основания насыпи, возводимой на слабых грунтах (болота I и II типа, переувлажненные грунты). Геосетка позволяет добиться более равномерной осадки земляного полотна и за счет предотвращения расползания насыпи сократить объем отсыпаемого материала. В зависимости от эксплуатационных требований и грунтово-геологических условий, они могут использоваться как для однослойного армирования, так и для создания так называемых силовых обойм (метод оборачивания грунта).

Геосетки СПП-ПОЛИСЕТ производятся с размерами ячейки 2,5 × 2,5 мм. Разрывная нагрузка вдоль и поперек волокон сетки — 30 кН/м. Удлинение при разрыве вдоль и поперек — не более 13%. Максимальная ширина рулона составляет 5 м.

Для защиты откосов от разрушающих водных и ветровых эрозионных процессов в линейке продукции ГК «РУСКОМПОЗИТ» имеется трех-



**Укладка геосетки**

мерный геомат под маркой МТА-ЭКСТРАМАТ. Он представляет собой рулонный материал, состоящий из хаотично скрепленных между собой термическим способом полимерных волокон при одновременном внедрении в структуру изделия армирующей геосетки. Объемная структура геомата способствует удержанию отсыпаемого плодородного грунта, обеспечивает создание равномерного растительного покрова и образует с корневой системой трав прочный слой, надежно защищающий поверхность откоса от эрозионных процессов.

Присутствие в структуре геомата прочной геосетки предотвращает повреждение геомата при укладке. Кроме того, материал устойчив к перепадам температур, сохраняет гибкость и прочность. МТА-ЭКСТРАМАТ имеет поверхностную плотность не менее 250 г/м<sup>2</sup>, толщина составляет 15 мм. Ширина рулона — 3 м.

Эффективность применения геосинтетических материалов в дорожном строительстве доказана и это состоявшийся факт: суммарный

экономический эффект от использования геосинтетических материалов в 2012–2013 годах составил около 200 млн рублей при объеме использования 2,5 млн м<sup>2</sup>.

Но показатели могли быть и выше, если бы не сдерживающее влияние ряда факторов. Осложняют работу несовершенство законодательства о закупках для государственных нужд, а также позиция государственной экспертизы в отношении инновационной продукции и передовых проектных решений. Отсутствуют достаточная и актуальная нормативно-техническая база, механизм борьбы с низкокачественной контрафактной продукцией. Для устранения перечисленных проблем в последнее время приняты решения по ряду направлений, и есть надежда, что ситуация уже в скором времени начнет меняться к лучшему.

ГРУППА КОМПАНИЙ  
**РУСКОМПОЗИТ**

Тел.: +7 (495) 223-77-22  
[www.steklonit.com](http://www.steklonit.com)



**Геосинтетические материалы стоят в одном ряду с другими инновационными разработками, с помощью которых планируется достичь существенного улучшения качества отечественных дорог, увеличения их долговечности, эксплуатационной надежности и безопасности для пользователей. Одним из ведущих поставщиков геоматериалов для дорожного хозяйства и других отраслей является ООО «НПО Славрос» — крупнейший российский производитель полимерных геосинтетических материалов на территории России и стран СНГ. Об уникальных материалах, выпускаемых предприятием, и их преимуществах рассказывает заместитель генерального директора компании Екатерина Автаева.**

## ЭФФЕКТИВНЫЕ ИННОВАЦИИ ДЛЯ РОССИЙСКИХ ДОРОГ



**— Екатерина Владимировна, какую продукцию производит ваше предприятие и где она находит применение?**

— «НПО Славрос» работает на рынке геосинтетики с 2001 года и специализируется на производстве экструдированных ориентированных георешеток, объемных георешеток, геомембран, дренажных композитов. В качестве сырья используются полимерные материалы — полиэтилен, полипропилен, полиэфир ведущих отечественных производителей. Достаточно хорошо зарекомендовали себя и стали востребованными у строителей двуслойные геосетки «Славрос СД», объемные георешетки «Славрос ГР», однослойные георешетки «Славрос СО», дренажный композит «Славрос Дренаж» и геомембраны. Они используются не только для армирования дорожных одежд, укрепления насыпей и откосов дорог, но и для отвода воды, создания дренажных, защитных, фильтрующих и гидроизолирующих элементов сооружений. Наша продукция поставляется для сооружения авто- и железных дорог, трубопроводов, а также для

гражданского и гидротехнического строительства. Наряду с их производством и реализацией, компания продолжает расширять линейку продукции и разрабатывать другие виды инновационных материалов, способных качественно улучшить состояние отечественных дорог.

**— Напомните, пожалуйста, об основных преимуществах выпускаемых компанией материалов перед традиционными и геосинтетиками, имеющими схожее назначение.**

— Как известно, использование геоматериалов увеличивает межремонтные сроки и повышает срок службы сооружений, значительно удешевляет строительство. Геосинтетика имеет несложную технологию укладки, удобна при транспортировке, обладает долговечностью, нетоксична и нейтральна к агрессивной среде, обеспечивает возможность проведения строительства круглогодично. Кратко преимущества геосинтетики можно охарактеризовать следующим образом — универсальность, экономичность, экологичность.

Что же касается нашей продукции. Она дешевле, но одновременно не уступает иностранным аналогам по качеству, что подтверждают и сертификационные органы. К примеру, георешетки «ЖД-О» и «ЖД-П» имеют необходимую техническую и разрешительную документацию, на них получены сертификаты соответствия в государственном регистре сертификации на федеральном железнодорожном транспорте.

**— Как материалы «работают» в дорожных конструкциях и в чем их технологические плюсы?**

— Эффективность применения, в частности, дуосноориентированной георешетки «Славрос СД» достигается на контакте «грунт — щебень», «песок — щебень» в слоях дорожной одежды. Структура жесткой решетки с прямоугольными ячейками препятствует перемешиванию слоев и взаимопроникновению материалов, а также обеспечивает заклинку щебня в решетке. Таким образом, достигается совместная работа уплотненного слоя щебня и георешетки, повышается общий модуль упругости дорожной одежды, возникает сопротивление сдвигу и рассыпанию щебеночного слоя.

Односноориентированная георешетка «Славрос СО» обладает большой прочностью на разрыв в одном направлении и используется для повышения общей устойчивости земляного полотна, сооружаемого на слабых основаниях или с использованием грунтов, имеющих слабые физико-механические характеристики. С помощью такой георешетки можно сооружать подпорные стены любого угла заложения, вплоть до вертикального. Армогрунтовые конструкции с использованием «Славрос СО» снижают требования к грунтам засыпки и дают возможность использовать местные материалы.

**— А какова экономическая отдача?**

— Обратимся к примерам, опираясь на действующие нормативные документы и опыт применения. Так, при устройстве дорожной одежды, выполненной с применением дуосноориентированных георешеток, в отличие от традиционной конструкции, можно получить экономию в пределах одного — пяти миллионов рублей на один километр автодороги. Такой эффект достигается за счет уменьшения несущих слоев основания и уменьшения объема

инертных материалов, повышения межремонтных сроков и увеличения долговечности сооружения. Или же другой пример — подпорные армогрунтовые конструкции в зоне сопряжения путепроводов и земляного полотна. Такое решение позволяет заменить крайние пролеты путепроводов или мостов на армогрунтовые подпорные стены, тем самым общая экономия от первоначальной стоимости возведения сооружения из трех пролетов с необсыпными устоями может составить до 40 процентов. Согласитесь, разница есть, и весьма существенная.

**— Вы упомянули о том, что материалы «Славрос» не уступают аналогам от ведущих зарубежных производителей. Каким образом контролируется их качество?**

— Качество продукции подтверждается результатами исследований, проведенных собственной испытательной лабораторией, а также практикой использования на многих крупных объектах федерального и регионального значения. Например, применение геосинтетических материалов производства НПО «Славрос» признано экспертным советом Западно-Сибирского инновационного центра (Технопарк) актуальным для Тюменской области. В Тюменском государственном архитектурно-строительном университете была проведена экспертиза геоматериалов нашего производства и получено положительное заключение о целесообразности их применения при строительстве автодорог в сложных природно-климатических условиях и грунтово-геологических условиях региона. В данном направлении «Славрос» длительное время успешно сотрудничает с ведущими научно-исследовательскими учреждениями — РОСДОРНИИ, СОЮЗДОРНИИ, «Научно-технический центр «Геотехнологии СПб», где проходят исследования и испытания производимых ими материалов.

**— Одним из основных потребителей материалов «Славрос» является железнодорожная отрасль. На каких объектах они доказали свою эффективность?**

— Мы много работали с Горьковской и Северной железными дорогами. Но наиболее показательным примером, на мой взгляд, является строительство железнодорожной линии к Эльгинскому месторожде-

нию в Республике Саха, заказчиком которого выступило ОАО «Мечел». В ходе производства работ по усилению основания на слабых грунтах по согласованию с генподрядной организацией — ЗАО «Металлургшахтспецстрой» — был использован геосинтетический композитный материал «СЛАВРОС ЖД-П». Это дуосноориентированная плоская полипропиленовая георешетка с прямоугольной ячейкой, предназначенная для усиления подбалластного слоя и основания земляного полотна железнодорожного пути. Материал полностью соответствует всем заявленным физико-механическим характеристикам и отвечает требованиям проектного решения. Он обладает высокой прочностью на разрыв как в продольном, так и в поперечном направлении, а также высокой армирующей способностью за счет оптимального размера ячеек, позволяющих заклинить щебеночное основание, не допуская вдавливания грунта. Ее использование значительно уменьшило затраты на эксплуатацию железнодорожного полотна и сократило частоту плановых ремонтов.

**— Для каких еще компаний, проектов ваше предприятие поставляло продукцию?**

— В настоящее время мы сотрудничаем с такими крупными предприятиями, как ООО «Корпорация Инжтрансстрой», ЗАО «Труд», НПО «Мостовик», ОАО «ДСК Автобан». Нами были выполнены поставки на объекты компаний «Газпром», «Роснефть», «Славнефть», Toyota, Hyundai, алмазная компания «АЛРОСА». Среди объектов строительства, ремонта и реконструкции автомагистралей М4 «Дон», М8 «Холмогоры», М5 «Урал», М58 «Амур», КАД Санкт-Петербурга, а также автомобильные дороги ряда регионов нашей страны и ближнего зарубежья. По всем объектам мы имеем только позитивные отзывы, что еще раз убеждает, что НПО «Славрос» идет верным курсом.

Подготовил Валерий Славин

**СЛАВРОС®**

109012, г. Москва,  
ул. Варварка, д. 14, стр. 1, оф. 501  
Тел./факс: +7 (495) 645-91-77  
E-mail: [geosintetika@slavrosgeo.ru](mailto:geosintetika@slavrosgeo.ru)  
[www.slavrosgeo.ru](http://www.slavrosgeo.ru)

# 16-18 апреля 2014

Екатеринбург,  
МВЦ «Екатеринбург-Экспо»

14-я Международная специализированная выставка

## СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, Оборудование и сервис. Урал 2014



4-я Международная специализированная выставка-форум

## ДОРОГИ УРАЛА: технологии, оборудование, материалы 2014



Официальная поддержка



[www.cemms.ru](http://www.cemms.ru) | [www.rciexpo.ru](http://www.rciexpo.ru)

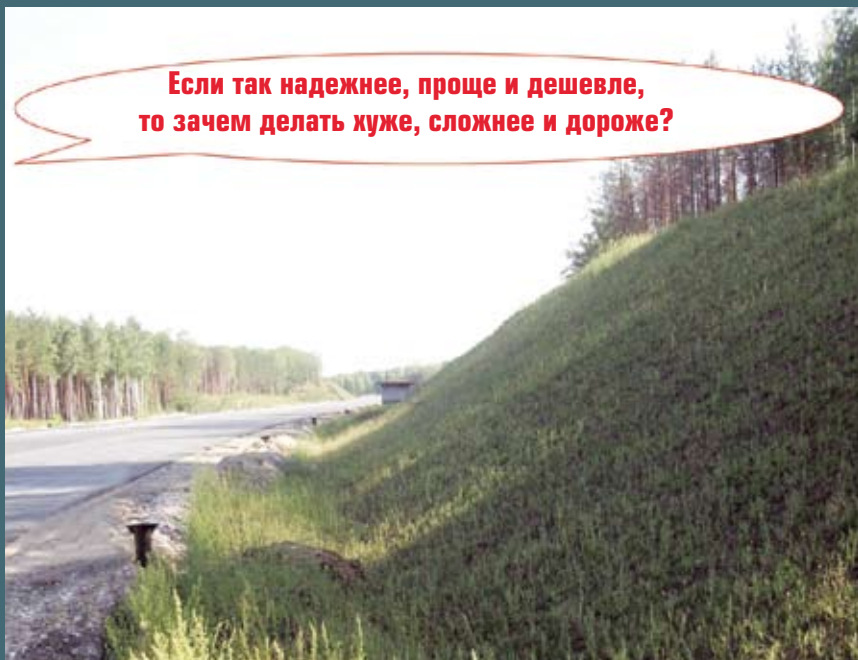
Москва тел.: +7 (495) 921 44 07 | e-mail: info@rte-expo.ru  
Екатеринбург тел.: +7 (343) 310 32 50 | e-mail: info@rte-ural.ru

ОРГАНИЗАТОР  
**rte**  
exhibitions



# АКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ-2014. ЭКОНОМИЧНАЯ, НАДЕЖНАЯ, ЭКОЛОГИЧНАЯ ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ

**Если так надежнее, проще и дешевле,  
то зачем делать хуже, сложнее и дороже?**



Нет смысла повторять очевидные ошибки и бесконечно ремонтировать изначально непригодные к долгой службе откосы! Этому неблагоприятному занятию есть альтернатива — современный подход и недорогие, эффективные технологии по их укреплению. Предлагаем ознакомиться с ними и понять, насколько они удобны. А чтобы максимально оптимизировать усилия и затраты по защите склонов, представляем методику определения оптимальной технологии и некоторые рекомендации по производству работ, из которых вы узнаете, что, где и как применять.



**Вечно обрывающиеся и вылезавшие геоячейки**

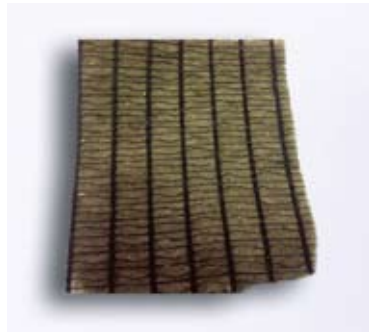
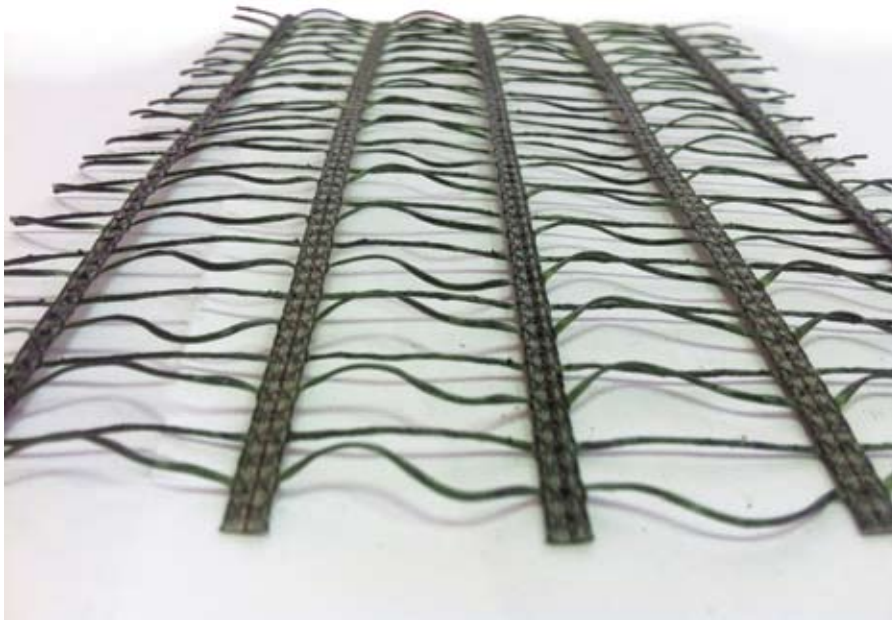
*Если вы хотите существенно сэкономить на противоэрозионной защите и никогда не ремонтировать склоны, позвоните в компанию «ФНМ-Туймазы» по номеру +7 (495) 921-39-34 и сообщите об этом. Мы подберем для вас оптимальную технологию.*



**Обрыв дерна из-за применения геомата прочностью менее 35 кН/м. Угол 1:1,5**



**Угробленное геоячейками одернение**



**Геосклон 3D.** Является основой армированного дернового противозерозийного слоя, который предназначен для стабилизации насыпного грунта с семенами трав на откосе и последующего армирования корневой системы растений, выросших из этих семян. Он наиболее оптимален для откосов с углом заложения в диапазоне 1:1,5 в регионах, где выпадает снег. Геосклон 3D предотвращает разрушение дернового слоя при таянии снега и сходе его с откоса. Особенно он эффективен для песчаных насыпей.

Конструкция геосклона в сочетании со смесью питательного грунта и семенами трав обладает малым весом, поэтому препятствует появлению дополнительной нагрузки на насыпь, не создает условий нарушения устойчивости откоса.

Геосклон 3D рекомендуется также использовать при гидропосеве в регионах, где зимой образуется снежный покров, для фиксации и последующего армирования корневой системы рулонного газона.

**Арнит.** Предназначен для моментального создания работающего

противозерозийного слоя на откосах с углами заложения 1:2,5 — 1:1,5 на нормальных и обедненных почвах. Это очередной шаг развития технологии гидропосева — легкий гидропосев в сухих рулонах. Арнит представляет собой самостоятельную полноценную биологически активную систему, которая сама создает для себя же питательный слой, сама растет, углубляется, воспроизводится. И, что особенно важно, сразу защищает склон от размывов водными потоками и от ветрового воздействия.

Рекомендуется для использования там, где неудобно и сложно доставить питательный грунт, воду и установки по гидропосеву, — в пустынях и горах, на песках, отвалах и там, где затруднен последующий уход за откосами дороги: на болотах, на полигонах ТБО. Арнит рекомендуется укладывать поздней осенью и зимой для весеннего озеленения и противозерозийной защиты, что позволяет сдавать полноценные законченные объекты и в холодное время года.

При угле заложения откоса от 1:1,5 до 1:0,5 и сложной геометрии защищаемой поверхности единственно возможной технологией озеленения и противозерозийной защиты считается совместное использование Арнита и Геосклона 3D, так как при подобных условиях необходима армированная корневая система.

Арнит совместно с Геосклоном 3D при послойной укладке дают эффект фитоконсервации, решают проблему «пылящих» отвалов отходов добывающей промышленности. Технологически это осуществляется следующим образом: на отвал укладывается Арнит по типу колпака без расхождений материала, а на него подобным образом укладывается Геосклон 3D, который буквально «сшивается» анкерами. Отвал сразу же перестает пылить и вредить окрестным населенным пунктам и нарушать экосистему, в которой он расположен. На систему отсыпается местный грунт, и в течение года отвал превращается в живописную зеленую сопку с армированной корневой системой, исключая механические повреждения зеленого слоя.

Преимущественная особенность Арнита в том, что он может содержать любые семена по желанию заказчика, в том числе декоративных и даже пищевых культур. Из комбинаций Геосклона 3D и Арнита удобно выполнять вертикальное озеленение, делать в нем клапаны для других видов цветов и растений, благоустраивать ими стены и крыши домов.

**Проззон.** Представляет собой композит из Арнита с Геосклоном 3D и предназначен для моментального создания армированного противозерозийного слоя на откосах повышенной крутизны до 1:0,5 с простой геометрией (прямые скаты). Используется в условиях сложности завоза и закрепления питательного грунта на наклонных поверхностях в регионах, подвергаемых снеговой нагрузке в зимний период.

Проззон может применяться на любых откосах с углом заложения не более 90 градусов при условии достаточной освещенности и увлажнения склона для произрастания растений, которые в нем содержатся. В Проззон, как и в Арнит, могут быть заправлены любые семена. Он является весьма функциональным продуктом для рекультивации полигонов ТБО.

Его арматура биологически и химически инертна, поэтому при естественных процессах разложения с выделением различных веществ, идущих на полигоне, дерн остается неизменно прочным. Проззон отлично показал свою всхожесть и последующий рост при отсыпке на него обезвреженного или городско-го водостока, который также удобно использовать вместо питательного грунта при рекультивации полигонов ТБО.

**Проззон-Эко.** Отличается от обычного Проззона тем, что является на 100% биологически разлагаемым. В том числе разлагается и его геомат-арматура. Это особенный материал со специфической областью применения, предназначенный для регенерации природных покровов после лесных, степных пожаров или иных причин гибели естественного природного слоя. Разреженная структура натурального геомата позволяет животным, живущим в норках, беспрепятственно возвращаться в свой загубленный человеком ареал обитания.

Повышенная шероховатость верхнего слоя удерживает питательные частицы наносимого ветром грунта. Возрожденный естественным образом и обогащенный питательными веществами дерновый слой за несколько лет становится достаточным для высадки саженцев деревьев.

Для упрощенного восстановления Проззон-Эко может сразу содержать семена хвойных или иных деревьев, чья популяция планируется к возрождению на территории, подлежащей экологической регенерации. Он является незаменимым продуктом для «наращивания» объема и создания полноценного растительного питательного слоя на песках.

Каждый год в целях увеличения объема производится укладка Проззона на уже выросшую траву с нанесенным в нее ветром песком. Эта процедура производится, пока земля не достигнет желаемого объема. В результате на бывшей «мертвой» почве получаем достаточный слой перегнившей травы, смешанной с песком и покрытой крепким дерном. На такой основе можно выращивать

крупные деревья, на ней могут обитать и размножаться животные, которые на песке этого делать не могли.

Если вы хотите существенно сэкономить на противозерозионной защите и никогда не ремонтировать склоны, позвоните в компанию «ФНМ-Туймазы» по номеру **+7 (495) 921-39-34** и сообщите нам об этом.

Ваш заказ сразу будет включен в план производства поставок и вы в срок будете снабжены самой подходящей именно под ваши условия технологией, инструкцией, материалами и нашей технической поддержкой при вашем желании.

Подробные показатели продуктов на сайте [www.td-fnm.ru](http://www.td-fnm.ru).

**Т.В. Орлова,**  
коммерческий директор  
ООО «ТД ФНМ-Туймазы»



**ФНМ-Туймазы**

фабрика нетканых материалов

**127566, г. Москва,**  
**Алтуфьевское шоссе,**  
**д. 48, корп. 2, оф. 603**  
[www.td-fnm.ru](http://www.td-fnm.ru)



# 12-14 марта 2014



## УРАЛЬСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ СТРОЙТЕХНИКА. АВТОДОРОГИ КОММЕРЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ

3-я специализированная выставка

**КОСК «Россия»**

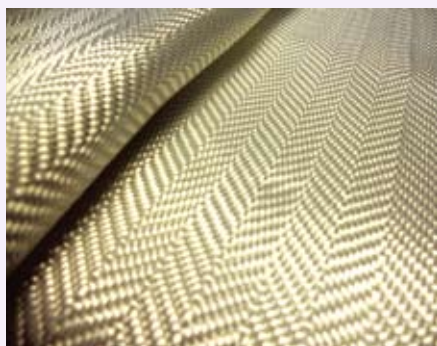
Екатеринбург, ул. Высоцкого 14

УРАЛЬСКИЕ ВЫСТАВКИ  
(343) 385-35-35  
[www.uv66.ru](http://www.uv66.ru)



# УСПЕХ КАК ЗАКОНОМЕРНЫЙ ИТОГ

**За сравнительно небольшой период своей деятельности, начиная с 2007 года, компания «Машина-ТСТ» стала одним из ведущих производителей технического текстиля на постсоветском пространстве и заняла достаточно твердые позиции на рынке геосинтетики. Залогом успешного развития предприятия стали грамотно выстроенная организационно-управленческая модель, высокая техническая оснащенность производства, широкий ассортимент выпускаемой продукции и неизменно высокое качество.**



Геоткань «Стаббудтекс»



Геосетки ГССТ



## Позитивная динамика

Подтверждением успешности предприятия могут служить показатели производства и продаж продукции. Месячный объем производства геосеток за последние 4 года от нулевой отметки в 2010 году вырос к 2013 году до 880 тыс. м<sup>2</sup>. Несколько меньшие показатели производства тканого геотекстиля, но рост очевиден — от 150 тыс. м<sup>2</sup> до 720 тыс. Объем продаж увеличился почти в 8 раз. Несомненно, таким темпам могут позавидовать многие предприятия.

Производственные мощности включают в себя высокотехнологичное оборудование, на котором по новейшей технологии изготавливаются материалы различной прочности (с пропитками или без них). Основу составляют основовязальные машины с прокладкой утка LIVA SOPCENTRA (Германия), рапирные ткацкие станки Picanol (Бельгия) и РТМТ (Италия), сновальные машины VTA (Бельгия) и LIVA, ТЕХТИМА (Германия), а также пропиточная линия ONTES (Германия).

В связи с высокими требованиями к физико-механическим и иным характеристикам продукции, сырьевые компоненты (высокопрочная нить или специальный пропиточный состав), подбираются с особой тщательностью и закупаются у известных мировых производителей. Продукция предприятия не уступает ведущим европейским аналогам, имеет относительно невысокие ценовые показатели и поэтому успешно реализуется. Основными потребителями являются Россия, Беларусь, Польша, Казахстан, Молдова.

«Машина-ТСТ» постоянно расширяет свои производственные возможности и перечень выпускаемой продукции. Существенные подвижки намечены на середину 2014 года. В мае будет запущена новая пропиточная установка, что в 2 раза увеличит мощность производства пропитанных геосеток. В июне планируется ввод в эксплуатацию нового оборудования по выпуску высокопрочного тканого полиэфирного текстиля для стабилизации грунтов «Стаббудтекс» прочностью до 2000 кН/м и шириной готового полотна до 510 см (!).

## Линейка продукции

Материалы, выпускаемые компанией, ориентированы на различные сферы применения. В дорожном строительстве геоткани «Стаббудтекс» применяются для армирования слабых оснований дорог, откосов и выемок, укрепления грунтов земляного полотна с применением геооболочек и т. д. Геосетки ГСС, ГССТ, БСД необходимы для устройства трещинопрерывающих и армирующих прослоек в слоях асфальтобетонных покрытий, укрепления основания дорожной одежды и др. Несколько подробнее остановимся на образцах продукции, их особенностях и приведем некоторые примеры их использования в дорожных конструкциях.

**Геоткань «Стаббудтекс».** Материал изготавливается ткацким способом из высокомодульных полиэфирных нитей по специальной технологии, благодаря чему показатель прочности ткани на раз-

рыв при незначительных удлинениях составляет 400 кН/м. Новое ткацкое оборудование, о котором шла речь выше, увеличит этот показатель до 2000 кН/м. Геоткани хорошо себя зарекомендовали в качестве армирующей прослойки в грунтовых сооружениях, а также при строительстве дорог общего пользования, взлетно-посадочных полос аэродромов, возведении временных и лесовозных дорог, других объектов.

**Геосетки ГСС.** Данный геосинтетический материал производится из малоусадочных полиэфирных высокопрочных нитей основываясь способом с последующим покрытием специальным полимерным защитным слоем. Он обладает высокими прочностными характеристиками, в частности узловых соединений — до 60% от прочности по основе и утку. В основном ГСС используется в качестве разделяющей и армирующей прослойки между песчаным подстилающим слоем и слоем из каменного материала с содержанием частиц более 5 мм свыше 60%.

Эффект от армирования возникает за счет замены технологического слоя из песчано-гравийной смеси и увеличения на 5–7% проектных значений модулей упругости армированного слоя. Материал является оптимальным решением при устройстве слоев основания из каменных материалов на автодорогах с жесткими и нежесткими дорожными одеждами, имеющими нагрузку на одиночную ось свыше 11,5 т. Доказана его целесообразность и для строительства автомобильных дорог с переходным типом покрытия, армирования балластного слоя железнодорожных путей, возведения парковок, стоянок и т. д.

**Геосетки ГССТ.** Представляют собой основываясь сетки из стекловолокна со специальной полимерной пропиткой. Они отличаются устойчивостью к воздействию высоких температур при укладке асфальтобетонных слоев, к химически агрессивным средам и биохимическим факторам. Материал имеет высокие прочностные характеристики на разрыв по основе и утку, хорошую адгезию к асфальтобетону. Используется в качестве трещинопрерывающей (армирующей) прослойки на трещиноватых слоях асфальтобетонного покрытия перед укладкой верхних слоев. Максимальная эффективность наблюдается при толщине асфальтобетонного покрытия над сеткой не менее 7 см.

**Геосетки БСД.** Основываясь сетки из базальтовых ровингов со специаль-



Устройство дорожного покрытия с применением геосетки



Работы по устройству покрытия с использованием базальтовой сетки в аэропорту (Могилев)

ной полимерной пропиткой наиболее устойчивы к воздействию высоких температур при укладке асфальтобетона, сверхустойчивы к химически агрессивным средам и воздействию биохимических факторов. Они обладают достаточными прочностными характеристиками на разрыв по основе и утку, высокой адгезией к асфальтобетону. Материал незаменим в качестве трещинопрерывающей (армирующей) прослойки на трещиноватых слоях асфальтобетонного покрытия перед укладкой верхних слоев, а также как эффективное средство борьбы с пластической деформацией асфальтобетонного покрытия (колеобразовани-ем). Благодаря уникальным свойствам базальта геосетки БСД повышают модуль жесткости асфальтобетонного покрытия до 80%.

**Противозрозионные геосетки.** Материал может быть прекрасным

средством для укрепления земляных откосов, насыпей, береговых линий, предотвращения водной и ветровой эрозии. К наиболее эффективным и экономически выгодным при армировании грунтов можно отнести противозрозионные геосинтетические материалы ГСС-3D и ГСС ПРОСЕТ.

**Снегозадерживающие сетки ГСС-СНЕГ.** Сетки являются совместной с ГП «БелдорНИИ» разработкой и рекомендованы для зон умеренного климата при объемах снегоприноса до 75 м<sup>2</sup>. Материалы, из которых они изготовлены, обеспечивают работу сеток без деформаций и разрушений при температурах ниже, чем –40 °С. Специально подобранный тип ПВХ придает сеткам эластичность и защищает их от воздействия внешних агрессивных факторов: ультрафиолетового излучения, перепадов температур, кислотной щелочной среды. Гарантированный



**Противозрозионная сетка в Центральном парке культуры и отдыха им. Горького (Москва)**



**Снегозадерживающая сетка ГСС-СНЕГ**



**Конференция по применению геосинтетических материалов в дорожном строительстве**

срок службы полиэфирных сеток при правильном использовании составляет не менее 7 лет.

### Научно-производственный альянс

Важным направлением деятельности компании является внедрение современных геосинтетических материалов как внутри страны, так и за ее пределами. Автомобильные дороги М4 и М8/Е95, Р21, транспортный обход национального парка «Беловежская пуща», проспект Мира, Витебский проспект и ряд других улиц в Могилеве, транспортно-логистический центр «Прилесье», Центральный парк культуры и отдыха им. Горького (Москва), автомагистраль «Дон», олимпийский комплекс «Красная Поляна» — далеко не полный перечень объектов, где материалы «Машина-ТСТ» добавили прочность, долговечность и качество различным дорожным конструкциям.

Реализовать технологические решения на ряде объектов помогал давний партнер компании — ведущая научно-исследовательская организация Республики Беларусь в области строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог и мостов Государственное предприятие «БелдорНИИ». Институт обеспечивает научное

сопровождение, оказывает квалифицированную методическую помощь, готовит рекомендации по применению материалов.

О том, что научно-производственный тандем успешен, можно судить и на примере состоявшейся в Могилеве 24 июля 2013 года конференции «Применение геосинтетических материалов производства компаний «Машина-ТСТ» и «СВ-Сервис» в современном дорожном строительстве. Инновации в геосинтетике и инженерном оборудовании автомобильных дорог». Значительная доля выступлений подготовлена сотрудниками «БелдорНИИ», которые предоставили участникам семинара (дорожникам, проектировщикам и другим специалистам) немало полезной информации о материалах компании и технологических особенностях их применения в строительстве, реконструкции, ремонте.

Очередной шаг навстречу партнеру «БелдорНИИ» сделал в 2013 году, подготовив рекомендации по использованию геотекстиля «Стаббудтекс» при устройстве земляного полотна на участке залегания слабых грунтов автодороги М-5 Минск — Гомель (км 197 — км 208). Объект расположен в Жлобинском районе Гомельской области и относится к магистральным дорогам республиканского значения

1-й категории. Территорию прохождения трассы отличают водонасыщенные грунты, так как в этих местах довольно развита сеть мелиоративных каналов, имеются мощные болотные отложения, а под ними в отдельных местах и не менее мощные — озерные.

На основе анализа данных изысканий ГП «Белгипродор» и расчетов «БелдорНИИ» специалисты пришли к выводу, что без армирования торфяного основания конструкции земляного полотна геосинтетическими материалами не обойтись. Были разработаны технологические решения земляного полотна, предусматривающие применение армирующих прослоек из тканого геоматериала для усиления слабого основания из оставляемых под насыпью торфяных грунтов.

Для данного проекта рекомендовано полотно из полиэфирных волокон — геоткань «Стаббудтекс», наличие которого в конструкции земляного полотна в качестве прослойки обеспечит разделение минерального грунта насыпи и слабого грунта основания, не давая возможности им перемешиваться. Геоткань, благодаря высокой способности к сцеплению с грунтом и поглощению растягивающих напряжений, по сути, выполняет роль арматуры. Поскольку волокна полиэстера обладают очень низкой ползучестью, то удлинение материала по истечении двух лет составляет всего 1%. Разработана также технология, по которой будут производиться работы.

С учетом намеченного в этом году расширения производства геоткань «Стаббудтекс» будет предложена заказчиком в значительно большем ассортименте и с улучшенными показателями. Обновленная линейка геотканей позволит дорожникам выполнять самые сложные инженерно-технические задачи, снизит расходы по укладке материалов за счет уменьшения количества «нахлестов», сэкономит средства за счет замещения ими более дорогостоящих импортных геотканей.



**212011, Республика Беларусь,  
г. Могилев,  
ул. Гришина, 89  
Тел./факс: +375 (222) 258-445,  
220-606**

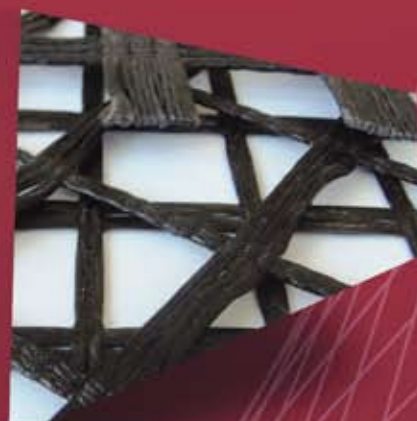
**E-mail: [machinatex@mail.ru](mailto:machinatex@mail.ru)  
[www.mahina-tst.com](http://www.mahina-tst.com)**



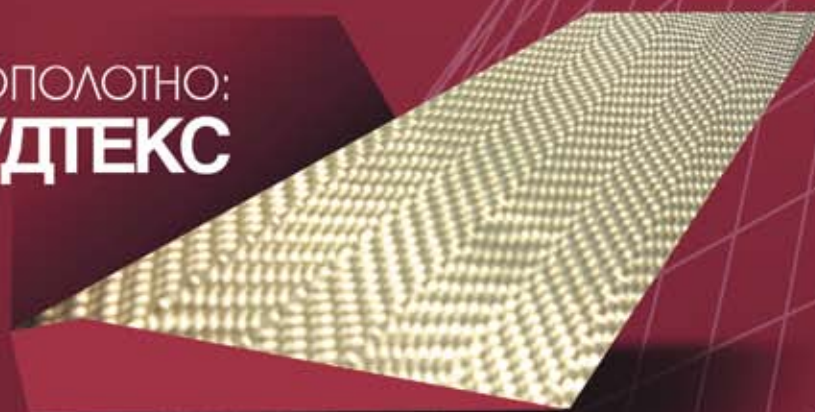
БОЛЬШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ  
ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

# ГЕОСИНТЕТИКА

ГЕОСЕТКИ:  
**ГСС И ГССТ**



ГЕОТКАНЬ И ГЕОПОЛОТНО:  
**СТАББУДТЕКС**



Республика Беларусь  
212011, г. Могилев, ул. Гришина, 89  
Тел/факс: +375 222 258445, 220606

E-mail: [machinatex@mail.ru](mailto:machinatex@mail.ru)  
[www.mahina-tst.com](http://www.mahina-tst.com)

# НЕТКАНЫЙ ГЕОТЕКСТИЛЬ: КАК ЕГО ВЫБИРАЮТ?



**О**сновными требованиями к геотекстилям являются определенные прочностные, деформативные, фильтрующие характеристики и их сохранение в период постройки и эксплуатации сооружения. Широкий спектр применения нетканых геотекстилей формирует и наличие различных требований к их свойствам.

На территории нашей страны представлены нетканые геотекстильные материалы российских и зарубежных производителей. Основная часть их изготавливается иглопробивным способом из штапельных или, реже, фильерных непрерывных волокон полипропилена или полиэфира первичной или вторичной переработки полимера. Некоторые производители подвергают иглопробивные геотекстили последующей термообработке с целью улучшения их прочностных характеристик. Отдельной группой стоят геотекстили, полученные по технологии спанбонд с термическим скреплением фильерных непрерывных нитей, поставляемые из-за рубежа и не имеющие пока аналогов по способу изготовления у российских производителей. Такое многообразие способов изготовления обеспечивает наличие на рынке нетканых геотекстилей с совершенно различными свойствами, причем при одинаковой поверхностной плотности.

В таблице приведены характеристики иглопробивного отечественного геотекстиля с термоупрочнением и без него, и Тайпара SF40. Из приведенных данных следует, что при большей поверхностной плотности иглопробивной геотекстиль с термоупрочнением и без него

**В настоящее время нетканые геотекстили заняли прочное положение в дорожном, гражданском, гидротехническом строительстве и ландшафтном дизайне. Они, как правило, выполняют функции разделения, защиты, фильтрации и, в отдельных случаях, армирования грунтов.**

**Их применение позволяет организовать проход построечной техники по переувлажненным грунтам в период строительства, исключить перемешивание связного грунта основания и несвязного гранулированного материала дорожных конструкций, обеспечить долговременную работу конструкции без потери свойств гранулированного материала за счет проникновения в него пылеватых частиц, переносимых грунтовой или атмосферной водой. Их использование позволяет также предотвратить вымывание грунта на подтопляемых откосах и многое другое.**

значительно уступает геотекстилю, изготовленному по технологии спанбонд с термическим скреплением фильерных непрерывных нитей. Чем же вызвана такая разница? Если рассмотреть кривые, приведенные на рис. 1, то отчетливо видно, что геотекстиль Тайпар SF имеет сильно выпуклую кривую зависимости «усилие — деформация», что определяет его высокий начальный модуль упругости. Следовательно, при деформациях, характерных для дорожных конструкций (порядка 5%), усилие, мобилизуемое в нем, на порядок выше, чем у иглопробивных геотекстилей. Это приводит к тому, что, например, колеобразование при применении Тайпара SF значительно ниже, чем при применении иглопробивных текстилей (рис. 2). А если учесть, что потери гранулированного материала при образовании колеи, будь то песок или ще-

бень, пропорциональны глубине колеи, то возникает прямой экономический эффект. Высокий начальный модуль упругости является причиной появления армирующего эффекта у геотекстиля Тайпар SF, что играет немаловажную роль при устройстве дорожных одежд на слабых грунтах. Кроме того, проведенные независимым институтом SINTEF (Трондхейм, Норвегия) исследования показали, что стойкость геотекстиля к повреждаемости в процессе укладки и эксплуатации имеет низкую корреляцию с толщиной, поверхностной плотностью, прочностью на разрыв и прочностью на прокол (коэффициенты корреляции 0,02–0,3). При этом высокий коэффициент корреляции (0,7) относится к площади под кривой деформации, отражающей работу на разрушение материала, то есть геотекстиль Тайпар SF в разы менее подвержен поврежде-



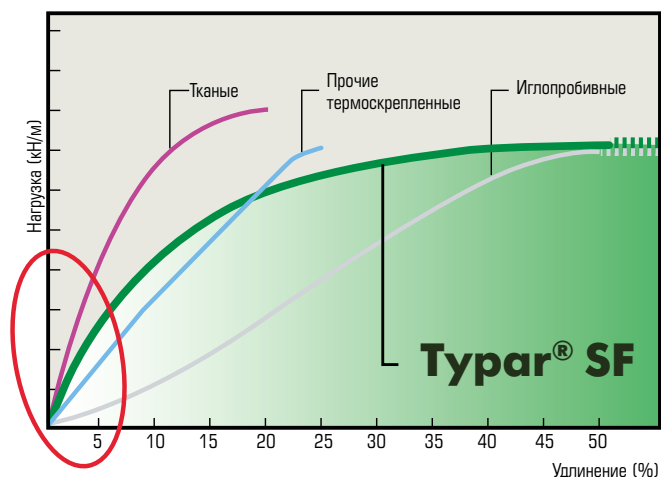


Рис. 1. Зависимость «усилие — деформация»

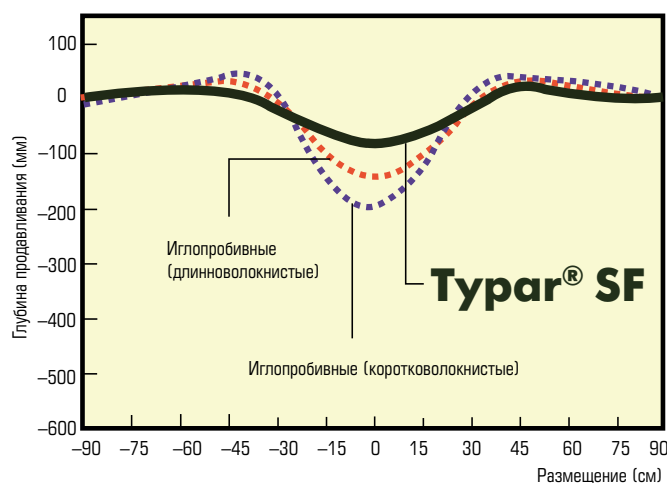


Рис. 2. Зависимость между начальным модулем упругости и деформацией

ниям при укладке и эксплуатации, чем его более «тяжелые» иглопробивные собратья.

Так почему же до сих пор, подбирая геотекстиль по прочности во всем многообразии существующих технологий его изготовления, ориентируются в первую очередь на его поверхностную плотность? Эта традиция берет свое начало еще с тех пор, когда существовала одна технология его изготовления — иглопробив штапельного волокна из смесовых нитей и отходов текстильного производства. В то время сравнительная оценка прочности по поверхностной плотности нетканого геотекстиля имела смысл. Но с момента появления первых нетканых геотекстилей прошло уже более 60 лет! На сегодняшний день технологии его изготовления сильно изменились, и выбор нетканого геотекстиля по плотности является анахронизмом. Такой подход зачастую ведет к неправильному выбору марки геотекстиля, завышенным расходам на его приобретение или к уменьшению срока службы конструкции.

Представим себе ситуацию, когда подрядчик подыскивает нетканый геотекстиль плотностью 200 г/м<sup>2</sup>. Такое встречается сплошь и рядом, если в проектной документации напрямую не указаны наименование или физико-механические характеристики геотекстиля, а лишь его плотность. Кто-то купит иглопробивной текстиль из штапельного волокна вторичной переработки. Такой продукт без особых усилий растягивается в два-три раза, после чего превращается в «папиросную бумагу». Но основное условие выполнено. кто-то, зная преимущества Тайпара SF, тоже выберет тип материала с плотностью около 200 г/м<sup>2</sup>. Это будет или Тай-

**Характеристики иглопробивного отечественного геотекстиля**

Наименование показателей	Геотекстиль иглопробивной	Геотекстиль иглопробивной термоскрепленный	Тайпар SF 40
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	200	200	136
Толщина, мм, при удельном давлении 2 кПа	3,0	2,0	0,45
Разрывная нагрузка, кН/м,	4,0	7,5	9,0
Удлинение при разрыве, %, не более	100	70	52
Деформация, %, при нагрузке, равной 25% от разрывной	40–50	15–30	5
Диаметр пор, мкм, не менее	110	100	120
Условный модуль деформации, кН/м	2,5–2,0	12,5–6,25	80
Сырье	Полипропилен	Полипропилен	Полипропилен

пар SF 56 или 65, который укладывают под щебень под высокие динамические нагрузки или на очень слабых грунтах. А вот нужен ли в данном случае такой прочный геотекстиль? Богатый опыт общения с подрядчиками показывает, что зачастую закупками занимаются сотрудники отделов снабжения, в очень редких случаях представляющие конкретное предназначение материала, а видящие перед глазами лишь цифру 200 г/м<sup>2</sup>.

Ну и как тут ему понять, нужно ли 200 грамм пластилина или 200 грамм пластика? Основную роль в выборе должен играть проектировщик. Сейчас, когда вышла последняя редакция ОДМ «Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог», стало проще выбирать тип «нетканки». Но следует отметить, что в «Рекомендациях...», имеющих, кстати, рекомендательный характер, изложены требования к нетканым геотекстилям, изготовленным именно иглопробивным способом, и именно с этих позиций к ним и нужно относиться. Тогда грамот-

ный проектировщик и, что не менее важно, сотрудник экспертизы, знающий особенности работы конструкции, будет выбирать геотекстиль, не тыкая пальцем в табличные рекомендации, а с учетом его реальных характеристик.



**«АРЕАН-Геосинтетикс»,  
г. Санкт-Петербург,  
Коломяжский пр., д. 18,  
оф. 4-095**

**Тел.: (812) 305-90-40**

**Факс: (812) 305-90-41**

**E-mail: info@areangeo.ru**

**Москва, 1-й Вязовский пр-д, д. 4  
корп. 1**

**Тел./факс: (495) 648-68-23**

**E-mail: msk@areangeo.ru**

**г. Новосибирск,**

**3-й пер. Крашенинникова,  
д. 3, оф. 305**

**Тел./факс: (383) 355-99-04**

**E-mail: sibir@areangeo.ru**

**www.areangeo.ru**

# Транспортная инфраструктура

## инновации и лучший практический опыт

Совместно с ФГУП  
«РосдорНИИ», «Национальным  
Объединением Проектировщиков»  
России

Конференция: 12-13 марта 2014 г.

Семинары: 13 марта 2014 г.

Москва, Россия

## Создание транспортной инфраструктуры мирового класса в России

### Участие в конференции позволит вам:

- Узнать о планах регуляторов отрасли на ближайший год и увидеть новые перспективные направления развития бизнеса
- Узнать о существующих возможностях на рынке строительства дорог, для того чтобы получить подряды на работу в уже существующих проектах и проектах, которые скоро будут запущены
- Услышать о том, как сократить сроки и затраты на реализацию проекта, чтобы получить преимущество перед конкурентами
- Получить актуальную информацию о последних инновационных материалах и технологиях, с помощью которых вы сможете улучшить качество работ и увеличить жизненный цикл ваших проектов
- Встретится с лидерами отрасли, представителями строительных компаний, компаний проектировщиков, продемонстрировать преимущества вашего решения и технологий и получить долгожданный заказ.

### Не упустите возможность:

- Посетить интерактивные мероприятия программы форума: круглые столы, арену технологий, технологические дебаты, дискуссионные панели, семинары
- Установить новые деловые контакты с экспертами и лидерами отрасли
- Узнать мнение экспертов-докладчиков, которые расскажут о результатах новейших исследований и возможностях их применения в Вашей работе
- Повысить уровень своей квалификации за счет взаимодействия с признанными лидерами отрасли
- Получить удовольствие от общения в неформальной обстановке, способствующей установлению новых деловых контактов.

### Отзывы делегатов, участников предыдущих мероприятий Construction IQ, посвященных строительству инфраструктуры:

«Понравились условия личных встреч и возможности завязать контакты с местными компаниями, предлагающими свои услуги»

«Очень полезная конференция! Я узнал много нового о текущих проектах в России и за ее пределами, а также увидел самые последние архитектурные дизайны»

### Эксперты, представители разных отраслевых направлений поделятся своим опытом:

#### Александр Малов

Президент, Общероссийское отраслевое объединение работодателей в дорожном хозяйстве «АСПОР»

#### Валерий Мушта

Директор, ГКУ «Дирекция по организации дорожного движения Санкт-Петербурга»

#### Сергей Чижов

Председатель Комитета по развитию рынка архитектурно-строительного проектирования и конкурсным процедурам, Национальное объединение саморегулируемых организаций

#### Константин Могильный

Генеральный директор, ФГУП «РОСДОРНИИ»

#### Николай Четверик

Заместитель председателя Комитета инновационных технологий, «Национальное Объединение Строителей»

#### Леонид Хвоинский

Генеральный директор, СРО НП МОД «СОЮЗДОРСТРОЙ»

#### Сергей Жилин

Директор, ООО «Спецдортехника»

#### Игорь Астахов

Заместитель руководителя, ФДА «Росавтодор»

#### Олег Казенов

Начальник отдела автомобильных дорог, Министерство транспорта и дорожного хозяйства Республика Татарстан

#### Владимир Митюшников

Министр транспорта и связи, Пермский край

#### Хирк Каупа

Заместитель директора, Дорожная администрация, Республика Эстония

#### Александр Васильев

Депутат Государственной Думы, Государственная Дума ФС РФ

Эмма Кузахметова, заведующая кафедры дорожного строительства, Московский институт железнодорожного строительства

# ООО Фройденберг Политекс

г. Заволжье, Нижегородская обл., 606524, Россия

ул. Железнодорожная д.1, стр. 45

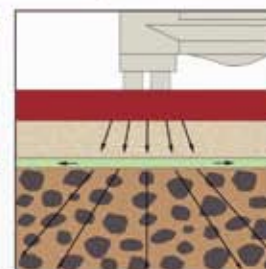
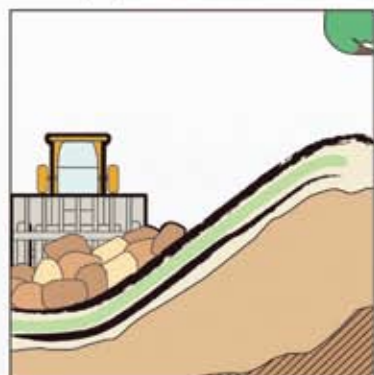
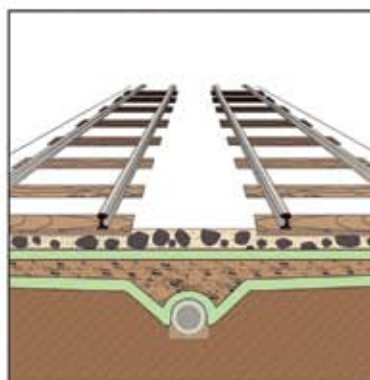
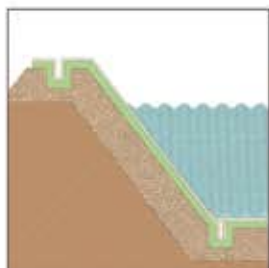
тел.: +7 (83161) 2-12-12, факс: +7 (83161) 2-12-16, e-mail: russia@politec.com

## Drenotex

### Геотекстиль

**Плотность:**

**от 120 г/кв. м до 800 г/кв. м**



**Ширина: до 6 м**

### Полиэфирный термофиксированный геотекстиль

- Не поддается гниению
- Устойчивый к образованию плесени и к грызунам
- Прост в применении
- Устойчив к воздействию УФ-излучения



# ГЕОМАТЫ МАКМАТ R: БОРЬБА С ЭРОЗИЕЙ И... СТЕРЕОТИПАМИ



**К**ак порой бывает сложно отказаться не только от морально и физически устаревших, однако милых сердцу предметов гардероба, но и от исчерпавших себя стереотипов мышления! С этим приходится бороться, особенно когда сила привычки входит в явное противоречие со здравым смыслом. К примеру, для защиты склонов до сих пор используют объемные георешетки, хотя их применение, мягко говоря, далеко не всегда целесообразно. Так, они не подходят для армирования крутых (свыше 45°) склонов, поскольку практически не способствуют образованию столь необходимого в этой ситуации растительного слоя. Щебень прорывает соты георешетки, засыпанная почва не уплотняется с достаточной интенсивностью, грунт после первых же дождей вымывается из ячеек, и вся конструкция оказывается на поверхности. Вытекающие из этого последствия можно наглядно видеть на одном из участков федеральной трассы М-4 «Дон», где не столь давно уложенные георешетки попросту обвалились.

Почему же подобные случаи по-прежнему встречаются в нашей дорожной действительности? Виной этому вышеуказанное стереотипное мышление проектировщиков, строителей и заказчиков, до сих пор считающих такой подход единственно возможным. А ведь существует альтернативный, уже не раз успешно

**Всем, кто не понаслышке знаком со сферой дорожного строительства, нет смысла представлять компанию «Маккаферри», уже более 130 лет занимающуюся внедрением технологий стабилизации грунтов. В нашей стране эту итальянскую марку с 1994 года представляет ООО «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ», специализирующееся на габрионных конструкциях, блоках системы Макволл и рулонных геосинтетических материалах. Немаловажное уточнение — практически весь предлагаемый ассортимент выпускается на собственных предприятиях компании в Кургане и Зарайске.**



Неудачный опыт применения георешеток



МакМат

апробированный вариант инженерной защиты сооружений, предлагаемый компанией «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ», — геоматы МакМат R. Они предназначены для быстрой локализации эрозионных процессов в поверхностных слоях откосов, а также для создания декоративных облицовок фронтальных поверхностей армогрунтовых сооружений.

Конструкция МакМат R представляет собой трехмерную панель из

волокон полипропилена диаметром 0,65 мм, с ворсистой (похожей на мочалку) поверхностью и структурой, имеющей высокий (до 90%) показатель пустот. Данные особенности позволяют надежно (в отличие от объемных георешеток) аккумулялировать частицы плодородной почвы вместе с внесенными в нее семенами, что способствует быстрому росту растений. Корневая система, переплетаясь с волокнами геомата, об-

разует комплексную структуру, стабилизирующую верхний слой почвы. Для ускорения этого процесса компания ООО «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ» предлагает использовать биоматы. Эти настилаемые сверху полотна состоят из растительных волокон (соломы, кокосового волокна или их смеси), укрепленных полипропиленовой или джутовой нитью. С помощью такого «альянса» материалов склон покрывается зеленью буквально через 1,5–2 месяца.

Серьезным аргументом в пользу геоматов МакМат R служит и их конкурентоспособная стоимость — в среднем в 2–2,5 раза ниже, чем у объемных георешеток. Причем это нисколько не сказывается на высоком качестве продукции: в отличие от предприятий, которые используют полимерную «вторичку», снижающую долговечность продукции, на заводах ООО «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ» применяется только первичное сырье. Его обработка производится на современном европейском оборудовании, и каждая партия товара проходит тщательный лабораторный контроль. К плюсам МакМат R, помимо эффективности и экологичности, также относятся простота доставки и монтажа, а следовательно, небольшие трудовые и финансовые затраты.

Геоматы защищают склоны и горизонтальные поверхности независимо от характера грунтового основания, и при четком соблюдении технологии монтажа эрозионные повреждения исключаются даже на сложных участках.

Как показывает практика, наилучшим образом МакМат R зарекомендовал себя на откосах, подверженных прямому воздействию ливневых потоков и талых вод. В данном случае материал препятствует смыванию верхнего слоя почвы до того времени, как будет восстановлен растительный покров. Деформация откоса снижается до контролируемого уровня, что дает возможность проведения комплексного ремонта с минимальными затратами и без остановки дорожного движения.

В зависимости от сложности рельефа, вида грунта и других инженерно-геологических условий «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ» выпускает геоматы, армированные полипропиленовой или полиэфирной георешеткой, либо металлической сеткой двойного кручения (послед-



ний вариант — эксклюзивная разработка компании). Разрывная нагрузка таких материалов — до 200 кН. Наряду с ними наша компания также выпускает неармированные геоматы, которые в настоящее время все активнее внедряются в дорожное строительство.

Среди успешных примеров применения материалов МакМат R — набережная Федоровского в Нижнем Новгороде, где в процессе реконструкции удалось решить проблемы развития эрозии и озеленить склоны еще до завершения монтажно-строительных работ.

Общая площадь укрепленных геоматами откосов составила почти 100 тыс. м<sup>2</sup>, при этом работы осложнялись наличием на объекте пяти родников, а также высотой склонов, достигавшей в ряде мест 62 м. По отзывам заказчика — администрации Нижнего Новгорода, «МакМат R показал себя современным надежным материалом, обеспечивающим защиту поверхности склонов от плоскостных смывов и эрозионных процессов». За пять лет эксплуатации не было зафиксировано ни одного случая обсыпания или обрушения склонов.

Специалисты компании также принимали активное участие в восстановлении настоящей жемчужины сибирского зодчества — древнего Тобольского кремля. Двадцатиметровые склоны возвышенности, на которой он построен, длительное

время подвергались сильной эрозии. Применение материала МакМат R позволило быстро сформировать травяной покров и на долгие годы надежно защитить его от воздействия дождевых и талых вод.

Еще одним удачным примером применения рулонных геоматов МакМат R может служить отремонтированный участок автомобильной дороги Актамыш — Поисево в Республике Татарстан. Здесь в мае 2012 года на откосах выемки глубиной до 10 м была произведена укладка МакМат R на площади 12 тыс. м<sup>2</sup>. Откосы быстро поросли засеянной травой — эрозия отступила.

Отзывы заказчиков свидетельствуют: впредь при реализации подобных проектов они будут отдавать предпочтение рулонной геосинтетике производства ООО «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ», поскольку на собственном опыте убедились в ее надежности, эффективности и экономичности. Словом, борьба с дорожными стереотипами успешно продолжается.

**Л.В. Потуданская, руководитель направления «Геосинтетика»**

**MACCAFERRI**

**115088, г. Москва, Шарикоподшипниковская ул., д. 13, стр. 62  
Тел./факс: +7 (495) 937-58-84,  
775-19-93**

**E-mail: info@maccaferri.ru  
www.maccaferri.ru**

VI Международная специализированная выставка по проектированию, строительству и эксплуатации тоннелей

# INTERtunnel 2014

14–16 мая

Москва, ВВЦ, пав. 69

При поддержке:



В деловой программе выставки состоится тематическая конференция

[www.intertunnel.ru](http://www.intertunnel.ru)

Организатор:

**РЕСТЭК-БРУКС**

Соорганизатор:



Тел.: +7 812 320-8094

E-mail: [road@restec.ru](mailto:road@restec.ru)

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ВЫСТАВКА  
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ  
И СТРОИТЕЛЬСТВУ  
ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ:  
АВТОМОБИЛЬНЫХ  
И ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ,  
МОСТОВ, ПОРТОВ  
И АЭРОПОРТОВ

# TransCon 2014

14–16 мая

МОСКВА, ВВЦ

Разделы выставки:

- Проектные и технологические решения транспортных сооружений
- Строительство и реконструкция объектов транспортной инфраструктуры
- Строительная техника и оборудование
- Материалы и конструкции для строительства и реконструкции транспортных объектов
- Инженерное обеспечение, проектирование и прокладка инженерных сетей
- Оборудование и технологии бестраншейной прокладки коммуникаций
- Защитная одежда и спецодежда
- Информационные системы
- Диагностика и контроль качества дорожных работ
- Инвестиции и страхование объектов строительства и оборудования
- Лизинг строительной техники и оборудования
- Подготовка кадров и повышение квалификации

В деловой программе выставки:  
VI ТРАНСПОРТНЫЙ КОНГРЕСС - 2014

При поддержке:



Генеральный  
информационный партнер:



Организатор: **РЕСТЭК-БРУКС**

Специализированные разделы выставки:

- Дороги и мосты
- Аэропорты

Тел.: +7 (812) 320-8094

E-mail: [transport2@restec.ru](mailto:transport2@restec.ru)

[www.trans-con.net](http://www.trans-con.net)

**Технология усиления грунтовых структур имеет давнюю историю и используется в строительстве на протяжении четырех тысяч лет. Уже в те далекие времена зародилась идея создания композита, который обладал бы большей прочностью, чем исходные материалы — грунт и арматура в отдельности. Со временем эта технология не только не утратила своей актуальности, но и получила дальнейшее развитие.**

# ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ В АРМОГРУНТОВЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

**Н**аиболее древние сооружения такого типа были построены около четырех тысяч лет назад в Месопотамии, причем некоторые фрагменты конструкций неплохо сохранились и до наших дней. Основным строительным материалом являлась глина, а в качестве усиливающего элемента использовался тростник, который выстилался в тело насыпи в виде ковриков.

Вторую жизнь данный тип конструкции получил уже в середине XX века, когда в 1964 году французский геотехник Анри Видаль получил патент на армированный грунт, включающий способ послойного возведения насыпных сооружений с прокладкой арматуры между слоями. В общем виде сооружение может представлять собой пространственную конструкцию различной высоты и конфигурации, усиленную за счет образования несущего каркаса в теле грунтового массива путем внедрения системы элементов повышенной прочности.

С увеличением производства полимеров и снижения цен на них наибольшее использование в качестве усиливающих элементов для армогрунтовых конструкций получили геосинтетические материалы. Они нашли применение во многих областях строительства, в том числе и при возведении речных и морских берегоукреплений, объектов транспортной инфраструктуры, нефтегазового комплекса. Наряду с основными типами геопродуктов стали выпускаться всевозможные модификации синтетиков, а также большую популярность получили геокомпозиты, позволяющие решать несколько задач одновременно.

В настоящее время мы видим, что период новаторства в использовании геосинтетических материалов в странах Западной Европы, США и

Японии уже закончился. Во многих странах были выпущены стандарты проектирования и строительства с применением геосинтетиков, например британский стандарт BS 8006. И, благодаря возможности строить подпорные стены высотой до 40 м и более, в том числе в районах с повышенной сейсмичностью, с каждым годом все больше и больше армогрунтовых конструкций возводятся с использованием геосинтетических материалов.

## Краткая характеристика полимеров, используемых для армирования грунта

При широком диапазоне производимых в настоящее время полимеров наибольшее распространение получили следующие виды:

- арамид (AR);
- поливинилспиртовые (PVA);
- полиэфир (PET);
- полиамид (PA);
- полипропилен (PP);
- полиэтилен высокой плотности (HDPE).

Выбор данных типов продуктов связан как с их физико-механическими свойствами и химической стойкостью, так и со стоимостными показателями. Проектировщик при принятии решения о выборе того или иного полимера должен прежде всего руководствоваться показателями кислотности или щелочности грунта (рН), а также прочностью и относительным удлинением полимеров под нагрузкой.

Так, например, материалы из полиэфира (такие как Stabilenka® и Comtrag®) с удлинением при разрыве 8–12% могут применяться только в нейтральных средах, тогда как полипропиленовые геосинтетики хорошо работают и в щелочных грунтах, однако имеют удлинение до 20%. На



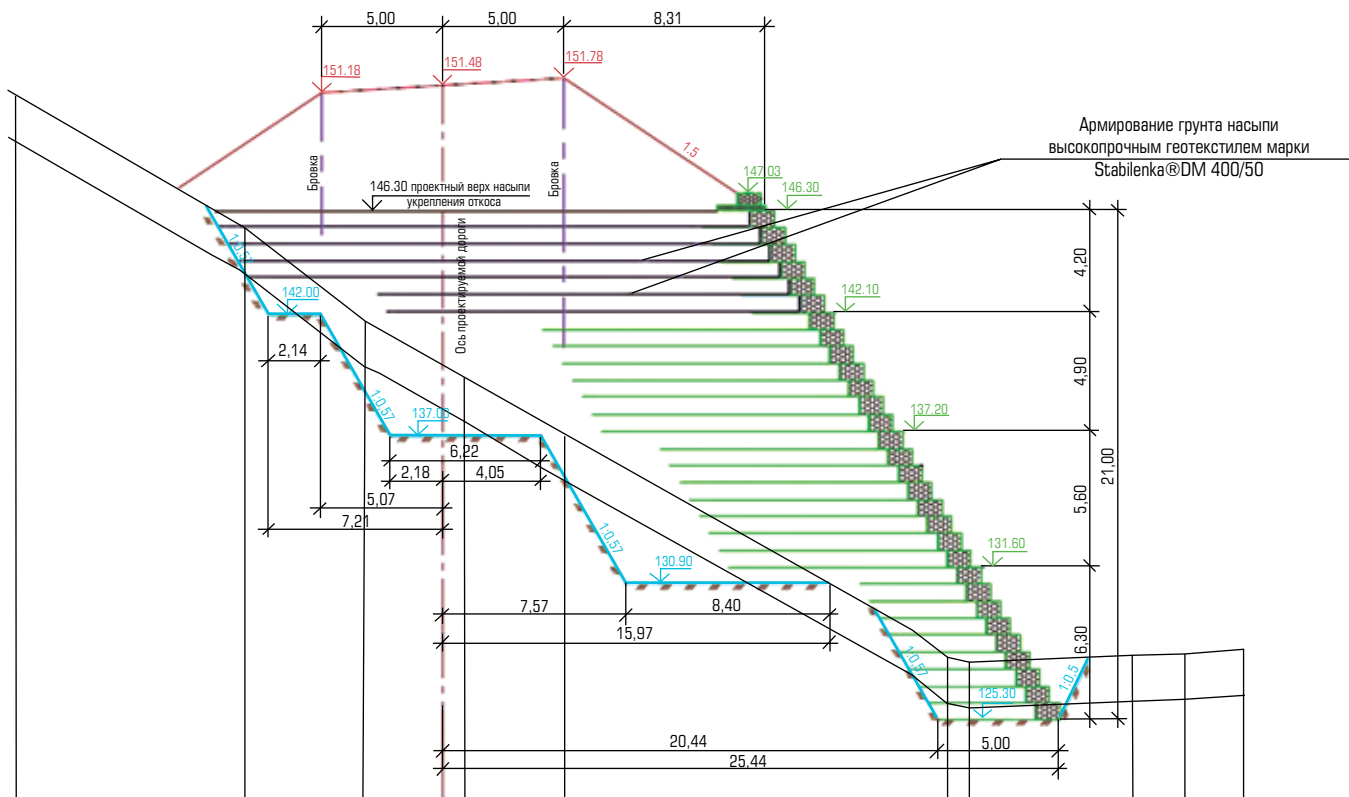


Рис. 1. Поперечное сечение. Армирующий материал — Stabilenka® 400

этом фоне наиболее рациональным выбором является использование поливинилспиртовых геосинтетиков, которые практически не теряют свои качества как в кислотных, так и в щелочных грунтах (вплоть до pH = 12), имея при этом удлинение не более 4–5%. В ассортименте компании HUESKER данный тип продукции представлен торговыми марками Robutec®, а также Fortrac® семейства MPT.

Мировой опыт применения геосинтетических материалов насчитывает уже несколько десятилетий, и за это время сформировались нормативные документы, регламентирующие применение данного вида продукции. Теоретические исследования и практические наработки проектирования и строительства армогрунтовых конструкций легли в основу Еврокода-7, который в настоящее время используется в странах Евросоюза. Кроме того, в некоторых странах выпущены национальные пособия и рекомендации. Так, в Германии действует справочник EBGEО 2010, а в нашей стране разработан ОДМ 218.2.027-2012, освещающий основные вопросы при проектировании армогрунтовых подпорных стен на автомобильных дорогах.

### Расчет по первому предельному состоянию

Расчетная долговременная прочность геосинтетических материалов определяется по формуле:

$$F_d = F_k / (A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 \cdot \gamma_B),$$

где:  $F_k$  — прочность материала при кратковременном растяжении;  $A_1$  — понижающий коэффициент на ползучесть материала (кН/м);  $A_2$  — понижающий коэффициент потери прочности в процессе транспортировки и укладки;  $A_3$  — понижающий коэффициент на стыки и нахлесты соседних полотен, а также при наличии швов в материале;  $A_4$  — понижающий коэффициент на сопротивление внешним воздействиям, ультрафиолетовому излучению, химической среде, перепаду температур;  $A_5$  — понижающий коэффициент, учитывающий ухудшение свойств материала под воздействием внешних динамических и сейсмических нагрузок;  $\gamma_B$  — общий коэффициент запаса при проектировании конструкций из геосинтетических материалов.

Понижающие коэффициенты определяются независимыми институтами, специализирующимися на лабора-

торных испытаниях геосинтетических материалов.

### Расчет по второму предельному состоянию

При расчете по второму предельному состоянию следует установить значение характеристики прочности на разрыв состояние для общего допустимого удлинения:

$$F_{\epsilon,k} = F_k \cdot \beta_\epsilon / (A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5),$$

где  $\beta_\epsilon$  — допускаемая степень нагрузки на материал, определяемая по изохронам для каждого продукта в отдельности.

Компания HUESKER Synthetic GmbH проводит лабораторные испытания всех типов армирующих материалов и имеет в наличии данные по всем коэффициентам, необходимым в расчетах.

Для того чтобы геосинтетический материал удовлетворял заявленному пределу прочности на разрыв, армирующий элемент конструкции должен быть правильно закреплен в массиве грунта. В рамках расчета армогрунтовых конструкций необходимо проверить условие анкеровки или определить несущую способность ма-



материала армирования. Проводя расчеты устойчивости, проектировщик проверяет возможные схемы разрушения конструкции, которые определяются при помощи кривых скольжения. При проектировании крупных объектов для выполнения подобных исследований рекомендуется создавать модель сооружения в реальную величину и проводить натурные испытания, чтобы определить степень взаимодействия армирующих элементов с массивом грунта.

Технология армирования грунтов геосинтетическими материалами открывает большие возможности. Ее преимущества заключаются в скорости строительства, а также экономии средств. И, несмотря на то, что данная область является сравнительно молодой, особенно в нашей стране, отечественные проектировщики и строители уже имеют положительный опыт работы с армированными грунтами, чему во многом способствует их сотрудничество с такими компаниями, как HUESKER Synthetic GmbH.



**Рис. 2. Подпорная стенка в период строительства**



**Рис. 3. Фасад армирующей конструкции в настоящее время**

В заключение несколько примеров сооружений, построенных с применением геосинтетических материалов.

Одна из самых высоких армирующей подпорных стен в нашей стране высотой более 20 м построена в районе Геленджика на участке горной дороги, соединяющей трассу Прасковеевка — Молоканова Щель с объектом управления делами Президента РФ. В данном случае стесненные условия строительства не позволяли произвести отсыпку грунта, а железобетонная стена была очень дорогим решением. Наиболее рациональным вариантом оказалось возведение армирующей конструкции с применением геоткани Stabilenka® 400 (рис. 1).

Для сооружения ТЦ «Июнь» в Красноярске компанией «Дар/Водгео» был специально разработан проект укрепления берега при помощи армирующей конструкции с применением геоткани Stabilenka® 100. Двухъярусная подпорная стенка высотой 17 м с промежуточной бермой была построена примерно за полгода (рис. 2 и 3).

**Главный специалист  
технического отдела HUESKER  
Synthetic GmbH А. Федотов**

## Создание ценностей – гарантия ценности

HUESKER – инженерные решения с геосинтетическими материалами

### Механика грунтов, основания и фундаменты

Геосинтетические материалы HUESKER обеспечивают эффективные и рентабельные инженерные решения в сферах производства земляных работ, укрепления оснований сооружений и фундаментов.

Армирование асфальтобетона

Гидротехническое строительство

Охрана окружающей среды



[www.huesker.ru](http://www.huesker.ru)

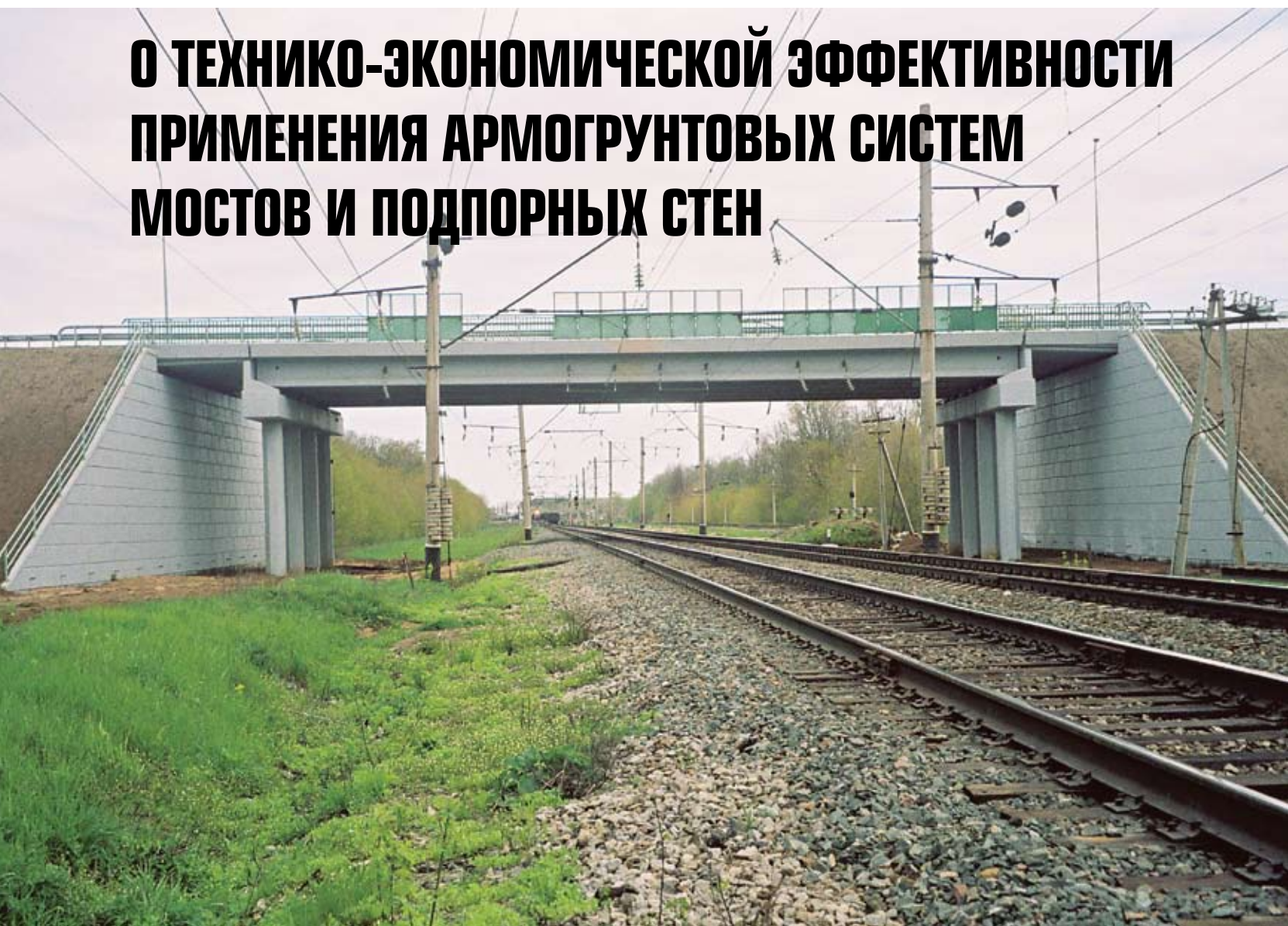
Инженеры компании HUESKER поддержат Вас при реализации Ваших проектов. Вы можете положиться на продукцию и инженерные решения HUESKER.



ООО «ХЮСКЕР», 125445, г. Москва, Ленинградское шоссе, д. 69, корп. 1  
Тел. +7 495 221-42-58, e-mail: info@huesker.ru

# HUESKER

# О ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АРМОГРУНТОВЫХ СИСТЕМ МОСТОВ И ПОДПОРНЫХ СТЕН



Путепровод через железную дорогу на автодороге «Аниш» в Республике Чувашия. Устои с разделными функциями

**А**нализ причин этого позволяет сделать следующие выводы:

1. Для строгого экономического анализа не достаточно проводить только сравнение затрат на возведение сооружения по традиционной (типовой) схеме и по инновационной схеме, то есть с применением армогрунтовых систем. Такой анализ должен учитывать сроки окупаемости, эксплуатационные расходы, срок службы, расходы на ремонт и реконструкцию, а также другие факторы, определяемые современной экономической наукой.

1.1. При выборе вариантов сооружения очень важно проводить сравнение их технико-экономической

**На сегодняшний день в литературе (как отечественной, так и зарубежной) отсутствуют достоверные и строго обоснованные данные, полученные на основе статистической обработки репрезентативных выборок по технико-экономической эффективности применения армогрунтовых систем в сооружениях различного целевого назначения.**

эффективности с учетом идентичности следующих одинаковых факторов:

- инженерно-геологические условия в районе строительства;
- наличие местных материалов;
- дальность перевозки материалов и конструкций, наличие дорог;
- возможности подрядной организации, вооруженность ее необхо-

димой техникой и квалифицированным персоналом;

- сроки строительства;
- климатические условия в период выполнения основных технологических процессов.

1.2. Субъективные факторы, порожденные «дырами» в законодательной базе, нормативном обеспечении, экономическом механизме

Таблица 1  
Варианты подпорных стен

оплаты труда проектировщиков и подрядных организаций.

На сегодняшний день ни одна из сторон, участвующих в транспортном строительстве, не заинтересована в снижении стоимости строительства, так как:

- оплата проектировщиков составляет определенный процент от стоимости объекта;

- Госэкспертиза экономически заинтересована в отрицательном заключении по проектам, ведь стоимость первого и повторного заключений составляет до 50% стоимости самого проекта. (Как говорится, «невежество входит в контакт со стяжательством»);

- подрядная организация, выигравшая торги на строительство объекта, заказывает рабочую документацию. Поскольку оплата подрядной организации осуществляется по фактическим затратам, она не заинтересована в снижении стоимости;

- зачастую и администрация региона, и заказчик, отдавая предпочтение той или иной подрядной организации, рассчитывают на «откат», который зависит от стоимости подряда в условиях не изжитой еще повальной коррупции многих государственных и частных структур.

2. Данные о соотношении технико-экономических показателей типовых (железобетонных) и армогрунтовых конструкций.

2.1. Данные Центральной лаборатории транспортных коммуникаций и экологии ОАО ЦНИИС.

Эта лаборатория имеет большой и многолетний опыт по научно-техническому сопровождению проектирования и строительства различных объектов транспортного строительства, а также ряд оригинальных конструктивных разработок, защищенных патентами РФ.

По данным этой лаборатории, «эффективность новых конструкций с использованием армогрунтовых систем обеспечивается снижением:

- трудоемкости — на 45%;
- материалоемкости — на 35%;
- сроков строительства — на 40%;
- стоимости строительства — на 30%;
- негативного воздействия на экосистему в районе строительства».

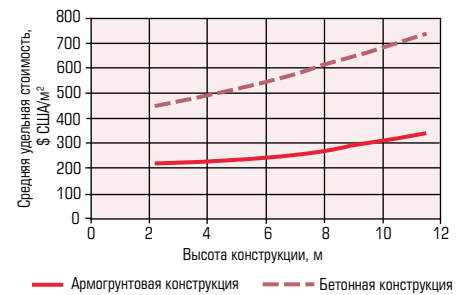
2.2. Данные по средней удельной стоимости строительства подпорных стен из армированного грунта и бетона.

Вар.	Поперечный разрез	Фасад
I		
II		
III		
IV		
V		



**Таблица 2**  
**Экономические показатели вариантов подпорных стен**

Вариант	№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Количество	Стоимость в тыс. руб.
I	1.	Котлован	м³	20	4,4
	2.	Фундамент железобетонный	м³	7,9	90,4
	3.	Стена железобетонная	м³	5,4	171,6
	4.	Дренарующий грунт	м³	83	25
					291,4 × 1,6 = 466,2
					287%
II	1.	Котлован	м³	31	6,7
	2.	Вертикальные железобетонные панели	м³	1,4	12,4
	3.	Блок ограждения	м³	1,0	11,5
	4.	Шапочный брус	м³	0,12	1,4
	5.	Георешетки (RE)	м²	116,4	42,3
	6.	Дренарующий грунт/щебень	м³/м³	65,2/4,5	19,6/6,9
	7.	Фундамент	м³	2,8	32,1
					132,9 × 1,6 = 212,6
					131%
III	1.	Котлован	м³	31	6,7
	2.	Фундамент железобетонный	м³	0,8	4,8
	3.	Железобетонные блоки	м³	1,4	6,0
	4.	Шапочный брус	м³	0,12	1,4
	5.	Блок ограждения	м²	1,0	11,5
	6.	Георешетки (RE)	м³/м³	120	43,6
	7.	Дренарующий грунт/щебень	м³	65,2/5,3	19,6/8,0
					101,6 × 1,6 = 162,6
					100%
IV	1.	Котлован	м³	31	6,7
	2.	Фундамент	м³	0,8	4,8
	3.	Сборные железобетонные отдельные панели с диафрагмами	м³	2,5	9,7
	4.	Шапочный брус	м³	0,12	1,4
	5.	Блок ограждения	м²	1,0	11,5
	6.	Георешетки (PVA)	м³/м³	120	40,4
	7.	Дренарующий грунт/щебень	м³	65,2/1,8	19,6/8,0
					102,1 × 1,6 = 163,4
					≈ 100%
V	1.	Котлован	м³	31	6,7
	2.	Фундамент	м³	2,8	32,1
	3.	Двухтавровые железобетонные стойки	м³	0,11	3,7
	4.	Железобетонные панели горизонтальные	м³	0,84	19,4
	5.	Блок ограждения / шапочный брус	м²	1,0/0,12	11,5/1,1
	6.	Геотекстиль (PES)	м³/м³	153	25,9
	7.	Дренарующий грунт/щебень	м³	65,2/4,4	19,6/6,7
					126,7 × 1,6 = 202,7
					125%



**Рис. 1. Средняя удельная стоимость строительства подпорных стен из армированного грунта и бетона**

Сравнение удельных стоимостей гравитационных (бетонных) и армогрунтовых стен приведено на рис. 1, из которого видно, что с увеличением высоты стены разница в стоимостях увеличивается в пользу армогрунтовых систем.

2.3. Данные по сравнительной стоимости гравитационной железобетонной стены и армогрунтовых стен различной конструкции.

Для сравнения стоимостей выбрано 5 вариантов подпорных стен высотой 6,0 м и длиной 1 п.м.

*I вариант.* Железобетонная гравитационная подпорная стена уголкового профиля с контрфорсами;

*II вариант.* Армогрунтовая подпорная стена с одноосными армирующими георешетками Tensar RE и лицевой стенкой из вертикальных панелей на всю высоту стенки;

*III вариант.* Армогрунтовая подпорная стена с одноосными армирующими георешетками Tensar RE и лицевой стенкой из железобетонных блоков;

*IV вариант.* Армогрунтовая подпорная стена с армирующими плоскими георешетками Fortrac PVA; лицевая стенка из сборных пустотелых элементов, состоящих из двух плит, соединенных диафрагмами;

*V вариант.* Армогрунтовая подпорная стена с армирующими элементами из геотекстиля Stablenka (PES) и лицевой стенкой в виде двухтавровых стоек с забиркой в пазы горизонтальных железобетонных плит.

Схемы описанных вариантов подпорных стен приведены в табл. 1, а стоимости этих вариантов — в табл. 2. Как видно из табл. 2, варианты III и IV являются самыми дешевыми. Их стоимость принята за 100%. При этом стоимость типовой железобетонной стены (I вариант) составит 287%.

2.4. Сопоставление стоимостей путепроводов по различным традиционным схемам с путепроводом с устоями с раздельными функциями.

В приведенном ниже примере использованы данные вариантного проектирования путепровода через железную дорогу в Чувашской Республике на автодороге «Аниш». Проектирование выполнял институт ООО «Интердорпроект».

Схемы вариантов путепровода приведены в таблице 3.

**Вариант №1** — схема путепровода 12 + 24 + 12; устои массивные, железобетонные с обратными стенками.

**Вариант №2** — схема путепровода 18 + 24 + 18; устои обсыпные конусного типа.

**Вариант №3** — схема путепровода 12 + 24 + 12, устои железобетонные с обратными стенками (как и в варианте №1); для облегчения устоев концевые участки насыпи проармированы геосинтетикой.

**Вариант №4** — схема путепровода однопролетная, длина пролета 33,0 м; устои с раздельными функциями — концевой участок насыпи представляет собой армогрунтовую систему с армирующими прослойками из геосинтетики Stabilenka (PES); лицевая стенка из уголковых железобетонных блоков.

**Вариант №5** — схема путепровода однопролетная, длина пролета 24,0 м; устои с раздельными функциями (такие же, как и в варианте №4).

Расчеты стоимостей вариантов путепровода приведены в табл. 4.

Как видно из табл. 4, наиболее дешевым оказался вариант №5. Его стоимость принята за 100%. Типовые же схемы путепроводов с устоями старой конструкции дорожке на 40–60%.

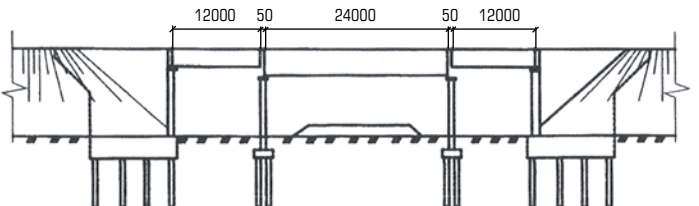
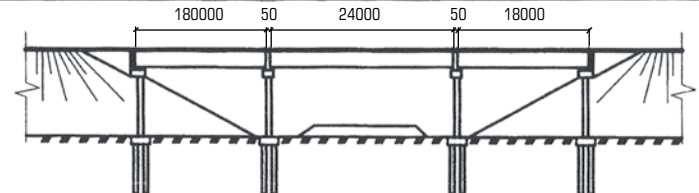
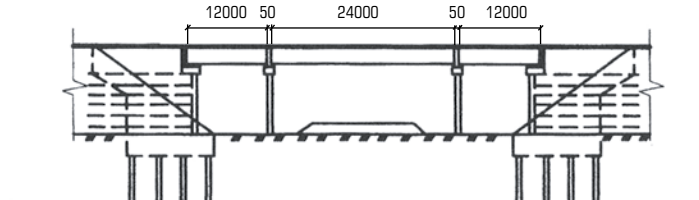
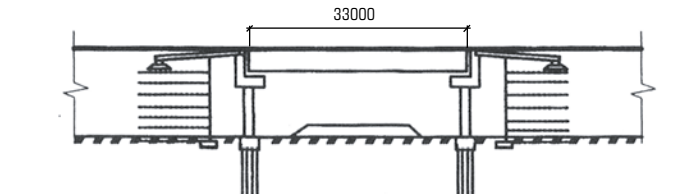
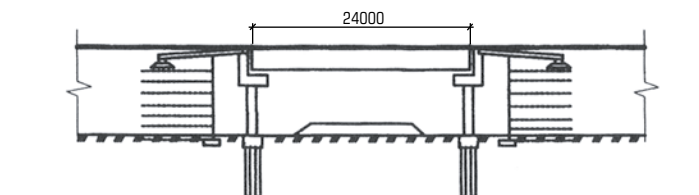
На практике по указанию заказчика и по согласованию с дирекцией железной дороги был принят вариант №4. Этот вариант, как видно из таблицы, дорожке всего на 7%.

Таким образом, эффективность применения устоев с раздельными функциями дает очень существенный экономический эффект. Однако Главгосэкспертизой РФ эти варианты отклоняются.

3. Экономическая эффективность использования различных геосинтетических и геопластиковых материалов для армогрунтовых систем.

ОАО ЦНИИС «НИЦ «Мосты» предложил простую и вполне достоверную оценку эффективности применения

**Таблица 3**  
**Схемы путепроводов**

Варианты схем путепровода	Номер варианта
	№1
	№2
	№3
	№4
	№5



**Таблица 4**  
**Экономическое сравнение различных схем путепровода**

№ п/п	Наименование показателей	Единица измер.	Показатели				
			Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
1	Длина и схема путепровода		74,22 (12 + 24 + 12)	66,7 (18 + 24 + 18)	74,22 (12 + 24 + 12)	40,18 (33 × 1)	30,6 (24 × 1)
2	Ширина путепровода	м	16,18	16,18	16,10	16,18	16,18
3	Площадь путепровода	м <sup>2</sup>	1200,88	1079,21	1200,88	650,11	495,11
4	Разница в подходах (дорога)	пм	—	7,52	—	31,04	43,62
<i>Промежуточные опоры</i>							
5	Стойки	шт/м <sup>3</sup>	8/29,7	8/29,7	8/29,7	—	—
6	Ростверк	шт/м <sup>3</sup>	2/170,0	2/170,0	2/170,0	—	—
7	Стакан	шт/м <sup>3</sup>	—	—	—	—	—
8	Сваи	шт/м <sup>3</sup>	16/135,0	16/135,0	16/135,0	—	—
9	Ригель	шт/м <sup>3</sup>	2/38,7	2/33,5	2/38,7	—	—
<i>Устои</i>							
10	Тело	шт/м <sup>3</sup>	2/802,0	8/121,2	2/301,0	8/105,2	8/105,2
11	Ростверк	шт/м <sup>3</sup>	2/317,8	2/170,8	2/317,8	2/176,0	2/176,0
12	Стакан	шт/м <sup>3</sup>	—	—	—	—	—
13	Сваи	шт/м <sup>3</sup>	48/425,3	28/236,3	48/304,3	2/135,0	2/135,0
<i>Пролетные строения</i>							
14	Балки L = 33 м	шт/м <sup>3</sup>	—	—	—	7/200	—
15	Балки L = 24 м	шт/м <sup>3</sup>	7/112,2	7/112,2	7/112,2	—	7/112,2
16	Балки L = 18 м	шт/м <sup>3</sup>	—	14/169,4	—	—	—
17	Балки L = 12 м	шт/м <sup>3</sup>	14/101,1	—	14/101,1	—	—
18	Проезжая часть	м <sup>2</sup>	1200,88	1079,21	1200,88	650,11	495,11
19	Объем конусов	м <sup>3</sup>	2150	7400	2150	—	—
20	Лестничные сходы	м <sup>3</sup>	4/23,1	4/33,2	4/23,1	4/23,1	4/23,1
21	Объем подходов	м <sup>3</sup>	—	2632	—	11914	15267
22	Геотекстиль	м <sup>2</sup>	—	—	18800/12000	22500/12500	22500/12500
23	Проезжая часть дороги	м <sup>2</sup>	-1079,21	71,5	—	323,4	414,4
24	Облицовка стенки	м <sup>3</sup>	—	—	—	351,9	351,9
25	Переходные плиты	м <sup>2</sup>	92	92	92	92	92
26	Стоимость*	тыс. руб.	1120,4/159%	852,0/121%	985,3/140%	755,4/107%	704,4/100%

\* Примечание. Стоимость приведена в сопоставимых ценах 1984 года.

в силовых армогрунтовых системах мостов и подпорных стен различных геосинтетических и геопластиковых материалов.

Суть этой простой методики состоит в следующем. Если вычислить отношение стоимости 1 м<sup>2</sup> материала к проектной величине усилия, приходящегося на 1 п.м. армирующего материала в конструкции устоя или подпорной стены, то получим стоимость восприятия материалом 1 кН усилия в конструкции. Назовем

эту величину коэффициентом эффективности:

$$K_{эф} = \frac{\text{Цена } 1 \text{ м}^2}{\text{Усилие на } 1 \text{ п.м.}}$$

Понятно, что чем меньше  $K_{эф}$ , то есть стоимость восприятия усилия в армирующих элементах, тем эффективнее геосинтетический или геопластиковый силовой армирующий материал.

Числового сравнения не приводим, так как фирмы постоянно ме-

няют стоимости своих материалов, которые также зависят от объемов заказа. Эта методика может быть использована для экспресс-оценки эффективности применения тех или иных геосинтетических материалов.

**А.Д. Соколов, к.т.н., ведущий научный сотрудник филиала ОАО ЦНИИС «НИЦ «Мосты»;**  
**А.Н. Солодуни, главный инженер проектов ООО «Союздорпроект»**

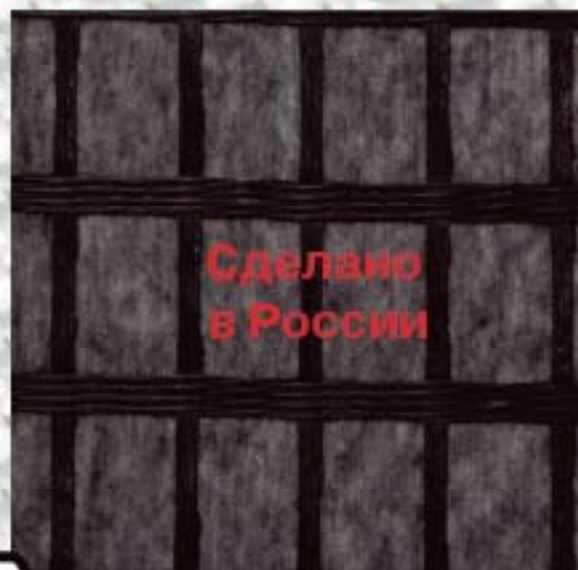


**Разработка инженерных решений  
дорожных конструкций и производство  
геотекстиля тканого АРМИСТАБ и георешётки АРМИСЕТ**

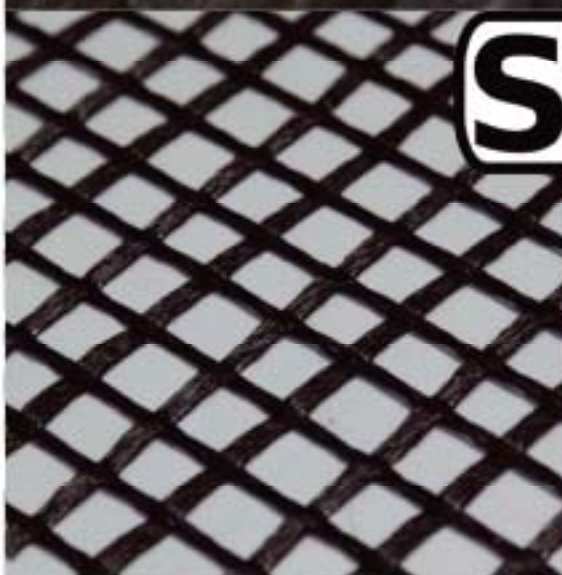


**Качественные  
дороги –  
будущее России**

- Армирование конструктивных слоев дорожных одежд в ходе строительства новых и реконструкции уже существующих автодорог, аэродромов, железнодорожных путей.
- Укрепление откосов автодорог, железнодорожных путей, увеличение крутизны откосов.



**Сделано  
в России**



- Армирование слабых оснований при строительстве постоянных и временных автодорог, автостоянок, нефтегазовых терминалов и других сооружений.
- Усиление грунтов при строительных работах.



**ООО «СЕТКА»**  
127566, Москва, Алтуфьевское шоссе,  
д. 48, корп. 1  
[www.cettka.ru](http://www.cettka.ru)

**МОСКВА: +7 (495) 640-03-60; +7(499) 403-32-50**  
**КАЗАНЬ: +7 (843) 202-42-30**  
**КРАСНОДАР: +7 (861) 203-35-96**  
**НОВОСИБИРСК: +7 (383) 207-86-44**  
**САМАРА: +7 (846) 229-53-30**  
**СУРГУТ: +7 (346) 231-30-59**



*Система Макволл*



*Геомат МакМат*

## Engineering a better solution

«Маккаферри» — мировой лидер по разработке комплексных решений в области инженерной защиты территорий.

Более 130 лет компания специализируется на возведении подпорных стен, армировании крутых откосов и насыпей, устройстве дренажных систем, защите от осыпей и камнепадов, армировании дорожного полотна, речном и морском берегоукреплении. За 17 лет работы на рынке СНГ с использованием материалов «Маккаферри» построено и реконструировано более 10 000 объектов в области дорожного, подземного, нефтегазового, гидротехнического и гражданского строительства. Инновационные технические решения обеспечивают экономическую и техническую эффективность проектов, а также их экологическую безопасность. Производственные мощности компании находятся в России, Украине, Казахстане.

**MACCAFERRI**

[www.maccaferri.ru](http://www.maccaferri.ru)



*Георешетка Паралинк*



*Система драпировки Стилгрид*