

ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ Спецвыпуск



ПРОИЗВОДСТВО НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

геополотно нетканое

втор-ком.рф

Геополотно·ВК



Сертификация ОАО «РЖД»
Согласование «Росавтодор»
Согласование ГК «Автодор»

для дорожного
и нефтегазового строительства

геотекстиль

ЛАЙТЕКС



для общестроительных нужд

геотекстиль

G-TEX



для ландшафтных работ

Мы рады предложить Вам:

НОВЕЙШИЕ
технологии производства

СТАБИЛЬНОЕ
качество продукции

ВЫГОДНОЕ
географическое положение



ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ БИТУМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

для строительства и эксплуатации автомобильных дорог и аэродромов



ШИРОКИЙ АССОРТИМЕНТ ПРОДУКЦИИ:

- стыковочные ленты
- герметизирующие мастики
- защитно-восстановительные составы
- ПБВ
- грунтовки
- уплотнительные шнуры

Все материалы согласованы
для применения в Росавиации



Официальный дистрибьютор продукции марки БРИТ:

АО «АРЕАН-геосинтетикс»

197348, Санкт-Петербург, Коломяжский пр., д. 18, офис 4-095

тел. (812) 305 90 40, факс (812) 305 90 41

info@areangeo.ru | www.areangeo.ru

**ИННОВАЦИОННЫЕ
ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ
РАЗРАБОТКИ**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ
СОПРОВОЖДЕНИЕ
ПРИМЕНЕНИЯ**

**КОМПЛЕКСНЫЕ
ПОСТАВКИ**



Дорожно-строительный комплекс готовится к серьезному прорыву — регионы активно подключаются к реализации национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги». Означает это и повышение спроса на геосинтетическую продукцию, что не может не радовать ее производителей. Однако следует понимать, что геоматериалы — это не товар, отпускаемый на вес, подобно колбасе. Компании-производители должны предлагать своим клиентам весь комплекс услуг: от поставки материала до методики расчетов проектных решений.

И здесь возникает много вопросов, поскольку нормативная база на сегодняшний день не отвечает современным требованиям и не охватывает все аспекты дорожного и мостового строительства. В частности, отсутствуют нормативы на проектирование армогрунтовых систем. Эти пробелы в нормативных документах пытаются восполнить за счет использования различных ОДМ, нередко противоречащих друг другу. К каким результатам это приводит, догадаться нетрудно: сегодня мы имеем целый ряд дефектных объектов, ремонт которых обходится значительно дороже, чем разработка полноценного норматива на их проектирование. Обсудить данную проблему на страницах выпуска мы пригласили производителей ГМ, проектировщиков и экспертов отрасли.

Целый ряд материалов номера посвящен и другой извечной теме — вопросам качества. Ну и, конечно же, не могли мы оставить без внимания и вопросы практики применения геоматериалов. А насколько глубоко в журнале проработана вся эта тематика, судить вам, уважаемые читатели!

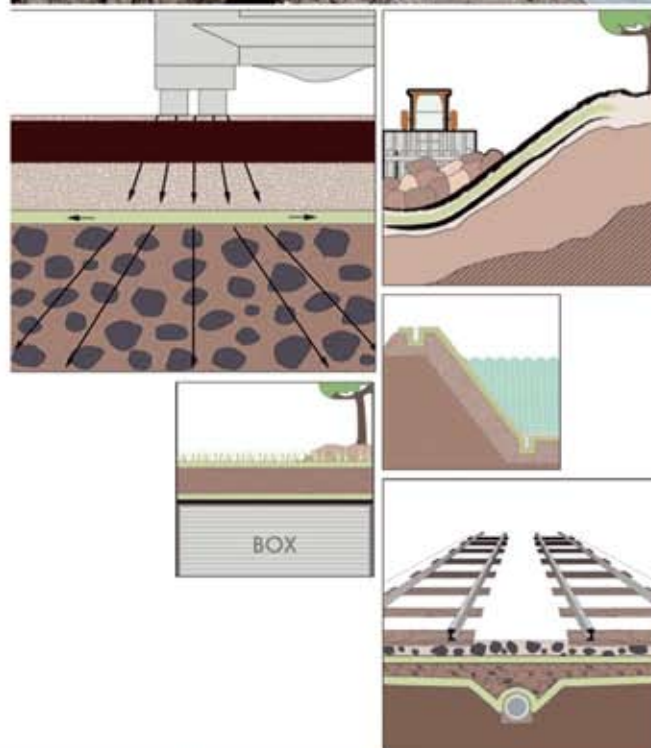
*С уважением, главный редактор журнала
Регина Фомина*

Drenotex

Полиэфирный геотекстиль

Производим геотекстиль для:

- ▶ Укрепления почвы на склонах
- ▶ Укрепления берегов
- ▶ Устройства полигонов захоронений отходов
- ▶ Строительства дорог и ж/д путей
- ▶ Устройства дренажных систем
- ▶ Строительства подземных гаражей и эксплуатируемых кровель
- ▶ Строительства спортивных площадок



ООО «Фройденберг Политекс»
Россия, 606524, Нижегородская обл., г. Заволжье,
ул. Железнодорожная, д. 1, стр. 45
Тел.: +7 (83161) 2-12-12; факс: +7 (83161) 2-12-16
E-mail: Maksim.Korobov@freudenberg-pm.com
www.freudenberg-pm.com

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 «ТехИнформ»

Генеральный директор
Регина Фомина

РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор
Регина Фомина
info@techinform-press.ru

Заместитель главного редактора
Илья Безручко
bezruchko@techinform-press.ru

Редактор выпуска
Наталья Алхимова

Редактор
Сергей Зубарев
redactor@techinform-press.ru

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

Корректор
Любовь Панова

Руководитель отдела стратегических проектов
Людмила Алексеева
editor@techinform-press.ru

Руководитель службы рекламы, маркетинга и выставочной деятельности
Нелля Кокина
roads@techinform-press.ru

Руководитель отдела подписки и распространения
Нина Бочкова
public@techinform-press.ru

Адрес редакции:
192 007, Санкт-Петербург,
ул. Тамбовская, 8, лит. Б, оф. 35
Тел.: (812) 490-47-65; (812) 905-94-36,
+7 (931) 256-95-96
office@techinform-press.ru
www.techinform-press.ru

За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

Подписку на журнал можно оформить по телефону (812) 905-94-36 и на сайте www.techinform-press.ru



«Дороги. Инновации в строительстве»
Спецвыпуск «Геосинтетические материалы»
№75 февраль/2019

Главный информационный партнер
Саморегулируемой организации
некоммерческого партнерства межрегионального объединения дорожников «Союздорстрой»

В НОМЕРЕ:

УПРАВЛЕНИЕ, ЭКОНОМИКА

- 4 Геосинтетика с точки зрения Росавтодора
- 6 **И. А. Чижиков, Г. К. Мухамеджанов.**
От производства геотекстиля к подъему экономики
- 8 **Е. Н. Симчук, Д. В. Медведев, М. И. Никитин, С. А. Богомолова.**
Совершенствование нормативной базы для применения геосинтетики
- 12 Николай Быстров о стандартах и секретах качества

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

- 16 Сергей Ильин о продуктивных экспериментах Автодора



- 22 **В. В. Ушаков.** Об эффективности геосинтетиков в конструкциях дорожных одежд



- 25 **Б. И. Кулачкин, А. И. Радкевич, А. А. Митькин, Д. П. Матохин, К. В. Игонин, М. А. Коваль.**
Инновации в механике грунта и геотехнике (ООО «ИПТС-Транспроект»)
- 32 **А. Д. Соколов, М. В. Шулаева.**
Причины повреждения свай фундаментов лицевых стенок армогрунтовых систем мостов



- 36 Проектирование армогрунтовых систем: анализ ошибок и поиск решений (круглый стол)

ИССЛЕДОВАНИЯ

- 50 **Е. В. Федоренко.** Оценка устойчивости армогрунтовых сооружений
- 54 **Е. С. Пшеничникова, И. Ж. Хусаинов.** Расчетные методы при применении пространственных георешеток в дорожном строительстве



- 58 **К. И. Вачнадзе.** О влиянии жестких георешеток на деформативные характеристики дорожных одежд (компания «Тенсар»)



- 62 **Г. К. Мухамеджанов.** О свойствах нетканых иглопробивных полотен из регенерированных ПЭТ-волокон
- 64 **Е. А. Корчагин, Н. А. Зубачев.** Подбор заполнителя объемных георешеток с учетом гидравлического воздействия

ТЕХНОЛОГИИ

- 70 **Д. Л. Москаленко.** Строительный контроль объемных георешеток
- 75 **В. В. Штабинский.** Ремонт асфальтобетонных покрытий с применением геосеток

- 82 **А. В. Самко.** Применение экономически эффективной армогрунтовой подпорной конструкции по системе «Вертикальный откос» на объектах дорожной отрасли (ООО «Хюскер»)
- 86 **С. С. Зуев.** Опыт применения струйной технологии закрепления грунтов (ОАО «Нью Граунд»)

РЫНОК ГЕОМАТЕРИАЛОВ

- 88 **Т. Цыбина.** Геосинтетика в свете стратегии развития дорожной сети
- 91 Методика борьбы с контрафактом от «Втор-Ком» (интервью с М. Р. Рузбиным)
- 94 **А. М. Иншаков, И. А. Кукло.** Парaproдукты: уникальные георешетки Маккаферри
- 100 Сырье для производства как основа качества (свободный микрофон)

БИЗНЕС-КАЛЕЙДОСКОП

- 104 Геосинтетические материалы для дорожной отрасли

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 АО «Институт «Стройпроект»

И.Е. Колюшев, заслуженный строитель РФ, технический 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»

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 кафедры «Мосты» ПГУПС

А. А. Белый, к. т. н., заведующий кафедрой «Мосты» ФГБОУ ВО ПГУПС

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

Установочный тираж 15 тыс. экз.
Цена свободная.
Подписано в печать: 28.02.2019
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.

ГЕОСИНТЕТИКА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ РОСАВТОДОРА

На протяжении последних лет Росавтодор активно работает над созданием базы нормативно-технических документов, регламентирующих использование геосинтетических материалов в дорожном хозяйстве. В настоящее время она уже сформирована по основным областям применения: в частности, действуют 5 ОДМ, 14 ГОСТ Р и 2 ПНСТ.

В декабре 2014 года подведомственным Росавтодору федеральным казенным учреждениям было дано поручение об осуществлении контроля применения геосинтетических материалов при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте, устанавливающее обязательное требование о предоставлении изготовителем (продавцом) протоколов испытаний с присвоенными коэффициентами долговечности на поставляемую продукцию (в соответствии с ОДМ 218.2.047-2014). Также прописано обязательное требование о проведении выборочного входного контроля.

В основных испытаниях на определение коэффициентов долговечности определяется:

- морозостойкость;
- устойчивость к УФ-излучению;

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ПО ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛАМ:

- 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»;
- ОДМ 218.3.032-2013 «Методические рекомендации по усилению конструктивных элементов автомобильных дорог пространственными георешетками (геосотами)»;
- ОДМ 218.2.047-2014 «Методика оценки долговечности геосинтетических материалов, используемых в дорожном строительстве» (воздействие факторов, ухудшающих характеристики ГМ во время эксплуатации)»;
- ОДМ 218.2.046-2014 «Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве»;
- 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 тре-

бования» (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 «Геотекстиль. Испытания на растяжение с применением широкой ленты»);
- ГОСТ Р 55031-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения устойчивости к ультрафиолетовому излучению» (гармонизирован с EN 12224 «Геотекстиль и изделия из геотекстиля. Определение стойкости к старению»);
- 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»;
- ГОСТ Р 55034-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования ас-

- устойчивость к агрессивным средам (кислоте, щелочи);

- устойчивость к механическим повреждениям при укладке;

- устойчивость к микроорганизмам;

- коэффициент устойчивости ниточно-сварных швов.

Таким образом, получив совокупность результатов по вышеперечисленным параметрам, можно говорить о качестве материала и его долговечности. Стоит отметить, что наличие результатов проверок позволяет не проводить тотальный входной контроль в полевых условиях на объектах строительства, оценивая лишь основные характеристики оперативными методами контроля.

В настоящее время на рынке можно констатировать отсутствие дефицита геосинтетиков, стагнации при этом тоже не наблюдается. Наличие конкуренции в сфере производства таких дорожно-строительных материалов, в свою очередь, дает возможность выбора технических решений на основе технико-экономического сравнения вариантов при проектировании. При этом, как отмечают в Росавтодоре, необходимо добавить, что дорожная отрасль ждет

от отечественных производителей качественной продукции, которая позволит обеспечить больший срок службы автомобильных дорог.

На федеральных трассах армогрунтовые системы и геосинтетические материалы получили распространение сравнительно недавно. В практике предприятий Росавтодора они, как правило, используются для армирования земляного полотна, дорожной одежды, укрепления откосов насыпи, оголовков водопропускных труб и подходов к мостам. При этом случаев неправильного применения геосинтетики и ошибок при проектировании армогрунтовых систем на сегодняшний день не зафиксировано.

Согласно статистике, за период с начала реализации комплексной программы внедрения композитных материалов в дорожную отрасль, подписанной 4 декабря 2015 года и рассчитанной до 2020 года, уложено около 9 млн м² геосинтетических материалов на 171 участке освоения. По отчетным данным федеральных казенных учреждений Росавтодора, в 2017 году была осуществлена укладка 4 млн м² на 70 участках, в 2018 году — 1,5 млн м² на 35 участках. ■

фальтобетонных 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 «Геотекстиль и изделия из геотекстиля. Метод испытаний для определения стойкости к кислотным и щелочным средам»);

- ГОСТ Р 56338-2015 «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);

- ГОСТ Р 56337-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Метод определения прочности при динамическом продавливании (испытание падающим конусом)» (гармонизирован с ISO 13433:2006 Geosynthetics — Dynamic perforation test (cone drop test));

- ГОСТ Р 56335-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Метод определения прочности при статическом продавливании» (гармонизирован с ISO 12236:2006 Geosynthetics — Static puncture test (CBR test));

- ГОСТ Р 56339-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Метод определения ползучести при растяжении и разрыва при ползучести» (гармонизирован с ISO 13431:1999 Geotextiles and geotextile-related products — Determination of tensile creep and creep rupture behavior);

- ГОСТ Р 56336-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Метод определения стойкости к 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);

- ГОСТ Р 56419-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для разделения слоев дорожной одежды из минеральных материалов. Технические требования»;

- ПНСТ 20-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дренирования. Общие технические условия»;

- ПНСТ 132-2016 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Методика определения устойчивости геосинтетических материалов к микробиологическому воздействию».

И. А. ЧИЖИКОВ,
к. т. н., генеральный директор ООО «ГСХ Групп»;
Г. К. МУХАМЕДЖАНОВ,
к. т. н., зав. лабораторией АО «НИИ нетканых материалов»

ОТ ПРОИЗВОДСТВА ГЕОТЕКСТИЛЯ К ПОДЪЕМУ ЭКОНОМИКИ

Экономическая жизнь нашего государства сейчас фактически держится на ранее накопленных резервах, постепенно уменьшающихся, и всевозможных фискальных повышениях (общие, земельные и дорожные налоги, штрафы, топливные сборы и т. п.). Основные доходы, получаемые от продажи углеводородов, снизились, и западные санкции тоже дают о себе знать. При этом большинство населения следит за котировками нефтяного барреля и валют, как будто вся страна стала играть на бирже. А Запад и Китай пользуются нашими ресурсами, производя в большинстве своем нехитрые, но технологичные вещи из российского сырья, которые затем продают нам, как туземцам, в 10–20 раз дороже. Изменить ситуацию может только развитие собственного современного производства, в частности в нефтехимической отрасли.

По данным Союзлегпрома, на базе национальной нефтегазохимии, основанной на собственных ресурсах углеводородов, растет производство синтетических волокон и нитей в Канаде, Саудовской Аравии, ОАЭ, ряде стран Юго-Восточной Азии. При этом за последние 20 лет в Канаде совокупный объем экспорта геотекстиля возрос с 0,6 до 1,4 млрд долл., в ОАЭ — с 0,05 до 1,3 млрд, в Саудовской Аравии — с 0,01 до 225 млн. Россия же ввозит свыше 65% такой продукции (в том числе до 90% полиэфирных нитей).

Сейчас, например, в производстве полиэфирных сеток мы все сырье (высокопрочные полиэфирные нити) покупаем в Китае или Европе, а потом затрачиваем немалые деньги, чтобы выпустить конечный продукт. В итоге его себестоимость по ряду причин получается выше, чем у товара, завезенного из Китая или Индии. Такой алгоритм приводит к постепенному разрушению отечественной производственной базы в целом. Однако в нефтегазовой отрасли мы продолжаем широкомасштабно строить только трубопроводы для экспорта углеводородов.

А теперь представьте ситуацию, что Россия перестала делать ставку на продажу природных ресурсов и начала вкладываться в современные заводы по производству продукции, которая сейчас завозится из-за границы. Можно ожидать, что с сокращением нашего экспорта цены на нефть и газ в мире начнут подниматься, а у нас, наоборот, при переориентации на внутренний рынок подешевеют электричество, газ, бензин и другие производные из нефти, а также грузоперевозки. Заводы будут выпускать более дешевые продукты, чем за рубежом, и продавать их за валюту. Станет выгодно развивать производства с высокой добавленной стоимостью.

Как следствие, произойдет скачок в повышении уровня жизни и приближение уровня зарплат к



среднеевропейским. При этом возрастут поступления в госбюджет от налогового администрирования как внутри страны, так и от продажи товаров за рубеж. Государство сможет себе позволить больше вкладывать как в оборону, так и в социальное обеспечение, увеличив пенсии и пособия, затраты на здравоохранение и т. д. Освоение богатств своей земли своими же руками — для нас это единственный путь к саморазвитию и, как задача максимум, к лидерству в мире.

На практике, конечно, все окажется не так просто. Если перенаправить нефть и газ на внутренний рынок, сразу возникнет несколько проблем. Первая из них — как государству обойтись без нефтегазовых доходов. Вторая — как использовать избыток нефти и газа. Представляется, что с решением этих задач достаточно оперативно способны справиться перерабатывающие заводы, которые могут выпускать тот же полиэфир, полипропилен и прочее сырье для нашей же текстильной, химической, нефтегазовой промышленности.

Вначале придется закупать зарубежное оборудование, способное производить продукты с высокой добавленной стоимостью, но постепенно нужно обеспечить импортозамещение. В этом направлении государство должно оказать нашим предпринимателям поддержку в виде беспроцентных или мало процентных кредитов на развитие производства. Следом появятся и масштабные инфраструктурные проекты, так как новым перерабатывающим предприятиям нужны новые дороги, коммуникации, жилые массивы.

Кстати, в России начали строиться первые заводы по производству полиэфирных волокон и нитей. Один уже открылся в городе Волжский Волгоградской области, по второму инвестиционный проект реализуется в Иваново.

Примером технологического развития может послужить компания «СИБУР», которая имеет разветвленную сеть производств, состоящую из различных нефтехимических заводов. Они способны осуществлять глубокую переработку нефти и выпускать продукты высочайшего класса, в том числе инновационные материалы, применяемые во множестве направлений. Речь идет о различных пластиках, добавках для дорожных одежд, СБС-полимерах, с недавнего времени — и о геосинтетике. Однако в России подобных производств пока слишком мало.

Из-за недостатка первичного ПЭ-волокна в России некоторые предприятия («РБ Групп», «Комитекс»,



Сибгазспецстрой и другие) начали выпускать в промышленном масштабе регенерированные волокна из ПЭТ-бутылок. Главным стимулом для этого послужило то, что закупка подобной продукции из Южной Кореи и Китая стала невыгодной в связи с удорожанием доллара. Российские регенерированные волокна вполне могут использоваться для изготовления материалов технического назначения, применяемых, например, при строительстве временных и вдоль-трассовых дорог, что позволяет снизить стоимость объектов. Соотношение «цена — качество» при этом также является привлекательным.

В целом развитие текстильной промышленности и производства геосинтетиков позволит снизить себестоимость дорожного строительства. Это возможно за счет как сокращения объема используемых нерудных материалов (щебня, песка), так и продления срока службы дорог.

Сделать в данном направлении предстоит очень многое, но без качественного рывка в технологическом развитии Россия так и будет обслуживать сырьем всю планету, оставаясь в зависимости от мировой конъюнктуры рынка и «козней недоброжелателей». ■



Е. Н. СИМЧУК,
к. э. н., генеральный директор АНО «НИИ ТСК»;
Д. В. МЕДВЕДЕВ,
первый заместитель генерального директора АНО «НИИ ТСК»;
М. И. НИКИТИН,
руководитель испытательной лаборатории АНО «НИИ ТСК»;
С. А. БОГОМОЛОВА,
к. т. н., специалист органа по сертификации АНО «НИИ ТСК»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОСИНТЕТИКИ

Современное развитие транспортной системы во многом определяется использованием прогрессивных материалов и технологий. В полной мере это относится к геосинтетическим материалам, которые улучшают эксплуатационные характеристики конструкций автомобильных дорог. Увеличение объемов и расширение области применения геосинтетики неразрывно связано со стандартизацией технических требований и методов исследований (испытаний) и измерений.

Работа по формированию комплекса нормативных документов началась в 2010 году по распоряжению Федерального дорожного агентства. Актуальность создания совокупности стандартов на геосинтетические материалы связана с необходимостью стандартизации технических требований и методов исследований (испытаний) и измерений на национальном уровне. При разработке использован опыт применения отраслевых дорожных методических документов (ОДМ) при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, эксплуатации автомобильных дорог и дорожных сооружений с использованием геосинтетики. В основу заложен функциональный подход к классификации геосинтетических материалов и нормированию их технических характеристик.

В разрабатываемом комплексе нормативных актов можно выделить следующие группы документов: устанавливающие классификацию, термины и определения; содержащие технические требования к геосинтетическим материалам; содержащие требо-

вания к осуществлению контроля качества и оценке соответствия, в том числе методики исследований (испытаний) и измерений. основополагающим является национальный ГОСТ Р 55028-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения», гармонизированный с международным стандартом ISO 10318:2005 Geosynthetics — Terms and definitions.

Технические требования к геосинтетическим материалам были установлены с учетом их функциональной области применения. В настоящее время введены в действие следующие национальные стандарты:

- ГОСТ Р 55029-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования асфальтобетонных слоев дорожной одежды. Технические требования»;

- ГОСТ Р 55338-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования нижних слоев основания. Технические требования»;

- ГОСТ Р 56419-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для разделения слоев дорожной одежды из минеральных материалов. Технические требования»;

- ПНСТ 268-2018 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для борьбы с эрозией на откосах. Общие технические условия».

В качестве основных технических характеристик выбраны максимальная прочность при растяжении и относительное удлинение при максимальной прочности. Номенклатура сформирована с учетом воздействия факторов, оказывающих негативное влияние на прочностные характеристики геосинтетических материалов при выполнении ими определенной функции: пониженных температур, солнечной радиации (ультрафиолетового излучения), агрессивных сред (кислотной и щелочной), микроорганизмов, циклических нагрузок во время их укладки и т. д. Для нормирования проведены испытания большого числа образцов, а также исследовано влияние геосинтетиков на несущую способность конструкции автомобильной дороги в реальных условиях эксплуатации. Следует отметить, что требования не связаны с особенностями структуры и технологическими параметрами материала.

Для обеспечения единого подхода к осуществлению контроля качества и оценки соответствия технических характеристик разработаны стандарты, устанавливающие методики испытаний:

- ГОСТ Р 55030-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения прочности при растяжении»;

- ГОСТ Р 55031-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения устойчивости к ультрафиолетовому излучению»;

- 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»;

- 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»;

- ГОСТ Р 56335-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Метод определения прочности при статическом продавливании»;

- ГОСТ Р 56336-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Метод определения стойкости к циклическим нагрузкам»;

- ГОСТ Р 56337-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Метод определения прочности при динамическом продавливании»;

- ГОСТ Р 56339-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Метод определения ползучести при растяжении и разрыва при ползучести»;

- ПНСТ 269-2018 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения коэф-

фициента фильтрации системы «грунт — геосинтетический материал — грунт».

Указанные методики испытаний гармонизированы с международными стандартами, а также содержат дополнительные требования с учетом особенности эксплуатации автомобильных дорог на большей части территории Российской Федерации в условиях пониженных температур и повышенной влажности. В частности, введено длительное испытание на морозостойкость, заключающееся в попеременном замораживании и оттаивании погруженного в воду геосинтетического материала с последующим сравнением его по прочности с исходным образцом.

В настоящее время проводятся работы по совершенствованию комплекса нормативной документации в целях актуализации действующих стандартов с учетом современного развития науки и техники. Разработка новых документов ведется на основании действующих ОДМ и направлена на интеграцию и систематизацию технических требований к геосинтетическим материалам. Актуальность ее обусловлена требованиями законодательства. В соответствии с ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» ОДМ не относятся к документам по стандартизации и, следовательно, их «применение при поставках товаров, выполнении работ, оказании услуг, в том числе при осуществлении закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» недопустимо.

В настоящее время на этапе утверждения в Росстандарте находятся ПНСТ «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения показателей долговечности геосинтетических материа-



лов» и ПНСТ «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Контроль качества». Эти документы разработаны на основании результатов практического применения ОДМ 218.2.047-2014 «Методика оценки долговечности геосинтетических материалов, используемых в дорожном строительстве» и ОДМ 218.2.046-2014 «Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве» соответственно.

Примерами актуализации действующих в настоящее время стандартов являются обновление ГОСТ Р 55029-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования асфальтобетонных слоев дорожной одежды. Технические требования» и переработка ПНСТ 132-2016 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Методика определения устойчивости геосинтетических материалов к микробиологическому воздействию» в национальный стандарт. В рамках работы по обновлению ГОСТ Р 55029-2012 предусмотрено проведение исследования повреждаемости материалов при укладке в асфальтобетонные слои дорожной одежды, адгезии армированных геосинтетическим материалом асфальтобетонных слоев, влияния геосинтетиков на колееобразование и образование низкотемпературных трещин. При переработке ПНСТ 132-2016 в национальный стандарт будут проанализированы результаты апробации предварительного национального стандарта, а также проведены испытания в целях определения параметра, характеризующего потерю прочности материала от воздействия микроорганизмов в условиях, максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации.

К числу научно-исследовательских работ также относится разработка ПНСТ «Дороги автомобильные общего пользования. Геосинтетические материалы. Общие технические условия», направленного на систематизацию требований к геосинтетикам, выполняющим определенную функцию.

К перспективному направлению развития стандартизации можно отнести разработку методики расчета дорожных одежд с использованием геосинтетических материалов, необходимой для обеспечения их корректного выбора в зависимости от особенностей конструкции. ■



КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Двенадцатая международная специализированная выставка

23 - 25 апреля
2019

Москва, ЦВК «Экспоцентр», пав. 1

Основные разделы выставки:

- Сырье для производства композитных материалов, компоненты: смолы, добавки, термопластики, углеродное волокно и т.д.
- Наполнители и модификаторы
- Стеклопластик, углепластик, графитопластик, базальтопластик, базальтовые волокна, древесно-полимерный композит (ДПК), т.д.
- Полуфабрикаты (препреги)
- Промышленные (готовые) изделия из композитных материалов
- Технологии производства композитных материалов со специальными и заданными свойствами
- Оборудование и технологическая оснастка для производства композитных материалов
- Инструмент для обработки композитных материалов
- Измерительное и испытательное оборудование
- Сертификация, технический регламент
- Компьютерное моделирование
- Утилизация

Специальный раздел выставки:
КЛЕИ И ГЕРМЕТИКИ



Параллельно проводится выставка:
ПОЛИУРЕТАНЭКС
11-я международная специализированная выставка
www.polyurethanex.ru



Информационная поддержка:



Дирекция:

Выставочная Компания «Мир-Экспо»
115230, Россия, Москва, Хлебозаводский проезд, дом 7, строение 10, офис 507
Тел.: 8 495 988-1620 | E-mail: info@composite-expo.ru | Сайт: www.composite-expo.ru

YouTube youtube.com/user/compoexporusia **Twitter** @compoexporus

Организаторы:



ПОЛИУРЕТАНЭКС

Одиннадцатая международная специализированная выставка

23 - 25 апреля
2019

Москва, ЦВК «Экспоцентр», пав. 1

Основные разделы выставки:

- Сырье для производства полиуретанов (добавки, красители, катализаторы, наполнители, и т.д.)
- Оборудование и станки для производства и переработки полиуретанов (расходомерия, шестереночные, оседагональные (шнековые), шлеперные насосные установки, обрабатывающие станки, и т.д.)
- Конечная продукция (контактное уплотнение при литье, фильтры и т.д.)
- Услуги (лабораторные испытания, охрана здоровья и безопасность, переработка, защита окружающей среды, научные разработки)
- Техническое обслуживание оборудования
- Тестовое оборудование

Специальный раздел выставки:
КЛЕИ И ГЕРМЕТИКИ



Параллельно проводится выставка:
КОМПОЗИТ-ЭКСПО
12-я международная специализированная выставка
www.composite-expo.ru



Информационная поддержка:



Дирекция:

Выставочная Компания «Мир-Экспо»
115230, Россия, Москва, Хлебозаводский проезд, дом 7, строение 10, офис 507
Тел.: 8 495 988-1620 | E-mail: info@polyurethanex.ru | Сайт: www.polyurethanex.ru

YouTube youtube.com/user/polyexporus **Twitter** @polyexporus

Организатор:



НИКОЛАЙ БЫСТРОВ О СТАНДАРТАХ И СЕКРЕТАХ КАЧЕСТВА

Технический комитет по стандартизации № 418 «Дорожное хозяйство» (ТК 418), напомним, создан в 1999 году на добровольной основе в целях организации и проведения работ по национальной, региональной (межгосударственной) и международной стандартизации. Главная его задача — развитие отечественной нормативной базы по закрепленной за ним сфере деятельности. К ведению ТК 418 относятся и вопросы, касающиеся применения геосинтетических материалов в дорожном хозяйстве. Об этом — наша беседа с председателем ТК 418, президентом Ассоциации «Росасфальт» Николаем Быстровым.



— Николай Викторович, оцените, пожалуйста, уровень развития нормативной базы геосинтетических материалов, позволяющей использовать их в дорожных конструкциях.

— С моей точки зрения, сегодня мы находимся в важной точке развития, от которой зависит эффективность применения этих материалов в обозримом будущем. Ведь что произошло в прошедшие 7–10 лет? Мы все вместе, я имею в виду профессиональное сообщество, практически с нуля разработали уже около 20 нормативных документов — стандартов, СТО и прочих, посвященных геосинтетическим материалам и содержащих общие требования к различным видам геосинтетики, а также описывающих методы их испытаний. Этот огромный шаг вперед, который дорожная отрасль сделала в крайне сжатые сроки, позволил устранить ситуацию неопределенности на рынке. Однако на самом деле мы только в начале пути.

Да, действующие документы обеспечивают необходимые минимальные требования к материалам. Но на сегодняшний день не решен самый главный вопрос: чтобы геосинтетика применялась эффективно, должны быть утверждены методики, на основании которых можно рассчитывать дорожные конструкции с применением тех или иных геоматериалов с установленными параметрами. К сожалению, такого документа нет



Беседовала Наталья АЛХИМОВА

до сих пор, и, пока это так, уровень эффективности применения геосинтетических материалов не будет достаточно высоким. В самом деле, даже применяя материал в соответствии со стандартами, мы не можем определенно сказать, насколько он будет эффективен в данной конструкции, ведь утвержденных методов расчета нет.

На эту тему мы дискутируем последние 3–4 года, но ситуация пока не меняется. Это тревожный момент. Основная задача, на которой должно сосредоточиться профессиональное сообщество и, конечно, наши регуляторы дорожной отрасли, — создать и быстро утвердить методики расчета.

— Многие эксперты считают, что действующая нормативная база в области геосинтетических материалов довольно противоречива и нормативные документы могут использоваться не полностью, а только в какой-то части. По вашему мнению, не следует ли создать некий комплексный документ, который охватил бы все сферы и регламентировал все, что нужно?

— В силу моей профессиональной деятельности в качестве руководителя ТК 418 я часто сталкиваюсь с людьми, которые критикуют действующую нормативную базу, не важно, в какой сфере — от металлопроката до асфальтобетона и геосинтетики. Считаю, что обсуждать вопрос в том виде, в каком он задан, нельзя, потому что это не конкретное предложение, а эмоциональная реакция из разряда «а мы считаем, что можно лучше». Наверняка можно, но скажите, как? Как говорится, критикуя, предлагай.

К сожалению, людей, которые вносят предложения, позволяющие реально улучшить ситуацию в чем бы то ни было, существенно меньше, чем тех, кто просто критикует. Готов рассматривать любые конкретные предложения от организаций и специалистов, направленные на улучшение и разработку чего-то определенного, но с подписью автора и в конструктивной дискуссии с ним.

Еще раз хочу подчеркнуть, что за последние годы в части применения геосинтетики в дорожных конструкциях проделана колоссальная работа. Это отмечают и наши зарубежные коллеги, подчеркивая, что на тот объем работы, который мы сделали за 10 лет, им понадобилось 40 лет. И я хочу обратить внимание, что мы не переписывали европейские стандарты, у нас нет ни

одного такого документа. Даже в тех случаях, где взяты за основу иностранные нормы, мы их существенно меняли, учитывая российскую специфику. И у нас, по отзывам опять же зарубежных коллег, стандарты на геосинтетику получились лучше, чем европейские. Поэтому буду очень благодарен тем специалистам, кто даст конкретные предложения, на основе которых мы сможем дальше двигаться вперед.

Я не понимаю, что такое комплексный документ, который должен якобы объединить все требования. Ведь известные геосинтетические материалы имеют разное назначение — есть дренирующие, силовые и т. п. Требования к ним тоже разные. Как же их объединять, на какой основе? Давайте соединим вместе ГОСТы на щебень и песок — что от этого изменится? Только путаница возникнет.

Повторю, что с удовольствием готов обсудить любые конструктивные предложения, связанные с развитием нормативной базы на геосинтетические материалы.

— В одном из своих выступлений вы сказали, что вопрос, касающийся геосинтетических материалов — это проблема, «лежащая на боку». Что вы имели в виду и почему сложилась такая ситуация?

— Есть две причины, являющиеся поводом для активной работы всех участников рынка. Первая — необходим документ, регламентирующий методику расчета конструкций с геосинтетикой, о котором я уже

Качество контроля можно и нужно повысить более внимательным к нему отношением. Принцип может быть только один: есть ГОСТы — их требования необходимо соблюдать.

говорил, с упором на их реальные свойства и, соответственно, расчетные схемы. Вторая — то, что за последние два года, к сожалению, заметно понизилась эффективность входного контроля качества геосинтетических материалов, попадающих на строительные объекты. Это создает возможности для применения продукции низкого качества или контрафактной, что зачастую одно и то же. Я говорю так с твердой уверенностью, потому что хорошо ориентируюсь в ситуации, которая вызывает у меня глубокую тревогу и обеспокоенность.



— Но ведь входной контроль регламентирован нормативным документом?

— Разумеется, входной контроль регламентирован, на этот счет есть распоряжения как Федерального дорожного агентства, так и Государственной компании «Автодор». Согласно этим документам, пробы всех поступающих на строительный объект материалов, включая геосинтетику, должны быть направлены в компетентную лабораторию и испытаны.

Качество контроля можно и нужно повысить более внимательным к нему отношением. Это самое глав-

ное, и я уверен, что в ближайшее время заказчики, осуществляющие проектирование, строительство и ремонт автомобильных дорог, обратят на это более пристальное внимание, чем в последние 2–3 года.

— А как быть с производителями, которые не обеспечивают свойства материалов, установленные в сертификатах, ими же сертифицированных?

— Это, к сожалению, явление того же порядка, что и, например, деятельность изготовителей некачественной пищевой продукции, допускающая добавление пальмового масла. Если государство закрывает глаза на злоупотребления, на которых можно дополнительно заработать, то недобросовестные производители, как правило, так и делают. К сожалению, на рынке довольно много некачественной геосинтетики с сопроводительными документами, напротив якобы подтверждающими ее высокое качество.

В этих условиях у добросовестного квалифицированного производителя есть два выхода. Первый — разориться, потому что качественная продукция более дорога и, значит, она не будет пользоваться спросом на конкурентном рынке, второй — начать халтурить тоже. Иными словами, когда государство, в роли которого в нашем случае выступает заказчик, допускает эти отклонения ввиду размытости самой системы контроля качества, начинаются злоупотребления. А подрядчик покупает то, что дешевле.

— Эксперты утверждают также, что при этом российскими производителями за границу продаются очень качественные материалы — причем весь объем, который удалось произвести...

— А это обратная сторона медали. Здесь действует та же схема, о которой я уже говорил. Зарубежные потребители не терпят некачественной продукции и потому строго контролируют ее. Туда, где спрашивают качество, продается качественный товар — и наоборот.

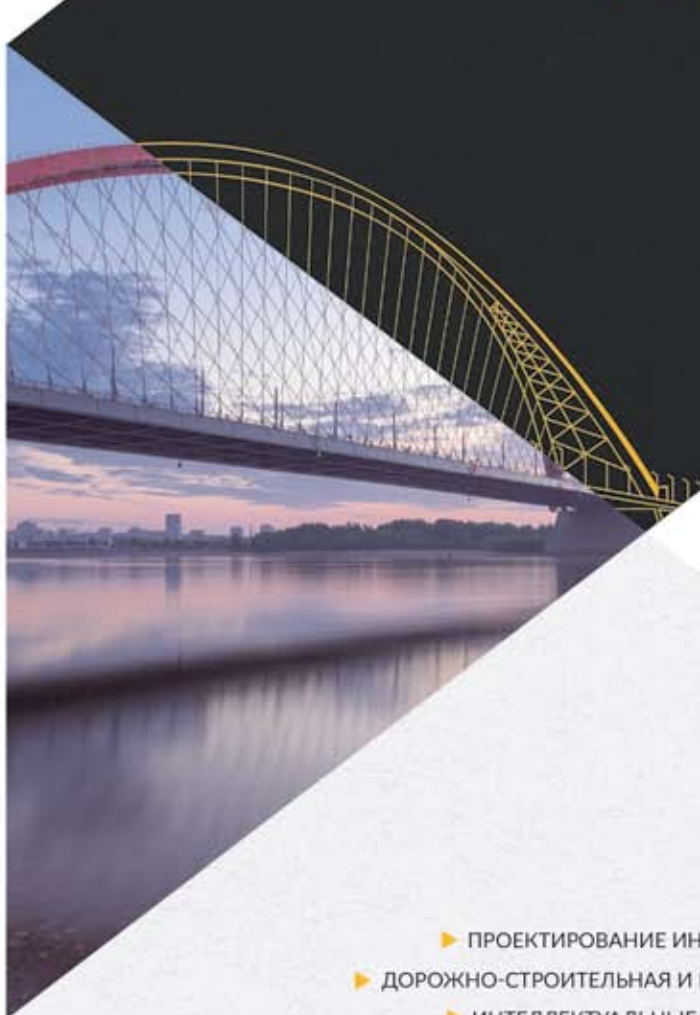
Вместе с тем принцип здесь может быть только один: есть ГОСТы — их требования необходимо соблюдать. Есть распоряжения регулятора в части контроля качества — их нужно выполнять. Когда каждый будет добросовестно делать свою работу, таких вопросов не будет. Вот и весь секрет. ■

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА-ФОРУМ



МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

4-7
ИЮНЯ
2019



- ▶ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ
- ▶ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ И КОММУНАЛЬНАЯ ТЕХНИКА
- ▶ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ
- ▶ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ▶ ГЕОСИНТЕТИКА
- ▶ ДОРОЖНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ ▶ МОСТЫ И ТОННЕЛИ
- ▶ БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ▶ БИТУМЫ

Организатор:

 **КРОКУС ЭКСПО**
Международный выставочный центр

WWW.DOROGAEXPO.RU

12+

РЕКЛАМА

СЕРГЕЙ ИЛЬИН О ПРОДУКТИВНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ АВТОДОРА



В Государственной компании «Российские автомобильные дороги» ведется целый ряд комплексных исследований свойств различных материалов. Для этого строятся опытно-экспериментальные участки, проводятся автоматизированный мониторинг дорожных одежд и испытания, которые ложатся в основу современной нормативно-технической документации. Об экспериментах в области использования различных видов геосинтетических материалов на полигоне Госкомпании рассказывает заместитель директора департамента проектирования, технической политики и инновационных технологий ГК «Автодор» Сергей Ильин.

Беседовала Наталья АЛХИМОВА

— Сергей Владимирович, какие исследования по применению геосинтетических материалов в дорожных конструкциях проводит Госкомпания «Автодор»?

— На объектах компании геосинтетика активно применяется, но ее эффективность по целому ряду показателей, полученных как в ходе экспериментов, так и в ходе эксплуатации, вызывала вопросы. Поэтому два года назад в рамках строительства пятого пускового комплекса ЦКАД мы создали полигон, на котором решили, во-первых, установить, насколько в реальности технология армирования геосинтетическими материалами способна повысить прочность и долговечность дорожных одежд, и, во-вторых, исследовать все представленные на этом рынке продукты.

Была поставлена задача сопоставить все геосинтетические материалы друг с другом по эффекту от их применения по сравнению с базовой конструкцией (без армирования). Необходимо выполнить комплексное сопоставление по различным характеристикам — не только физико-механическим параметрам самих материалов, но и по параметрам устроенных с их помощью конструктивных элементов. При этом реализована идея исследования не только геосинтетического материала одного вида с его специфическими характеристиками, в частности размером ячейки и прочностью, но и возможностей совмещения разных видов геосинтетики в одном конструктиве. Как, например, работает симбиоз «геоткани плюс георешетка», «геосотовый материал плюс дренажный композит» и другие? Кроме того, исследовались и свойства самих материалов, из которых изготавливается геосинтетика: базальта, стекла, полиэфира, полипропилена и т. д.

На условиях гласности и открытости совместно с компаниями-производителями был устроен экспериментальный полигон, состоящий из 23 секций. Соответственно в экспериментах участвовали 22 материала (одна секция сравнительная, то есть без применения геосинтетики). Они были заложены в качестве разделяющей или армирующей прослойки в слои основания

дорожной одежды (ЩПС и песок) или в пакет асфальтобетонных слоев покрытия. При этом осуществлялся тройной контроль качества, который вели наши специалисты, работники предприятия-производителя и независимые эксперты.

— Можно подробнее о работе полигона и о ее результатах ?

— Работа ведется на инициативной основе в рамках развития государственно-частного партнерства в дорожной отрасли.

На полигоне был установлен пункт учета интенсивности движения и метеодатчик, которые позволили осуществлять мониторинг ключевых условий: транспортной нагрузки и температурного режима. Каждый квартал, то есть фактически в разные времена года, мы измеряли прочностные характеристики дорожной конструкции на каждой из 23 секций. Такой подход позволил нам оценить работу геосинтетики при различных водно-тепловых режимах земляного полотна. Следует отметить, что при испытаниях мы использовали не только наши возможности, но и привлекали коллег из Саратовского научно-производственного центра и РосдорНИИ. Почему было решено задействовать три лаборатории? Дело в том, что, как правило, разные центры используют разное испытательное оборудование. Для того чтобы измерения были максимально объективными, мы и привлекали возможности трех лабораторий. Благодаря этому удалось получить более детальную модель работы геосинтетических материалов в дорожных конструкциях.

Как оказалось, нормы, заложенные в действующих документах, не совсем соответствуют действительности. Согласно им геосинтетические материалы якобы позволяют увеличить общий модуль упругости дорожных одежд, в которых использованы. Эксперимент показал, что 80% геосинтетиков не только его не повышают, но еще и ухудшают, и лишь 20% увеличивают или не уменьшают. Иными словами, используя геосинтетические материалы, в общем случае нельзя уменьшать толщину дорожных одежд или меньше их укреплять, как принято было считать раньше.

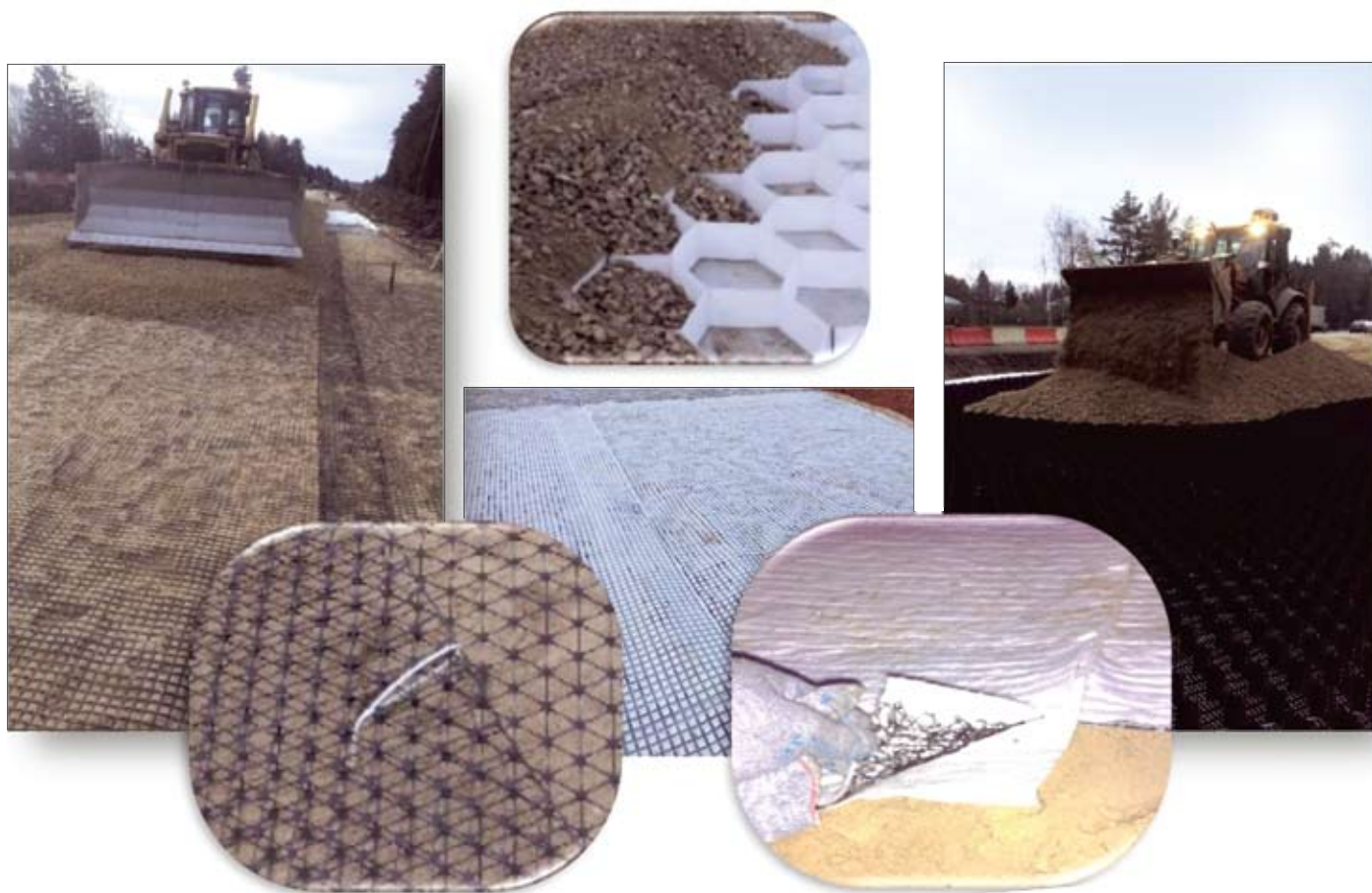
Однако мы заметили принципиальнейшее преимущество геосинтетиков в другом: они способствуют повышению однородности показателей прочности. Это для нас не менее важно, чем увеличение модуля упругости, и такое их свойство, несомненно, будет ис-



Полигон испытания геосинтетических материалов армирования слоев оснований дорожных одежд

пользовано в дальнейшем. Выявленный эффект позволит не только значительно улучшить продольную ровность в течение всего срока эксплуатации дорожных конструкций, но и сохранить их рабочий ресурс. Ведь именно продольная неровность покрытийкратно его сокращает при интенсивном динамическом воздействии большегрузного транспортного потока. Значение выявленного эффекта трудно переоценить, поскольку, как известно, причиной возникновения подавляющего числа (до 70%) всех неровностей на поверхности нежестких дорожных одежд являются дефекты в несвязных слоях оснований, и прежде всего их неоднородность. Следовательно, применение геосинтетики приобретает особое значение для увеличения межремонтного срока службы дорог.

По результатам экспериментов также получено подтверждение предположения о том, что не следует учитывать геосинтетические материалы в расчете дорожных одежд как несущий слой: они должны вводиться конструктивно (без влияния на расчетные параметры). Поэтому мы вынуждены были уточнить методику расчета с разработкой соответствующего программного



Различные виды геоматериалов, проходящих испытания на полигоне

комплекса. Вот такой серьезный результат удалось получить по итогам исследований.

Конечно, те материалы, по которым наблюдается увеличение модуля упругости, будут использоваться и для этой цели.

А самое главное, что мы хотим дать нашим коллегам по итогам проводимого эксперимента, — это ясность в том, как дифференцировать геоматериалы по зонам эффективности их применения в дорожных конструкциях, конструкциях и какие из них целесообразно применять вообще. Планируем создать новую строительную классификацию геосинтетических материалов с выделением классов по физико-механическим показателям и эффекту от их использования для выполнения определенной функции. Следует отметить, что аналогичный подход был уже использован американскими коллегами, только в гораздо меньшем масштабе. Так, стандартом AASHTO M288 (обновлен в 2017 году) все геотекстильные материалы разделены на три строительных класса. Такой подход, конечно, значительно отличается от

действующей на данный момент классификации по «внешнему виду» и технологии изготовления продукции.

Вторая часть наших исследований проводилась в рамках оценки свойств геосинтетических материалов, примененных при строительстве полигонов, в трех независимых лабораториях. Цель заключалась в том, чтобы понять, какими фактическими свойствами обладают используемые материалы, и получить реальную картину по межлабораторной сходимости результатов, тем самым проанализировать действующую нормативную базу по методам испытаний геосинтетики.

— Какие сделаны выводы?

— К сожалению, методы испытаний, заложенные в отечественную нормативную базу, не содержат ряд принципиальных позиций. В частности, сегодня отсутствуют требования по однородности (коэффициент вариации) свойств геосинтетических материалов, то есть допуски на отклонения свойств от заявлен-

ных производителем значений. А мы понимаем, что 100% однородности и воспроизводимости значений быть не может ни у одного материала, ни у одного производителя. Мы предлагаем нормировать допуски, условно приняв их, например, в 10–15%.

В исследованиях были задействованы также три лаборатории — БелдорНИИ, СибАДИ и СИБУРа. По всем свойствам и методам сопоставительных испытаний получены разбросы значений примерно в 15%. Это средний показатель — понятно, что по каждому свойству свой коэффициент вариаций. Вместе с тем по некоторым геосинтетикам получен недопустимо большой разброс. Это свидетельствует о том, что свойства материалов весьма неоднородны как в продольном и поперечном направлениях, так и в разных партиях. Таким образом, неоднородность означает, что компаниям-изготовителям необходимо совершенствовать производство, без модернизации которого существенного улучшения качества получить нельзя.

Полученные нами результаты однозначно свидетельствуют, что введение параметров воспроизводимости в действующую нормативную базу по методам испытаний необходимо.

— Изучались возможности усиления как оснований, так и дорожных одежд?

— Да, исследовались варианты и усиления слоев оснований, и армирования слоев покрытий дорожных одежд. Причем в ходе экспериментальных работ не нашли подтверждения принятые жесткие требования к армирующим материалам в асфальтобетоне. Так, мы одно время не рекомендовали армирование георешетками из стекловолокна. Общепринятым было мнение, что при укладке асфальтобетона они разрушаются из-за воздействия высокой температуры и уплотняющей техники. Но в ходе полигонных испытаний выяснилось, что производители значительно усовершенствовали свою продукцию и при соблюдении технологии работ при укладке уже не наблюдается такого разрушения. Стекловолоконная георешетка реально работает, и мы теперь снова допускаем возможность ее применения на наших объектах. Вот такие исследования, выгодные как для нас, так и для производителей, были проведены. Кстати, планируем в очередной раз, где-то к лету текущего года, обсудить полученные результаты с профессиональным сообществом.

— На скоростных автомобильных дорогах с высокой интенсивностью движения эти результаты применимы?

— Они достоверны с высоким уровнем надежности и применимы, так как на нашем полигоне уже сейчас количество приложений нагрузки превышает 3 млн за два года. Для сравнения: по скоростным дорогам и автомагистралям нормативное количество приложений нагрузки составляет более 10–15 млн за 24 года (напомним, что за единицу здесь принимается автомобильная ось с нагрузкой 115 кН).

Планируется продолжить эксперимент, запустив третий блок исследований. Для этого нужно извлечь из дорожной конструкции геосинтетику и проанализировать еще один, не менее важный показатель — фактическую долговечность материалов. Этот параметр очень волнует производителей геосинтетики, проектные и строительные организации. На данный момент долговечность определяется только в лабораторных условиях, по методам, моделирующим агрессивные воздействия, результаты которых могут расходиться с тем, что имеется на самом деле. Так что мы будем иметь уникальную возможность получить реальные параметры долговечности геосинтетики.

— Соответствуют ли эти результаты тем тенденциям, которые имеют место в международной практике в части применения геосинтетических материалов в дорожных конструкциях?

— Нам очень важно работать напрямую с зарубежными коллегами на мировом уровне. Например, полученные нами результаты планируется в ближайшее время обсудить в Международном техническом комитете по геосинтетическим материалам ISO/TC 221 и Европейском техническом комитете CEN/TC 189 «Геосинтетика». Почему именно эти две организации?

CEN/TC 189, созданный в 1989 году, выпустил уже более 60 европейских стандартов и технических спецификаций. Накопленный коллегами опыт, конечно же, следует учитывать при разработке отечественной нормативной базы.

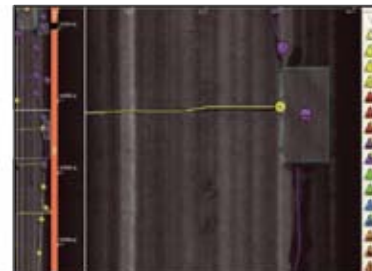
ISO/TC 221C с 2000 года действует в качестве технического органа для разработки и поддержания стандартов ISO. Деятельность комитета осуществляется экспертами из 30 стран-участниц и 13 стран-наблюдателей. Текущая программа его работы включает в себя обновление более чем 30 стандартов на



Определение продольной ровности покрытий дорог по международной методике IRI



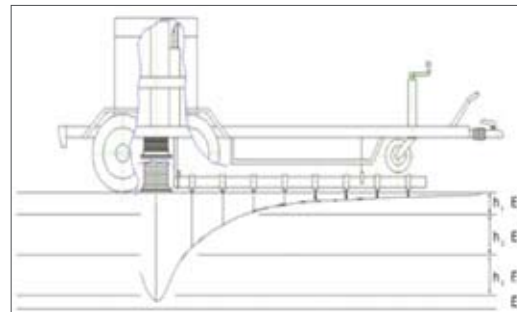
Измерение глубины колеи



Оценка состояния дорожной одежды



Регистрация чаши динамических прогибов на поверхности покрытия



Послойный расчет общего модуля упругости конструктивных слоев дорожной одежды

геосинтетику. Судя по публикациям, которые можно найти в иностранных технических журналах на эту тему, мы двигаемся в одном направлении.

Считаем, что только такой подход, направленный на взаимодействие с международными коллегами, позволит обоснованно и объективно, с опорой на результаты наших испытаний вносить изменения в нормативную базу. Помимо прочего, надеемся, что эксперты Госкомпании смогут стать представителями в комитете ISO/TC 221, где Российская Федерация сейчас является страной-наблюдателем.

— Нормативная база, касающаяся применения геосинтетических материалов, за рубежом проработана более детально?

— Да, есть ряд вопросов, которым у нас пока не уделяется внимание должным образом. Одним из них является ограничение использования вторичного сырья. Оно может губительно влиять на качественные показатели, ухудшая их как в ответственных конструкциях с применением армирующих георешеток и геомембран, так и при разделении и капилляропрерывании, дренажировании. Проблема здесь в том, что вторичное сырье более подвержено влиянию агрессивных сред. Косвенные требования по этому вопросу присутствуют в ГОСТ Р 56419-2015, ГОСТ Р 56338-2015, ГОСТ Р 55029-2012, ОДМ 218.2.046-2014, но на практике

такие свойства вторсырья не проверяются. Следовательно, необходимо разработать способы дополнительного входящего контроля, как визуального, так и инструментального. В странах ЕС применение вторичного сырья ограничено EN 13249 объемом не более 10% при обязательном подтверждении и его качества, и долговечности получаемого изделия. Сейчас у нас это остается на совести производителей.

— А как бороться с контрафактом?

— От соблюдения требований к геосинтетическим материалам напрямую зависят долговечность сооружений, эксплуатационные характеристики и межремонтные сроки службы, поэтому бороться с контрафактом необходимо на всех этапах строительства дороги.

На данный момент в Российской Федерации действует ряд нормативных документов (ГОСТ Р 56419-2015, ГОСТ Р 56338-2015, ГОСТ Р 55029-2012, ОДМ 218.2.046-2014 и др.), которые устанавливают требования к геосинтетическим материалам для различных функций. Но, как показывает практика, в силу различных причин даже в новой или оптимизируемой проектной документации, а также в запросах производителям от подрядных организаций можно увидеть несоблюдение действующих требований. Указываются устаревшие нормы и термины, а также показатели, не имеющие физического смысла применительно к функционалу ма-

териала в конструкции. Это, по сути, развязывает руки для легального применения контрафактной продукции. Поэтому необходимо более внимательное отношение проектировщиков и строителей к геосинтетическим материалам непосредственно на стадии контроля качества разрабатываемой проектной документации. Ведь именно по ней после ее утверждения стройконтроль будет оценивать соответствие построенного объекта.

На этапе входного контроля отслеживать нужно ту функцию геосинтетического материала, которая необходима в данной конструкции. Например, если речь идет об армировании, то важны прочностные и деформативные характеристики, а не огромный массив показателей, качественная оценка которых может занять несколько недель, что проблематично при сжатых сроках строительства, и т. д.

Поэтому итогом нашей исследовательской работы должен также стать регламент входного контроля, определяющий необходимый объем испытаний при получении геосинтетических материалов на стройплощадке. Он необходим еще и потому, что в условиях разнообразия нормативных документов на геосинтетику мы вынуждены применять их фрагменты. Нужен единый комплексный документ, который бы учел все, включая существующие пробелы и новейшие исследования, и был применим полностью, а не в части некоторых положений.

Безусловно, в целях борьбы с контрафактом необходимо повышение прозрачности рынка. Здесь наблюдается значительный потенциал в переходе в открытое цифровое информационное поле, а именно в цифровую маркировку геосинтетической продукции. Это позволит всем заинтересованным сторонам получить подробную информацию о всей цепочке, от производства до укладки материала: кем, где, когда и в каком объеме произведен; данные производственного контроля качества сырья и продукции; данные строительного контроля; куда и когда поставлен, уложен и т. п. В такой схеме открытого взаимодействия заинтересованы и Госкомпания, как заказчик, и сами производители материалов, добросовестно работающие на рынке.

— Армогрунтовые стенки — еще одна серьезная тема для исследований. Что делается у вас в этом направлении?

— В настоящее время Государственная компания совместно с представителями частного бизнеса разрабатывает ГОСТ по проектированию грунтовых под-

порных стен, армированных горизонтально геосинтетическими материалами. Уже готова первая редакция, идет ее широкое обсуждение. Необходимость в этом документе вызвана тем, что каждый поставщик геосинтетических материалов предлагал нам свой способ расчета конструкции, и требовалось выработать единый подход. На этапе разработки в проект ГОСТа вошел комплекс вопросов. Он включает в себя требования к материалам и изделиям, конструированию и расчету, технологии производства работ, контролю качества и геотехническому мониторингу подпорных стен из армированного грунта. Учтено и то, что, как показывает отечественный и мировой опыт, ряд материалов имеет ограничения по применению в армогрунтовых стенках.

— Каковы объемы использования геосинтетических материалов на ваших объектах в 2016–2018 гг.? Какие видятся перспективы?

— Объем применения геосинтетических материалов на объектах Госкомпании во многом определяется особенностями реализуемых проектов. По годам это выглядит так: 2016-й — 2,1 млн м², 2017-й — 1,7 млн, 2018-й — 0,5 млн предварительно, до полного подведения итогов.

На долгосрочную перспективу в геосинтетике мы видим один из инновационных резервов для увеличения межремонтных сроков и оптимизации технологических процессов строительства автомобильных дорог. Основанием для такой позиции является вариативность свойств геосинтетических материалов и возможность придавать им различные функции: армирование, теплоизоляция, борьба с эрозией, дренирование и т. п.

Уже сейчас мы видим, как происходит принципиальное изменение подходов к геосинтетике. Например, появились трехмерные бетонные геосинтетические полотна, наполненные сухой полимербетонной смесью. Они могут быть использованы как для возведения временных конструкций или ремонта, так и для устройства постоянных водоотводных сооружений в различных условиях, в том числе в агрессивных средах. А применение легких рулонов из льняного полотна с семенами многолетних трав позволяет экологично решать одновременно комплекс инженерных задач: укрепление откосов, борьба с эрозией, озеленение. Это еще один пример устойчивого развития технологий геосинтетических материалов. ■

Каждый грунт уникален.
И мы знаем, как с ним работать.

MACCAFERRI

В любое время, в любом месте – наши профессионалы на вашей стороне.

Маккаферри сотрудничает со своими клиентами, предлагая техническую экспертизу и широкий спектр продукции, чтобы предоставить универсальные, экономически эффективные и экологичные решения для всего мира строительной индустрии.

Маккаферри разрабатывает, производит, проектирует и поставляет надежные технические решения – от берегоукрепления до армогрунтовых сооружений, от полигонов ТКО до стабилизации грунта. Каждый день профессионалы Маккаферри сосредоточены на общей цели: найти лучшее решение.

Узнайте больше в статье на стр. 94



МакМат®



МакДрейн®



Парагрид®



Паралинк®



maccaferri.com/ru

MACCAFERRI

АРМОГРУНТОВЫЕ СИСТЕМЫ МАККАФЕРРИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ЛЮБОЙ СЛОЖНОСТИ



СИСТЕМА ТЕРРАМЕШ®

- Неограниченная высота
- Использование в гидротехническом строительстве



СИСТЕМА ЗЕЛЕНЬ ТЕРРАМЕШ®

- Быстрое озеленение
- Экономичность конструкции



СИСТЕМА МАКВОЛЛ®

- Эстетичность в городской среде

MACCAFERRI

ВАШ ПАРТНЕР В:

- технической поддержке
- предпроектной работе
- проектировании
- оптимизации издержек
- производстве геоматериалов

В поиске лучших решений

ООО «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ» производит геоматериалы на двух заводах в России и разрабатывает комплексные технические решения для дорожно-транспортного, нефтегазового, гидротехнического и гражданского строительства.

115088, Москва,
ул. Шарикоподшипниковская, дом 13, строение 1
+7 (495) 937-58-84, info@maccaferri.ru

www.maccaferri.ru





В. В. УШАКОВ,
д. т. н., проректор МАДИ, заведующий кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог»

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОСИНТЕТИКОВ В КОНСТРУКЦИЯХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

В связи со значительным увеличением транспортных нагрузок и повышением требований к транспортно-эксплуатационному состоянию автомобильных дорог армирование конструкций дорожных одежд стало актуальной задачей. На сегодняшний день таким способом уже построены тысячи километров автотрасс в США, Канаде, странах Европы. Нельзя не отметить, что и в России геосинтетики в последние годы стали широко использоваться при строительстве, ремонте и реконструкции автомобильных дорог и аэродромов в различных регионах, в том числе в суровых климатических условиях. При этом мнения специалистов об эффективности использования геосеток и плоских георешеток для армирования дорожных одежд весьма расходятся — от безусловного принятия до категорического отрицания.

Оценка эффективности применения геосинтетических материалов в условиях России является чрезвычайно важной задачей. В связи с этим в МАДИ за последние годы был проведен ряд теоретических и экспериментальных исследований, направленных на изучение напряженно-деформированного состояния дорожных одежд при воздействии транспортных нагрузок и температурных факторов.

Кроме того, построено несколько экспериментальных установок с применением различных геосинтетических материалов как зарубежного, так и отечественного производства в разных регионах России (на федеральных дорогах «Колыма», «Амур», «Холмогоры», «Балтия», «Россия» и других). В ходе исследований оценивалась трещиностойкость, по сравнению с неармированными конструкциями, прочность дорожных одежд, продольная и поперечная ровность покрытий. Изучалось состояние геосеток после нескольких лет эксплуатации.

На трассе «Колыма» (Якутск — Магадан) при капитальном ремонте цементобетонного покрытия были применены стеклосетки с целью замедления отраженного трещинообразования в асфальтобетонных слоях усиления. В течение трех лет проводились наблюдения за этими опытными участками. Транспортные нагрузки на них небольшие, и слои усиления, армированные стеклосетками, показали лучшую трещиностойкость по сравнению с контрольными участками без армирования, особенно в первые два года. Затем эффект армирования снижается.

На дороге «Амур» (Чита — Хабаровск) выполнено армирование асфальтобетонного покрытия стеклосетками, полимерными сетками и стальной сеткой.

В районах с суровыми климатическими условиями и широким диапазоном колебания температур стекловолокно при армировании асфальтобетонного покрытия зарекомендовало себя несколько лучше, чем полимерные материалы. Это можно объяснить тем, что физико-механические свойства стекловолокна остаются неизменными в очень широком диапазоне температур. Прочность дорожной одежды благодаря улучшению сцепления между армированными слоями асфальтобетона увеличивается на 7–15%. В этих условиях наиболее эффективны геосетки из стекловолокна с прочностью на разрыв 100 кН/м и более.

Продуктивность их использования в значительной степени зависит от технологии укладки и качества применяемых материалов армирования. Так, испытания различных стеклосеток показали, что не все из них выдерживают истирающие и перерезывающие воздействия от каменных материалов при уплотнении асфальтобетонной смеси катками. Потери могут составлять до 80–90% от первоначальной прочности на разрыв. Важным фактором также является подбор материалов для пропитки стеклосеток. Некоторые из них имеют недостаточную адгезию к асфальтобетону, что отрицательно сказывается на их работе в конструктивных слоях покрытий.

При нарушении технологии укладки сетки выполняют функции разделительной прослойки между слоями асфальтобетона, что приводит к быстрому разрушению верхнего слоя покрытия. Толщина его должна быть не менее 6–8 см. Необходимо обеспечивать достаточный защитный слой арматуре.

Отрицательные результаты, связанные с нарушением технологии работ, имели место в Ижевске и Мур-

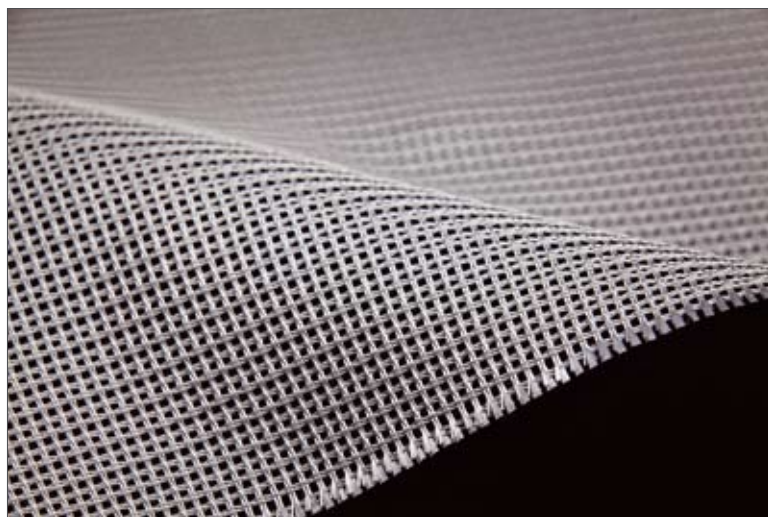
манской области при применении стеклосеток для армирования асфальтобетонных покрытий.

На участке км 211 — км 218 дороги «Россия» (Москва — Санкт-Петербург) при армировании асфальтобетона металлической сеткой верхний слой был устроен менее 5 см. В результате произошел ее отрыв от основания вместе с покрытием.

Сетки из полимерных материалов (полипропилена, полиэстерного волокна), способствуют замедлению процесса образования трещин на асфальтобетонных покрытиях, вызванных динамическим воздействием транспортных средств, и в меньшей степени — температурными деформациями. Их более эффективно использовать в условиях умеренного климата с высокими транспортными нагрузками. Укладка геосеток из полимерных материалов в асфальтобетонных слоях позволяет снизить интенсивность колебания. Летом, при относительно высоких температурах асфальтобетона в покрытии, когда его модуль упругости значительно снижается, полимерные армирующие материалы проявляют свои положительные качества.

Следует отметить, что стальные сетки хорошо перераспределяют напряжения при воздействии динамических транспортных нагрузок. При армировании модуль упругости дорожной одежды увеличивается на 10–15%. Однако технология укладки стальных сеток довольно сложна. Тем не менее, как показала практика, они бывают незаменимы на отдельных участках дорог.

Следует также отметить, что встречаются случаи, когда геосинтетические материалы применяют там, где они совершенно не нужны. Например, при строи-



тельстве автомобильной дороги «Амур» полимерной геосеткой было армировано щебеночное основание, устроенное на прочном земляном полотне из крупнообломочных скальных грунтов.

При выборе геосинтетиков следует учитывать, что армирующий материал может эффективно выполнять свои функции только при соблюдении целого ряда условий:

- необходимо прочное сцепление арматуры с армируемым материалом для обеспечения перераспределения возникающих напряжений;
- прочность арматуры на растяжение должна быть значительно выше прочности армируемого материала с учетом усталостных явлений при многократном воздействии силовых нагрузок; в противном случае теряется смысл армирования;
- модуль упругости арматуры должен быть значительно выше, чем у армируемого материала;
- физико-механические характеристики армирующего материала должны быть стабильны и не зависеть от температурных колебаний, степени влажности и

агрессивных воздействий окружающей среды — только в этом случае можно гарантировать длительную работу арматуры в покрытии;

- арматура должна обладать низкой ползучестью для восприятия длительных температурных напряжений.

Расчеты показывают, что расходы на преждевременный ремонт автомобильных дорог многократно превышают «экономия», полученную в результате применения некачественных дешевых армирующих материалов.

При этом в существующих нормативных документах прописано недостаточно показателей, определяющих качество геосинтетиков, которые используются для армирования конструкций дорожных одежд. Например, для полимерных сеток очень важными параметрами являются толщина и профиль сечения ребра, форма и размер ячейки, прочность узла, однородность решетки.

Требуется улучшить нормативно-правовую базу, усовершенствовать систему сертификации продукции и услуг. ■

Мультифункциональный материал Combigrid® (георешетка + геотекстиль)



Армировать, фильтровать и дренировать материалом Combigrid® - это НАДЕЖНО, ИЗНОСОУСТОЙЧИВО, ДОЛГОВЕЧНО.

NAUE GmbH & Co. KG · Gewerbestr. 2 · 32339 Espelkamp · Германия
 телефон: 8 (495) 9250027 (Москва) · телефон: +49 5743 41-546 (Германия) · jschlee@naue.com





Б. И. КУЛАЧКИН, д. г.-м. н., к. т. н., академик РАЕН;
 А. И. РАДКЕВИЧ, к. т. н., чл.-корр. РАЕН;
 инженеры ООО «ИПТС-Транспроект»: А. А. МИТЬКИН, Д. П. МАТОХИН,
 К. В. ИГОНИН, М. А. КОВАЛЬ

ИННОВАЦИИ В МЕХАНИКЕ ГРУНТА И ГЕОТЕХНИКЕ*

На базе Института по проектированию транспортных сооружений «Транспроект» за последние годы фактически образовалась неформальная научно-техническая школа «Геотехника на транспорте». На основе широкого и тесного взаимодействия с научными, проектными, производственными организациями, экспериментальных исследований и аналитики получены фундаментальные и технические результаты, обладающие практической ценностью в области изысканий, проектирования и строительства. В числе инновационных разработок — новая классификация состояния грунта, геотехническая модель, методика комбинированного зондирования и оценки веса грунта *in situ*, а также еще ряд научно-технических достижений. В данной статье они представлены в иерархическом порядке (от природного состояния грунта до акустики в геотехнике). Первая часть статьи завершается описанием капиллярной модели грунта. (В следующей публикации возможны дополнения.)

Окончание следует

ПРИРОДНОЕ СОСТОЯНИЕ ГРУНТА

Природное состояние (залегание) грунта является краеугольным камнем механики грунта и геотехники. На сегодняшний день разработана новая классификация: «переуплотненный — нормально уплотненный — недоуплотненный грунт».

Еще Карл Терцаги (1883–1963), один из основоположников данного научного направления, отмечал наличие в природе переуплотненного грунта. Действительно, ледники, тектоника, вулканизм, изменение уровня морей и океанов и т. п. являются причиной образования переуплотненного грунта. Но эти же явления приводят к формированию недоуплотненного грунта. Новая классификация добавляет к традиционной недоуплотненный грунт, и он уже рассматривался на разных научно-технических конференциях как данность.

Проф. З. Г. Тер-Мартirosян неоднократно отмечал, что во Вьетнаме им был исследован недоуплотненный грунт. В нашей практике при различных испытаниях он также встречался. В процессе статического зондирования недоуплотненный грунт можно выделить при рассмотрении параметра q_c (Кулачкин Б. И., Радкевич А. И., Соколов А. Д. «Проблемы и перспективы геотехники»).

При проектировании и строительстве автодороги Шентала — Клявлино (Самарская обл.) была по-

* Ранее опубликовано: Б. И. Кулачкин, А. И. Радкевич. «Введение в новую механику грунта» («Дороги России», №1, 2006, и «Деловая слава России». Спецвыпуск. «Славица», 2006); Б. И. Кулачкин, А. И. Радкевич. «Новая механика грунта» («Строительная газета», 15.09.2006); Б. И. Кулачкин, А. И. Радкевич и др. «Фундаментальные основы новой механики грунта и геотехники» («Автомобильные дороги», № 10, 11, 2016); Б. И. Кулачкин, А. И. Радкевич. «Фундаментальные и прикладные проблемы геотехники» (М., РАЕН, 1999).

ставлена задача оценки переуплотненного и недоуплотненного грунта. С ее решением впервые оценка степени переуплотненного грунта с использованием параметр статического зондирования q_s появилась в МГСН 2.07-97 «Основания, фундаменты и подземные сооружения».

Следствием предлагаемой классификации должно быть существенно новое представление об основаниях и геомассивах как главном объекте механики грунта, геотехники и повышение достоверности определений механических характеристик в современном их понимании за счет моделирования природных нагрузок (как в лабораторных, так и в полевых условиях) и режима нагружения при испытаниях с учетом состояния грунта.

Исторически уплотнения вызывались, к примеру, тем, что, по нашим оценкам, в Московском регионе ледник мог достигать толщины до 100 м над поверхностью земли.

Другой вопрос — природное (бытовое) давление. Для его измерения нами сконструирован специальный прибор — зонд (q_c, f_c) с датчиком нормального давления p_s , который позволяет определить боковое давление и через его коэффициент рассчитать γ_h (патент №1191521). Пока это единственный экспериментальный способ, который дает достаточно точное представление о данном параметре.

Такой прибор, в частности, использовался в порту Салиф (Йемен), что позволило выявить недоуплотненный грунт и реальное значение γ_h . Эти исследования проводились на базе широко известных полевых измерительных комплектов аппаратуры (ПИКА) для статического зондирования, конструктивно согласованных с буровыми установками. Таким образом была разработана новая технология комбинированного статического зондирования и бурения, что существенно повысило эффективность инженерных изысканий и информативность исследований *in situ*.

ГЕОТЕХНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГРУНТА

Для оценки влияния природно-техногенных условий и процессов на строящиеся объекты и особенно на их последующую безаварийную эксплуатацию разработана новая геотехническая модель: «геомассив — основание — фундамент — сооружение».

Принципиальное ее отличие от традиционной («основание — фундамент — сооружение») за-

ключается в том, что она более широко охватывает объект исследований и в полной мере дает представление о характере процесса взаимодействия сооружения с окружающей средой. При этом необходимы организация комплексных инженерных изысканий, включая инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания геомассивов с учетом природно-техногенных условий, и выполнение более полного и активного мониторинга как геомассива, так и самого сооружения с приоритетом воздействия на окружающую среду. Наиболее эффективна геотехническая модель для линейных сооружений.

Одним из практических выводов является следующее. Для больших и средних мостов каждая опора должна рассматриваться как отдельное сооружение со всеми вытекающими отсюда последствиями в инженерных изысканиях. Это касается в том числе количества буровых скважин, точек зондирования, геофизики и контрольных испытаний.

В ООО «ИПТС-Транспроект» для решения подобных задач организована Лаборатория геомассивов, оснований и фундаментов. Геотехническая модель уже использована при проектировании и строительстве мостов во Владивостоке через пролив Босфор-Восточный, в Ульяновске и Саратове через Волгу, в порту Салиф (Йемен), более десяти транспортных сооружений в Москве.

ВЕС ГРУНТА

Вес грунта (бытовое давление) имеет исключительно важное значение для оползней, склонов, подпорных стен, ограждающих конструкций и т. д., особенно при определении величины коэффициентов надежности, запаса и др.

Повторим известное высказывание проф. С. Б. Ухова: «Точное определение начального и исходного напряженного состояния массива грунтов представляет собой сложную задачу, связанную с необходимостью учета многих факторов. До настоящего времени пригодного для инженерных расчетов решения этой задачи еще не получено».

Когда появилась табл. 1 в СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия», сразу же было необходимо обратить внимание на грунты $\gamma_f = 1,1$ (коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса) в природном состоянии и насыпные $\gamma_f = 1,15$, что ранее

отмечалось как ошибка, поскольку неоднородность грунтов существенно выше, нежели бетона. Кроме того, вызывает вопросы и терминология, но не только.

Анализ таблицы приведен еще в 2010 году в публикации «О коэффициенте надежности по нагрузке в геотехнике» (Кулачкин Б. И., Митькин А. А.). Еще раз отметим, что с этим показателем для грунта диссонируют аналогичные коэффициенты для металла — 1,05 и бетона — 1,1...1,3. Основным параметром, определяющим коэффициент надежности от собственного веса материала, является его неоднородность по плотности. У грунта она существенно выше — и, соответственно, выше коэффициент надежности.

Далее будут приведены примеры и оценки.

Кстати сказать, одна из наиболее полных работ по теме («Строительство на насыпных грунтах») не приводит каких-либо коэффициентов надежности по нагрузке от собственного веса. Вместе с тем сам автор проф. В. И. Крутов неоднократно заявлял и заявляет, что γ_f должен быть существенно выше. Что же касается грунта в природном состоянии, то можно сравнить его неоднородность с бетоном (рис.1–3).

Некая оценка веса грунта in situ может быть дана на основе исследований с учетом классификации (переуплотненный — нормально уплотненный —

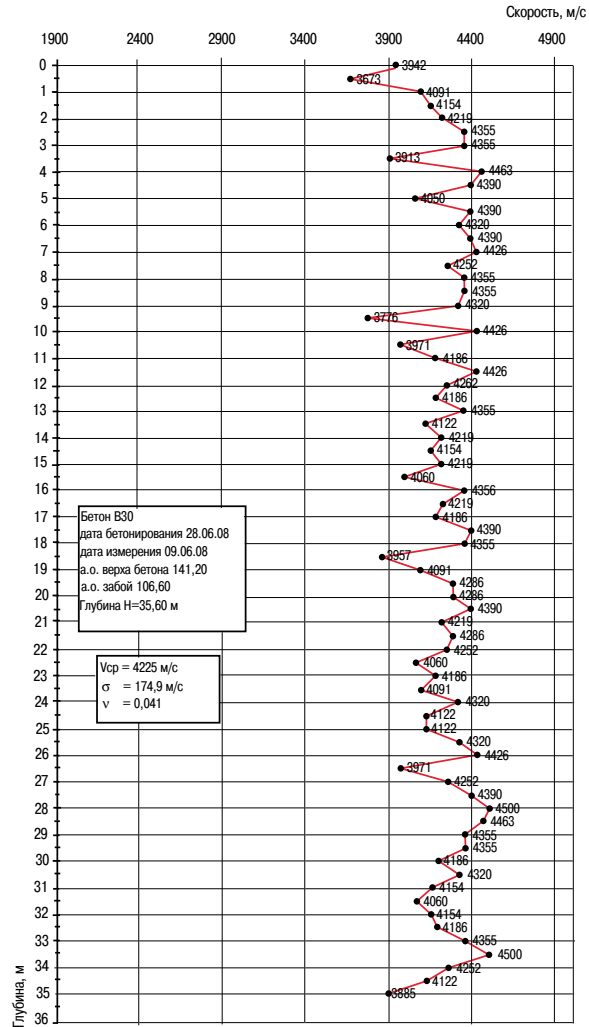


Рис. 2. График «Скорость ультразвука по длине сваи» БНС №4 опоры №3. Объект: «Эстакада автомобильной дороги Джубга – Сочи» на обходе г. Сочи

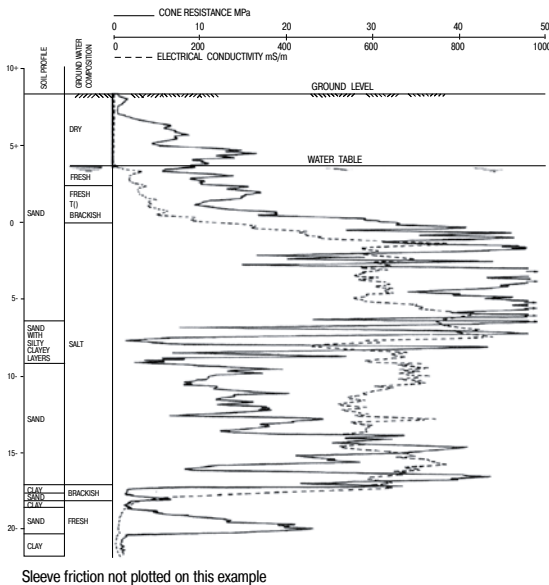


Рис. 1. Диаграмма (аналоговая) статического зондирования грунтов, полученная фирмой Fugro (нефтегазовый проект «Сахалин-1»)

недоуплотненный) грунта по методике, изложенной выше (в разделе «Природное состояние грунта»).

Эти три графика дают общее представление об однородности, сплошности, целостности грунта и бетона.

Корректная вероятностно-статистическая обработка экспериментального материала как по грунту, так и по бетону (банк данных — более 60 тыс. единиц хранения), включающая в себя исследования гипотез распределения случайных величин и затем оценки статистических показателей, подтвердила несоответствие γ_f для грунтов в природном залегании и насыпных. (Б. И. Кулачкин; диссертации на соискание ученых степеней к. т. н., 1975, и д. г.-м. н., 1990.)

Исходя из этого, нормативно был предложен $\gamma_f = 1,32$ для грунтов в природном залегании и 1,35

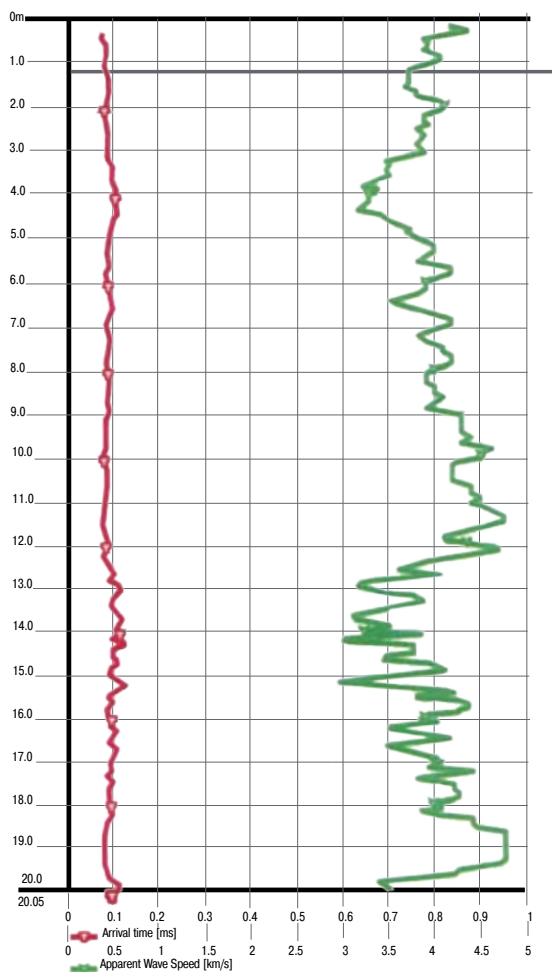


Рис. 3. График, полученный в результате исследования сплошности бетона буронабивной сваи №12 фундамента опоры №3 (РД). Объект: строительство комплекса новой ВПП-3 Международного аэропорта Шереметьево, рулежная дорога

для насыпных. Учитывались, однако, только насыпные грунты, хотя есть также просадочные, намывные и др. По существу ничего не изменилось и в новой версии отраслевого документа.

Необходимо также отметить, что эти коэффициенты надежности по нагрузке от собственного веса переключались в точности в другие нормы — для тоннелей, метрополитенов, мостов, труб и т. д.

Процесс пересмотра стандартов начался в 2010-х гг., и пошел он достаточно бурно. Общее впечатление: они были просто переписаны, без принципиальных нововведений и в немалом количестве случаев с ошибками, что отмечают многие специалисты.

Один из таких примеров — приведенная ниже табл. 1 (табл. 7.1 СП 20.13330.2011 «Нагрузки и

Таблица 1.
Коэффициент надежности по СП 20.13330.2011

Конструкции сооружений и вид грунтов	Коэффициент надежности по нагрузке, γ_f
<i>Конструкции</i>	
Металлические, за исключением случаев, указанных в 2.3	1,05
Бетонные (со средней плотностью выше 1600 кг/м ³), железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные	1,1
Бетонные (со средней плотностью 1600 кг/м ³ и менее), изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, материалы в рулонах, засылки, стяжки и т. п.), выполняемые: в заводских условиях; на строительной площадке	1,2
	1,3
<i>Грунты</i>	
В природном залегании	1,1
На строительной площадке	1,15

воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85 «Коэффициенты надежности по нагрузке для веса строительных конструкций и грунтов»).

Ошибка вновь повторена, только под другим названием (тоже неудачным): «Грунты на строительной площадке», $\gamma_f = 1,15$. Есть же фундаменты на естественном основании, туда также могут входить насыпные, намывные грунты и т. п.

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что необходимо упорядочить табл. 1 и привести в соответствие с различного рода коэффициентами надежности (запасов и др.) в геотехнике.

ПОРОВОЕ ДАВЛЕНИЕ, ПРЕНИЦАЕМОСТЬ

Первый зонд с измерением порового давления продемонстрировал Б. Бромс (Швеция) в Москве на Международном конгрессе по механике грунтов и фундаментостроению в 1973 году. Отечественный аналог появился в 1980-х гг. (Б. И. Кулачкин,

А. И. Радкевич, патент №2167238). Разработана также новая методика измерения порового давления при остановке зонда в процессе релаксации (Б. И. Кулачкин).

Необходимо отметить, что методика, нормированная в международном стандарте, предусматривала жесткие ограничения в конструкции зонда, и, что самое важное, измерения выполнялись в процессе движения зонда со скоростью $V = 1 \pm 0,3$ м/мин. Это являлось ошибкой, поскольку гидрогазодинамика (шумы) не позволяет извлечь полезную информацию.

Вопрос был решен в большой степени в рамках работы «Закономерность распределения порового давления в глинистых породах» (Б. И. Кулачкин, А. И. Радкевич, Ю. В. Александровский, Б. С. Остюков; 1991). Доказано, что поровое давление, измеренное в процессе релаксации после остановки зонда при статическом зондировании, является единственным способом определения порового давления *in situ*. Оно изменяется по экспоненте, параметры которой зависят от вида грунта и его проницаемости (рис. 4).

Изменение порового давления в процессе релаксации можно описать уравнением

$$P = P_H - (P_H - P_{O(a)})(1 - e^{-\epsilon t}), \quad (1)$$

где P_H — поровое давление при остановке зонда, КПа; $P_{O(a)}$ — поровое давление *in situ*, КПа; ϵ — коэффициент зависимости от вида грунта, его проницаемости, $1/t$ -час.

Данное открытие позволяет рассматривать поровое давление как элемент памяти образования и эволюции верхних слоев литосферы.

Здесь следует отметить, что вслед за этим открытием последовало много научных работ о некой памяти воды и о больших возможностях методики ее оценки.

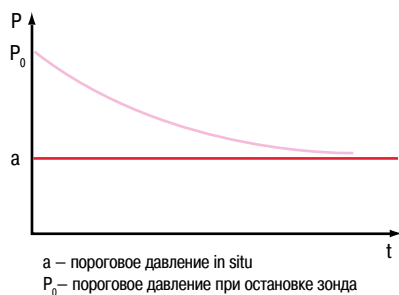


Рис. 4. Процесс релаксации порового давления

Исследования (Б. И. Кулачкин) показали, что в водонасыщенных песках поровое давление в полной мере соответствует гидростатическому. В глинистой породе поровое давление распределено неравномерно и может быть меньше гидростатического, равно ему или больше его, вплоть до литостатического давления (B. I. Dalmatov, B. I. Kulachkin. Field Investigations Clay Soils. Proceedings of 10th Int. Conf. of Soil Mech. and Found. Eng.v.2, Rotterdam, 1981).

Следует отметить, что методика релаксации параметров при статическом зондировании, связанная с поровым давлением, была существенно расширена, и уже с 1990-х гг. (Б. И. Кулачкин и А. И. Радкевич) ее распространили на температуру грунта t , радон (α -излучение), объемную влажность грунта (ННК), плотность грунта (ГГК), «горячий зонд», что позволило получить параметры грунта *in situ* значительно более достоверные, нежели в лабораторных условиях.

Так в порту Салиф (Йемен) исследовалась динамика теплового поля, которое распространялось от огромного соляного диапира и террикона. Аналогично был найден источник утечки горячей воды в основании кинотеатра «Октябрь» в Москве и т. д.

Что касается проницаемости, то релаксация и экспонента, представленная на рис. 4, вполне может быть использована для оценки коэффициента фильтрации и пористости при некоторых методических дополнениях.

Однако методика с остановкой зонда в процессе зондирования и регистрацией релаксации параметров появилась только в ГОСТ 19912-2012. «Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием».

В НИИОСП разработан метод локального насыщения грунта водой (жидкостью, газом), который позволил определить относительную просадочность лессового грунта и коэффициент фильтрации с использованием специальной конструкции зонда. Определение пористости и просадки связаны с принудительным изменением влажности лесса. Кстати сказать, применение аналого-дискретной модели для описания процесса просадки лессового грунта и других подобных явлений могло бы существенно продвинуть представление о механизме просадки. Коэффициент фильтрации и пористости определяется на основе решения задачи Н. Н. Веригина о нагнетании невесомой жидкости из точечного источ-

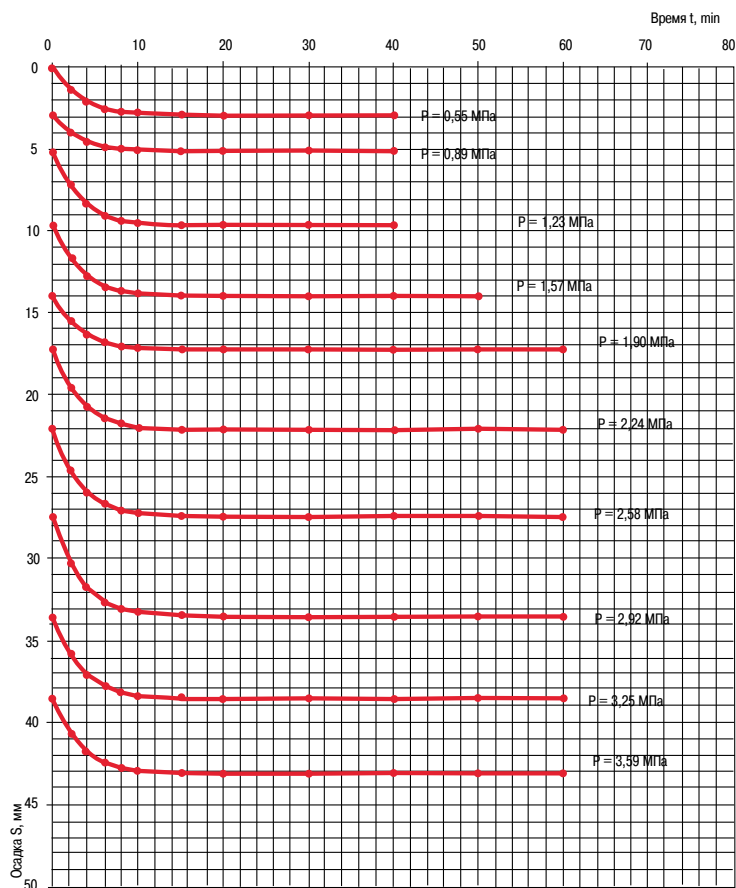


Рис. 5. График «осадка – время» БНС №Т19 опоры ОК-1 (путепровод для проезда сельхозтехники, ПК50+99,23)

ника с использованием эффективной поверхности нагнетения. Экспериментальные и производственные работы проводились в различных регионах РФ и на цементных заводах в Ходейде (Йемен) и Улан-Баторе (Монголия).

УСЛОВНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ, КОНСОЛИДАЦИЯ

Этот термин широко используется во всех механических испытаниях грунтов. Причем методика оценки критериев стабилизации настолько тривиальна и ничем не обоснована, что вызывает недоумение.

Наш большой опыт экспериментальных работ (интерпретация результатов испытаний на статическую вдавливающую нагрузку, штамповые испытания и др.) позволяет утверждать, что практически все процессы испытаний (осадка-время) подчиняются экспоненциальному закону и описываются экспонентой

$$S(t) = S_H - (S_H - S_K)(1 - e^{-\alpha t}), \quad (2)$$

где $S(t)$ — осадка сваи на определенной ступени нагрузки в момент t , мм; S_H — осадка сваи на определенной ступени нагрузки P , МПа при $t = 0$, мм; S_K — осадка при нагрузке P МПа, $t \rightarrow \infty$, мм; α — коэффициент зависимости от вида и физико-механических характеристик грунта, $1/t$ мин.

Что касается консолидации, то это процесс, подобный условной стабилизации, но требующий более основательного фундаментального подхода с использованием более широкого спектра физико-механических характеристик грунта.

Имеющаяся методика требует доработки, но она позволяет существенно сократить время испытаний. В качестве примера приведен график «осадка — время» основания БНС опоры ОК-1 на путепроводе для проезда сельхозтехники (рис. 5).

ЭФФЕКТ КУЛАЧКИНА-РАДКЕВИЧА

Этот эффект фактически позволил обнаружить аномальное явление: поровое давление внутри песчаной насыпи, образованной гидронамывом (строительство мостового перехода в Саратове через Волгу у села Пристанное), оказалось меньше атмосферного (!).

Результат был получен благодаря изложенной выше методике. В данном случае проводилось измерение порового давления в процессе его релаксации при остановке зонда. Эта методика принципиально отличается от рекомендуемой международным стандартом на СРТ.

В итоге выяснилось: поровое давление внутри песчаной насыпи являлось неким стабилизирующим фактором, что повысило ее устойчивость. Этот эффект важен для понимания процессов, происходящих в массиве грунта как при техногенном воздействии, так и в процессе эволюции верхних слоев литосферы.

КАПИЛЛЯРНАЯ МОДЕЛЬ ГРУНТА

Высота капиллярного поднятия, капиллярные силы и их учет в различного рода расчетах имеют важное значение в геотехнике. Высота капиллярного поднятия h_k определяется не только классическими капиллярными силами, но часто также условиями образо-

вания и эволюции литосферы, и вполне адекватно описывается нашей (Б. И. Кулачкин, А. И. Радкевич) капиллярной моделью, где присутствуют четочные капилляры и капилляры Жомена. Она, однако, не может дать представления о возможности высокого капиллярного поднятия, например, в несколько десятков метров (а К. Терцаги предполагал его до нескольких сотен метров).

В нормах РФ в достаточно общем виде обозначены высоты капиллярного поднятия для различных видов грунта.

Тема изучалась в различных регионах РФ, а также в Узбекистане, Молдавии и Украине совместно с ВСЕГИНГЕО, ПНИИС, ГИДРОИНГЕО с использованием установок СПК (станция пенетрационного каротажа). Следует отметить, что это уникальная техника, не имеющая аналогов. Измеряемые штатные параметры: q_c, f_c , ННК, ГГК, ГК. Приспособления измерения порового давления и температуры позволяют проводить исследования на самом высоком уровне. Кстати

сказать, попытка создать аналог в США не увенчалась успехом.

Использование ННК (нейтрон-нейтронного каротажа) и ГК (гамма-гамма каротажа) позволило достаточно подробно и достоверно исследовать капиллярную кайму. Высота ее, влажность и цвет нестабильны и не достигали величины более 2 м в различных грунтах. В процессе эволюции или техногенеза могут образовываться как традиционные (четочные) капилляры, так и капилляры Жомена в геомассиве основания.

На этой основе разработана комбинированная капиллярная модель. Одним из главных выводов при ее использовании является отсутствие прямой связи между высотой и силой капиллярного поднятия, поскольку объемная и весовая влажности по высоте его каймы нестабильны.

Результаты исследования порового давления и капиллярного поднятия могли бы дополнить фильтрационную теорию консолидации (уплотнения). ■



А. Д. СОКОЛОВ, к. т. н., доктор транспорта, доцент, академик ИТА, академик РАТ, почетный транспортный строитель, главный научный сотрудник НИЦ «Мосты» АО «ЦНИИС»;
М. В. ШУЛАЕВА, инженер

ПРИЧИНЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ СВАЙ ФУНДАМЕНТОВ ЛИЦЕВЫХ СТЕНОК АРМОГРУНТОВЫХ СИСТЕМ МОСТОВ

Загрузка поверхности основания весом подходной насыпи вызывает в грунтах напряжения, передающиеся на сваи фундаментов устоя и лицевых стенок армогрунтовых систем. Задача о напряжениях в пространстве, ограниченном горизонтальной плоскостью (полупространстве), решена французским ученым Жозефом Буссинеском еще в 1876 году. Горизонтальные составляющие таких напряжений создают дополнительные нагрузки на сваи фундаментов устоев и лицевых стенок армогрунтовых систем, что до последнего времени не учитывалось проектировщиками, так как не было отражено в нормативных документах. Это часто приводило к повреждению свайных фундаментов и авариям мостов.

Таблица 1
Значения горизонтального катета треугольника

Грунты	Величина горизонтального катета
Суглинки и глины твердой консистенции	$0,2 \gamma H$
Плотные пески, гравий, галька, суглинки и глины полутвердой консистенции	$0,35 \gamma H$
Пески и супеси средней плотности, тугопластичные суглинки и глины	$0,5 \gamma H$
Пески и супеси рыхлые, пылеватые пески, мягкопластичные глины и суглинки	$0,65 \gamma H$
Суглинки, глины и илы текучепластичной и текучей консистенции	$0,75 \gamma H$

Лишь в последнем издании СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы» (Изменение №1) в п. 11.7 введено указание: «При расчете устоев с фундаментами глубокого заложения (сваи, буровые столбы) следует учитывать дополнительное давление грунта основания на фундаменты от веса подходной насыпи, определяемое методами теории упругости для линейно–деформируемого полупространства».

А. А. Луга еще в 1960 году представил приближенный инженерный метод расчета. Криволинейную эпюру горизонтальных давлений, получаемую методами теории упругости (рис. 1), было предложено заменить треугольником, горизонтальный катет которого равен $0,5q$, где $q = \gamma H$, H — высота насыпи, γ — удельный вес грунта насыпи (рис. 2), а вертикальный равен H . В случае напластования грунтов с разными физико–механическими характеристиками горизонтальный катет А. А. Луга, на основании опытных данных по многим мостам, рекомендует принимать по табл. 1.

Этот прием был использован для решения задачи, поставленной ООО «Трансстроймеханизация» перед НИЦ «Мосты» АО «ЦНИИС»: о смещении откосных частей армогрунтовых устоев с отдельными функциями путепровода через железную дорогу Москва — Санкт-Петербург на перегоне Завидово — Решетниково.

Путепровод на ПК1113+35 представляет собой трехпролетный мост, пересекающий железную дорогу под углом 29° . В сооружении использованы бесконусные устои с отдельными функциями и армогрунтовыми системами. Лицевые стенки устоев имеют в плане полигональное очертание: средняя стенка воспринимает нагрузки от пролетных строений и переходных плит (рис. 3); фундаменты стенок в центральной части устроены из двух

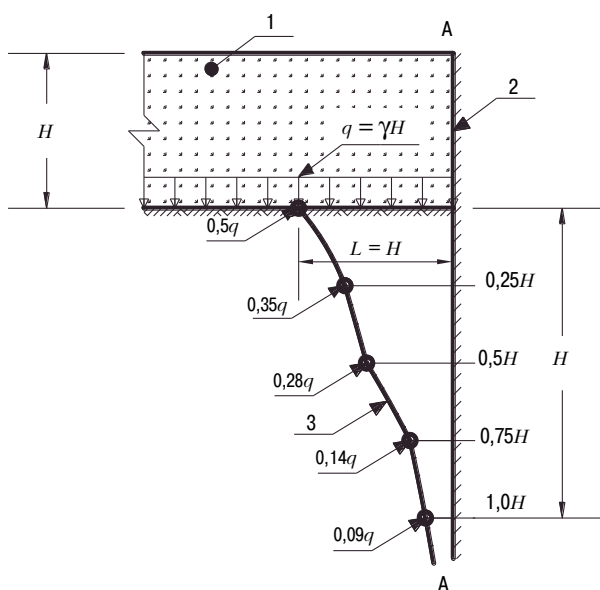


Рис. 1. Эпюра горизонтального давления грунта основания на заднюю грань А-А свайного фундамента устоя:
1 – подходная насыпь; 2 – задняя грань свайного фундамента; 3 – эпюра горизонтального давления на заднюю грань свайного фундамента по решению теории упругости

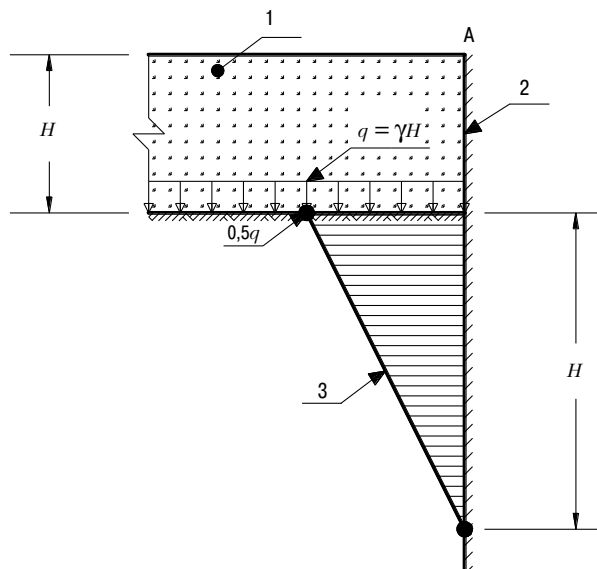


Рис. 2. Замена криволинейной эпюры горизонтального давления треугольником:
1 – подходная насыпь; 2 – задняя грань устоя моста; 3 – треугольная эпюра давления грунта основания на сваи устоя

рядов забивных свай, из которых один ряд свай выполнен наклонно. В откосных частях лицевая стенка устроена из плит, объединенных шпонками (рис. 4–7). Фундаменты открьлков выполнены из одного ряда вертикальных забивных свай сечением 35×35 см; фундаменты промежуточных опор выполнены безростверковыми из буровых свай.

После отсыпки армогрунтовых систем плиты открьлков получили смещение максимальной величины 10 см в сторону пролета (рис. 6).

Промежуток между железобетонными конструкциями и армогрунтовой системой составляет 300÷600 мм. Таким образом, лицевые стенки устоев кроме собственного веса никаких нагрузок не воспринимают.

Путепровод через железную дорогу на ПК1113+35 перегона «Завидово — Решетниково» выполнен раздельным для двух направлений движения. Инженерно-геологический разрез (поперечник) по оси правого сооружения показан на рис. 8, левого — на рис. 9. Физико-механические характеристики грунтов приведены в табл. 2.

Верхние слои грунтов представлены песком пылеватым водонасыщенным (ИГЭ 35), мощность слоя которого составляет 1,5÷2,0 м; ниже залегают пластичные супеси (ИГЭ 34 пл), мощность слоя 2,0÷3,0 м; коренные породы представлены суглинками полутвердой консистенции (ИГЭ 62 п) с линзами мелкого песка (ИГЭ 66) водонасыщенного.

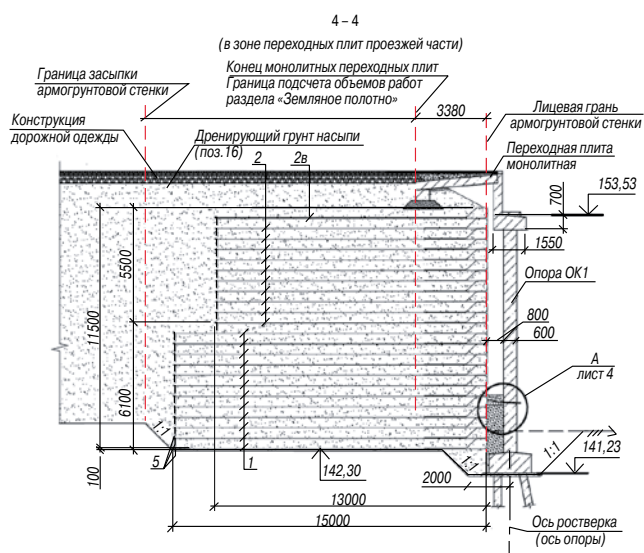


Рис. 3. Лицевая стенка центральной части устоя ОК1

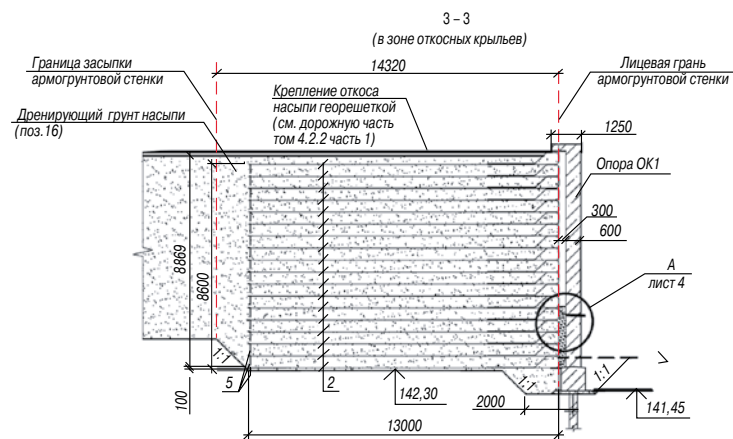


Рис. 4. Стенки открьлков устоя ОК1



Рис. 5. Открылок опоры ОК1 правого путепровода



Рис. 6. Положение стенки после смещения открылка (10 см)



Рис. 7. Гидроизоляционная шпонка открылка

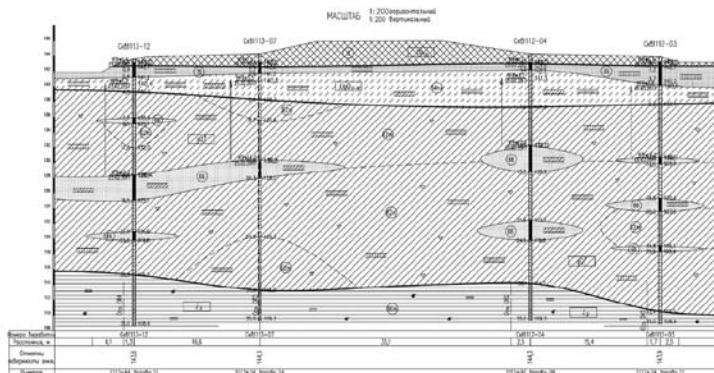


Рис. 8. Инженерно-геологический разрез по оси правого сооружения

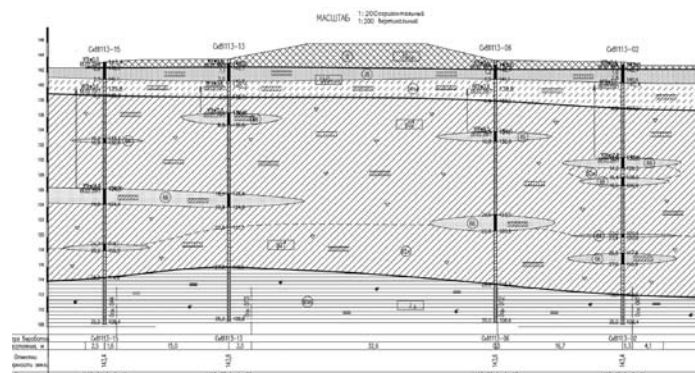


Рис. 9. Инженерно-геологический разрез по оси левого сооружения

По методу А.А. Луги принимаем вес грунта подхожденной насыпи за равномерно распределенную нагрузку, действующую по поверхности упругого полупространства, и строим эпюры горизонтального давления на 1 пог. м ширины вдоль открылка (рис. 10).

Расчет устойчивости грунта, окружающего сваю, должен производиться по условию ограничения расчетного давления σ_z , оказываемого на грунт боковыми поверхностями свай по формуле В.7 СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты»:

$$\sigma_z \leq \eta_1 \eta_2 \frac{4}{\cos \varphi_1} (\gamma_1 z \operatorname{tg} \varphi_1 + \xi C_1),$$

где σ_z — расчетное давление сваи на грунт по боковой поверхности; η_1 — коэффициент, равный единице, кроме случаев расчета фундаментов распорных сооружений; η_2 — коэффициент, учитывающий долю постоянной нагрузки в суммарной нагрузке; M_t — момент от временных нагрузок; M_c — момент от постоянных нагрузок; γ_1 — расчетный удельный вес грунта ненарушенной структуры, кН/м³, определяемый в водонасыщенных грунтах с учетом взвешивания в воде; φ_1 и C_1 — расчетные значения соответственно угла внутреннего трения грунта, рад, и удельного сцепления грунта, кПа; ξ — коэффициент, принимаемый равным для забивных свай и свай-оболочек 0,6.

Для супеси пластичной консистенции: $\gamma_1 = 2,16$ г/см³; $\varphi_1 = 28^\circ$; $C_1 = 25$ кПа. Получаем:
 $\sigma_z = 0,524$ тс/м²;

$$[\sigma_z] = \eta_1 \eta_2 \frac{4}{\cos \varphi_1} (\gamma_1 z \operatorname{tg} \varphi_1 + \xi C_1) = 3,7 \text{ тс/м}^2;$$

$0,524 \text{ тс/м}^2 < 3,7 \text{ тс/м}^2$ — условие выполняется.

Расчетный изгибающий момент определяем по формуле Д.20 СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов»:

$$M_z = \alpha_\epsilon^2 E I U_0 A_3 - \alpha_\epsilon E I \psi_0 B_3 + M_0 C_3 + \frac{H_0}{\alpha_\epsilon} D_3,$$

$$M_z = 12,08 \text{ тс/м} > M_{\text{воспр}} = 8 \text{ тс/м}.$$

Значение $M_{\text{воспр}}$ принимается по типовому проекту серии 3.500.1-1.93 «Сваи забивные железобетонные цельные сплошного квадратного сечения для опор мостов». Выпуск 0.

Из выполненного расчета можно сделать выводы о том, что давление свай фундаментов открылков на окружающий грунт не превышает его несущей способности, а прочность свай фундаментов открылков не обеспечена.

Для обеспечения устойчивости конструкций были даны следующие рекомендации:

1. Во избежание развития аварийной ситуации **рекомендуется**:

- организовать мониторинг за перемещениями плит открылков устоев; с наступлением весны влаж-

ность грунтов основания может увеличиться, что снизит их прочностные показатели;

- со стороны пролета устроить наклонные упоры, предотвращающие влияние динамики и вибрации на устойчивость открылков, с последующим их демонтажем;

- верх стенки устоя заанкеровать арматурными стержнями; с этой целью в стенке просверлить отверстия для пропуска анкерных стержней;

- на лицевой стороне открылков закрепить два швеллера, служащие упором для анкерных стержней; на откосе насыпи прокопать вручную канавки, дно которых расположить на расстоянии 10–15 см выше верхнего слоя геосинтетики; анкерные стержни из арматуры уложить в эти канавки и забетонировать (длина стержней должна быть больше длины армирующей ткани). За концами армогрунтовой конструкции прокопать канавку поперек насыпи, в которую уложить швеллер с приваренными к нему концами арматурных стержней; канавку забетонировать. Бетонные работы следует выполнять в теплое время года или с использованием тепляков. Эта анкерная система в верхней части стенки гарантирует предотвращение ее падения;

- для натяжения анкерных стержней нужно устроить муфты с резьбой, что позволит частично вернуть стенки открылков в проектное положение.

2. Перед ростверком фундамента открылков следует устроить ряд буровых свай (5–6 шт.) диаметром 0,8 м,

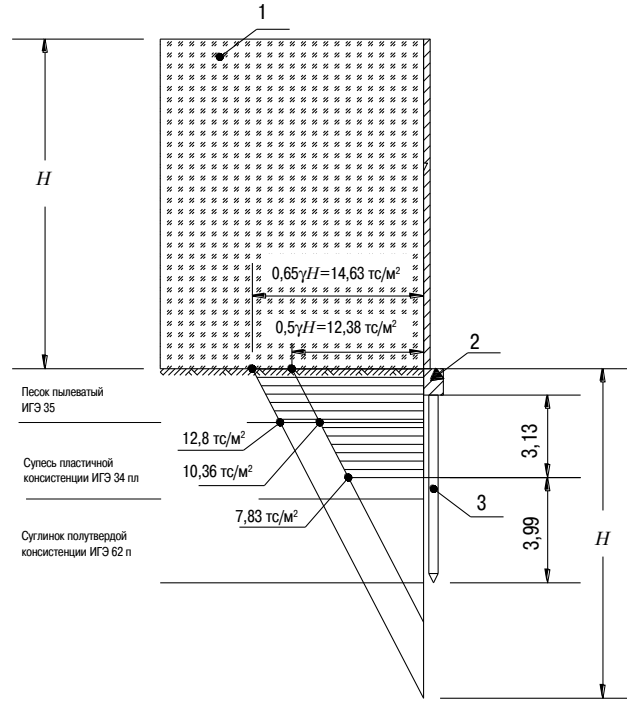


Рис. 10. Эпюра распределения дополнительного горизонтального давления на сваи от веса подходной насыпи: 1 – армогрунт; 2 – ростверк фундамента открылка; 3 – забивные сваи 0,35х0,35 м

заглубленных на 8 м; ростверк фундамента открылков соединить арматурными стержнями с бетоном буровых свай. Промежуток между ростверком и буровыми сваями забетонировать. Работы по закреплению ростверка фундамента открылков следует вести только после анкеровки верха стенки открылка. ■

Таблица 2. Физико-механические характеристики грунтов

№ ИГЭ	Наименование грунта по ГОСТ 25100-11	Геологический индекс	Плотность песчаных и консистенция глинистых грунтов	Лабораторные данные								Статическое зондирование								Рекомендуемые значения											
				Плотность грунта прир. сложения		Испытание на сдвиг		Компрессионное испытание		Треповое скатие		Табличные данные (СНиП 2.02.01-83*)				Нормативные				Расчетные											
				ρ	С	φ	E _c (компрессионный)	E	С	φ	E	ρ*	С	φ	E	С	φ	E	ρ	С	φ	E	ρ	С	φ	ρ	С	φ			
34 пл	Супесь	f, lgQ _{н.м}	Пластичной консистенции	г/см³	кПа	градус	МПа	МПа	кПа	градус	МПа	г/см³	кПа	градус	МПа	кПа	градус	МПа	г/см³	кПа	градус	МПа	г/см³	кПа	градус	г/см³	кПа	градус			
35	Песок пылеватый		Средней плотности	2,18	30	30	9,4		28	29	30,6		2,00	31	15,0	2	26	11,5	2,00	2	31	15,0	1,98	2	29	1,96	1	27			
62 т	Суглинок	qD _с	Твердой консистенции	2,28	84	31	9,1		82	29	38,4				47	26	60,0	2,28	82	29	38,4	2,27	79	29	2,27	76	28				
62 п	Суглинок		Полутвердой консистенции	2,25	75	28	8,5		79	28	42,2				47	26	58,7	2,25	79	28	42,2	2,24	73	26	2,23	68	25				
66	Песок мелкий		Плотный										2,06	35	48,0	4	36	36,8	2,06	4	35	48,0	2,04	4	32	2,01	3	30			
90 п	Глина	J ₃	Полутвердой консистенции	1,83	81	22	8,7		81	22	26,1							1,83	81	22	26,1	1,81	73	20	1,80	64	18				

В последние годы армогрунтовые системы находят все большее применение в транспортном строительстве. Эффективность этих конструкций уже подтверждена мировым опытом. Однако в отечественной практике нередко случаи проявления дефектов еще до начала эксплуатации объекта. Чтобы разобраться в причинах этого, редакция нашего журнала на страницах выпуска организовала профессиональную дискуссию и пригласила к обсуждению известных экспертов, проектировщиков и специалистов предприятий, занимающихся производством геосинтетических материалов.



Ольга ГУРБАН,
технический специалист
ООО «Машина-ТСТ»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРМОГРУНТОВЫХ СИСТЕМ: АНАЛИЗ ОШИБОК И ПОИСК РЕШЕНИЙ

Какие программные комплексы и методики расчетов вы используете при проектировании армогрунтовых насыпей и устоев мостов? Опираетесь ли при этом на рекомендации производителей геосинтетических материалов?

Николай Усачев:

— Нашей компанией преимущественно используются три программных комплекса: «Макстарс W», Geo5 и Plaxis. Первичные основные параметры сооружений определяются и принимаются по данным программы «Макстарс W». Мы используем ее уже больше двух десятков лет. На основании полученных результатов к настоящему времени в РФ и странах СНГ построено более 100 армогрунтовых сооружений, с диапазоном высот от 5 до 30 м.

Geo5 и Plaxis, тоже используемые при обосновании параметров конструкций и их надежности, у нас в большей степени ориентированы на определение величин прогнозируемых осадок сооружений и их деформаций. Данными программами также контролируются расчетные напряжения в георешетках и напряжения в лицевой грани армогрунтовых стен.

В последнее время мы рассматриваем и результаты расчетов, выполненных в программе «Откос» (приложение ПК SKAD Office). Она задействована в части контроля общей устойчивости проектируемых сооружений. Следует отметить, что применение данной программы и специализированных методов оценки устойчивости склонов имеет ряд специфических условий, требует дополнительного изучения.

Виктор Самохват:

— Для конструирования и предварительных расчетов мы, как правило, применяем аналитические методы, изложенные в нормативной и рекомендательной отечественной литературе, а также в технической документации производителя геосинтетических материалов. Для окончательных расчетов в подавляющем большинстве случаев используем геотехнические программные комплексы, работающие на основе метода конечных элементов, в частности Plaxis, Midas GTSNX и Geo5 МКЭ.

К рекомендациям производителей стараемся прислушиваться, осознавая, что они как никто другой знают особенности производимого материала и специфику его работы в конструкции. А поскольку на практике нам приходится иметь дело в основном с крупными предприятиями, которые в своей структуре имеют научно-исследовательские подразделения и отделы сопровождения, то рекомендации изготовителя имеют очень важное значение.

Олег Киселев:

— В настоящее время существует достаточно большое количество программных комплексов и методик расчетов. Как показывает практика, идеальных методов не бывает, все они так или иначе базируются на основных законах механики грунтов с определенными допущениями. Два различных программных комплекса с введенными одинаковыми значениями нагрузок и характеристик грунтов дадут в итоге разные в большей или меньшей степени результаты.

Сегодня мы работаем преимущественно с ПО Huesker-Stability и Mathcad. Еще на заре своей деятельности мы стали использовать в качестве основного программный комплекс Huesker-Stability v1. Пока мы не получали отказов армогрунтовых конструкций, рассчитанных по его первой и последующим версиям. А о Mathcad можно сказать, что это универсальная программа для инженерных расчетов, то есть в ней можно написать практически любую методику, она наглядна и интуитивно понятна.

Хочу также отметить, что не только программный комплекс, но и человек, с ним работающий, определяет результат. Так, в прошлом году был случай, когда по Geo5 просчитали одно решение, но мы сочли более правильным другое, и экспертиза встала на нашу сторону.



Олег КИСЕЛЕВ,
технический директор
АО «АРЕАН-геосинтетикс»



Максим КОРОБОВ,
начальник отдела продаж
ООО «Фройденберг Политекс»



Александр КОРОТКЕВИЧ,
руководитель технического отдела
ООО «Престорусь»



Алексей ЛИТВИНЦЕВ,
главный инженер ООО «ТД РГК»



Александр САМКО,
ГИП ООО «Хюскер»



Виктор САМОСВАТ,
ведущий инженер АО «Институт
«Новгородстройпроект»

**Какие показатели закладываете в расчеты?
Учитываете ли влияние веса насыпи на фунда-
менты устоя?**

Николай Усачев:

— В большинстве случаев разработку проектных решений по устройству армогрунтовых конструкций в дорожной, горнопромышленной и водохозяйственных отраслях мы выполняем в качестве субподрядной организации. Чаще всего речь идет о второстепенных объектах. Например, о подходах к мостам. Решение по расположению объекта и оценка его взаимодействия с основным сооружением относится к компетенции генпроектировщика, если иное не оговорено специально в техническом задании.

Считаем необходимым отметить, что в большинстве случаев рассматривать два расположенных рядом сооружения без учета их взаимодействия недопустимо. Особо важным является проведение такой оценки для сооружений с отдельными устоями на свайном основании, что регламентируется, в частности, СП 35.13330.2011 (изм. №1).

Виктор Самохват:

— Закладываемые показатели во многом зависят от расчетной схемы и возможности применяемых методик и программных комплексов учесть те или иные факторы. В общем же случае набор показателей таков:

- расчетные параметры геосинтетических материалов, включая элементы облицовки и фундаментов, если речь о подпорных сооружениях (вес, жесткость, прочность, геометрия);
- расчетные физико-механические характеристики грунтов;
- система действующих нагрузок (включая статические и динамические нагрузки, сейсмические воздействия и действие водных потоков);
- нормативные значения коэффициентов запаса устойчивости и/или прочности, а также предельные нормативные значения деформаций элементов конструкций и сооружений.

Учет веса насыпи на фундамент устоя зависит от конструкции и, опять же, от применяемых расчетных методик. У нас при расчетах обсыпных устоев вес насыпи на фундамент опоры учитывается — не важно, используется при этом аналитический метод, числен-

ный или какой-то другой. Для обсыпных устоев и устоев с отдельными функциями проводится совместный геотехнический расчет для оценки влияния веса подходной насыпи на деформации опоры.

Таким образом, получается, что учет влияния веса насыпи на фундаменты устоя в расчетах в любом случае производится.

Олег Киселев:

— Показатели прежде всего определяются нормативными документами (СП, ГОСТ, ОДМ, СТУ). С их учетом мы и рассчитываем армогрунтовую конструкцию, имеющую заданную прочность и деформативность. И даем расчетную нагрузку на фундаменты устоя. Если он опирается на сваи, то дальше в дело вступают мостовики. У них есть и специализированные программы, и соответствующий опыт. А если устоя на естественном основании, то мы сами оцениваем и осадки, и сдвиговые напряжения, и избыточные поровые давления, и общую устойчивость конструкции.

Каковы критерии выбора геосинтетических материалов при проектировании транспортных сооружений в сложных инженерно-геологических условиях?

Николай Усачев:

— В целом критерии методик расчета, на наш взгляд, достаточно четко сформированы в британском стандарте на проектирование армогрунтовых конструкций BS 8006. Там учитываются все основные факторы долговременной прочности применяемых материалов. В итоге выбор делается в зависимости от условий и расчетного срока эксплуатации объекта, природно-климатических условий, агрессивности среды и непосредственно характеристик решетки, в том числе ее ползучести во времени.

Сейчас в нашей стране идет активное развитие этого направления в виде адаптации методики проектирования армогрунтовых сооружений к российским условиям. К сожалению, в последней версии готовящегося к выпуску ГОСТ «Дороги автомобильные общего пользования. Армогрунтовые подпорные стены» данный раздел сжат до минимума и не дает четких критериев назначения расчетных характеристик геосинтетических решеток. Также в документе отсутствуют критерии



Сергей СЕМЕНОВ,
главный технолог ЗАО «Радуга»



Радмир СОЛОДКИЙ,
руководитель департамента НТО
Группы компаний «Рускомполит»



Николай УСАЧЕВ,
начальник проектной группы
ООО «Габियोны Маккаферри СНГ»

и методы проектирования с применением стальных сеток и лент.

Виктор Самохват:

— Поскольку геосинтетический материал в армогрунтовых системах выполняет роль армирующего элемента, то основополагающими критериями для выбора являются прочностные характеристики: прочность при растяжении; относительное удлинение при действии максимального растягивающего усилия или продольная жесткость; прочность при продавливании и т. п. При этом следует отметить, что, с учетом нормативных требований, на первый план выходят прежде всего показатели длительной (долговременной) прочности, позволяющие оценить стойкость материала к агрессивным средам и его способность сохранять свои свойства с течением времени.

Остальные критерии, такие, как устойчивость к действию ультрафиолетовых лучей и к механическим повреждениям при укладке, гибкость при отрицательной температуре, коэффициент фильтрации, зависят исключительно от особенностей конструкции, грунтов, слагающих основание транспортного сооружения, и конкретных условий внешнего воздействия.

Олег Киселев:

— Каждому армирующему геосинтетику — свое место. Например, обычный полиэстер (полиэфир) в агрессивную среду грамотный проектировщик не положит, а если его лимитируют деформации, то он заложит либо поливинилалкоголь, либо арамид, либо полиэстер повышенной прочности. И сравнит по стоимости и трудозатратам, выбирая оптимальный вариант.



Александр Самко:

— Создание объектов транспортной инфраструктуры в сложных инженерно-геологических условиях, как правило, требует от проектировщиков нестандартных решений.

В борьбе таким с опасным геологическим явлением, как карст, зачастую применяются дорогостоящие мероприятия по предотвращению провалов на участке трасс: тампонирующие карстовые полости и трещины различными растворами; устройство защитной конструкции из массивного свайного поля с мощным железобетонным ростверком.

ООО «Хюскер» предлагает использовать геосинтетическое армирование зон возможных карстообразований высокопрочными ткаными георешетками марки Fortrac® АМТ на основе арамидных нитей. В силу низкой ползучести, высокой прочности и незначительного относительного удлинения (менее 3%) такие решетки применяются все больше. Суть данной технологии заключается в частичной стабилизации отсыпаемого сооружения — то есть деформации возможны, но ограничены расчетными значениями. Преимуществом такого решения в сравнении с традиционными методами (свайного поля, монолитной железобетонной плиты, тампонирующего пустот вяжущими растворами и прочими) является не только гарантированное перекрытие скрытых карстовых пустот по всей ширине объекта, но и экономическая эффективность.

При проектировании сооружений на слабых основаниях возникает ряд вопросов: допустимые осадки конструкции, боковое давление грунта и проверка устойчивости на сдвиг, расчет общей и внутренней устойчивости насыпи и т. д. С целью решения данных задач был разработан фундамент на сваях, армированный геосинтетическими материалами на основе поливинилспиртовых (ПВС). Они индифферентны к агрессивной щелочной среде бетонных сооружений ($pH > 11,5$) и торфяных грунтов, а также имеют наименьшую ползучесть в сравнении с материалами из полиэфира (ПЭТ) и полипропилена (ПП). То есть при заданном расчетном удлинении будут воспринимать более высокие нагрузки.

При выборе материалов необходимо учитывать расчетные деформации сооружений (автодорожных насыпей или устоев мостов и путепроводов). Так, при проектировании сооружений I класса ответственности необходимо применять ГСМ с минимальными

деформациями — материалы на основе ПВХ и арамидного сырья. Также необходимо учитывать химическую стойкость геосинтетиков в агрессивной среде железобетонных конструкций или грунтов оснований. В обозначенных условиях правильную и надежную работу сооружения обеспечивают материалы на основе ПВХ-сырья (георешетки Fortrac® МРТ и геополотно Stabilenka®Xtreme).

Каковы основные ошибки проектирования, приводящие к нестабильности армогрунтовых систем?

Николай Усачев:

— Основные причины, ведущие к нестабильности армогрунтовых сооружений, следующие:

- недостоверность и неполнота инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, в том числе недоучет динамики грунтовых вод;
- отсутствие полноценной оценки общей устойчивости сооружения с учетом местных условий рельефа, схемы нагружения, анализа внутренних напряжений в георешетках;
- неполнота учета факторов расчетных характеристик георешеток и специфики конструкций лицевой грани подпорной стенки;
- непонимание индивидуальных особенностей сооружения (например, недоучет роста напряжений в его внешних углах);
- несоблюдение инструкций производителя в части условий возведения стен, применение в армогрунтовой насыпи грунтов, не соответствующих требованиям проекта, недостаточность уплотнения грунтов и натяжения георешеток.

Виктор Самохват:

— Если рассматривать весь комплекс проектирования, то основные ошибки, на мой взгляд, кроются в недостоверности и неполноте информации, полученной при инженерно-геологических, инженерно-гидрологических и геотехнических изысканиях, а также в некорректности их интерпретации для конкретного объекта.

Кроме того, распространенными ошибками являются:

- некорректное использование в расчетах системы показателей прочности геосинтетических материалов;

- выполнение расчетов устойчивости без учета долговременной прочности геосинтетиков и учета прочих факторов снижения прочности грунтов и материалов;

- отсутствие полного комплекса расчетов по наиболее вероятным схемам потери устойчивости (когда не просчитаны все возможные механизмы разрушения).

Олег Киселев:

— Ошибок бывает множество, причем разнообразных. Но, как ни странно, наиболее часто встречается недоучет воды в виде избыточного порового давления в основании, паводков, затяжных дождей, прорывов водоводов и просто отсутствия в системе соответствующего дренажа. И, конечно, слабая проработка геологии: когда, например, характеристики грунтов принимаются по приложению к СНиПу, даже если коэффициент консистенции $IL > 0,75$, а коэффициент фильтрации — по различным справочникам, дающим значения, различающиеся на порядок. Или, по некоторой литературе, насыпные грунты «в качестве основания не рекомендуются», хотя они отсыпались еще 200 лет назад и на них, в частности, стоят кирпичные трехэтажные здания постройки начала XX века, и т. д.

Какие шаги необходимо предпринимать для предотвращения дефектов армогрунтовых насыпей и устоев мостовых сооружений? Считаете ли вы, что для проектирования армогрунтовых систем необходимо вводить новые государственные стандарты, которые закрепляли бы методы расчета?

Николай Усачев:

— Первоочередной мерой, исключающей возникновение вышеназванных ошибок, мы считаем обязательную разработку и утверждение свода правил на проектирование армогрунтовых сооружений не только в дорожной отрасли, но и в других отраслях народного хозяйства. Необходим четкий регламент методов и критериев по применению данных технологий. В последующем требуется строгое соблюдение норм проектирования с учетом всех вышеизложенных факторов и условий. Действующие в настоящее время СП 22.13330.2016 — п. 6.10 «Армированные грунты»

и ОДМ 218.2.027-2012 не в полной мере решают некоторые принципиальные вопросы.

Виктор Самохват:

— На мой взгляд, для избежания дефектов при устройстве армогрунтовых насыпей и устоев мостовых сооружений и, соответственно, повышения надежности и долговечности подобных конструкций, необходимо предпринять комплекс мер, основные из которых должны быть направлены на качественное развитие методов исследования физико-механических свойств грунтов и геосинтетических материалов; рациональное использование накопленного опыта в этой сфере и ряд новых уточняющих полевых исследований работы геосинтетиков в конструкциях при конкретных условиях; общее повышение геотехнической грамотности проектировщиков и расчетчиков.

Разработка новых ГОСТов имеет смысл, только если они будут иметь качественные отличия от существующих и позволят в полной мере использовать лучшие достижения инженерного дела. Например, численные методы расчета и моделирования видятся наиболее современным и полноценным подходом при проектировании армогрунтовых систем, однако на сегодняшний день мы не имеем отечественных стандартов, регламентирующих его применение.

Александр Самко:

— При устройстве армогрунтовых насыпей и устоев мостовых сооружений необходимо учитывать деформации тела насыпи (высотой более 5 м), осадка которой может достигать 10 см и больше. Такие величины получаются из-за недоуплотнения ручными трамбовками грунтового массива около обреза армогрунтовой конструкции, когда использование тяжелой техники небезопасно. В этом случае наиболее проблематичны подпорные стены с жесткой облицовочной системой (с активной системой облицовки) — бетонные блоки и уголки, железобетонные плиты и другие. После строительства возможно проявление трещин в облицовке, а также в фундаментном блоке. Для данных конструкций необходим более строгий контроль при их возведении — в точности, в проверке расчетного уплотнения грунтового массива на обресе армогрунтовой насыпи, а также самого тела конструкции.

Проблему можно решить, если исключить жесткую облицовку и заменить ее гибкой пассивной. Конструк-

ция гибкой облицовочной системы должна воспринимать сжимающие деформации тела сооружения пропорционально и сохранять устойчивость. Таким требованиям отвечают армогрунтовые подпорные сооружения, выполненные по системе «Вертикальный откос». Она представляет собой пространственный контур, который заполняется щебнем фракций 70–150 мм. Контур включает в себя фасадную часть — оцинкованную сетку с ячейками 200×50 мм, закрепляемую на расстоянии 250 мм от тела насыпи с помощью арматурных анкеров (арматура покрыта слоем цинконаполненной краски). Основным отличием от других систем облицовки с каменной засыпкой (габионы, «Террамеш») является отсутствие оцинкованной сетки со стороны тела насыпи (замкнутого контура сетки с двух сторон). Также в данной конструкции отсутствует железобетонный фундамент, что ведет к снижению затрат на возведение сооружения (удешевление, сокращение сроков работ).

Для проектирования армогрунтовых систем имеется ряд нормативных документов, применяемых на территории РФ — ОДМ 218.2.027-2012, ЕBGEO-2010, BS-8006. Что касается новых необходимых стандартов, то сейчас разрабатываются ГОСТ и СП по проектированию армогрунтовых подпорных стен.

Олег Киселев:

— Способы избежать ошибок — это грамотные расчет и конструирование с учетом вышесказанного, строгое соблюдение технологии, недопустимость замены армирующих материалов подрядчиком на «аналоги» с целью удешевления конструкции, мониторинг как минимум в процессе производства работ, независимый технадзор.

Несколько слов надо сказать и по поводу стандартов. Сейчас накопился просто вал новых ОДМ, ГОСТов и прочих плодов нормотворчества, в том числе регламентирующих применение геосинтетики в дорожном строительстве. Зачастую они противоречат друг другу и более ранним действующим документам. Раньше такие нормативы готовились целыми научными коллективами на основании исследований, испытаний и опыта эксплуатации во всем мире. Теперь же, например, мало кому известно ООО переводит Британский стандарт BS8006 — и вот вам новый российский ОДМ. Однако в зарубежном оригинале методология другая. Там в расчетных формулах вводят коэффициенты запаса по грунту, нагрузкам и т. п. Но у нас приходится

считать по российским правилам, и получаются конструкции с явно завышенными прочностными характеристиками, противоречащими накопленному опыту, в том числе мировому.

Мало того, на базе вышеназванного ОДМ разработан проект ГОСТ «Дороги автомобильные общего пользования. Подпорные стены из армированного грунта. Правила проектирования». К его первой редакции у нас было много принципиальных замечаний, которые мы направили разработчикам. Дальнейшая судьба этого проекта нам неизвестна.

И возникает законный вопрос: а по подпорным стенам в других областях строительства будут свои нормативы? Не повторится ли казус, как в случае с действующими сейчас дорожным ГОСТ Р 55030-2012 и межгосударственным ГОСТ 32491-2013 (ISO 10319), которые отличаются методически и дают разные значения прочности и относительного удлинения для одного и того же геосинтетического материала?

Расскажите о своем производстве геосинтетических материалов. Оборудование каких производителей используете? Где приобретаете сырье?

Александр Короткевич:

— Наш ассортимент состоит из следующих материалов:

- объемные георешетки «Геокорд®» (армированная) и «ППР GW®» (стандартная);
- бесшовная георешетка «Геостеп®» (для укрепления откосов дорог);
- геомембрана «Престорусь»;
- геотекстиль нетканый «Геонит-Н»;
- изделия для крепежа геосинтетики — АРМ-клип®, полиамидный шнур, степлеры и скрепки;
- крепежный ключ для секций георешеток «Фаст-Лок®»;
- металлические и пластиковые анкера («Прут-текс®» и «Геофорс®»).

Завод компании расположен в особой экономической зоне ППТ «Липецк». Наши производственные площади занимают 8,5 тыс. м², складские — 2 тыс. м².

Мы отдаем предпочтение технологическому и лабораторному оборудованию из европейских стран — ФРГ, Чехии, Швейцарии, Бельгии, Великобритании,



Польши, — а также из США. Для производства используем отечественный полиэтилен и полипропилен.

Ольга Гурбан:

— Наше производство расположено в свободной экономической зоне «Могилев» (Беларусь), оснащено новейшим технологическим оборудованием из Германии, Италии, Бельгии, Турции и Великобритании. Каждый год мы наращиваем мощности и приобретаем новые станки. Сырьевые компоненты, входящие в состав выпускаемых нами материалов, закупаются у самых надежных мировых производителей в Беларуси, России, Японии, Германии, Китае. Наличие сертификатов соответствия ГОСТ Р и европейского сертификата CE подтверждают высокое качество нашей продукции.

Сергей Семенов:

— ЗАО «Радуга» является единственным на Дальнем Востоке производителем нетканых материалов из синтетических и натуральных волокон. Технология такого производства иглопробивным способом освоена нами еще при создании предприятия в 1980-е годы, и уже 36 лет это направление является в нашей деятельности основным.

На сегодняшний день главный объем работ нам обеспечивает реализация программы «Развитие транспортной системы России». В ее рамках, по данным Минвостокразвития, до 2020 года на Дальнем Востоке будет построено и реконструировано свыше 800 км автомобильных дорог, включая участки федеральных трасс «Усури», «Восток», «Вилюй», «Лена», «Амур», «Колыма». Это вызывает большой спрос на геотекстильные нетканые материалы для дорожного строительства.

В 2017–2018 гг. мы не смогли удовлетворить все потребности региона из-за отсутствия свободных

мощностей и недостаточной ширины изготавливаемого материала (2 м).

Приобретенная в конце прошлого года в Китае линия для производства геотекстильных нетканых материалов шириной 4,3 м, таким образом, не только стала новым приоритетом в развитии нашего предприятия, но и в целом имеет важное значение для дорожной отрасли Дальнего Востока. Выбор поставщика был обусловлен территориальным расположением нашей компании с учетом того, что в КНР появились заводы-изготовители, которые производят качественное оборудование, обеспечивающее высокие эксплуатационные характеристики нетканых геополотен.

В других вопросах импорта также ориентируемся на страны своего Азиатско-Тихоокеанского региона. Сырье приобретаем в Южной Корее, Китае и Вьетнаме. Низкие транспортные расходы при этом являются одним из главных факторов, позволяющих нам в итоге предлагать конкурентные цены на готовую продукцию.

Александр Самко:

— ООО «Хюскер» образовано в 2013 году. Мы являемся дочерним предприятием компании Huesker Synthetic GmbH, по выпуску высококачественных геосинтетиков занимающей лидерские позиции на мировом уровне. В январе 2017 года фирма открыла производство геосинтетических материалов и технического текстиля на первом собственном заводе в России, в г. Клин. Наш концерн предлагает своим клиентам широкий ассортимент продукции: плоские и трехмерные георешетки, геоткани, геокомпозиаты, нетканые материалы, бентонитовые маты, технотубы и т. д.

Для производства материалов мы используем высококачественное сырье, все поставки проходят жесткий входной контроль качества в собственной лаборатории.

Максим Коробов:

— Одним из направлений нашего бизнеса является выпуск полиэфирного нетканого геотекстиля. Необходимо отметить, что мы являемся отечественным производителем, но входим в состав одного из бизнес-дивизионов немецкой Группы Freudenberg. Она, в свою очередь, занимает лидирующие позиции на мировом рынке по производству нетканых полиэфирных материалов для строительного сектора. Российский завод находится в г. Заволжье Нижегородской области.

Обладая высокими компетенциями в данном бизнесе, мы самостоятельно проектируем свои производственные линии и заказываем оборудование для них у лучших европейских компаний. Мы ориентируемся в первую очередь на качество выпускаемой продукции, а также на высокую эффективность всех процессов. Наши линии очень требовательны и к сырью, поэтому мы активно работаем над поиском надежных производителей полиэфирных волокон необходимого качества, и за последние годы география наших поставщиков существенно расширилась. В этом нам помогают прекрасные бизнес-связи глобальной Группы по всему миру.

К сожалению, в России так и не появилось собственного производства первичного полиэфирного волокна, применимого для изготовления нашей продукции. Поэтому, основываясь на опыте наших зарубежных коллег и их конкурентов, значительное внимание уделяем использованию вторичных волокон. Но здесь огромное значение имеет то, чтобы компания-производитель гарантировала соответствие фактических характеристик заявленным.

Алексей Литвинцев:

— Производственные мощности нашей компании расположены в Ярославской области — в Ростове и Тутаеве. Первые линии запущены еще в 2008 году. Поскольку таких предприятий в России в тот момент не было, многие вопросы пришлось решать впервые, дорабатывать оборудование дополнительными узлами и элементами, подбирать отечественное сырье, выработать режимы работы и технологию производства. Сейчас в Тутаеве стоят современные линии, изготовленные с учетом накопленного опыта и требований к геосинтетической продукции. Всего у нас 13 производственных линий, что позволяет выпускать до 25 млн м² в год материалов широкого ассортимента и областей применения. Свою продукцию мы изготавливаем из первичного отечественного сырья от ведущих производителей, осуществляя входной контроль при его приемке. Это необходимо для производства материалов с требуемыми физико-механическими свойствами. Вся наша продукция сертифицирована и сопровождается при поставках паспортами качества с указанием фактических показателей партии. Обе производственные площадки сертифицированы по международной системе менеджмента качества ISO 9001.

Какие виды продукции, которую вы предлагаете, могут конкурировать по качеству с зарубежными аналогами?

Александр Короткевич:

— Компания «Престорусь» активно работает с иностранными заказчиками, в том числе из Испании, Канады, Вьетнама, США, Перу, Панамы, Кореи. Торговля с этими странами обязывает нас следить за высоким уровнем качества продукции, поскольку геосинтетика на мировом рынке контролируется современными нормативными документами ISO и ASTM D. Наши популярные инновационные продукты — георешетки «Геокорд®» и «Геостеп®» — проходят испытание на соответствие данным стандартам и имеют необходимые подтверждающие сертификаты.

Геокорд® — объемная георешетка, отличием которой от традиционных решеток является наличие армирующих сверхпрочных синтетических нитей. Благодаря этому она имеет дополнительный запас прочности и устойчивости к пластической деформации ячеек под действием долговременной нагрузки и, как следствие, увеличенный срок службы — до 75 лет.

Геостеп® — объемная георешетка, специально разработанная для укрепления откосов. Она вообще не имеет аналогов на мировом рынке и к тому же на 30% дешевле похожих по назначению материалов.

Многие иностранные строительные компании стараются внедрять инновационные продукты, которые позволяют существенно ускорить процесс монтажа и сократить затраты, поэтому Геостеп® и Геокорд® уже активно применялись в Индии, Вьетнаме, Испании, Таджикистане, Азербайджане и Узбекистане.

Наше производство полностью соответствует международным стандартам ISO 9001:2008 и ISO 9001:2015, требованиям международной сертификации Заводского производственного контроля FPC Kiwa GmbH TBU (Германия). Каждая партия сырья проходит входной контроль, а каждая партия выпускаемой продукции — лабораторные испытания по налаженному процессу в соответствии с жестким регламентом.

Ольга Гурбан:

— На сегодняшний день ООО «Машина-ТСТ» предлагает широкую линейку геосинтетической продукции, не уступающей мировым аналогам, а по некоторым характеристикам их превосходящей. Материалы из-

готавливаются из синтетических, базальтовых или стеклянных ровингов, при необходимости покрываются битумными, полимерными или поливинилхлоридными составами. Инновационными продуктами нашего производства стали георешетки, геокомпозиты и высокопрочные ткани из поливинилспиртовых нитей. Такие волокна отличаются высокой деформативностью, низкой ползучестью и высокой стойкостью к воздействию агрессивных сред (кислот, щелочей, солей, масел и т. д.).

Максим Коробов:

— Мы работаем под единым международным брендом, что исключает разницу в качестве продукции, выпускаемой в России и в других странах — Италии, Франции, США.

На сегодняшний день российский рынок геотекстильных полотен является высококонкурентным, однако рост объемов наших продаж служит доказательством тому, что производимые нами материалы успешно конкурирует с другими продуктами. Один из руководящих принципов Группы Freudenberg — ориентация на долгосрочное сотрудничество, и мы прекрасно понимаем, что обязательным условием этого является качество продукции.

Для нашего российского предприятия, однако, говорить о значимом объеме экспорта (кроме ближнего зарубежья и стран постсоветского пространства) не приходится по ряду причин. Дело в том, что геотекстильное полотно является сравнительно простым продуктом с низкой добавленной стоимостью, поэтому высокие логистические издержки в расчете на единицу площади приводят к значительному удо-





ОСОБЫЙ ВЗГЛЯД

Александр СОКОЛОВ,
к. т. н., доктор транспорта, доцент, академик ИТА, академик РАТ,
почетный транспортный строитель, главный научный сотрудник
НИЦ «Мосты» АО «ЦНИИС»:

— В последнее время армогрунтовые системы в дорожно-мостовом строительстве наконец-то начали применяться массово, чего лично я добивался на протяжении лет двадцати. Однако есть несколько критических проблем. Прежде всего, это отсутствие полноценного нормативного документа, который объединял бы все аспекты данной технологии. Между тем выпущено много нормативов, регламентирующих ту или иную сторону применения таких систем: армирование земполотна, проезжей части, асфальтобетонного покрытия и т. д. К сожалению, часто они друг другу противоречат, содержат в себе ошибки и неточности, а в целом — не отличаются высоким качеством.

В частности, для армогрунтовых систем мостов и подпорных стен, армогрунтовых насыпей дорог, армирования земполотна должны быть разные методы расчета и проектирования: следует применять разные формулы и коэффициенты, учитывать разные нагрузки. Недаром есть СП «Мосты» и отдельно СП «Дороги». Игнорирование этого порождает ошибки, причем

их последствия для мостов критичнее, так как нередко приводят к серьезным дефектам, которые могут повлечь за собой развитие аварийных ситуаций, иногда с человеческими жертвами.

Другой принципиальный момент: в строительной механике существует деление на системы статически определимые и статически неопределимые. Они требуют разных методов решения. Для статически неопределимых нужны дополнительные уравнения и условия. Сегодня инженеры закрывают глаза на такую проблему и рассчитывают их одинаково. В результате на объекте быстро проявляются дефекты, требующие ремонта, а в отдельных случаях опять же возникают аварийные ситуации.

При этом наши проектировщики, не вникая в детали, производят расчеты с применением импортных программ, в которых заложены зарубежные нормы. Говорят, что если вся Европа по ним работает, то и у нас получится. Вместе с тем совершенно игнорируется то, что там могут применяться другие условия расчетов,

рождению квадратного метра при поставке на дальние расстояния. Кроме этого, из-за роста цен на сырье на российском рынке себестоимость производства у нас неуклонно растет, чего не происходит, например, в Европе, в том числе и по причине активного использования там вторичных полимеров. И, наконец, на зарубежных предприятиях нашего бизнес-дивизиона также налажен выпуск геотекстиля, что делает поставки материала из России экономически нецелесообразными.

Радмир Солодкий:

— У Группы компаний «Рускомполит» широкий ассортимент геосинтетических материалов. Мы закрываем практически все потребности заказчиков.

Производим плоские георешетки для армирования асфальтобетона: с битумной пропиткой ПС «Хайвей» (полиэфир), ССНП «Хайвей» (стекловолокно), ГБ «Хайвей» (базальт). Также у них возможно наличие термически скрепленного слоя нетканого геотекстиля — для достижения лучшей удобоукладываемости и адгезии.

Для армогрунтовых конструкций у нас есть материалы: с пропиткой поливинилхлоридом ПС «Полисет» (полиэфир), ССНП «Грунтсет» (стекловолокно).

Высокопрочный тканый геотекстиль из полиэфирных нитей «Грунтстаб» мы предлагаем для армирования слабых оснований, усиления грунтов, разделения слоев и армогрунтовых конструкций.

Также высококонкурентными в нашей линейке продуктов можно назвать вязаные и экструдиро-

учитывающие другие климатические и инженерно-геологические условия, другую вооруженность строительных организаций техникой и квалифицированными кадрами. Если автоматически взять английскую или немецкую программу и по ней проектировать, то, скорее всего, получится дефектный объект. Известно уже несколько таких случаев.

И, наконец, проектировать в России по зарубежным нормам — это просто неправомерно.

Необходимо срочно создавать нормативную базу по армогрунтовым системам, причем отдельно для мостов и для автомобильных дорог.

Приведу пример. У меня в работе сейчас находится один поврежденный объект. Причина выяснилась следующая: не было учтено влияние веса насыпи на фундамент устоя, чего большинство сегодняшних проектировщиков армогрунтовых систем, к сожалению, не понимает. Это приводит к бедственным последствиям, ведь переделывать в таком случае — значит разбирать весь устой. И на моей практике это уже второй подобный объект.

И вопрос не только в уровне проектирования. Проблема касается также и материалов для армирования. За последние годы появилось много фирм, которые выпускают продукцию непонятно из какого сырья, не прошедшую необходимые испытания и не имеющую сертификатов соответствия. А потом проектировщики закладывают все это в импортную программу. Дефект умножается на дефект, в дальнейшем добавляются еще и ошибки строителей, и в результате можно полу-

чить фактически предаварийный объект еще до сдачи его в эксплуатацию. От этого не застрахованы даже крупнейшие строительные компании.

Если так и будет продолжаться, результат может оказаться плачевным — армогрунтовые системы в отечественной строительной практике применять запретят. Возможно, надолго. Так что не надо копать яму собственному бизнесу. Это относится ко всем участникам процесса.

Что же касается ответственности, то она должна быть закреплена нормативно-технической базой. Сейчас проектировщики продолжают работать по импортным программам и нормам. При этом они практически не несут ответственности за свои расчеты. А как их заставить отвечать? Для этого нужно сделать российские нормы.

Два года я добивался от Минстроя, чтобы в план работ по созданию нормативно-технической документации для строительства включили СП по армогрунтовым системам. В 2019 году вроде бы к таким разработкам наконец-то приступят.

А пока нет четких норм, в неловком положении оказывается даже Главгосэкспертиза. Для оценки проектов ей приходится использовать ОДМ, СТО и прочие «полуфабрикаты». Из-за большого разнообразия неполноценных документов эксперты могут взять в работу любой из них, иногда совершенно не подходящий для расчета данной конкретной армогрунтовой системы, — и получается соответствующий результат.

Алексей Литвинцев:

— Вся выпускаемая нами продукция соответствует необходимым физико-механическим требованиям по международным стандартам. Исходя из этого, считаем, что конкурентов на российском рынке неправильно делить на зарубежных и отечественных. Нам, как производителям, необходимо обеспечивать постоянство качества, привлекательную ценовую политику, бесперебойную логистику материалов, наличие разрешительной документации, чем мы и занимаемся уже более десяти лет, и наша продукция с успехом применяется на объектах разных уровней. Поэтому вопрос конкуренции с иностранными брендами, по сути, перед нами не стоит вовсе.

ванные геоматы «Экстремат», предназначенные для защиты склонов и откосов от водно-ветровой эрозии.

В конце 2018 г. мы начали производить объемные георешетки (геосоты) «Амоселл» из полиэтилена для защиты склонов и откосов от эрозии, берегоукрепления и армирования слабых оснований. Производство осуществляется по новейшей технологии с применением уникального метода модификации полимера. Это позволяет выпускать объемную георешетку толщиной от 1 мм, улучшая ее технические свойства.

Для выполнения функций дренажа и фильтрации в конструкциях мы предлагаем геокомпозиты, состоящие из двух слоев нетканого полотна и 3D-структуры из экструдированного полипропилена.

При продвижении своей продукции предлагаете ли вы методики расчета армогрунтовых систем? Насколько они соответствуют российским нормативным требованиям?

Александр Короткевич:

— Клиентам мы предлагаем весь спектр расчетов при проектировании армогрунтовых систем. В работе используем лицензионное современное программное обеспечение: Geo5, Plaxis и IndorPavement.

У нас есть и собственные методики, основанные на 20-летнем опыте компании, результатах испытаний геоматериалов в научных лабораториях, а также на итогах мониторинга построенных объектов. При этом мы уже много лет сотрудничаем с ведущими научными институтами России: ЦНИИС, МГСУ, МАДИ, СоюздорНИИ и другими. Конечно, наши расчеты полностью соответствуют всем требованиям отечественных нормативных документов.

Ольга Гурбан:

— Наша команда технической поддержки рассчитывает как конструкции дорожных одежд, так и армогрунтовые конструкции по методикам и нормативным требованиям Российской Федерации. Мы используем программный комплекс Geo5. Данная программа содержит в себе множество стандартов и теорий расчетов, в том числе методику д. т. н., проф. Г. М. Шахунянца, а также позволяет обеспечить требуемые коэффициенты запаса прочности для особых условий работы геотехнических сооружений.

Александр Самко:

— Инженеры компании «Хюскер» рассчитывают армогрунтовые конструкции различных категорий ответственности — мосты, путепроводы, автодорожные насыпи и т. д., — опираясь на многолетний международный опыт. Мы используем только сертифицированные инженерные программные комплексы — Huesker Stability, Plaxis, Mathcad и другие. Они позволяют рассчитывать конструкции по первому предель-

ному состоянию, деформации, консолидации основания и т. п. Данные программные комплексы полностью соответствуют нормативным требованиям РФ.

Максим Коробов:

— Являясь экспертами в производстве нетканых полотен, мы не оказываем услуг по расчету армогрунтовых систем. Но готовы обсуждать с нашими покупателями индивидуальные требования к геотекстилю, ориентируясь на особенности того или иного технического решения.

Радмир Солодкий:

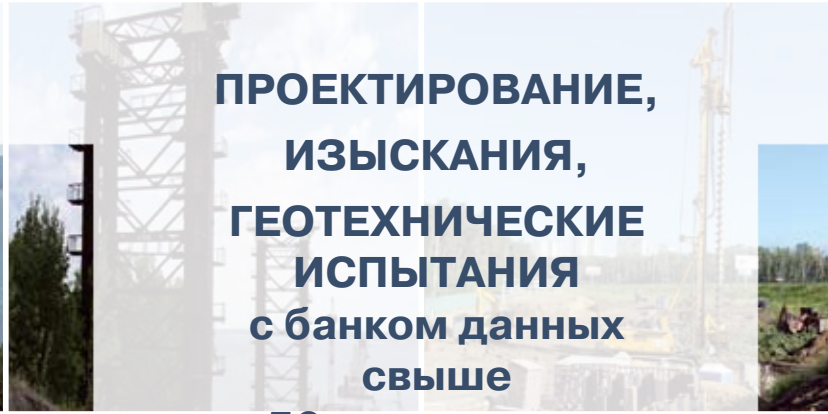
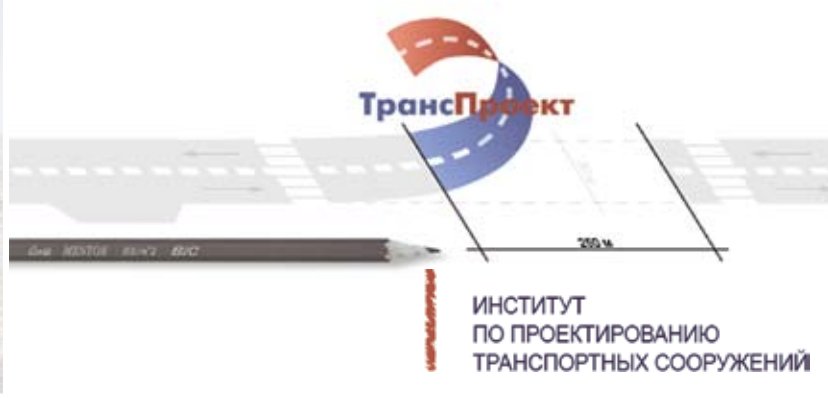
— Мы оказываем полную техническую поддержку проектировщикам и заказчикам. Выполняем расчеты армогрунтовых конструкций в программном комплексе Plaxis 2D, конструкций дорожных одежд — в «Credo Радон», откосов и склонов — в «Credo Откос». Все применяемые нами программы сертифицированы на территории РФ и соответствуют нормативно-технической документации.

Алексей Литвинцев:

— Мы выполняем полное техническое сопровождение по применению продукции РГК в армогрунтовых конструкциях с подбором марок для обеспечения надежности сооружений и безопасной эксплуатации. Выбор материалов осуществляется с учетом требований ОДМ 218.2.046-2014. Конструирование армогрунтовых сооружений основывается на расчетах с помощью лицензированного программного обеспечения, сертифицированного в системе ГОСТ Р, для всех видов разрушений на соответствие коэффициентам запасов согласно требованиям ОДМ 218.2.027-2012. В качестве армирующих элементов используются геосинтетические материалы, которые выпускаются серийно по СТО и имеют согласования в Росавтодоре и ГК «Автодор». Расчетная прочность геосинтетики в программах принимается на базе коэффициентов долговечности, учитывающих все виды воздействий, включая окружающую среду, на протяжении всего срока службы сооружения, согласно ОДМ 218.2.047-2014.

Благодаря тому что нашим принципом является строгое соответствие актуальной нормативной документации, заказчики плодотворно сотрудничают с нами по разработке проектных решений, требующих специальных мероприятий по обеспечению надежности сооружений с применением геосинтетических материалов. ■





**ПРОЕКТИРОВАНИЕ,
ИЗЫСКАНИЯ,
ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ
ИСПЫТАНИЯ**

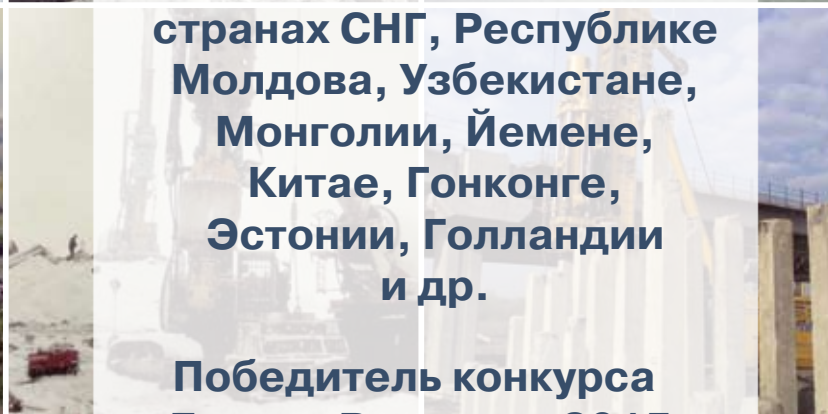
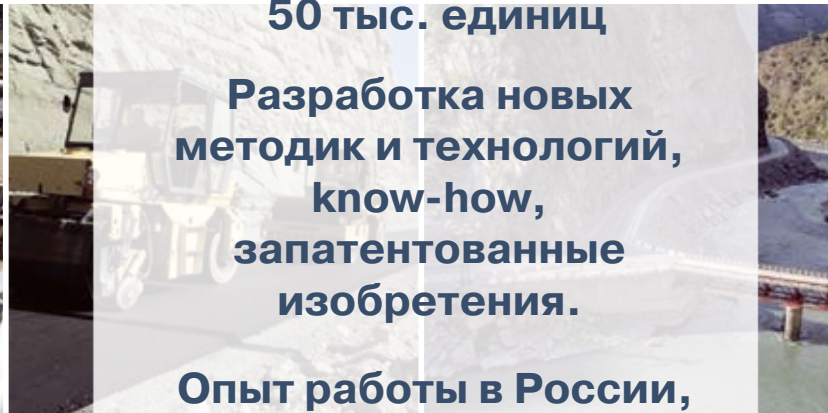
**с банком данных
свыше**

50 тыс. единиц

**Разработка новых
методик и технологий,
know-how,
запатентованные
изобретения.**

**Опыт работы в России,
странах СНГ, Республике
Молдова, Узбекистане,
Монголии, Йемене,
Китае, Гонконге,
Эстонии, Голландии
и др.**

**Победитель конкурса
«Дороги России — 2015»**



Е. В. ФЕДОРЕНКО,
к. г.-м. н. (ООО «Миаком СПб»)

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ АРМОГРУНТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

В статье рассматривается подход к оценке надежности по расчетам внутренней и общей устойчивости армогрунтовых систем (АГС) с учетом неопределенности исходных данных, заключающейся в разбросе значений прочностных характеристик (от пиковой до остаточной прочности) грунтов засыпки, изменении параметров взаимодействия армирующей прослойки с грунтом на концах армирующих элементов и многообразии вероятных поверхностей обрушения. Использовались расчеты методами предельного равновесия с оценкой вероятности по методу Монте-Карло или гиперкуба.

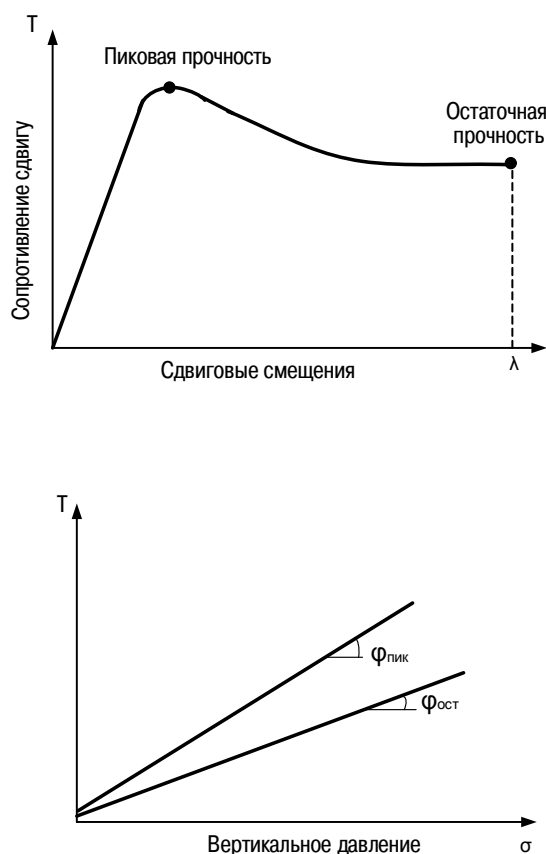


Рис. 1. Результаты испытаний песчаного грунта на срез

Основными параметрами расчета, оказывающими влияние на конечный результат проверки внутренней устойчивости, являются:

- характеристики прочности грунта засыпки;
- длительная прочность геосинтетического материала;
- параметры взаимодействия армирующих элементов с грунтом.

Одной из основных задач расчета армированных конструкций является необходимость определить максимальные растягивающие усилия в прослойке. Используемые методы предельного равновесия ограничены и не позволяют получить надежную оценку. Они не учитывают уплотнение грунта техникой, жесткость (удлинение при нагружении) армирующих элементов и изменение давления грунта вследствие перемещений по двум механизмам: переходу из состояния покоя в активное и изменению поверхности скольжения и удерживающих сил за счет снижения прочности от пиковой до остаточной.

Кроме того, положение потенциальной поверхности разрушения неизвестно, поскольку грунт находится в состоянии, далеко от условий предельного равновесия. Стоит отметить, что и в состоянии предельного равновесия аналитические методы позволяют получить поверхность скольжения лишь при использовании сложных алгоритмов поиска (имитации отжига металлов, поиска по «алгоритму кукушки» и т. п.). Только численные методы показывают в качестве результата поверхность скольжения. Традиционный подход во многих случаях дает большой переизбыток прочности армирующих прослоек.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЧНОСТИ ГРУНТА ЗАСЫПКИ

Общепринятым в мировой практике методом расчетов армогрунтовых сооружений считается аналитический, основанный на предельном равновесии.

Однако несмотря на то что разные исследователи предлагают аналитический способ определения перемещений в конструкции, ни один нормативный документ такого способа не содержит. Методы численного моделирования (например, метод конечных элементов — МКЭ) позволяют определить перемещения, но, несмотря на широкое использование в научной сфере, не являются достаточно внедренными в практику геотехнических расчетов (как и упомянутые аналитические способы) и требуют дальнейшей адаптации и разработки рекомендаций по применению. Таким образом, приходится констатировать отсутствие объективной возможности точно определить перемещения частей конструкции армогрунтового сооружения.

Это обстоятельство приводит к необходимости учесть неопределенность исходных данных, первая из которых — два различных значения угла внутреннего трения материала засыпки: пиковое, соответствующее небольшим перемещениям (до 1%), и остаточное, характеризующее прочность при больших. Лабораторные испытания песчаного грунта в состоянии плотности-влажности, соответствующей телу армогрунтовой конструкции, показывают, что в процессе сдвига прочность грунта сначала растет до пикового значения, а затем в процессе роста деформаций сдвига снижается до постоянного, называемого в геотехнической практике остаточной прочностью (рис. 1).

Пример различных значений пикового и остаточного угла внутреннего трения приведен в табл. 1.

Неоднозначность величины угла внутреннего трения грунта влечет за собой неопределенность в величине давления (активное или в состоянии покоя), которое является основным параметром, определяющим результат расчета.

Зарубежный опыт в этом вопросе сводится к продолжающимся спорам и использованию как одного, так и другого подхода. В одних случаях учитывается низкое значение прочности (остаточный угол трения) с поправкой на низкий суммарный коэффициент надежности, а в других — пиковый угол трения с поправкой на большее значение суммарного коэффициента. Поскольку применяемые аналитические методы не позволяют определять перемещения в конструкции, то выбор того или иного значения прочности не может быть произведен однозначно.

Таблица 1.

Примеры значений угла внутреннего трения для разных состояний

Грунты	Угол трения, градусы		
	предельный	в средней плотности	в плотном
Пески от тонко- до среднезернистых, однородные	26	30	32
	30	34	36
Пески с равномерным распределением фракций	30	34	38
	34	40	46
Гравелистые	32	36	40
	36	42	48

Примечание. По углу трения: верхняя строка — градус для окатанных частиц, слабых сланцев или слюды; нижняя — для жестких угловатых частиц.

УСЛОВИЯ РАСЧЕТНОЙ ПРОЧНОСТИ АРМИРУЮЩЕЙ ПРОСЛОЙКИ

В общем случае расчетная величина усилий в армирующей прослойке может определяться двумя условиями.

Первое условие — длительная прочность. Это основной критерий, определяющий расчетную прочность на основе учета понижающих коэффициентов K_1 – K_7 .

В отечественной практике проектирования принято учитывать влияние на характеристики геосинтетических материалов различных факторов, приводящих к снижению прочности в течение времени эксплуатации. В соответствии с рекомендательными документами, включая ОДМ 218.2.047-2014, выделяют 4 или 7 (только для объектов Росавтодора) факторов, учитывающих повреждение при укладке, ползучесть и влияние окружающей среды. Таким образом, учет изменения прочности геосинтетического материала от разного рода воздействий осуществляется путем введения в расчет длительной прочности $F_{дл}$.

Неопределенность этого параметра зависит от вероятных воздействий окружающей среды. Каждый из коэффициентов снижения прочности имеет разброс значений. Например, коэффициент повреждаемости K_1 зависит от крупности частиц и может составлять 1,0–1,5 для материалов различного типа; коэффициент, учитывающий снижение прочности

от воздействия агрессивных сред K_3 — 1,03–1,3. Таким образом, на основе предполагаемых эксплуатационных условий сооружения могут быть сформированы диапазоны вероятных изменений величины длительной прочности $F_{дл}$ в зависимости от коэффициентов K_1, K_4 – K_7 (кроме коэффициента ползучести K_2 и учитывающего соединения K_3).

Кроме того, используемый для определения $F_{дл}$ коэффициент надежности имеет разные значения по EVGEO (немецкие нормы), по «Пособию по проектированию автомобильных дорог на слабых грунтах» (Росавтодор), по ОДМ 218.5.003-2010.

Второе условие — сопротивление выдергиванию (параметры взаимодействия армирующей прослойки с грунтом). Для армирующих элементов обязательно соблюдается требование достаточной длины заделки

в неподвижную часть. Расчетная прочность по этому условию является переменной величиной и определяется уравнением

$$F_t = 2 \cdot \sigma_v \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot l_{\text{анк}} \cdot C_b \cdot C_n, \quad (1)$$

где σ_v — вертикальное давление грунта в пределах рассматриваемого горизонта на длине армирующего элемента; C_b — коэффициент взаимодействия прослойки и грунта при выдергивании; $l_{\text{анк}}$ — длина анкерной части армирующей прослойки; C_n — коэффициент несплошности.

В процессе расчета необходимо определять минимальное значение расчетной прочности из двух условий:

$$F_{\text{расч}} = \min \left\{ \begin{matrix} F_{дл} \\ F_t \end{matrix} \right. \quad (2)$$

Графически расчетная прочность как переменное значение отображается эпюрой, показанной на рис. 2. Область I представляет собой ограничение прочности, определенной по формуле 1 и принимаемой в области II, где выполняется условие $F_t < F_{дл}$.

На рис. 3 показаны некоторые из возможных сочетаний вариантов положения поверхности скольжения и ее пересечения армирующих элементов. При этом у каждого из них, согласно формуле 1 и рис. 2, различная эпюра расчетной прочности по длине.

Таким образом, исходя из неопределенности значений ряда переменных (φ — угол внутреннего трения засыпки; F_t — параметр сопротивления армирующей прослойки выдергиванию из грунта; K_1 — коэффициент, учитывающий снижение прочности от механических повреждений структуры; K_4 — коэффициент, учитывающий снижение прочности от атмосферных воздействий; K_5 — коэффициент, учитывающий снижение прочности от воздействия агрессивных сред; K_6 — коэффициент, учитывающий снижение прочности от воздействия микроорганизмов; K_7 — коэффициент, учитывающий снижение прочности от температуры) в сочетании с различным положением поверхности скольжения, может быть выполнена вероятностная оценка устойчивости армогрунтовой системы. Схема расчета представлена на рис. 4.

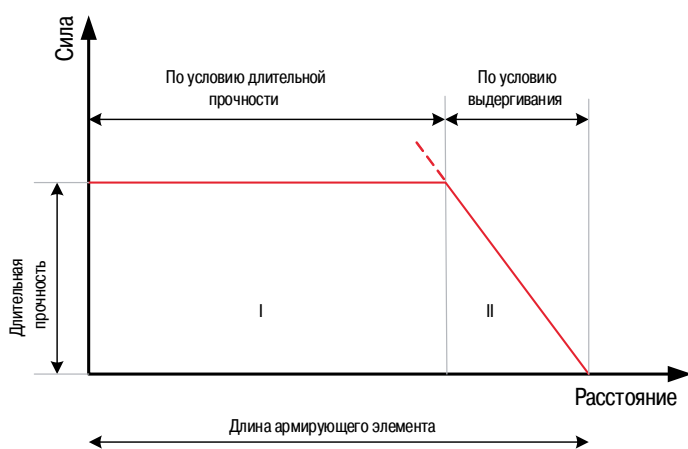


Рис. 2. Общая схема расчетной прочности армирующей прослойки

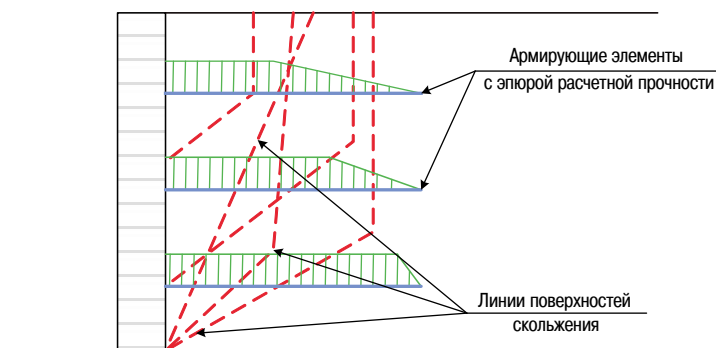


Рис. 3. Схема примера возможных сочетаний положения поверхности скольжения относительно армирующих элементов с эпюрой расчетной прочности

Помимо семи перечисленных параметров, в вероятностную оценку могут быть включены и другие: нагрузки, сейсмические силы, колебания уровня грунтовых вод и т. д.

Вероятностные расчеты выполняются итерационно каждый раз в два этапа:

1) по методу Монте-Карло или гиперкуба производится выборка расчетных значений (параметров, определяемых как случайная величина) из распределения вероятности входных данных;

2) на основе совокупности выбранных параметров осуществляется стандартный расчет устойчивости. Вероятность разрушения конструкции при анализе определяется как вероятность снижения $K_{уст}$ до 1 по формуле

$$P = \frac{K_{н/у}}{K_{общ}} \quad (3)$$

где $K_{н/у}$ — количество расчетных случаев с коэффициентом устойчивости менее 1; $K_{общ}$ — общее количество расчетных случаев.

Результатом вероятностной оценки является вычисление индекса надежности, который показывает, насколько влияние неопределенностей входных параметров влияет на результаты расчета. Индекс определяется по формуле:

$$\beta = \frac{\ln \left[\frac{\mu}{\sqrt{1 + \left(\frac{\sigma}{\mu}\right)^2}} \right]}{\sqrt{\ln \left(1 + \left(\frac{\sigma}{\mu}\right)^2 \right)}} \quad (4)$$

где μ — среднее значение коэффициента устойчивости; σ — стандартное отклонение коэффициента устойчивости.

Графической интерпретацией результатов считается кумулятивная кривая (интеграл нормированной функции плотности вероятности), показанная на рис. 5.

По кумулятивной кривой можно определить вероятность разрушения конструкции, которая для примера на рис. 5 составляет 27,5% (достижение коэффициента устойчивости $K_{уст} = 1$).

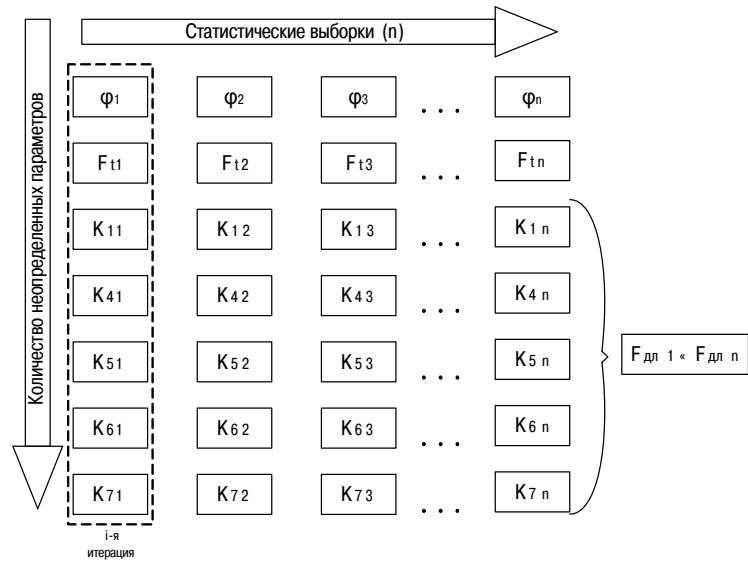


Рис. 4. Общая схема итерационного вероятностного расчета с семью неопределенными параметрами: φ — угол трения; F_t — сопротивление выдергиванию; K — коэффициенты длительной прочности

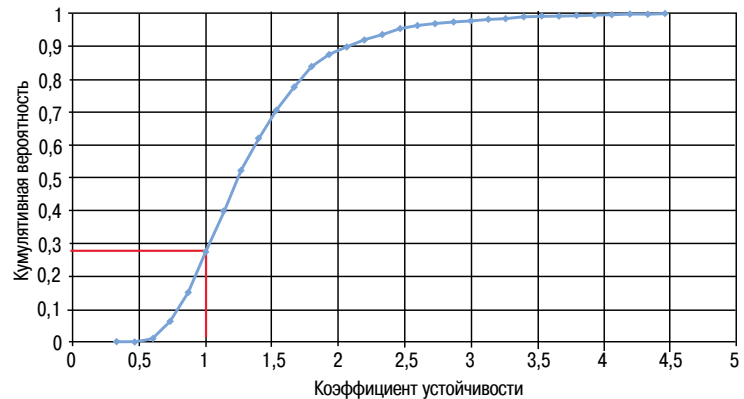


Рис. 5. Кумулятивная функция распределения вероятностей (кривая риска)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка надежности на основе вероятностной интерпретации прогнозных расчетов с использованием метода Монте-Карло или гиперкуба позволяет выявить степень риска эксплуатации сооружения. Традиционные детерминистические способы даже в случае достаточного запаса могут недооценивать надежность армогрунтовых систем.

Аналогичным образом возможна оценка надежности с учетом влияния грунтов основания или путем расчета общей устойчивости АГС. Такой расчет будет включать в себя в качестве неопределенных параметров разброс значений лабораторных испытаний грунтов. ■

Е. С. ПШЕНИЧНИКОВА, к. т. н., ведущий научный сотрудник;
И. Ж. ХУСАИНОВ, к. т. н.
(АО «ЦНИИС»)

РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ГЕОРЕШЕТОК В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Разработанные в 60-е годы во Франции пространственные пластиковые георешетки (рис. 1) стали широко применяться в 80-х годах в США, Канаде, Израиле и некоторых европейских странах. В России начало использования этих конструкций в дорожном строительстве относится к началу XXI века. Пространственные георешетки выгодно отличаются от рулонных геосинтетиков (геотекстиля, геосеток) тем, что они структурируют несвязные материалы, заключенные в ячейки. Стенки ячейки препятствуют сдвигу в материале, помещенном в нее, придают ему новые свойства.



Рис. 1. Строительство промышленной дороги с использованием пространственной георешетки, заполненной песком, в качестве покрытия переходного типа

В настоящее время пространственные георешетки с заполнителем наиболее часто применяют в конструкциях дорожных одежд и для укрепления поверхности откосов насыпи.

В 2000 году на промышленной дороге на территории газового месторождения «Заполярье» было осуществлено опытное строительство с применением в качестве покрытия переходного типа перфорированной пространственной георешетки «Геовейб» с тремя вариантами заполнителя: песком, щебнем и их комбинацией, в которой ячейки заполнялись песком, а защитный слой над ними толщиной 3–5 см выполнялся из щебня. Поверхность откосов насыпи укреплялась при помощи пространственной георешетки, заполненной песком и торфопесчаной смесью. Научным сопровождением строительства занимался СоюздорНИИ, участвуя в конструировании дорожных одежд и проводя наблюдения.

По результатам мониторинга в процессе эксплуатации за несколько лет было установлено, что покрытие, сооруженное с применением пространственной георешетки, находится в хорошем состоянии, колея не образуется. Исходя из этого, решение рекомендовали к широкому применению.

В период опытного строительства пространственную георешетку с заполнителем применяли без расчета и назначали ее параметры (высоту стенки, размер ячейки, наличие перфорации), исходя из иностранного опыта и рекомендаций зарубежных производителей. В частности, при укреплении поверхности откосов с заполнителем для закрепления этой конструкции использовали два металлических анкера на 1 м².

Однако для широкого применения георешетки необходимо было разработать методы расчета. В частности, вопрос об определении необходимого количества анкеров был решен достаточно просто — на

Таблица 1.
Результаты определения модуля упругости георешетки, заполненной песком

Авторство	Год	Место проведения испытаний	Тип георешетки; размер ячейки, см; высота, см	Коэффициент увеличения модуля упругости композита по отношению к исходному материалу (песку), k
26 ЦНИИ МО	2000	Полигон	Прудон-494; 20 × 20; 20	1,74
С. Матвеев	2002	А/д Ханты-Мансийск — Нягань	Геовиб; 20 × 20; 15	1,3–1,4
СоюздорНИИ	2002	Грунтовый канал СоюздорНИИ	Геовиб; 20 × 20; 10	4

основе решения задачи о равновесии тела на наклонной плоскости (закон Кулона). Исходя из угла наклона откоса к горизонту и коэффициента трения, зависящего от сцепления и внутреннего трения грунта откоса, несложно определить сдвигающую силу, а значит, и необходимую компенсирующую силу. Зная несущую способность одного анкера, легко рассчитать их требуемое количество. А расчет несущей способности анкера по материалу и по грунту выполняется как расчет сваи на горизонтальную нагрузку.

Так, расчеты показали, что при заложении откоса более пологого, чем 1:2 — 1:3, что имеет место при строительстве дорог в зоне вечной мерзлоты, даже при неблагоприятных условиях, когда трение и сцепление грунта откоса минимальны, применение несущих анкеров не требуется: пространственная георешетка с заполнителем удерживается на поверхности откоса за счет силы трения. В этом случае требуются анкеры только для фиксирования георешетки по ее периметру.

Для выполнения расчетов дорожной одежды по прочности в соответствии с действующими нормативными документами (ОДН 218.046-01) было необходимо определить модуль упругости пространственной георешетки с помещенными в ее ячейки наиболее часто применяемыми материалами — песком и щебнем. С этой целью в течение ряда лет некоторыми исследовательскими организациями проводились испытания георешетки с заполнителем. Так, в 2002 году в грунтовом канале СоюздорНИИ было осуществлено определение модуля упругости песка, помещенного в пространственную георешетку высотой 10 см, и модуля упругости такого же песка для сравнения. Нагрузку на георешетку с заполнителем передавали через штамп гидравлическим домкратом ступенями: 0,13, 0,19, 0,24 и 0,3 МПа. После достижения каждой из них нагрузки выдерживали 30 с и производили полную разгрузку. Отсчет снимали по индикатору после подачи нагрузки и при разгрузке. По разности показаний определяли на каждой ступени упругую составляющую полной деформации.

В итоге был получен следующий результат: при помещении песка в пространственную георешетку модуль упругости возрастает в 4 раза. Это существенно превышало результаты, полученные другими авторами (табл. 1). Следует отметить, что ввиду ограниченных возможностей параллельных испытаний было проведено недостаточно.

В 2005 году в СоюздорНИИ были продолжены работы по определению модуля упругости пространственной георешетки с двумя видами заполнителей — песком и щебнем. Для испытаний использовали георешетку высотой 15 см, размером по площади 3,5×3,5 м. Порядок проведения экспериментов был тот же, что и в предыдущих сериях. Предварительно был определен модуль упругости песка-заполнителя, который составил 100 МПа.

Испытания георешетки с песком выполнялись в пяти точках, в каждой из них по пять, в результате чего получилось 25 кривых. На основе этих данных были построены линия средних значений и линия наименьших квадратов. На двух последних участках кривой модуль упругости составил 360 МПа, на всей кривой — 240 МПа, который и рекомендован для выполнения расчетов. Коэффициент увеличения модуля упругости песка при помещении его в ячейки георешетки составляет $k = 240 \text{ МПа} / 100 \text{ МПа} = 2,4$.

Для сравнения: во время испытаний, выполненных СоюздорНИИ в 2002 году, были получены четыре кривые, при этом для расчета модуля упругости использовались два последних отрезка кривых, как наиболее близких к прямым.

Аналогичные испытания выполнялись со щебнем. Их результаты показали, что модуль упругости щебня при помещении его в ячейки пространственной георешетки не увеличивается. На первый взгляд это противоречило здравому смыслу. Было очевидно, что при помещении щебня в ячейки в покрытии не образуется колеи, стенки георешетки препятствует этому.

При этом ряд авторов считает, что природа сцепления щебня заключается в появлении у него явления зацепления острых граней друг за друга, приводящего к возникновению условного удельного сцепления, которое получило название «удельное зацепление» (Колос А. Ф., Осипов Г. В., Клищ С. А., Леус А. С., Каминьк О. А. «Исследование прочностных свойств щебня, применяемых для балластного слоя»).

Но если это так, гладкие стенки ячейки георешетки скорее уменьшат сцепление, чем увеличат его. Так в чем же причина отсутствия колеи? Ни один параметр, используемый в расчете дорожной одежды на прочность, при помещении щебня в ячейки георешетки не изменился. Увеличением веса за счет георешетки можно было пренебречь, поскольку оно составляло менее 1%.

Вопрос некоторое время оставался открытым. Наконец пришло понимание того, что георешетка препятствует перемещению несвязного материала, не только помещенного в ее ячейки, но и того, который находится непосредственно под ней, и начинает работать исключительно при наступлении фазы нарушения устойчивости, то есть когда предельное равновесие в грунте (материале) нарушено.

Как известно, линии скольжения при сдвиге в грунтовом массиве расположены под углом к горизонту в 45° (рис. 2). Перемещению несвязного грунта основания препятствует георешетка с заполнителем.

Расчет на сдвиг слабосвязных слоев дорожных одежд и грунтов земляного полотна основан на теории предельного равновесия и исходит из условия недопущения сдвига, то есть условие прочности считается выполненным в том случае, когда сдвига не происходит. Исходя из этого, назначаются параметры — толщина слоя либо прочностные характеристики материала.

В этой фазе, в период предельного равновесия, георешетка не включается в работу, поэтому в расчете на сдвиг, выполняемом в соответствии с указанным выше ОДМ, ее воздействие на прочность не может быть учтено.

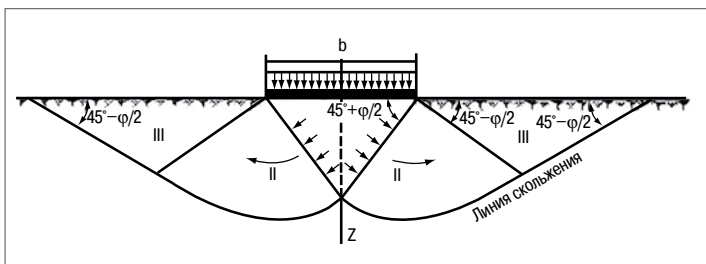


Рис. 2. Схема сдвигающих усилий под действием нагрузки в грунтовом массиве: I — уплотненное ядро; II, III — выдавливаемые грунтовые массивы

В том, что мы находимся на верном пути, нас убедил просмотр зарубежной литературы (The Geoweb® Load Support System. Technical Overview). Мы обнаружили рисунок со схемой распределения нагрузки от колеса при применении георешетки (рис. 3). Как видно, под штампом (колесом) образуется уплотненное ядро, под воздействием которого происходит сдвиг грунтовых масс вокруг ядра (либо с одной стороны). Георешетка препятствует перемещению грунтовых масс.

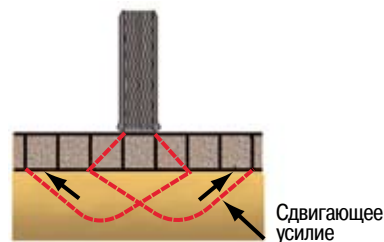


Рис. 3. Схема сдвигающих усилий в грунте, укрепленном пространственной георешеткой

Для разработки методики расчета было использовано решение задачи о критической нагрузке на грунт по условию обеспечения общей устойчивости, полученное В. Г. Березанцевым. Им была предложена формула, позволяющая определить критическую нагрузку (такую, при которой происходят сдвиги, но общая устойчивость сохраняется) при наличии боковой пригрузки, обеспечивающей устойчивость сооружения.

В дорожной одежде георешетка с заполнителем рассматривается в качестве пригруза, препятствующего сдвигу, а нагрузка от колеса — как критическая нагрузка. На основе формулы В. Г. Березанцева вычисляют нагрузку, необходимую для противодействия сдвиговому усилию от колеса, то есть усилие, которое должна выдержать георешетка с заполнителем. Исходя из этого назначают параметры: высоту и прочность стенки (или шва, если она меньше прочности стенки).

Для определения параметров георешетки используют условия прочности ее стенки на растяжение:

$$[\sigma'] \geq k_3 \sigma'_i,$$

где $[\sigma']$ — допустимая величина растягивающего усилия в стенке георешетки на единицу длины, устанавливаемая производителем, кг/см; k_3 — коэффициент запаса; σ'_i — суммарное растягивающее напряжение от действующей нагрузки на единицу длины стенки георешетки, кг/см.

Суммарное растягивающее напряжение определяют по формуле

$$\sigma'_o = \sigma'_c + \sigma'_n$$

где σ'_c — растягивающее напряжение в стенке георешетки, возникающее при сжатии заполнителя нагрузкой от колеса, на единицу ее длины, кг/см; σ'_n — растягивающее напряжение в нижних волокнах георешетки при изгибе, на единицу ее длины, кг/см.

Требуемые параметры, рассчитанные на основе разработанной нами методики, показали хорошую сходимость с реальными параметрами георешетки «ГеоВеб», примененной на опытном участке в Запоярье.

Из этого следует, что в дорожных одеждах дорог высоких категорий, рассчитанных с коэффициентом прочности на сдвиг $K_{пс,пр} = 1,1$, применять георешетку, заполненную щебнем, в качестве несущего основания нецелесообразно, поскольку она не будет работать

в условиях отсутствия сдвиговых напряжений, превышающих предельные:

$$K_{пс,пр} = \sigma_{доп} / \sigma_{расч},$$

где $\sigma_{расч}$ и $\sigma_{доп}$ — соответственно расчетные действующие и допустимые напряжения (нормальные или касательные) от расчетной нагрузки.

Если это оправдано экономически, в качестве несущего основания дорожной одежды дороги I–II технической категории может быть применена георешетка, заполненная песком, что позволит увеличить модуль упругости песка в 2,4 раза.

При использовании георешетки с заполнителем (щебнем либо песком) в качестве покрытия переходного типа на дорогах низших категорий (например, на промышленных, а также с нестабильным земляным полотном), правильно подобранные ее параметры, назначенные на основе расчетов, обеспечат предотвращение образования колеи и существенное увеличение срока службы покрытия. ■



Федеральное дорожное агентство (Росавтодор)



Завод – производитель геосинтетических материалов



За 15 лет работы – сотни километров построенных дорог с геосинтетическими материалами

Материал объемный геосотовый (геоячейки) «ГЕОСИБ»



- укрепление и защита грунта от ветровой и водной эрозии на откосах естественных и искусственных насыпей;



- армирование грунтов для повышения несущей способности оснований дорожного полотна.

! Прочность геопалос – более 180 кН/м.

! Геопалосы водонепроницаемы. Отпадает необходимость в перфорации, ведущей к уменьшению прочности геопалос при растяжении.

! Высокая гибкость геопалос. Возможность укладки на объекты сложной конфигурации при отрицательных температурах.

! Шестиугольная форма геоячеек. Из шести граней две грани геоячеек с двойным усилением (двойной стенкой). Высококачественное заполнение геоячеек грунтом (без пустот).

Материал запатентован

ФОРМУЛА УСПЕХА:



Завод – производитель геосинтетических материалов



За 15 лет работы – сотни километров построенных дорог с геосинтетическими материалами

Геополотно тканое «ГЕОЛЕН»



- армирование грунтов для усиления строительных конструкций;
- препятствование просадкам, деформациям в слоях конструкции;
- разделение смежных слоев конструкции, состоящих из различных грунтов, от взаимопроникновения;
- защита слоя от проникновения корневых систем растений;
- защита гидроизолирующих пленок, мембран от разрывов под избыточным давлением;
- устройство капиллярпрерывающих слоев.

Георешетка тканая «АРМОПОЛ»



- армирование асфальтобетонных слоев покрытия дорожной одежды;
- устройство покрытия более совершенного типа с использованием существующих одежд в качестве основания;
- ликвидация колеиности с заменой верхних слоев дорожной одежды;
- уширение дорожной одежды;
- перекрытие изношенных цементобетонных покрытий.

Материал запатентован

От имени коллектива ООО «ГеоЛайн»

и от себя лично поздравляю Федеральное дорожное агентство с юбилеем!

Желаем Росавтодору дальнейшей плодотворной и эффективной работы и процветания, а руководству и всем сотрудникам – здоровья, ярких профессиональных и жизненных успехов, благополучия и счастья!

Генеральный директор ООО «ГеоЛайн» А.З. КУРБАНОВ

ООО «ГеоЛайн»

452757 Республика Башкортостан, г.Туймазы,

ул. Заводская, 2, корп. 3

Тел.: (34782) 5-74-41, 5-74-42

Факс: (34782) 5-74-40

E-mail: geoline@list.ru

www.geoline-list.ru

К. И. ВАЧНАДЗЕ,
директор по развитию компании «Тенсар» в России

О ВЛИЯНИИ ЖЕСТКИХ ГЕОРЕШЕТОК НА ДЕФОРМАТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Международный холдинг «Тенсар», специализирующийся на решениях по армированию и механической стабилизации грунта, совместно с Корпусом инженеров армии США на протяжении нескольких лет проводил полномасштабное ускоренное тестирование дорожного покрытия с помощью симулятора тяжелых транспортных нагрузок (HVS). Исследования позволили выявить влияние жестких полимерных георешеток на поведение конструктивных слоев нежестких дорожных одежд, а также количественно выразить эффективность применения этого вида геосинтетических материалов. (Доклад по теме был представлен в МАДИ на V Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии: пути повышения межремонтных сроков службы автомобильных дорог».)



<https://www.tensar.ru/>

История полномасштабных колесных стендов пишется уже около века. Первый трек с грузовым автомобилем в штате Вирджиния был создан в 1919 году. Шагая в ногу с индустриальным прогрессом, механизмы испытаний развивались и совершенствовались. Современные симуляторы могут создавать максимально приближенную к реальности транспортную нагрузку с интервалом в 1,2 секунды.

При этом неизменной целью всегда было сравнительное изучение процесса накопления остаточных деформаций под воздействием многократной динамической нагрузки. Получаемые данные служат основой для математической модели работы конструкции дорожной одежды.

Благодаря современным испытательным стендам стало возможным быстро и надежно проводить исследования новых материалов и технологий. Подобной методикой «Тенсар» пользуется еще с 1981 года. На сегодняшний день компания представляет результаты работы, которая стартовала в 2010 году и продолжалась шесть лет.

НИОКР проводились в три этапа на полигоне Корпуса инженеров армии США (штат Миссисипи). Эта работа была направлена на выявление и количественную оценку преимуществ включения гексагональных георешеток в щебеночные слои нежестких дорожных одежд.

Тестирование проводилось в закрытом помещении, чтобы исключить влияние переменных факторов (погодных условий) на свойства естественного основания, щебеночного слоя и асфальтобетонного покрытия. Это позволило провести всю программу испытаний в одинаковых условиях. Единственной переменной было наличие или отсутствие георешетки «Тенсар» в секции дороги.

Симулятор тяжелых транспортных нагрузок (HVS), эксплуатируемый Корпусом инженеров армии США, создавал полномасштабную колесную динамическую нагрузку.

Наличие асфальтобетонного покрытия предусматривало необходимость контроля температуры во время испытаний. Все секции были оснащены контрольно-измерительной аппаратурой, позволяющей вести наблюдения с минимальной погрешностью.

В процессе исследовательских работ видоизменялись задачи. Их можно выразить следующим образом:

1) сравнительная оценка заасфальтированных участков с георешеткой и без в различных геологических условиях;

2) сравнительные испытания контрольной секции, на которой толщина асфальтобетона и ЩПГС выше, чем на секции, усиленной георешеткой Tensar TriAx ;

3) наработка статистических данных для верификации существующей механико-эмпирической модели «Тенсар» с последующим ее включением в расчетную компьютерную программу.

ТРИ ЭТАПА

На первом этапе испытывались три конструкции на слабом основании (15 МПа Ev2): две контрольных и усиленная георешеткой. Во всех случаях толщина ЩПГС составляла 200 мм, в то время как толщина асфальтобетонного покрытия одной из контрольных секций была на 25 мм толще по отношению к двум другим.

На графике (рис. 1) видно, что участки Б и В дали отказ через 20 тыс. и 30 тыс. проходов соответственно, в то время как усиленная гексагональной георешеткой секция выдержала 100 тыс. проходов стандартных осей.

Несмотря на то что секция А проработала в пять раз дольше, колея образовалась только в слое асфальтобетона и частично деформировался щебеночный слой, в то время как слой основания не претерпел никаких изменений, в отличие от контрольной секции. Преимущества усиленной конструкции были очевидны.

Второй этап исследований проходил аналогично первому, но прочность грунтов основания составляла уже 25 МПа Ev2, а усиленная гексагональной георешеткой секция была тоньше по отношению к контрольной.

По завершении испытаний выявлено, что более тонкая усиленная конструкция ведет себя одинаково с

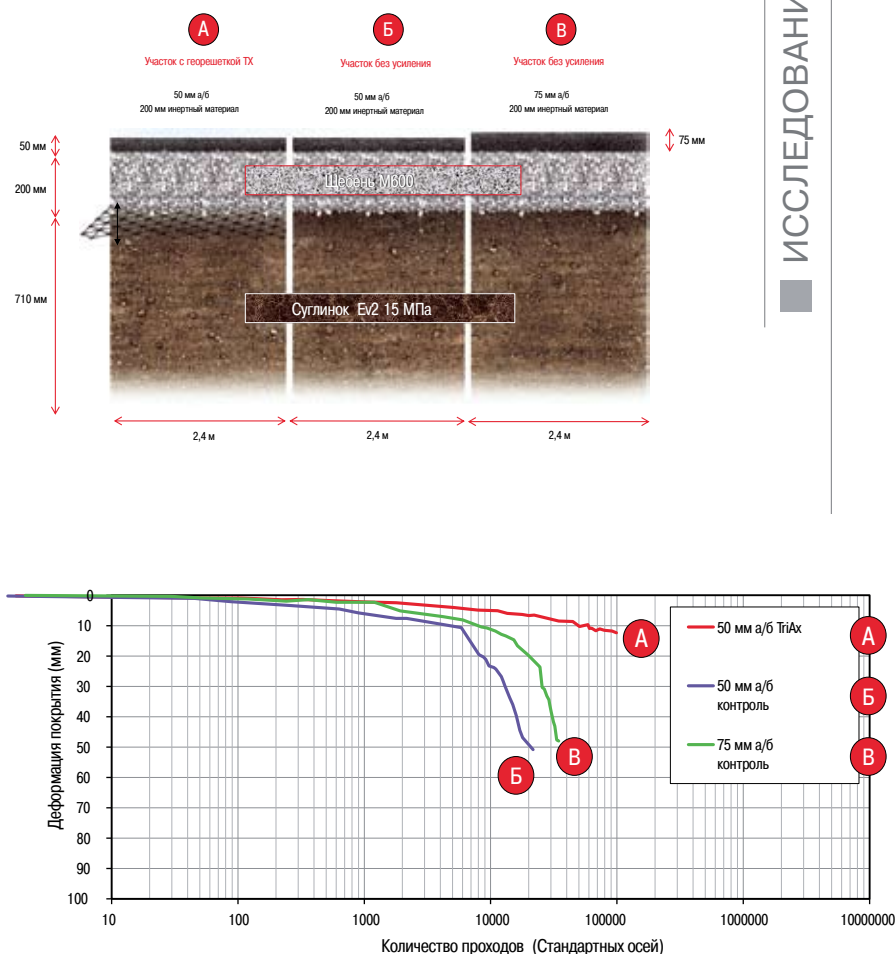


Рис. 1. Результат полномасштабного ускоренного теста. Этап 1

более толстой контрольной. Все накопленные деформации сконцентрировались в зоне асфальтобетонного покрытия. Сравнительные испытания второго этапа завершились после 800 тыс. проходов, в ходе которых были протестированы различные конструкции.

На третьем этапе испытывались только усиленные разными георешетками (ТХ8 имеет меньший размер ячеек) участки, а сопоставление велось уже с учетом ранее полученных результатов. Целью являлось также подтверждение расчетов, выполненных на ПО компании (прочность, долговечность и т. д.).

Конструкции дорожных одежд рассчитывались согласно действующим нормативам, но с учетом коэффициентов армирования, свойственных соответствующим гексагональным георешеткам.

Сводные графики показывают зависимость накопления осадок от количества приложения нагрузки. На контрольной секции после 811,2 тыс. проездов об-

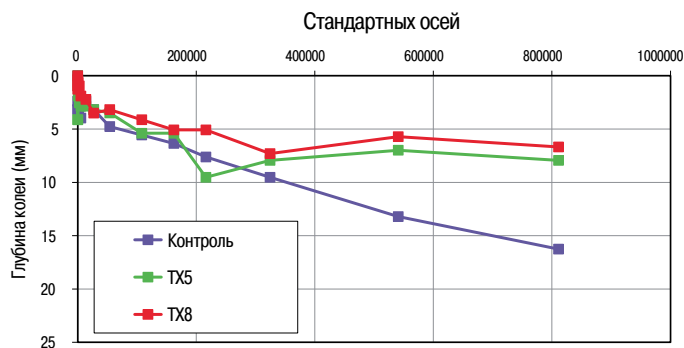


Рис. 2. Испытания трех конструктивов, этапы 2 и 3. Сравнение контрольной секции с секциями, усиленными георешеткой TX5 и TX8

разовалась колея в 16,2 мм. На усиленных участках ее глубина после эквивалентного количества проходов составила 8 и 6,7 мм (рис. 2).

ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1) участки, усиленные гексагональными георешетками, с конструктивными слоями ЩМА и ЩПГС на 25% тоньше, выдержали значительно большее количество проходов и продемонстрировали меньшую деформативность, чем более массивная контрольная секция;

2) технология механической стабилизации вполне пригодна для использования на относительно прочных грунтах, а не только в местах со слабыми основаниями, позволяя значительно увеличивать срок службы

конструкции и межремонтные сроки, при этом уменьшая толщину конструктивных слоев и, соответственно, стоимость.

3) эффект стабилизации, позволяющий добиться всех описанных выше результатов, зависит не от прочности георешетки, а от геометрии ячеек, обеспечивающей заклинивание в них соответствующего каменного материала.

В качестве примера можно произвести сравнительный расчет стандартной конструкции и усиленной. За счет включения георешетки мы сможем сократить толщину ЩПГС и ЩМА на 25%, увеличить интенсивность на 60% и снизить скорость накопления деформаций на 44%.

Также возникает и прямая экономия в процессе строительства: на 19% снижаются затраты, на 19% увеличиваются темпы работ. При этом на 25% сокращаются выбросы в атмосферу CO_2 .

Снижение стоимости жизненного цикла объектов является актуальной задачей дорожной отрасли. Применение современных материалов и технологий позволяет увеличивать межремонтные сроки, однако является недостаточным мероприятием. Лишь комплексный подход способен внести принципиальные изменения.

Уже значительное время ведутся разговоры о разработке новой методики расчета нежестких дорожных одежд, однако план НИОКР для данного направления не сформирован. Мы предлагаем проанализировать международный опыт и адаптировать в России метод ускоренных испытаний на колесных стендах. ■





Г. К. МУХАМЕДЖАНОВ,
к. т. н., заведующий лабораторией ООО «НИИ нетканых материалов»

О СВОЙСТВАХ НЕТКАНЫХ ИГЛОПРОБИВНЫХ ПОЛОТЕН ИЗ РЕГЕНЕРИРОВАННЫХ ПЭТ-ВОЛОКОН

В предыдущем спецвыпуске «Геосинтетические материалы» журнала «ДОРОГИ. Инновации в строительстве» (№ 67, 2018) был рассмотрен вопрос о целесообразности использования регенерированных ПЭТ-волокон для изготовления геотекстилей, выполняющих различные функции (разделительные, дренирующие и фильтрующие) при строительстве и ремонте дорог, газо- и нефтепроводов, а также в других отраслях. Теперь уделим внимание производству такой продукции в России и физико-механическим свойствам выпускаемых у нас нетканых иглопробивных полотен.

В связи с отсутствием в нашей стране выпуска первичных полиэфирных волокон для изготовления геотекстильных материалов предприятия-производители ищут пути обеспечения подобным сырьем. Один из вариантов — производство регенерированных (восстановленных) ПЭТ-волокон из пластиковых бутылок. Это при доступности и достаточности ресурса является решением не только экономичным и выгодным, но и экологичным. В различных регионах России (Челябинск, Владимирская область, Коми, Карачаево-Черкесия и другие) начали перерабатывать ПЭТ-бутылки для обеспечения волокнистым сырьем различных отраслей, в том числе дорожной.

По разным источникам, в мире доля вторичного регенерированного полиэтилентерефталата (ПЭТФ) составляет уже около 15%. В развитых странах переработка бывших в употреблении ПЭТ-бутылок считается одним из направлений защиты экологии и импортозамещения волокнистого сырья. Таким полезным способом их утилизируют до 100%. Кстати, оборудование для переработки поступает в основном из Китая. Регенерированное волокно из пластиковых бутылок используется для производства не только геотекстилей, но и одежды, ковровых покрытий, нетканых наполнителей и утеплителей.

Нашим НИИ совместно с предприятиями-изготовителями проводятся исследования свойств и оценки качества иглопробивных нетканых полотен, полученных из регенерированных ПЭТ-волокон. При этом компании «Втор-Ком» (г. Челябинск), «Комитекс» (г. Сыктывкар),

ПСК «Геодор» (г. Энгельс, Саратовская обл.), «Технолайн» (г. Отрадный, Самарская обл.), «Полилайн» (г. Великий Новгород), «Нипромтекс» (г. Железногорск, Курская обл.), «Радуга» (г. Владивосток), ООО «Фройденберг Политекс» (г. Заволжье, Нижегородская обл.) и другие используют в качестве сырья волокна разных производителей.

На рис. 1 графически представлены значения прочности при разрыве иглопробивных полотен марки ВК (г. Челябинск) в зависимости от поверхностной плотности. При оценке прочности при растяжении в зависимости от относительного удлинения образцов от 100 до 600 г/м² получаем: 2% — от 0,4 до 1,5 кН/м; 5% — от 0,5 до 1,8 кН/м; 10% — от 0,6 до 2,8 кН/м.

На рис. 2 графически представлены значения прочности при разрыве иглопробивных полотен марки АФ-150–600 г/м², произведенных на предприятии ПСК «Геодор» (Саратовская обл.). При оценке водопроницаемости в зависимости от поверхностной плотности значения варьируются от 86 (150 г/м²) до 40 (600 г/м²) м/сут.

В заключение следует отметить, что исследованные образцы иглопробивных полотен, произведенных на этих двух предприятиях, могут быть использованы в качестве разделительного, дренажного и фильтрующего слоев в дорожной одежде, а также при ремонте и строительстве временных дорог для газо- и нефтетрубопроводов. Не рекомендуется, однако, задействовать такое решение в качестве слоя при устройстве асфальтобетонного покрытия, так как регенерированные волокна проходят термообработку. ■

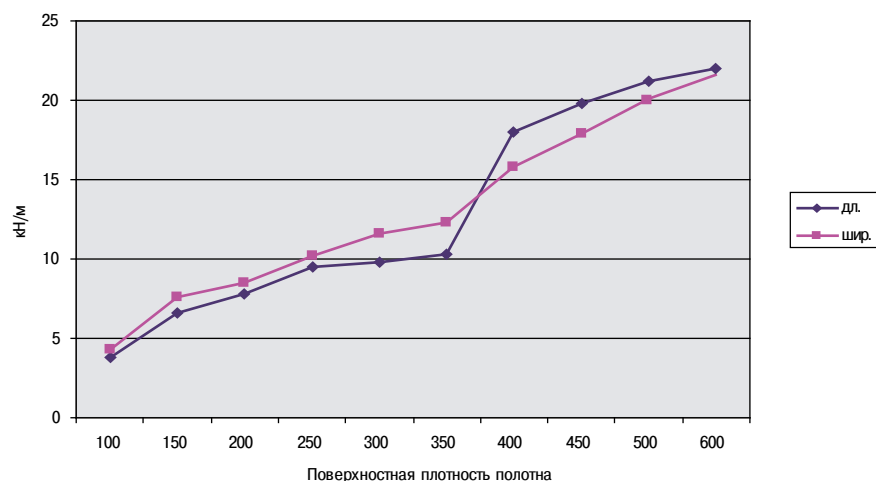


Рис. 1. Зависимость прочности при разрыве от поверхностной плотности иглопробивного полотна марки ВК (АО «Втор-Ком»)

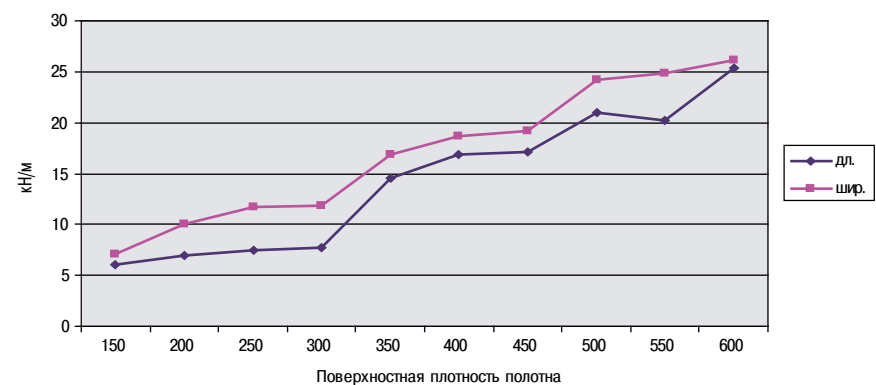


Рис. 2. Зависимость прочности при разрыве от поверхностной плотности иглопробивного полотна марки АФ (ПСК «Геодор»)





Е. А. КОРЧАГИН,
к. т. н., профессор кафедры гидравлики и гидротехнического строительства МГСУ;
Н. А. ЗУБАЧЕВ,
аспирант кафедры гидравлики и гидротехнического строительства МГСУ

ПОДБОР ЗАПОЛНИТЕЛЯ ОБЪЕМНЫХ ГЕОРЕШЕТОК С УЧЕТОМ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Изучая методы защиты склонов от эрозионного воздействия с применением объемных георешеток, авторы статьи обнаружили проблему вымывания материала заполнителя из ячеек при воздействии потока воды. На поиск технологического решения, способного предотвратить данный процесс, подвигла конкретная ситуация — обрушение откоса при строительстве стадиона в Волгограде.

Защита поверхности склонов — часто встречающаяся проблема при строительстве большинства дорожных, гидротехнических, железнодорожных объектов. Подвергаясь постоянным воздействиям природно-климатических и динамических нагрузок, откосы быстро разрушаются, и уже само тело насыпи (сооружения) начинает деформироваться. Исходя из данной проблемы, конструктивное решение защиты откосов должно быть технологичным, долговечным, простым и недорогим при монтаже и эксплуатации. Ряд специалистов рекомендует при этом применять объемные георешетки.

В проведении собственного исследования нам оказал содействие один из ведущих отечественных производителей геосинтетических материалов — ООО «ПРЕСТОПУСЬ». Для испытаний была предоставлена объемная георешетка нового поколения марки «Геокорд», позиционируемая как инновационный продукт.

В рамках исследуемой проблемы заострим внимание на эффективности удержания заполнителя объемными георешетками при воздействии потока воды,

на подборе материала заполнителя и на назначении рациональных углов откосов при проектировании. Зачастую проектировщики не уделяют этим вопросам достаточно внимания, назначают материал исключительно из сложившейся практики и могут не учесть множество существенных факторов. В данной статье мы постарались осветить нюансы, которые необходимо учитывать при проектировании сооружений с применением объемных георешеток, начиная с подбора заполнителя.

ИССЛЕДОВАНИЕ УДЕРЖАНИЯ ЗАПОЛНИТЕЛЯ ГЕОРЕШЕТКАМИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОТОКА ВОДЫ

Основной функцией объемных георешеток является защита откосов от эрозии, вызванной осадками или другими потоками воды. С этой целью ячейки решетки заполняют различными материалами: песком, растительным грунтом, щебнем, камнем или обломочной породой. Выбор заполнителя обуславливается: назначением объекта, интенсивностью осадков, подтопленностью и углом заложения откоса, а также действующими на него дополнительными нагрузками.

Показателем эффективности работы объемной георешетки, а следовательно ее противозерозионной функции, является способность удержания заполнителя при воздействии потока воды.

Мы провели несколько лабораторных испытаний на гидравлической установке для щебня (гидравлический лоток позволяет имитировать направленный поток воды, имеющий большую скорость, что соответствует реальным условиям применения объемной георешетки, заполненной щебнем) и на натурной модели орошаемого откоса (песок и растительный грунт — наиболее часто применяемые заполнители непотопляемого откоса, а основное разрушающее действие на них оказывает дождь). Целью было определить процент вымываемости заполнителя из ячеек при воздействии потока воды (в случае с щебнем) или дождя (песок).

При первом испытании (рис. 1) задействовали два типа объемных георешеток «Геокорд»: тип С 200/172 0530 Р (перфорированная) и тип С 200/172 0530 (неперфорированная). Они заполнялись щебнем фракций 20-40 мм, укладывались на откос с углом заложения 1:2 и 1:1 и подвергались воздействию потока воды со скоростью до 2 м/с в течение 20 минут. Затем измеря-



Рис. 1. Гидравлическая модель для определения эффективности удержания заполнителя-щебня при воздействии потока воды



Рис. 2. Натурная модель откоса для определения эффективности удержания заполнителя-песка георешетками при воздействии потока воды

лось количество щебня, вымытого из ячеек, и определялся процент потери заполнителя. Проводилось три серии испытаний для каждого типа георешетки и для каждого заложения откоса.

В итоге установлено, что потери заполнителя в среднем составили не более 1%, для обоих типов георешетки. Однако дренирующая способность перфорированной решетки значительно выше, и заполнитель более стабилен в ячейке. В целом же сделан вывод, что объемная георешетка (в данном эксперименте — «Геокорд») обладает высокой противозерозионной способностью и отлично подходит для защиты откосов.

При втором испытании (рис. 2) решетки «Геокорд» тип С 100/172 0530 Р (перфорированная) и тип С 100/172 0530 (неперфорированная), заполненные песком средней крупности, укладывались на натурную

Таблица 1.
Расчетные данные по гидравлической крупности при $t = 15^\circ\text{C}$

Диаметр частиц, мм	200	20	5	2,5	1,0	0,5	0,2	0,1	0,05	0,01	0,005	0,001
Гидравлическая крупность, мм/с (м/с)	3920 (3,92)	1240 (1,24)	620 (0,62)	430 (0,43)	100 (0,1)	60 (0,06)	21 (0,021)	8 (0,008)	2 (0,002)	0,08 (8*)	0,03 (3*)	0,0008 (8*)

модель откоса 1:2 и 1:1 и подвергались 20-минутному орошению из дождевых установок с интенсивностью 3 (л/мин)/м². Вода с частицами вымытого песка собиралась в бабки и помещалась в сушильную камеру, далее определялся процент потери грунта.

Установлено, что потери заполнителя не превысили 10%. Учитывая его крупность, высокую интенсивность осадков и отсутствие посева травы, это весьма хороший результат. «Геокорд» способен хорошо удерживать даже мелкий заполнитель, но — как опять же показали результаты испытаний — посадка травы для создания армирования необходима.

Подводя итоги исследования, можно обобщить, что объемная георешетка является эффективным способом защиты склона от эрозионного воздействия и препятствует вымыванию частиц заполнителя.

ПОДБОР СОСТАВА И РАЗМЕРА ФРАКЦИЙ ЗАПОЛНИТЕЛЯ С УЧЕТОМ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Теперь более детально остановимся на подборе состава и фракций заполнителя георешетки.

По формуле (1) определим гидравлическую крупность частиц заполнителя различных фракций:

$$W = \sqrt{\frac{4gD\rho_s}{3C\rho}}, \quad (1)$$

где C — коэффициент сопротивления, 0,45 для шарообразной частицы; D — диаметр частиц заполнителя; ρ_s — плотность частицы; ρ — плотность жидкости (воды 1 т/м³); g — ускорение свободного падения (9,81 м/с²);

Чтобы учесть все режимы движения воды (ламинарный и турбулентный), а также большие размеры частиц заполнителя, воспользуемся эмпирической формулой расчета скорости осаждения частиц взвеси (2):

$$W = \frac{1}{2} \left\{ \left[\frac{36\nu}{D} + 7,5 \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) Dg \right]^{1/2} - \frac{36\nu}{D} \right\}, \quad (2)$$

где ν — кинематическая вязкость, м²/с.

Сведем полученные результаты в табл. 1 (все величины брались по справочным данным).

Теперь определим критические скорости, при которых частицы заполнителя будут уноситься с откоса (не защищенного георешеткой).

Определим критическую скорость при безнапорном режиме по формуле (3):

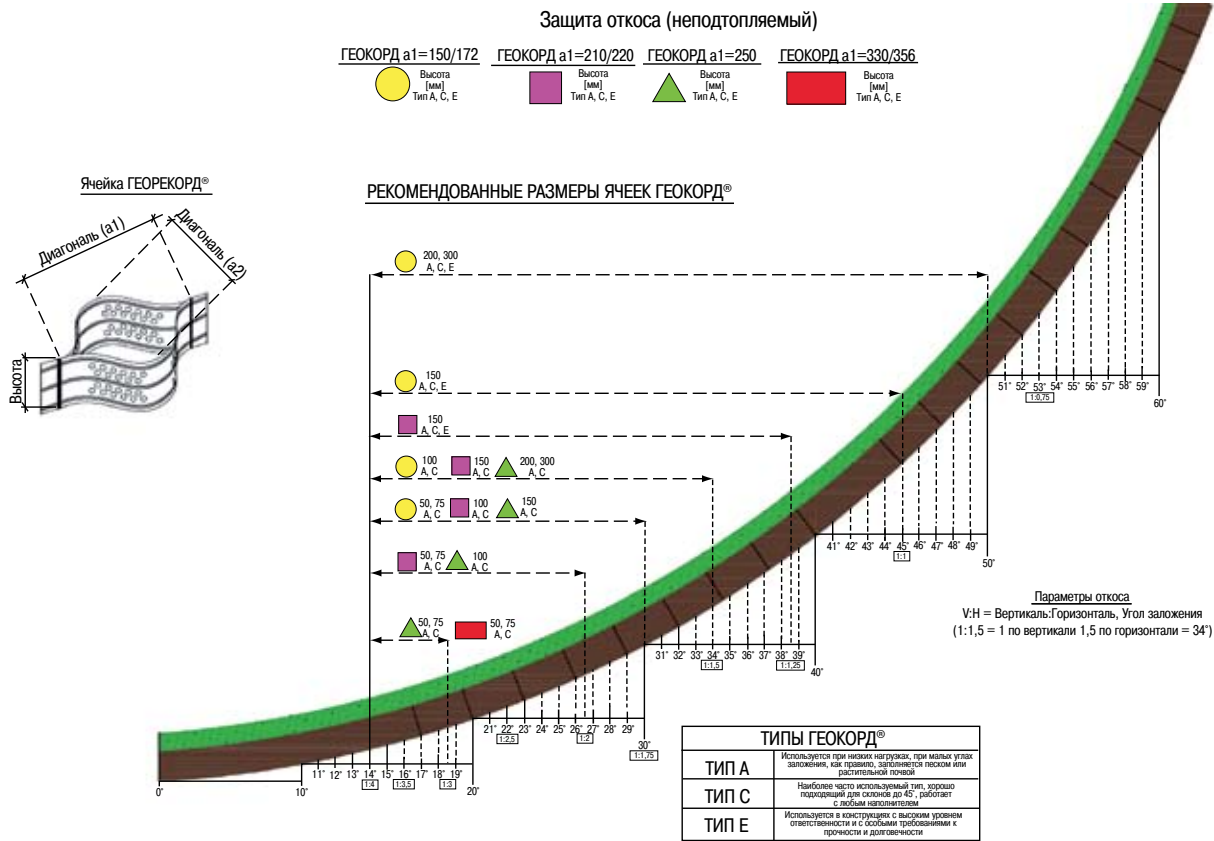
$$\Upsilon_{кр} = B \sqrt[4]{\frac{1}{Fr}} \cdot \sqrt[3]{\frac{\rho_{см} - \rho_в}{\rho_в} \cdot \left(\frac{\rho_r - \rho_{см}}{\rho_в} \right)^2}, \quad (3)$$

где B — эмпирический коэффициент (3,85 — песок, гравий; 2,86 — крупнообломочная порода); $Fr = W^2/gD$ — число Фруда; $\rho_{см}$ — плотность смеси; $\rho_в$ — плотность воды; ρ_r — плотность заполнителя; W — гидравлическая крупность частиц заполнителя (табл. 1).

Сведем полученные результаты в табл. 2 (все величины брались по справочным данным).

Таблица 2.
Расчетные данные по критической скорости (на незащищенном откосе)

Грунт (d мм)	$\Upsilon_{кр}$ (м/с)
Глинистые частицы (0,001)	0,002
Ил (0,005–0,05)	0,1–0,13
Мелкие пески (0,05–0,1)	0,1–0,18
Пески средней крупности (1–2,5)	0,18–0,35
Крупные пески (2,5–5)	0,35–0,5
Щебень, камень (20–200)	2–3



ОТКОС УСТОЙЧИВЫЙ В ЕСТЕСТВЕННОМ СОСТОЯНИИ
 ГЕОКОРД ЗАПОЛНЯЕТСЯ РАСТИТЕЛЬНЫМ ГРУНТОМ, ГЛИНОЙ; УГОЛ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ: $\varphi = 20^\circ$
 РЕКОМЕНДУЕТСЯ ПОСАДКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ (ТРАВА, КУСТЫ)

Рис. 4. Схема подбора параметров объемных георешеток в зависимости от заложения откоса (неподтопляемый)

При расчете толщина потока воды принималась равной $h = 0,5$ м, уклоны для тока воды — 1,5–4,5%, что гарантирует снос частиц.

Теперь, зная критические скорости сноса частиц грунта незащищенного откоса, определим данный показатель уже для откоса, защищенного объемной георешеткой. Основным влияющим фактором при этом являются ячейки решетки, так как они оказывают сопротивление движению жидкости. Частицы материала заполнителя будут задерживаться между ними, и, следовательно, критические скорости сноса частиц будут существенно уменьшаться.

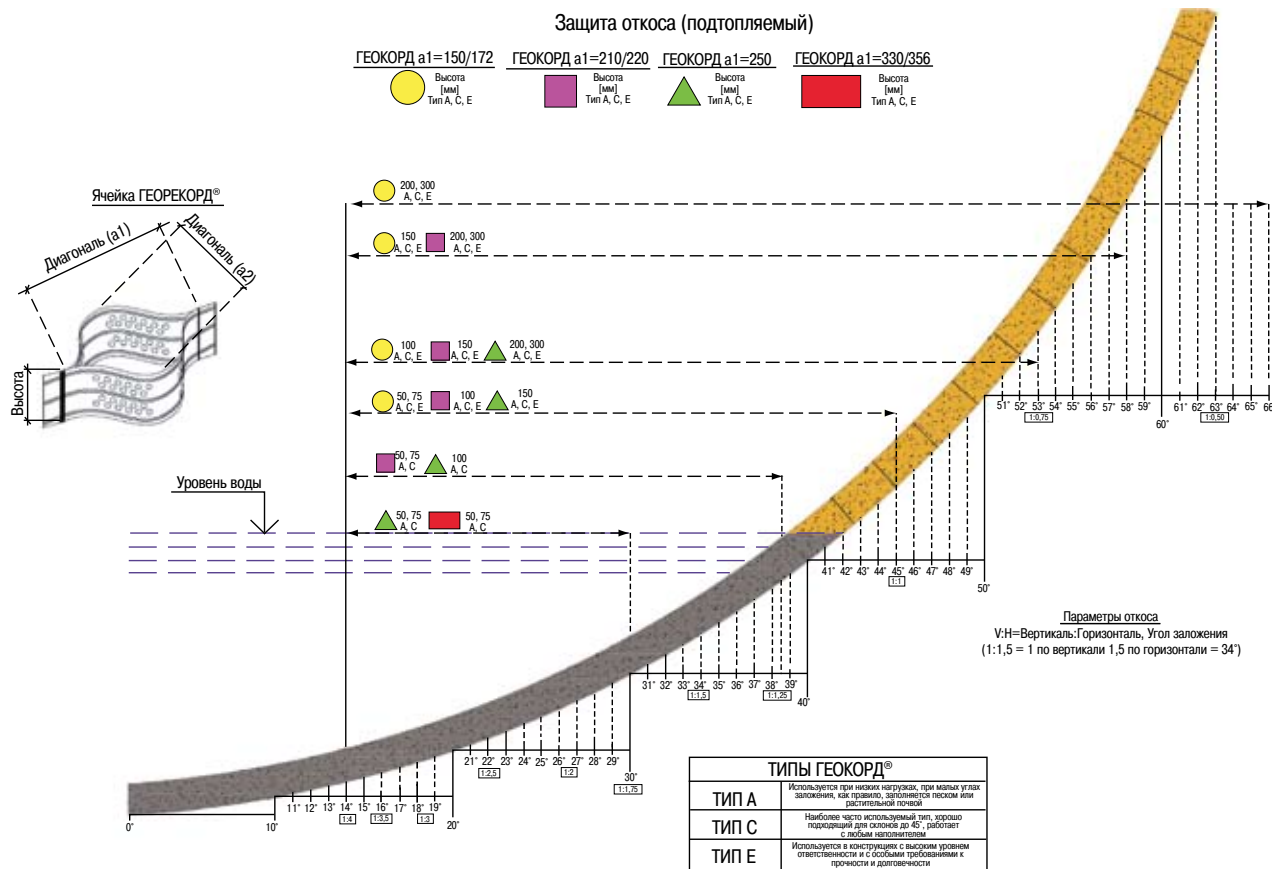
Используя объемную георешетку «Геокорд» с размером ячейки по диагонали 200 мм (перфорированную) и учитывая ее текстурирование, мы провели ряд испытаний на гидравлическом лотке. Определение критических скоростей проводилось при помощи «водных» тензодатчиков, которые

способны измерить силовое воздействие потока. Результаты испытаний представлены в табл. 3.

Таблица 3.
Расчетные данные по критической скорости
(на защищенном откосе)

Грунт (d мм)	$\gamma_{кр}$ (м/с)
Глинистые частицы (0,001)	0,0002
Ил (0,005–0,05)	0,01–0,013
Мелкие пески (0,05–0,1)	0,01–0,018
Пески средней крупности (1–2,5)	0,018–0,035
Крупные пески (2,5–5)	0,035–0,05
Щебень, камень (20–200)	0,2–0,3

Таким образом, зная критические скорости потока воды, приходящегося на откос, можно подо-



ОТКОС УСТОЙЧИВ В ЕСТЕСТВЕННОМ СОСТОЯНИИ
 ГЕОКОРД ЗАПОЛНЯЕТСЯ ГРАВИЕМ, ЩЕБНЕМ, БЕТОНОМ; УГОЛ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ: $\phi = 36^\circ$

Рис. 5. Схема подбора параметров объемных георешеток в зависимости от заложения откоса (подтопляемый)

брать тип заполнителя ячейки георешетки и его фракцию.

Исходя из расчетов критических скоростей сноса частиц и расчетов устойчивости георешетки, можно рекомендовать использование объемных решеток на откосах с предельным заложением 1:0,5 (60°). Также, базируясь на большом практическом опыте, мы разработали методику подбора параметров георешетки (высоты, размеров ячейки, толщины стенок) в зависимости от угла заложения откоса как для неподтопляемых (рис. 4), так и для подтопляемых откосов (рис. 5). Необходимо при этом помнить, что фиксация объемной решетки осуществляется при помощи анкеров, количество которых определяется исходя из расчета.

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Подводя итоги проделанной работы, мы пришли к выводу, что одной из причин обрушений откосов

является неправильный выбор материала заполнителя.

При защите откоса с применением объемных георешеток необходимо учитывать следующие рекомендации:

- при назначении параметров откосов и типов объемных георешеток — собирать полный пакет исходных данных для проектирования и не пренебрегать инженерными изысканиями;
- при проектировании откосов с применением объемных георешеток — принимать углы заложения до 60°;
- осуществлять подбор заполнителя в зависимости от исходных данных проекта, ориентируясь на описанные в этой статье методы;
- при проектировании защиты откосов против эрозии — использовать перфорированную георешетку, что позволит избежать потери заполнителя и переувлажнения тела откоса. ■



МЫ ДЕЛАЕМ
УСТОЙЧИВЫМ ЭТОТ
НЕСТАБИЛЬНЫЙ
МИР



ПРЕСТОРУСЬ WWW.PRESTO.RU

Крупнейший российский производитель на территории СНГ. В портфель продуктов ПРЕСТОРУСЬ входят инновационные геоматериалы, позволяющие существенно снизить затраты на строительство Ваших объектов: армированная георешетка ГЕОКОРД®, георешетка для откосов ГЕОСТЕП®, гибкая плита ГЕОСОТЫ®, анкер ГЕОФОРС® и др.

Система менеджмента качества ПРЕСТОРУСЬ соответствует требованиям международных стандартов ISO 9001:2008, ISO 9001:2015, требованиям международной сертификации Заводского производственного контроля FPC Kiwa GmbH TBV (Германия) на всю выпускаемую продукцию.



+7 (499) 6-733-733
sales@presto.ru
+7 (495) 79-79-573
info@presto.ru



Нам доверяют крупные компании страны. Мы гарантируем высокое качество продукции

Д. Л. МОСКАЛЕНКО

СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ОБЪЕМНЫХ ГЕОРЕШЕТОК

В мировом дорожном хозяйстве за последние 25 лет геосотовые материалы прошли сложный и интересный путь от применения их в ландшафтном дизайне и для укрепления склонов до использования в верхних слоях конструкций автомобильных дорог высших технических категорий с длительным сроком эксплуатации. Однако в России прогрессивный опыт развитых стран пока что практически не освоен. Нам следует кардинально пересмотреть подход к геосотовым материалам, к оценке их параметров и технических характеристик. В частности, в этом способны помочь ускоренные лабораторные испытания по ступенчатому изотермическому методу.

На сегодняшний день в России существует полтора десятка стандартов для геосинтетиков, к сожалению, отвечающих лишь за скудный набор их «косметических» свойств. При этом лишь в одном документе (ГОСТ Р 56338 «Материалы геосинтетические для армирования нижних слоев основания дорожной одежды. Технические требования») упоминаются объемные геосоты, и то в качестве исключения, а показатели, необходимые для ограничения использования контрафактной продукции и увеличения прочностных характеристик дорог, там сильно занижены.

Отсутствие единого и четкого российского стандарта на объемные жесткие геосоты для применения в дорожной одежде приводит к появлению на рынке фактически непригодных продуктов — например, «суррогатов» из синтетической мешковины, прошитой белыми нитками. Да, такие ткани обладают огромным запасом прочности и легко проходят все существующие в РФ испытания на соответствие имеющимся ГОСТам, но при этом они не способны удержать сыпучий материал в необходимых жестких рамках, чтобы дать эффект наподобие бетонной плиты. В итоге, обнаруживая проблему, стройконтроль разводит руками и ничего поделать не может, ведь формально такая продукция соответствует действующим стандартам. Причем наши дорожники продолжают охотно ее покупать, и понятно почему: цена этой «русской смекалки» — всего рубль за квадратный метр.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

На сегодняшний момент геометрические параметры и форма поставки любой георешетки характеризуются:

- массой пакета георешетки (взвешивание с точностью $\pm 0,1$ кг);
- толщиной геополосы (в соответствии с ГОСТ 2678);
- отклонением направления швов (соединений) геополос от перпендикуляра (в соответствии с ГОСТ 26433.1);
- высотой георешетки (по измерениям с точностью не менее ± 1 мм);



- размером георешетки в сложенном (пакет) и растянутом (модуль) состоянии (в соответствии с ГОСТ 2678);

- размером стороны ячейки георешетки, шириной и длиной ячейки в плане по диагонали (рулеткой по ГОСТ 7502 с ценой деления 1 мм);

- количеством ячеек по длине и ширине модуля и их общим количеством в модуле;

- общей площадью модуля (по размеру модуля) и площадью ячейки (общая площадь модуля, деленная на общее количество ячеек);

- наличием или отсутствием перфорации (при этом процент перфорации от общей площади и форма отверстий никак не регламентируются).

Данных геометрических показателей явно недостаточно, чтобы гарантировать расчетные параметры конструкции с применением геосот в дорожных одеждах, поскольку необходимо понимать, как будет лежать модуль внутри дороги — вдоль или поперек. Измерение диагоналей ячеек для оптимального раскрытия геосот также не регламентируется: сейчас этот показатель может оспариваться в зависимости от поперечного усилия при раскрытии модуля, и, как следствие, нет возможности понять, сколько же ячеек приходится на 1 м² геосотовой конструкции. А ведь именно этот параметр считается важным при проектировании дорожных одежд в зависимости от нагрузок, интенсивности движения и усредненного «пятна контакта» приложения силы от колес автотранспорта.

Необходимо понимать, что нагрузка, приходящаяся на геосотовую конструкцию по площади, всегда должна затрагивать минимум четыре ячейки. Если их меньше, то сыпучий материал примет на себя «удар» от колес автомобиля, что неизбежно приведет к потере уплотнения и целостности конструкции. Этот параметр необходимо указывать в сертификатах качества на геосоты в обязательном порядке. Для автомагистралей в верхних слоях дорожных одежд должно быть не менее 40 ячеек на 1 м².

Механические свойства геосотовых материалов в России характеризуются:

- прочностью (кН/м) и относительным удлинением (%) геополосы при растяжении при максимальной нагрузке и при разрыве;

- прочностью (кН/м) перфорированной геополосы;

- прочностью шва георешетки, кН/м;

- условной длительной прочностью шва (выдерживание шва под постоянной нагрузкой, соответствующей половине его прочности).

Эти параметры, к сожалению, не гарантируют главного — целостности уплотненных ячеек при постоянной длительной нагрузке. Так, например, прочность может быть очень большой, но при этом стенка сот растягивается на десятки процентов — в действующем российском ГОСТе допустимо 30%! Зачем? Ведь в нашем случае растяжение стенки сот более чем на 2–3% уже приводит к потере уплотнения и, как следствие, потере прочности всей конструкции. Таким образом, нужны четкие указания в сопроводительных документах для геосотовых материалов, при каких нагрузках относительное удлинение не превышает 3% или сколько процентов данный показатель составляет при фиксированной расчетной нагрузке для дорожной конструкции.

Но и этого мало. Если мы говорим о контрактах жизненного цикла и стремимся к кратному увеличению межремонтных сроков дорог, то необходимо понимать, как долго геосоты способны сдерживать заданное уплотнение и/или насколько эффективны они будут через год, три, пять, пятнадцать и двадцать пять лет. Соответственно обязательным условием поставки продукта должно быть наличие в сертификатах показателей длительной прочности при постоянной нагрузке — ползучести материала, и опять же данный показатель (относительного удлинения стенки геосот) не должен превышать 2–5% на долгом отрезке времени.

Но, к сожалению, требуемые для определения этого параметра стандартные испытания занимают очень много времени, и необходима ускоренная методика их проведения (не более одного дня) для возможности осуществления тотального контроля материалов непосредственно на стройплощадке. Такой метод разработан американскими исследовательскими центрами, сведен в документ ASTM D 6992 и успешно применяется за рубежом. Для использования его в России требуется наличие лабораторных установок, их аттестация, проведение сопоставительных и иных испытаний и собственно разработка государственного стандарта.

МЕТОД ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННЫХ СУПЕРПОЗИЦИЙ (ТВС)

При таком ускоренном испытании на ползучесть общепризнанным учеными и инженерами-материаловедами фактом является то, что температура играет ключевую роль в ускорении изменения характеристик материалов, в том числе полимерных

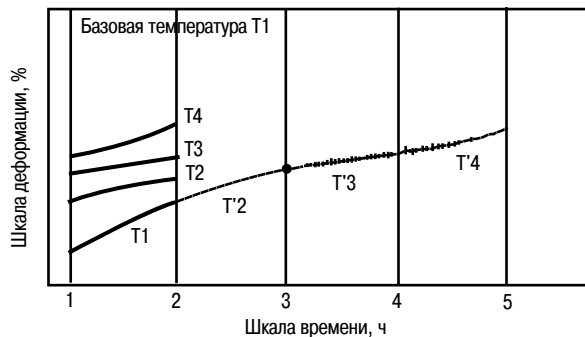


Рис. 1. Кривые деформации ползучести

изделий. Так, при увеличении температуры свыше 20 °С (она указана в большинстве стандартов) все механизмы деградации — гидролиз, радиоактивность, ультрафиолетовое воздействие, биологические и химические эффекты, окисление — ускоряются пропорционально. При этом повышенные температуры могут считаться катализатором ускорения ползучей деформации. Иными словами, чем выше температура испытания, тем короче продолжительность действия механизма деградации и больше временная проекция деформации ползучести, которую можно получить.

Если задавать более высокие температуры в имитационных камерах (допустим, T1 при 20 °С, затем T2, T3, T4, и т. д., повышая каждый раз на 10 °С), кривые деформации ползучести для равных промежутков времени будут иметь последовательно увеличивающиеся значения. Такое гипотетическое увеличение показано жирными линиями на рис. 1. Горизонтально смещая кривые повышенных температур по отношению к базовой температурной кривой, получим обобщенную кривую, которая отображает деформацию ползучести

с несколькими порядками величины сверх продолжительности каждого отдельного испытания.

Для демонстрации фактических данных был проанализирован один и тот же тип георешетки при пяти последовательно увеличиваемых значениях температуры, как показано на рис. 2 а. В каждом испытании подавалось усилие 22 кН/м с выдержкой в течение 1 тыс. часов. Результаты показывают, что при наибольшей зафиксированной температуре георешетка переходила из состояния вторичной деформации в третичную. При горизонтальном смещении данных (рис. 2 б) можно четко видеть, что деформация ползучести составляет примерно 7,5% спустя 200 тыс. часов (23 года) при изначальной базовой температуре 24 °С (75 °F), прежде чем произойдет третичная деформация.

СТУПЕНЧАТЫЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЛЗУЧЕСТИ (СИМ)

В описанном выше методе ТВС для оценки ползучести имеется два минуса. Функциональный недостаток заключается в том, что требуется множество камер имитации условий окружающей среды, чтобы обеспечить одновременный подъем температур. Фундаментальный состоит в потребности в разных испытуемых образцах для каждой анализируемой температуры.

Оба указанных недостатка устранены благодаря ступенчатому изотермическому методу (СИМ). Он был разработан в США лабораториями по изучению воздействия окружающей среды TRI под руководством Скотта Торнтона в 1998 году, позднее получил подтверждение и на сегодняшний день принят в виде стандарта D6992.

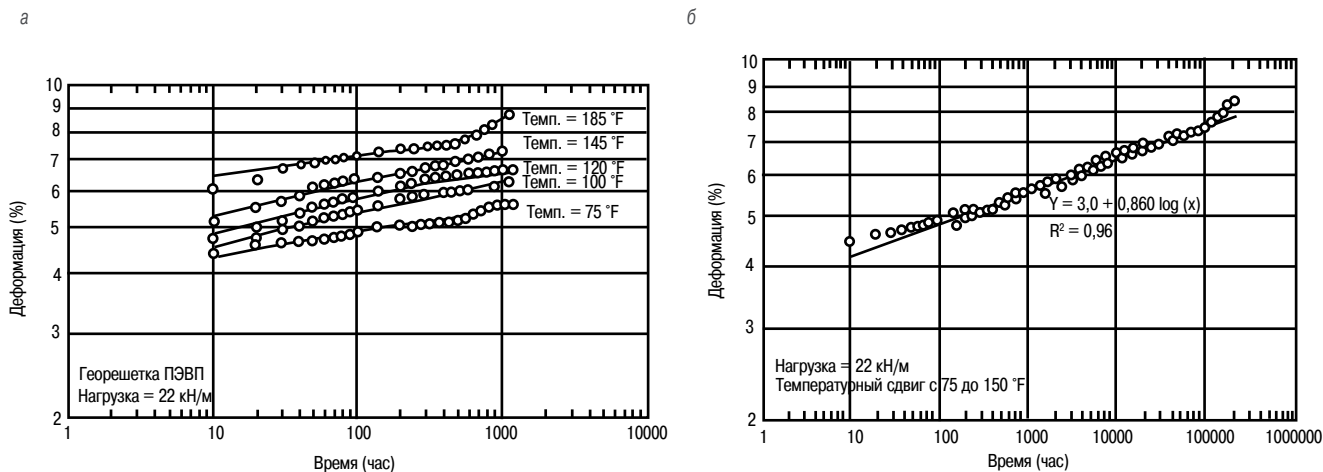


Рис. 2. Результаты испытаний: а – деформация ползучести за 1 тыс. часов при 22 кН/м; б – обобщенная кривая, полученная горизонтальным смещением

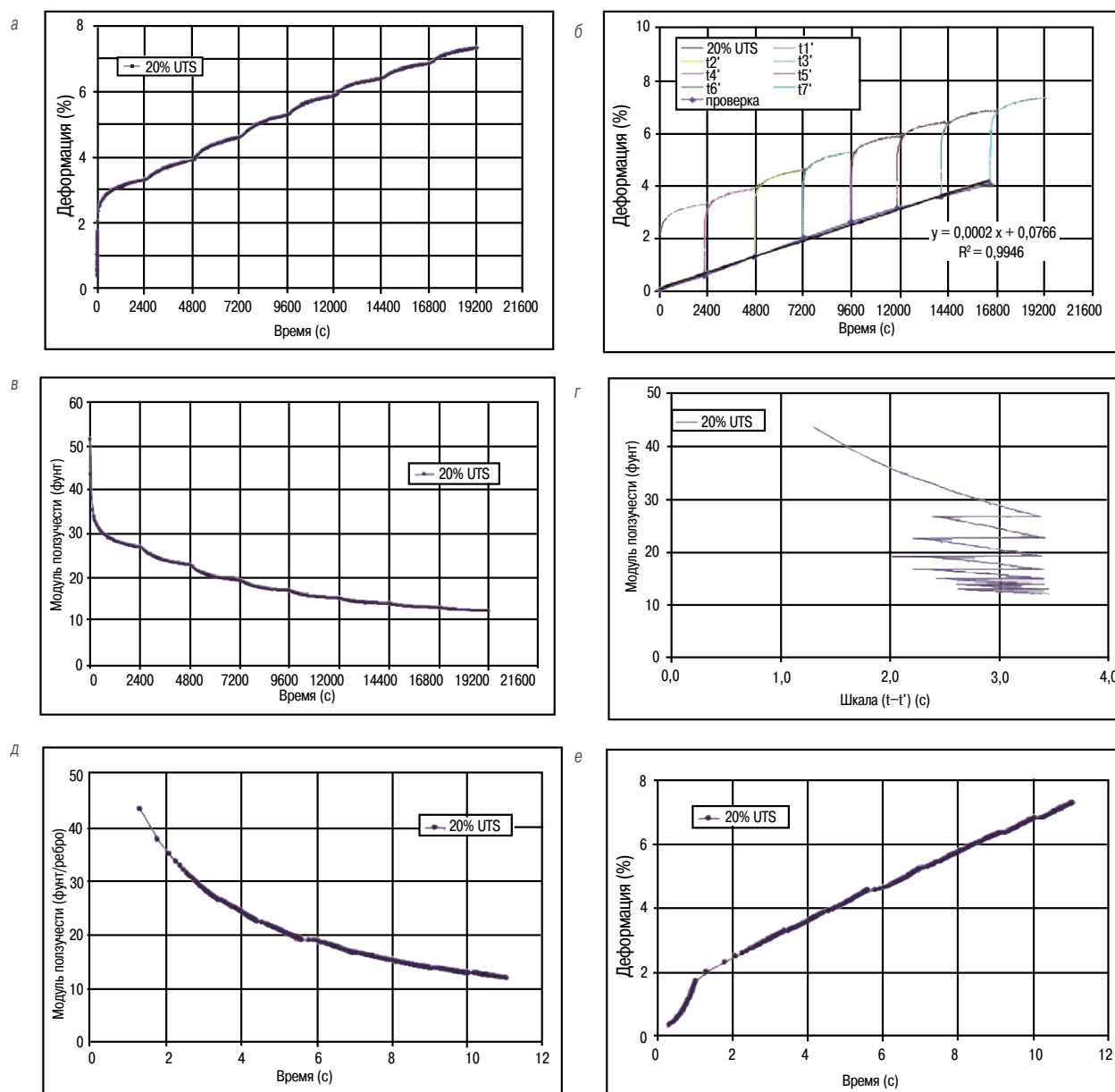


Рис. 3. Графическое изображение сжатия данных и анализа, проведенного по ступенчатому изотермическому методу испытания (Йео и Хсуан, 2008): а – каскадное расположение исходных значений деформации с использованием одиночного испытуемого образца; б – проекция времени к первоначальной базовой линии для каждого этапа повышения температуры после представления первоначального времени; в – модуль ползучести (обратная величина деформации) для каждого этапа увеличения температуры, рассчитанный и соответственно отобранный на графике; г – значения модуля ползучести для каждого этапа увеличения температуры, ступенчато отображенные до первоначального этапа с температурой 20 °С; д – горизонтальное смещение модулей для каждого этапа увеличения температуры, проведенное по системе «голова-хвост», чтобы получить плавную кривую; е – обобщенная кривая значений модулей с зеркальным отображением значений деформации для ее итогового расчетного поведения во времени

Идея испытания обязательно предусматривала этапы увеличения температуры, как и при ТВС, но в одной камере имитации окружающих условий с использованием единственного испытуемого образца. В 2008 году исследователи использовали СИМ на одном ребре ПЭВП георешетки при 20% предельной прочности и провели восемь этапов повышения температуры с выдержкой каждого в течение 2,4 тыс. секунд. Отметим, что на

1010 секундах (316 лет) прогнозируемая деформация составляет 6,8% по результатам настоящего одиночного испытания СИМ, которое заняло лишь 5,3 часа (!). На рис. 3 представлены данные и их анализ на шести последовательных графиках.

По мере выполнения ранее установленных процедур в качестве стандартов для испытания ползучести важно сравнивать друг с другом разные, более новые проце-

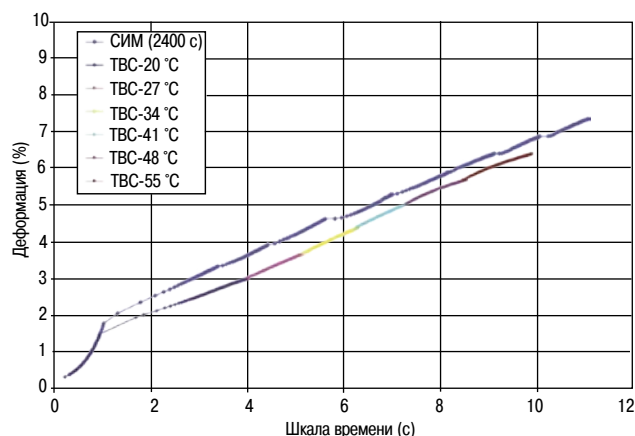


Рис. 4. Сравнение результатов ТВС и СИМ показало отличную согласованность

дуры (табл. 1). При сравнении метода ТВС с СИМ для одного и того же типа георешетки (рис. 4) можно видеть отличную согласованность данных: 6,4% по отношению к 6,8% на 1010 секунд (316 лет).

ВЫВОДЫ

Несмотря на то что некоторые зарубежные производители для испытаний георешеток на ползучесть продолжают использовать традиционный метод, индустрия геосинтетических материалов получила новый импульс благодаря методу ускоренных испытаний (с повышенными температурами), для которых необходимо существенно меньшее время.

Температурно-временная суперпозиция (ТВС) используется в большинстве случаев испытаний материалов, в том числе в полимерной индустрии в целом. Зна-

чения ползучести, получение которых в других условиях заняло бы годы, теперь могут генерироваться за 10 тыс. часов (1,14 года) или меньше. Безусловно, требуется соответствующее повышение количества испытательных/инкубационных стендов и размеров затрат.

Новая версия ТВС заключается в ступенчатом повышении температуры в одной камере имитации окружающих условий, которая содержит в сборе испытуемый образец и блоки захвата. Это называется «ступенчатый изотермический метод» (СИМ). Он позволяет получать результаты в течение одного дня или еще быстрее. Преимуществом метода является не только максимальное уменьшение времени исследований, но также использование одного испытуемого образца для всего комплекса испытаний. Таким образом, устраняется погрешность, вызванная нестабильностью свойств образцов (их изменчивостью).

При наличии столь явных преимуществ СИМ удивительно, что в России нет лабораторий, использующих этот метод. Разработка геосотковых материалов и иных полимерных модификаций определенно может выиграть от существенного уменьшения времени испытаний благодаря быстрому и своевременному получению результатов. Аналогично разработчики геосинтетических армирующих материалов (при решении задачи снижения коэффициентов ползучести), а также заказчики и надзорные органы по конструкциям с армированием (при оценке периода ползучести), применяя этот метод и имея важную информацию в нужный момент, получают серьезное подспорье в решении технологических задач. ■

Таблица 1. Сравнение методов испытаний георешеток на ползучесть

Метод	Суть	Преимущества	Недостатки
Традиционное испытание	Приложение усилия и измерение деформации по истечении продолжительного времени	Простой; недорогой; без допущений по данным	Необходимо много времени; необходима контролируемая лабораторная среда
Температурно-временная суперпозиция (ТВС)	Приложение усилия и измерение деформации при нескольких значениях повышения температуры в отдельных камерах	Снижение времени испытания; использование идеи трехкоординатных испытаний грунтов; избегание прямой экстраполяции	Необходимы камеры имитации условий окружающей среды для каждого температурного значения; изменчивость образцов является проблемой
Ступенчатый изотермический метод (СИМ)	Приложение усилия и измерение деформации с увеличением температуры поэтапно в одной камере	Существенное снижение времени испытания; использование идеи трехкоординатных испытаний грунтов; избегание прямой экстраполяции; использование одного испытуемого образца	Требует: одной камеры имитации; компьютерных алгоритмов; полной приемлемости для пользователя



В. В. ШТАБИНСКИЙ,
к. т. н., ведущий научный сотрудник дорожного управления республиканского дочернего
унитарного предприятия «Белорусский дорожный научно-исследовательский институт»

РЕМОНТ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОСЕТОК

На сегодняшний день в Республике Беларусь эксплуатируется множество автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием, на которых наблюдается высокая интенсивность движения автомобилей, в том числе грузовых. В городах, как правило, дополнительные большие нагрузки на дорожную конструкцию связаны с автобусами и троллейбусами. На таких дорогах и улицах после определенного срока эксплуатации появляются разрушения асфальтобетонного покрытия. В статье рассмотрены вопросы применения армирующих геосинтетических материалов в виде двуслойных нитепрошивных геосеток из полимерных и минеральных волокон и геокомпозитов на их основе при ремонте дорожных одежд.

ВВЕДЕНИЕ

Преобладающими видами дефектов являются трещины, выбоины, в некоторых случаях — колея. Трещины на покрытии ведут к быстрому разрушению дорожной одежды из-за проникновения внутрь дождевой и талой воды. При этом разрушения происходят в слоях не только асфальтобетонного покрытия, но и основания, в том числе из несвязных каменных материалов. Последнее приводит к просадкам и выбоинам. Однако применение традиционных методов ремонта с укладкой по дефектному покрытию новых слоев асфальтобетона или фрезерованием дефектных верхних слоев и укладкой взамен них ремонтных из новых материалов временами не приносит желаемых результатов.

Как известно, в процессе эксплуатации на новом слое асфальтобетонного покрытия неизбежно появляются трещины, вызванные повреждениями в старых слоях. Это происходит в результате концентрации напряжений. Данное явление известно под названием «отраженные трещины». Иногда они проявляются на новом покрытии через год или два. Возникает и колея, которая иногда превышает допустимые значения уже в первый год после производства ремонтных работ.

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ АРМИРУЮЩИХ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ (АГМ)

В современной мировой практике дорожного строительства для обеспечения нормативных сроков службы асфальтобетонных покрытий после выполнения ремонтных работ применяются, в том числе и в Республике Беларусь (согласно ДМД 33200.2.078-2015), конструктивные решения и технология с использованием армирующих прослоек из геосинтетических материалов в виде двуслойных нитепрошивных геосеток. Как правило, это геосетки из полиэфирных, стеклянных и базальтовых волокон, а также геокомпозиты на их основе с подложкой из ультратонкого геотекстильного полотна, имеющего поверхностную плотность от 15 до 30 г/м² и толщину не более 0,5 мм.

В Республике Беларусь, кроме названных выше материалов, также освоено производство геосеток из поливинилспиртовых волокон (поливинилалкоголя). Они способствуют замедлению процесса образования отраженных трещин, вызванных динамическим воздействием транспортных средств и температурными деформациями. Поэтому такие геосетки наиболее целесообразно использовать в условиях высоких транспортных нагрузок.

Механизм работы армирующей прослойки прост, но эффективен: она способна замедлять распространение напряжений между нижележащими старыми трещиноватыми слоями и новым слоем (слоями) покрытия дороги. Распространение отраженных трещин, таким образом, существенно замедляется.

Армирующий геосинтетический материал также призван:

- воспринимать и перераспределять нормальные горизонтальные растягивающие напряжения в асфальтобетоне;
- предотвращать избыточную горизонтальную деформацию удлинения вблизи подошвы слоя при его изгибе, которая возникает при кратковременных многократных воздействиях нагрузки от автотранспорта или при длительно действующих температурных нагрузках.

Кроме того, он может уменьшать значение коэффициента бокового расширения, а следовательно, и деформаций сдвига, возникающих от вертикальных силовых нагрузок, препятствуя образованию колеи в

асфальтобетонном покрытии — особенно в жаркое время года, когда его модуль упругости значительно снижается. (Подробнее об этом — в публикации В. В. Ушакова «О выборе материалов для армирования асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог».)

Каковы же условия применения геосеток и особенности технологии выполнения ремонтных работ?

Эффективность армирующей прослойки зависит от ее прочности, деформативности, адгезии к битуму и способности не нарушать внутреннюю структуру асфальтобетона в зоне сопряжения с ним. При этом сетчатая прослойка должна не разделять слои асфальтобетона и обеспечивать сцепление между ними; обладать стойкостью к механическим повреждениям при ее укладке и временных проездах автомобилей, подвозящих асфальтобетонную смесь, а также при уплотнении уложенного по ней слоя асфальтобетона; обладать стойкостью к вредным воздействиям (масло, кислоты, солевые растворы), атмосферостойкостью (морозостойкость, водостойкость) и биологической стойкостью к плесневым грибам.

Рассмотрим озвученное более подробно. В соответствии с требованиями СТБ 2398-2015 прочность при растяжении в продольном (поперечном) направлении геосеток, применяемых для армирования слоев асфальтобетонных покрытий, должна быть не менее 50 кН/м. Относительное удлинение при максимальной нагрузке в продольном (поперечном) направлении для геосеток, изготовленных из синтетического сырья, не должно превышать 13%, из минерального сырья — 6%.

Кроме того, узлы геосеток должны передавать усилия с поперечных ребер на продольные и быть прочными. Относительная прочность узловых соединений материалов, применяемых для армирования асфальтобетонных покрытий, должна составлять не менее 20% от прочности при растяжении материала из полимерных волокон и не менее 5% — из минеральных волокон.

Важным фактором, учитывающим работу армирующего материала в дорожной конструкции, является прочность сцепления его с асфальтобетоном, которая должна быть больше сдвигающих напряжений в дорожной одежде на уровне укладки армирующей прослойки. Только при этом условии обеспечивается передача растягивающих усилий асфальтобетоном на армирующий материал.

Поэтому при изготовлении геосеток их пропитывают составами (например, битумной водной дисперсией) для создания покрытий, устойчивых к воздействию технологических нагрузок во время укладки вышележащего слоя асфальтобетона и обладающих стойкостью к химическим, биологическим и природным воздействиям, а также повышающих адгезию к асфальтобетону. Кроме того, пропитка придает определенную жесткость геосетке и способствует сохранению ее начальной формы в плоскости полотна.

Поверхность, на которую предполагается укладывать АГМ, не должна иметь колеи, ям или других неровностей. При подготовке ремонтируемого покрытия его очищают от грязи и пыли, ликвидируют выбоины и т. п., заделывают крупные трещины шириной более 3 мм. Может быть произведено фрезерование старого асфальтобетонного покрытия или выполнено устройство по нему выравнивающего слоя.

Технологию работ по ликвидации колеиности выбирают в каждом конкретном случае с учетом:

- результатов обследования состояния существующего покрытия;
- выявленных причин образования колеи и их геометрических параметров (глубина и форма);
- протяженности участков с колеями;
- имеющихся машин и оборудования; погодных условий в период производства работ и других факторов.

Немаловажны и технологические параметры самих геосеток (размер ячеек, ширина полотна в рулоне, температура плавления и др.), а также сохранность их свойств в процессе эксплуатации. В соответствии с СТБ 2398-2015 материалы, применяемые для армирования слоев асфальтобетонных покрытий, должны иметь размер ячеек (в миллиметрах) не менее: 25–25 — для мелкозернистого асфальтобетона; 35–35 — для крупнозернистого. Максимальный рекомендуемый размер не должен превышать 50 мм. При этом открытость структуры материала, определяемая как отношение открытой площади ячеек образца геосетки к его площади, должна быть не менее 60%.

Геосетки могут эффективно применяться для усиления покрытий в случае, когда в асфальтобетоне присутствуют растягивающие усилия. В основном это нижняя граница асфальтобетонного покрытия. Расчеты показывают, что наибольшие усилия сдвига в асфальтобетоне возникают

на глубине 5–8 см от поверхности слоя. Поэтому при усилении существующих конструкций геосетки не должны укладываться выше этой глубины.

Работа асфальтобетонного покрытия в упругой стадии обеспечивается при относительном удлинении геосетки в пределах 3–6%. Такими свойствами на сегодняшний день обладает продукт, изготовленный из стекловолокна и базальтового волокна.

Геосетки из полиэфирных волокон несколько замедляют процесс образования отраженных трещин, вызванных динамическим воздействием транспортных средств, и в меньшей степени, температурными деформациями. Укладка таких плоских геосеток позволяет снизить интенсивность образования колеи. Летом при относительно высоких положительных температурах асфальтобетона в покрытии, когда его модуль упругости значительно снижается (соотношение модулей может увеличиться до 1:6 и более), армирующие материалы на основе полиэфира проявляют свои положительные качества при значительных пластических деформациях асфальтобетона. Однако полиэфирные волокна обладают ползучестью, что не позволяет прогнозировать эффективность их работы в покрытии в долгосрочном плане. Кроме того, асфальтобетон, армированный геосетками из полиэфирного волокна, плохо фрезеруется.

Геосетки из поливинилалкоголя в данном случае работают эффективнее, чем из полиэфира. Это позволяет говорить о более высоких характеристиках армированного поливинилалкоголем асфальтобетона, ошутимом повышении его эластичности и значительном уменьшении усталостных параметров.

Для сплошного армирования покрытий должны использоваться геосетки шириной не менее 4,5–5 м. Выполнение данного условия обеспечивает меньшее количество стыков, которые ослабляют эффект армирования, и уменьшает расход армирующего материала.

Одним из определяющих факторов при выборе марки армирующего материала является стойкость его к повреждениям во время строительства. Минеральные волокна (стекло, базальт и др.), по заявлениям некоторых исследователей, нестойки к повторным нагрузкам и перетираются при действии сдвигающих усилий. Считается, что более стойкими к технологическим воздействиям являются геосетки из полиэфирного полотна. Однако этим материалам присуще

относительное удлинение, превышающее значение данного показателя для геосеток из минерального волокна (стеклянных и базальтовых).

Проведенные нами отборы образцов-кернов из армированных стеклянными и базальтовыми геосетками асфальтобетонных покрытий в Беларуси на грузонапряженной трассе М-8 (европейский маршрут Санкт-Петербург — Киев — Одесса) и улицах города Могилева показали, что после четырех лет эксплуатации проезжая часть находится в удовлетворительном состоянии. Предполагаемых разрушений узлов и ребер геосеток не наблюдалось (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид стеклянной геосетки в образце-кjerne, отобранном из покрытия, после четырех лет эксплуатации (просп. Мира, г. Могилев)

Большое значение при армировании асфальтобетонных слоев имеют следующие условия строительства:

- состояние основания, на которое укладывается геосетка (наличие крупного заполнителя на поверхности или бороздок от прохода фрезы, влажность основания и др.);
- контактные давления от строительной техники и катков, а также режим приложения напряжений;
- температура и толщина укладываемого слоя покрытия.

Температура плавления геосетки должна быть на 25–40 °С больше максимальной температуры асфальтобетонной смеси при укладке, то есть не меньше 190–210 °С. При этом при высокой температуре смеси должна обеспечиваться стабильность характеристик армирующего материала. Данная характеристика АГМ определяется испытаниями на теплостойкость, которые заключаются в сравнении результатов испытаний на растяжение образцов, подвергшихся нагреванию до (160±2) °С и охлаждению до (20±2) °С, с результатами

испытаний контрольных образцов, не подвергавшихся такому воздействию. При этом снижение исходной прочности при растяжении после нагрева не должно превышать 1%.

Чтобы уменьшить разрушения армирующей прослойки во время строительства, необходимо соблюдать последовательность технологических операций с соответствующим подбором машин и механизмов:

- использовать оборудование с меньшим контактным давлением на геосетку (асфальтоукладчики на колесном ходу или гусеничном с резиновыми башмаками);
- укладку слоя покрытия поверх геосетки осуществлять за один прием на полную толщину, при этом на уложенный армирующий материал укладывают асфальтобетонный слой толщиной не менее 5 см;
- уменьшать температуру укладываемой асфальтобетонной смеси за счет применения ПАВ и др.

При выборе армирующего материала необходимо учитывать и условия его работы в процессе эксплуатации дороги, чтобы обеспечивались следующие показатели:

- прочность материала на разрыв (должна сохраняться в течение всего срока службы дорожного покрытия и заданного количества циклов повторного приложения нагрузки), что особенно это важно для геосеток с малым относительным удлинением (стеклосетки, базальтовые сетки и др.);
- отсутствие ползучести при растяжении материала (в течение всего срока службы покрытия);
- отсутствие старения материала под действием ультрафиолетового излучения во время укладки;
- морозостойкость материала, то есть способность сохранять прочностные свойства при воздействии многократного замораживания и оттаивания в дорожной конструкции во время ее эксплуатации;
- химическая и биологическая стойкость материала, который работает в достаточно агрессивной среде, отвечающая сроку его эксплуатации.

Следует отметить, что геосетки, изготавливаемые из синтетических волокон или нитей (полиэфира и поливинилалкоголя), применяемые в настоящее время, достаточно стойки к химикатам и микроорганизмам, которые попадают в воду природным способом. Обычно значение кислотного показателя рН в асфальтобетоне составляет 5–9, что характеризует данную среду как кислую.

На стадии освоения серийного производства АГМ, а также при периодических испытаниях по отдельным

показателям, кроме испытаний на прочность и деформативность, должны обязательно проводиться испытания на повреждаемость АГМ при их укладке в дорожную конструкцию, на морозостойкость, стойкость к ультрафиолетовому излучению и агрессивным средам, а также на биологическую стойкость. В Беларуси этот процесс предусмотрен СТБ 2398-2015, там приведены и методики определения данных показателей.

Геосетки целесообразно укладывать между двумя слоями асфальтобетона, поэтому небитумный слой, на который укладывается асфальтобетонное покрытие, должен быть покрыт выравнивающим асфальтобетонным слоем, на который и укладывается геосетка. По старому цементобетонному покрытию без устройства по нему выравнивающего слоя целесообразно укладывать вместо геосетки геокомпозит на ее основе. Кроме стеклянных и базальтовых геосеток, для производства геокомпозитов могут применяться геосетки из полиэфира и поливинилалкоголя.

Как указывалось выше, немаловажным фактором является прочность сцепления с армируемым асфальтобетоном. Поэтому при укладке армирующего материала обязательно распределяют подгрунтовку из разогретого битума или быстрораспадающейся катионной битумной эмульсии. При температуре воздуха ниже 15 °С эмульсию рекомендуется подогреть до температуры 50–60 °С.

Расход вяжущего материала (битума) для подгрунтовки при укладке геосетки должен быть не менее 0,7 л/м² и не превышать 0,9 л/м². Невыполнение этого условия может не обеспечить приклеивание геосетки к подложке или спровоцировать появление битумной пленки на поверхности старого дорожного покрытия. В обоих случаях не будет сцепления между слоями и резко снизится возможность передачи сдвигающих усилий.

Повышенную норму розлива вяжущего (битума) 0,9–1,2 л/м² принимают:

- при укладке прослойки из АГМ на существующее покрытие с наличием на нем мелких дефектов (трещины шириной до 3 мм и т. п.);
- при значительной шероховатости существующего покрытия (после фрезерования);
- при использовании геокомпозита с геотекстильным полотном, не обработанного вяжущим в процессе изготовления.

В местах, где возможно возникновение повышенных сдвигающих усилий (кривые малого радиуса, уклоны

более 20%, места торможения транспортных средств: перекрестки, остановки пассажирского транспорта), норма розлива вяжущего может быть снижена, но не менее чем до 0,7 л/м².

Розлив производится автогудронатором в один или два приема (до и после укладки АГМ). Количество розливов зависит от свойств армирующего материала. Если открытость структуры геосетки составляет 70–75%, то возможен один прием (после укладки АГМ). При меньшей открытости структуры рекомендуется розлив в два приема с расходом вяжущего при первом — 60–70%, при втором — 30–40% от полной нормы розлива. При использовании геокомпозита с геотекстильным полотном, не обработанным вяжущим, рекомендуется выполнять розлив всегда в два приема.

Для ускорения распада битумной эмульсии и обеспечения полного прилипания АГМ к подготовленному основанию, а также для исключения появления складок и волн геосетки при укладке можно осуществлять прикатку уложенных по подгрунтовке полотен АГМ одним-двумя проходами легкого гладковальцового катка. То же рекомендуется выполнять и в случае, когда используемый в качестве вяжущего материала битум загустел (рис. 2).

Для надежной фиксации на основании полотна АГМ могут крепиться дюбелями. В продольном направлении их забивают в узлы геосетки, не повреждая их, на расстоянии 2–3 м друг от друга, по ширине полотна — 0,5–1 м. В некоторых случаях шаг забивки по длине рулона может уменьшаться (в ветреную погоду, в случае, когда подгрунтовка осуществляется

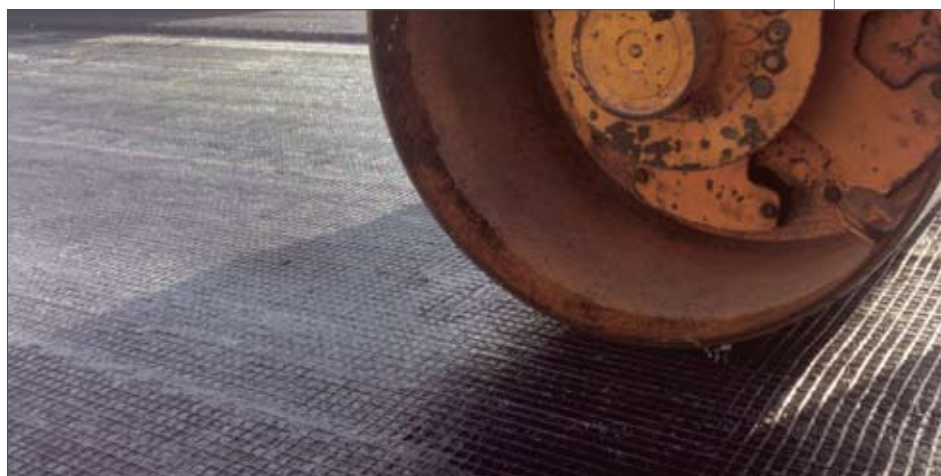


Рис. 2. Прикатка армирующей прослойки легким гладковальцовым катком



Рис. 3. Заломы на армирующей прослойке при укладке асфальтобетонной смеси



Рис. 4. Состояние поверхности слоя асфальтобетона после укладки (а) и уплотнения слоя (б)

после укладки прослойки из АГМ, и т. п.). При использовании геокомпозита дополнительная фиксация полотен к основанию дюбелями, как правило, не требуется.

Крепление дюбелями в обязательном порядке необходимо производить при укладке АГМ на фрезерованную поверхность существующего покрытия. В противном случае при плохом приклеивании прослойки к нижележащему слою во время укладки асфальтобетонной смеси может происходить сдвиг прослойки по основанию, поднятие материала в виде волны и образование складки (заломы) по мере движения асфальтоукладчика (рис. 3).

По длине участка такие складки могут образовываться с определенным шагом, нарушая целостность уложенного слоя. Это особенно наблюдается при укладке по прослойке тонкого слоя асфальтобетона. На рис. 4 показан общий вид такого выравнивающего слоя толщиной 3 см, когда геосетка была уложена по фрезерованному основанию без крепления дюбелями.

При выборе и оценке марки армирующего материала, который должен отвечать проектным требованиям, принимаются во внимание:

- данные стандартных испытаний в лабораторных условиях; однородность показателей прочности материала;
- работоспособность материала на контакте с асфальтобетоном и т. п.

Конечная проектная документация, которая регламентирует выбор, должна включать в себя следующую информацию:

- назначение материала;
- общие требования к материалу (ширина полотен, размер ячеек, вид сырья, стойкость к технологическим воздействиям, морозостойкость, стойкость к ультрафиолету, соляным растворам и температурным факторам, химическую и биологическую стойкость);
- механические характеристики (прочность, в том числе длительную, и деформативность);
- типы стыков и величины перекрытия полотен;
- технологию укладки и монтажа.

Также в проекте должна быть приведена схема укладки материала, требования к основанию, требования к укладке и уплотнению асфальтобетона, способы ремонта мест поврежденных при подготовке основания под укладку АГМ и т. д.

Подрядные организации при выполнении закупок должны осуществлять входной контроль с опреде-

лением требуемых показателей материалов силами собственной лаборатории или по заказу в аккредитованной лаборатории. При этом определяют соответствие АГМ, предназначенного для устройства прослойки, сопроводительной документации (маркировке на рулонах, данным паспорта на партию материала и др.), техническим требованиям СТБ 2398-2015 и требованиям проекта. При поступлении на объект должен производиться входной выборочный контроль из каждой партии материала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общеизвестно, что трещины в асфальтобетонном покрытии (температурные, отраженные, усталостные) образуются в основном при низких температурах, когда асфальтобетон ведет себя не как упруго-вязкопластичный (относительное удлинение $\epsilon \sim 4\%$), а как

хрупкий материал ($\epsilon_{\max} < 1\%$). Поэтому используемый АГМ должен воспринимать максимум усилий при $\epsilon \leq 4\%$. Оптимальными для данных условий, безусловно, являются материалы на основе стекловолокна и другого минерального волокна (базальтового).

К АГМ предъявляются определенные требования по геометрическим параметрам, механическим характеристикам, устойчивости к климатическому старению и агрессивным средам, к многократному замораживанию и оттаиванию, а также по биологической стойкости. При выборе материала для армирования эти показатели должны проверяться и уточняться. Для их определения на территории Республики Беларусь применяются стандартизированные методы испытаний (СТБ 2398-2015 «Материалы геосинтетические. Геосетки и георешетки плоские для армирования дорожных конструкций. Технические условия»). ■

Один из ведущих производителей геосинтетических материалов для дорожного строительства на территории СНГ



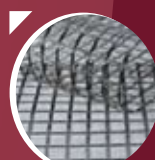
GRUNTEX 3D



STRADEX



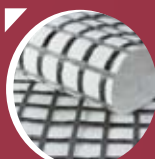
GRUNTEX



ASPHALTEX



DUALTEX



MULTITEX



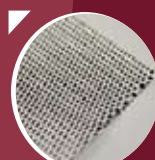
INTERTEX



MULTIGRID



STABBUDTEX



STABBUDTEX PVA

ООО «Махина-ТСТ»
212011, Могилев, ул. Гришина 87 б
Беларусь
Тел. +7 495 2807019
E-mail: info@mahina-tst.com
Веб-сайт: www.mahina-tst.com





Я предпочитаю довольствоваться тем, за верность чего могу поручиться

Николай Коперник

А. В. САМКО
(ООО «Хюскер»)

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОЙ АРМОГРУНТОВОЙ ПОДПОРНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПО СИСТЕМЕ «ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ОТКОС» НА ОБЪЕКТАХ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

Развитие транспортного строительства, в частности расширение и модернизация существующей автодорожной инфраструктуры или строительство новой, увеличивается из года в год и сопровождается разработкой новых высокоэффективных методов и решений для удовлетворения высоких требований производства работ в сжатые сроки. Для выполнения поставленных задач необходимо использовать не только традиционные строительные материалы (щебень, песок, бетон и др.), но и применять современные материалы, выполненные из синтетического полимерного сырья (геоткань, георешетку) которые обладают рядом преимуществ, позволяя не только значительно удешевлять конструкции проектируемых сооружений за счет снижения количества необходимых инертных заполнителей и скорости возведения конструкций, но и являются экологически безопасными.

HUESKER

125445, Москва,
Ленинградское шоссе, 69-1
Тел. + 7 (495) 221-42-58
Факс +7 (495) 221-24-61
E-mail: info@HUESKER.ru
www.HUESKER.ru

А рмогрунтовые сооружения (например, подпорные стены или откосы повышенной крутизны) с использованием геосинтетических материалов все чаще находят применение в объектах автодорожной инфраструктуры. Выбор таких конструкций обоснован их стоимостью, которая оказывается значительно ниже, чем у конструкций из железобетона, при учете стоимости строительных материалов, логистики, а также сроков строительства.

Одной из особенностей подпорных конструкций из армированного грунта является необходимость устройства облицовочной системы (пассивной или активной) для защиты армирующих элементов от воздействия окружающей среды, вандалов, а также для обеспечения эстетичного вида сооружения. В качестве облицовочных элементов могут применяться жесткие облицовочные системы — бетонные блоки различных размеров, железобетонные панели и др. Как правило, для таких облицовочных систем необходим фундамент с предварительно подготовленным основанием под него, подошва фундамента должна находиться ниже глубины промерзания (см. СП 22.13330.2016). При наличии специфичных грунтов основания под фундаментом возникает необходимость проведения дополнительных работ по повышению их несущей способности, что ведет к удорожанию конструкции и увеличению сроков строительства. Как следствие, экономическая эффективность армированного грунта с жесткой системой облицовки значительно сокращается.



Рис. 1. Гибкая облицовочная система типа «MURALEX» от HUESKER Synthetic GmbH

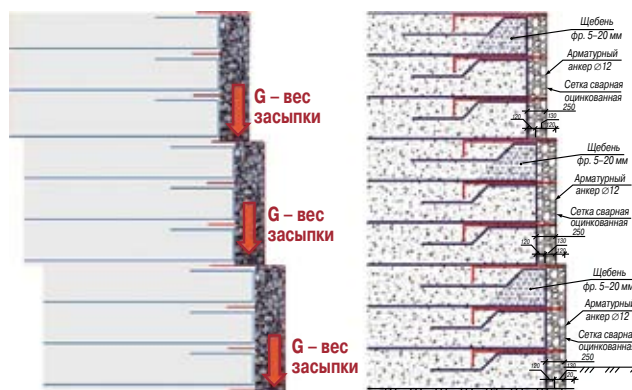


Рис. 2. Схема гибкой облицовочной системы

Применение жестких облицовочных систем обусловлено соблюдением определенных требований. Альтернативой данной конструкции может выступать гибкая пассивная облицовочная система.

Инженерами компании ООО «АРЕАН-геосинтетикс. Сибирь» — партнера ООО «ХЮСКЕР» — была проделана работа по модернизации гибкой пассивной облицовочной системы (рис.1) для внедрения ее на отечественный рынок транспортного строительства с учетом специфики производства работ на площадках, а также в сложных инженерно-геологических и климатических условиях.

Армогрунтовые подпорные сооружения по системе «Вертикальный откос» представляют собой заполнитель (щебень фракции 70–150 мм), засыпанный в виде сплошной каменной засыпки толщиной около 250 мм, заключенный в оболочку из металлической оцинкованной сетки, которая установлена на армированный геополотном Stabilenka® или георешеткой Fortrac® грунт. (Подробнее см. сборник докладов научно-практической конференции «Композитные материалы в строительстве объектов транспортной инфраструктуры», Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.)

Чтобы разгрузить гибкую облицовочную систему по высоте, предлагается разбить ее на ярусы по 1,8 м: три слоя армирования тела насыпи (геополотном Stabilenka® или георешеткой Fortrac®) с шагом 0,6 м (рис. 2). Для этого необходимо изменить контур армированного тела, выполнив смещение каждого трех последующих слоев внутрь на 120 мм. Новая геометрия плоскости стены позволяет опереть каждый ярус облицовки на собственное основание в плоскости стены, то есть на

грунтовую «полку». Для исключения местного смятия верхнюю, опорную часть «полки» предполагается выполнить из щебня фракцией 5–20 мм. Каждая такая полка воспринимает вес только от участка облицовочной стены высотой не более 1,8 м.

Такое расположение облицовочных элементов позволяет исключить устройство фундаментов в основании сооружения. При этом армогрунтовое сооружение возводится со скоростью отсыпки земляного полотна, а облицовочная система выполняется после основных земляных работ независимо от завершения деформаций как в теле насыпи, так и в грунтовом основании.

Для создания необходимых точек крепления облицовочной системы к грунтовому телу во время отсыпки насыпи закладываются оцинкованные арматурные анкера, на которые впоследствии и крепится облицовочный контур. Облицовочная система каждого яруса разбивается на карты шириной 1,25 м с помощью диафрагм из оцинкованной сетки (рис. 3). Такая конструк-



Рис. 3. Карты облицовочных ярусов

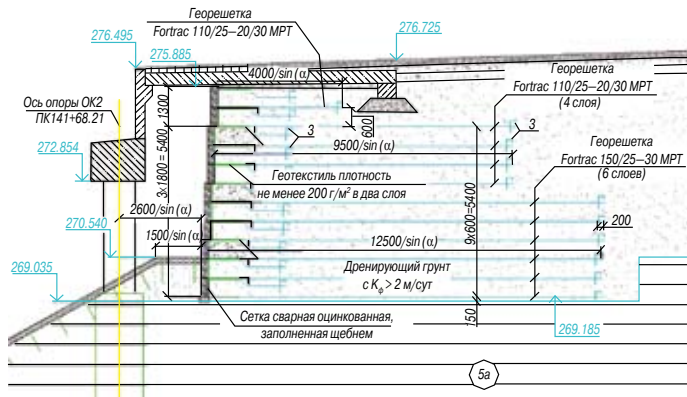


Рис. 4. Конструкция устоя с раздельными функциями по системе «Вертикальный откос»

ция позволяет заполнять карты каменным материалом независимо друг от друга как по ширине, так и по высоте на различных ярусах. Данный тип конструкции имеет весомое преимущество, а именно ремонтпригодность в случае вандажных воздействий.

Оцинкованная сетка представляет собой арматурную сетку диаметром 5 мм яч. 200×50 с антикоррозийным защитным покрытием, нанесенным методом горячего цинкования согласно ГОСТ 9.307-89 п. 2.2.

Устойчивость данной армогрунтовой системы и низкая стоимостью всего сооружения являются ключевыми факторами для определения ее как оптимального решения при строительстве и реконструкции подпорных стен в транспортной инфраструктуре в обычных и сложных инженерно-геологических условиях.

Армогрунтовое сооружение по системе «Вертикальный откос» при сравнении с другими системами облицовки является наиболее выигрышным решением с точки зрения экономичности и надежности. Эти преимущества позволили применить данную систему на объекте «Строительство объездной дороги на участке Дубки — Левадки. Искусственные сооружения (путепровод) на ПК 141+53, ПК 5+28,82. Армогрунтовые подпорные стены» (рис. 4).

Исходя из проектной документации, насыпь (около 8 м) сооружалась из песка с углом внутреннего трения 35° согласно требованиям СП 35.13330.2011, послойно армировалась высокопрочной георешеткой семейства Fortrac®.

Для обеспечения устойчивости вертикальных подпорных стен в сейсмически опасных условиях и с учетом жестких требований к деформации георешеток требовалась высокопрочная плоская георешетка с минимальным удлинением при ползучести при вос-

приятии расчетных нагрузок. Этим требованиям полностью удовлетворяют георешетки семейств Fortrac® MPT из поливинилспиртового сырья.

Расчеты, выполненные при участии инженеров компании ООО «ХЮСКЕР» на ПО HUESKER Stability, сертифицированном в системе ГОСТ Р, показали, что для данной системы требуются георешетки с кратковременной прочностью на разрыв 110 и 150 кН/м и длиной от 9,5 до 12,5 м.



Рис. 5. Этапы строительства

К преимуществам армогрунтовой конструкции по системе «Вертикальный откос» относятся:

- отсутствие железобетонного фундамента;
- высокая скорость монтажа;
- отсутствие необходимости в дренажной призме;
- строительство тела сооружения в любое время года;
- ремонтпригодность;
- уменьшение стоимости строительства за счет использования общедоступных материалов и сокращения сроков строительства.

Данная система широко применяется в различных климатических регионах и инженерно-геологических условиях. Универсальность и экономическая эффективность системы доказана успешно реализованными объектами. ■

maxconference

Международная конференция

Асфальтобетонные смеси и геосинтетические материалы в дорожных конструкциях

12–13 марта 2019

Intercontinental Hotel Moscow Tverskaya

Ключевые темы конференции:

- **Круглый стол** «Современное состояние автомобильных дорог России. Соответствие нормативного регулирования требованиям, предъявляемым современными условиями эксплуатации автомобильных дорог»
- **Практика применения асфальтобетонных смесей** запроктированных по системе Supergrape и ПНСТ 183-2016/184-2016 в России и за рубежом
- **Инновационные материалы для ремонта и реконструкции** дорожных покрытий всех классов автомобильных дорог
- **Круглый стол** «Перспективы разработки универсальной нормативно-технической базы в сфере расчета проектирования и строительства дорожных конструкций»

Зарегистрироваться и получить программу конференции:

(495) 775-07-40

info@maxconf.ru

**19-22
МАРТА
2019**

techtex
RUSSIA

Международная выставка
технического текстиля
и нетканых материалов

Сырье, оборудование, продукция
ЦВК «Экспоцентр»

ПРЯЖА И
СИНТЕТИЧЕСКИЕ
НУЛЫ

ОБОРУДОВАНИЕ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОСНАЩЕНИЕ

ТЕХНИЧЕСКОЕ
ТКАНИ

НЕТКАНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ

ТЕКСТИЛЬ
С ПОКРЫТИЕМ

НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ
ТЕХНОЛОГИИ

КОМПЛИТЫ

ТЕХНОЛОГИИ
СКЛЕИВАНИЯ

СПЕЦИАЛЬНЫЕ
И ЗАЩИТНАЯ ОДЕЖДА
И ОБУВЬ



**БЕСПЛАТНЫЙ
БИЛЕТ**



С. С. ЗУЕВ
(ОАО «Нью Граунд»)

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СТРУЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ

Новым перспективным направлением разведки нефтяных месторождений является северная часть Пермского края. Разведывательные работы здесь, однако, связаны с достаточно серьезными трудностями, поскольку приемлемые для исследования площадки находятся в пойменной части реки Камы и освоение их является весьма сложной инженерной задачей. В статье изложен опыт подготовки одной из таких площадок с применением струйной технологии закрепления грунтов, что можно рекомендовать при строительстве дорог на слабом основании.



www.new-ground.ru
info@new-ground.ru

В административном отношении территория площадки расположена в Пермском крае рядом с городом Березники, в 5 км от его южной границы. Поверхность участка ровная, абсолютные отметки изменяются в пределах от 106,69 до 107,94 м.

Для обустройства площадки были построены искусственный остров из намывного песка размером 250×220 м, переходная дамба длиной 727 м и шириной 15 м и около 5 км технологической дороги. Общая площадь технологической площадки превышает 54430 м², на ней выполнены земляные сооружения (насыпи из песка) общим объемом 504 тыс. т.

В геоморфологическом отношении участок приурочен к затопляемой левобережной террасе р. Камы и расположен в акватории Камского водохранилища.

Инженерно-геологические элементы (сверху вниз):

- ИГЭ 1 в — ил супесчаный (мощность 0,5–0,7 м);
- ИГЭ 1 — торф сильно разложившийся, насыщенный водой (мощность 0,5–4,5 м, модуль общих деформаций $E = 0,15$ МПа);
- ИГЭ 3 — глина мягкопластичная с примесью органических веществ (мощность 0–2 м, модуль общих деформаций $E = 10,0$ МПа);

■ ИГЭ 5 — песок средней крупности (вскрытая мощность 7–9,3 м).

В пределах площадки (в интервале отметок от 107,42 до 106,06 м) развиты специфические слабые грунты (торфы и илы) суммарной мощностью 0,7–7 м.

Подземные воды на период изысканий (февраль — март 2011 г.) вскрыты на глубине 0,5–1 м (абсолютные отметки от 106,38 до 106,67 м). В периоды наивысшего подъема уровня воды в Камском водохранилище участок затопливается.

Для обеспечения приемлемых величин осадки и сроков уплотнения торфов и илов была предложена методика закрепления грунта основания по технологии струйной цементации Jet grouting по двухкомпонентной схеме Jet-2. Это техническое решение основано на использовании энергии высоконапорной струи цементного раствора для перемешивания природного грунта с частичным его замещением цементным раствором (рис. 1).

Подача раствора и сжатого воздуха осуществляется одновременно, что позволяет увеличить радиус воздействия разрушающей струи.

В связи с тем что торфы имеют кислую среду, для качественного закрепления грунта предусмотрен его предварительный вымыв (размыв). Производство работ включает в себя следующие операции:

- бурение технологических скважин до нижней отметки закрепления с размывом грунта (при этом контролируется реальная мощность торфа);
- подъем бурового инструмента с закреплением грунта в проектном интервале.

Расход цемента в случае работы с торфами составляет 700 кг на 1 м² закрепленного грунта. При этом в нем необходимо сформировать колонну диаметром 1100–1200 мм, что подтверждают эксперименты на опытных участках. Характеристики закрепленного торфа следующие: прочность на одноосное сжатие $R_{сж} = 0,7$ МПа, модуль деформации $E = 70$ МПа.

В период производства работ специалисты постоянно вели контроль качества закрепления грунтов. Сплошность массива проверяли контрольным бурением с отбором кернов (рис. 2). Независимая лаборатория Горного института Уральского отделения РАН проводила испытания образцов закрепленного грунта по стандартной методике определения предела прочности и модуля деформации материала. По результатам испытаний прочность на сжатие образцов состав-

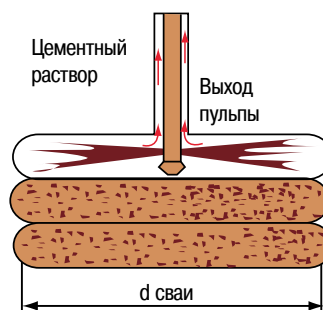


Рис. 1. Схема струйной цементации

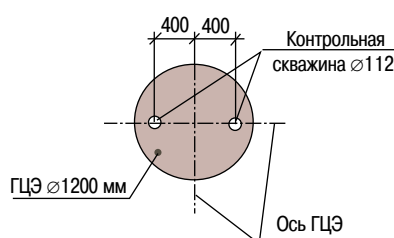


Рис. 2. Схема отбора кернов

ляет $R_{сж} = 0,8–5$ МПа, модуль общих деформаций $E = 100–170$ МПа, что подтверждает проектные данные.

Параллельно с закреплением слабых грунтов велась подготовка поверхности песчаной насыпи искусственного острова и автомобильной дороги.

Опыт проведенных работ на объекте показывает, что струйная технология закрепления слабых грунтов (торфов и илов) позволяет успешно осваивать даже самые сложные площадки и может быть рекомендована для дальнейшего внедрения при разведке и обустройстве нефтяных месторождений, а также в дорожном строительстве. ■



Т. ЦЫБИНА,
руководитель проектов ООО «Консалтинговая компания «ОМТ-Консалт»

ГЕОСИНТЕТИКА В СВЕТЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ДОРОЖНОЙ СЕТИ

Весь мировой рынок технического текстиля в 2017 году агентством *Future Market Insights* оценивался в \$166 млрд. В 2018 году его рост, по предварительным подсчетам, составил около 5%. Прогнозируемые показатели — \$193 млрд к 2020 году, \$260,3 млрд к 2027 году. Одной из ключевых сфер, где используются геотекстильные материалы, является строительство и ремонт автомобильных дорог. Эксперты предполагают, что в России такое потребление геосинтетики уже в 2019 году вырастет минимум на 10%. Это будет связано прежде всего с реализацией мероприятий Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года и Национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги».



Рис. 1. Области применения ГСМ в России

СЕКМЕНТЫ МИРОВОГО РЫНКА

Основные сегменты рынка технического текстиля таковы: Agrotech — для сельского хозяйства; Buildtech — для строительства; Hometech — для бытового использования; Indutech — для промышленности; Sportech — для спортивных товаров; Packtech — для упаковочных материалов; Mobiltech — для транспорта, автомобиле- и авиастроения; Meditech — для медицины; Clothtech — для производства одежды; Geotech — геотекстиль; Protech — для защитных средств; Oekotech — для защиты окружающей среды.

По данным агентства, наибольшая доля технической текстиля приходится на Mobiltech — 20,5%. Самым быстрорастущим сегментом (прогнозируется более 7% в год) является Oekotech, где драйвером увеличивающегося спроса являются инфраструктурные проекты стран БРИКС.

Второй по темпам роста сегмент — Geotech. Согласно данным последнего доклада агентства *Future Market Insights*, через 10 лет суммарный общемировой объем рынка тканого и нетканого геотекстиля, активно применяемого в дорожном строительстве и других отраслях, вырастет в стоимостном выражении на \$3 млрд и к 2028 году составит \$7 млрд. Прогнозируемый среднегодовой прирост — около 6%. Растущее число вариантов использования геосинтетики в дорожном строительстве — для стабилизации и укрепления грунта, борьбы с эрозией почвы, укрепления полотна рельсовых путей, откосов дорог, в мостостроении и т. д. — по мнению аналитиков агентства, будет стимулировать спрос в прогнозном периоде минимум до 2030 года.

Сегмент строительного текстиля (Buildtech) в 2017 году оценивался агентством *Future Market Insights* в \$13,6 млрд. Рост в 2018 году составил почти 5%. В перспективе до 2030 года он прогнозируется ежегодно в 5–6%, и объем мирового потребления текстиля

Buildtech должен превысить \$22 млрд. Сегодня доля сегмента составляет 6%, он является четвертым по размеру. Технический текстиль категории Buildtech применяют в строительстве в основном для армирования, гидроветроизоляции, устройства фасадов, бетонных обмоток, канализации, труб и внутренней обшивки.

Следует также отметить, что, согласно прогнозам, к концу 2030 года более 45% технического текстиля, производимого в мире, будет нетканым.

ГЕОТЕКСТИЛЬ В РОССИИ

В количественном выражении российский рынок геосинтетике в 2018 году оценивается в 280–330 млн м² (140–155 тыс. т), в стоимостном — в \$40–45 млрд (по экспертным оценкам маркетинговых агентств, согласно данным Research.Techart, «ОМТ-Консалт»). При этом рынок стал восстанавливаться после спада потребления в 2015–2016 гг. в связи с ростом объемов дорожного строительства.

В России технический текстиль применяется более чем в 15 отраслях. Три ключевые сферы, на которые приходится подавляющий объем его использования, — строительство и ремонт автодорог, строительство и ремонт железных дорог, балластировка нефтегазовых месторождений (рис. 1).

Основным потребителем, в отличие от мировых рынков, в перспективе останется дорожная отрасль. Сейчас на ее долю приходится более 30%. Это объясняется тем, что Россия занимает одно из первых мест по протяженности автомобильных дорог, а их сеть требует активного развития и модернизации.

За последние пять лет увеличились доли следующих сегментов в структуре потребления нетканого геотекстиля в России: гидротехнические работы (+5,3%); строительство зданий (+4,3%); РЖД (+4,2%); ландшафтные работы (+2,1%);

Позиции отечественных производителей геосинтетике значительно укрепились по сравнению с 2014 годом. Связано это с тем, что импортозамещение стало приоритетным направлением для большинства российских предприятий. Особенно они усилили позиции на рынке нетканого геотекстиля: на их долю в 2018 году пришлось почти 60% внутреннего потребления. Объем импорта в других категориях геосинтетике выше и доходит до 55%.

Эффективным инструментом в развитии импортозамещения на рынке геосинтетике стали особые экономические зоны, деятельность которых регламентируется Федеральным законом № 116-ФЗ. Например, в конце 2018 года в ОЭЗ «Лотос» (Астраханская область) открылась первая линия уникального производства. Завод будет выпускать геосинтетические тканые материалы, применяемые в строительстве и реконструкции дорог, укреплении взлетно-посадочных полос аэродромов, организации временных подъездных путей к нефтегазовым месторождениям. По данным производителя, продукция окажется дешевле импортной примерно на 20%.

В России из четырех основных видов геосинтетике в строительстве дорог наиболее широко применяют геотекстиль и георешетки.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Дефицита геосинтетике у нас пока не наблюдается — такой вывод делают эксперты. Но, с учетом запланированного роста объемов дорожного строительства, ее потребление вырастет уже в 2019 году не менее чем на 10%. Связано это будет, прежде всего, с реализацией мероприятий Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года, а также Национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» (БКАД). Ведь, согласно экспертному анализу, все проекты по сооружению автотрасс первой категории в настоящее время предусматривают использование геосинтетике. К тому же она обязательна к применению при прокладке дорог в районах вечной мерзлоты, пустынях, на торфяниках, болотах, в иных тяжелых геологических условиях, а также в грунтах техногенного происхождения.

Министерство транспорта ожидает, что в 2019 году в рамках БКАД будет отремонтировано 3,5 тыс. км региональных автодорог. Напомним, что национальный проект охватывает 104 города, формирующих агломерации, в 83 регионах. В рамках его реализации в 2019–2024 гг. планируется увеличение доли протяженности дорог регионального значения в нормативном состоянии до 50,9%, в течение шести лет федеральный центр направит на эту цель 875,7 млрд рублей.

Источники средств также определены. С 2019 года специальным федеральным законом предусмотрены нововведения по формированию дорожных фондов субъектов РФ. В частности, устанавливаются нормы распределения доходов от акцизов на нефтепродукты. Именно за счет этих средств у субъектов РФ появятся дополнительные деньги на ремонт региональных трасс.

В 2019 году в дорожные фонды регионов поступит 100% доходов от акцизов. Далее, по данным Минтранса, предполагается следующий порядок: в 2020 году — 66,6%, в 2021 году — 74,9%, в 2022 году — 83,3%, в 2023 году — 91,6%, в 2024 году — 100%. За счет этого бюджеты субъектов РФ за 5 лет смогут дополнительно получить около 996 млрд рублей.

Помимо перечисленных доходов, для реализации мероприятий в дорожной сфере регионы ежегодно получают трансферты из федеральной казны. Так, в рамках программы «Развитие транспортной системы» на 2018–2021 гг. Правительством РФ также предусмотрено финансирование строительства автомобильных дорог (подпрограмма «Дорожное строительство»). В конце декабря 2018 года уже выделены дополнительные бюджетные ассигнования 27 регионам РФ в общем размере более 12 млрд рублей.

Ожидается и существенное увеличение объема бюджетных ассигнований Федерального дорожного фонда (рис. 2).

Возвращаясь к основной теме, отметим, что на сегодняшний день примерами успешно функционирующих объектов, построенных с использованием геосинтетики, могут быть реконструированные участки

федеральных дорог М-7 «Волга», М-8 «Холмогоры», региональной трассы Р-487 Южно-Сахалинск — Оха, МКАД, КАД Санкт-Петербурга.

Если же рассматривать вопрос в географическом разрезе, то активнее всего геосинтетические материалы применялись в Северо-Западном и Центральном федеральных округах, далее следует Уральский и Поволжский ФО, за ними — Сибирский.

СДЕРЖИВАЮЩИЕ ФАКТОРЫ

Однако активному продвижению ГСМ на дорожном рынке мешает нехватка информации об эффективном их применении, которая должна быть подтверждена в различных климатических условиях, в зависимости от интенсивности движения и т. п.

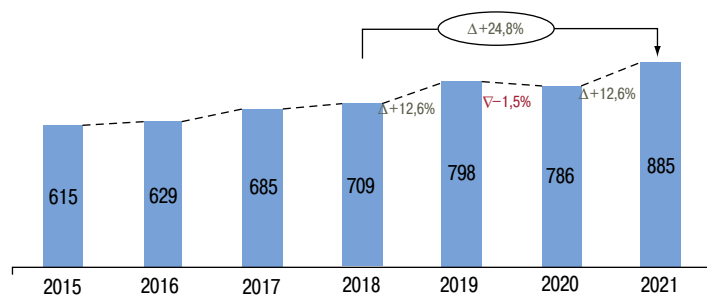
Главным сдерживающим фактором роста до сих пор остается слабая нормативная база. Специалисты Росавтодора в основном завершили создание национальных стандартов на технические требования и методы испытания, но до сих пор не проработан единый документ, устанавливающий общий алгоритм проектирования с использованием геосинтетических материалов. Отсутствие грамотного расчетного обоснования сдерживает включение геосинтетиков в проекты.

Необходимо расширить испытательные полигоны, они должны быть созданы в разных климатических условиях. При отсутствии соответствующих знаний, подкреплённых нормативами, проектировщики предпочитают не связываться с новыми материалами.

Расширение областей применения геосинтетических полимеров сдерживается также недостаточной информированностью проектных и дорожных организаций об их возможностях и преимуществах.

Одной из причин, ограничивающих рост российского рынка геосинтетики, ряд экспертов также называют присутствие на нем низкокачественной и контрафактной продукции.

Вместе с тем на государственном уровне поставлены новые задачи. Прежде всего, в свете Стратегии развития сети скоростных автомобильных дорог РФ до 2030 года, а также увеличения межремонтных сроков эксплуатации федеральных трасс есть реальные перспективы, что геосинтетику в России станут применять активнее. ■



По данным Федерального Казначейства

Рис. 2. Суммарный объем Федерального дорожного фонда, млрд рублей

Даже эффективные технические решения могут быть дискредитированы в случае нарушения технологии или использования некачественных материалов. Так, в дорожной отрасли отмечаются серьезные проблемы, связанные с наличием на рынке геосинтетиков значительного объема контрафактной продукции. От этого страдают ответственные производители, но что еще хуже — снижается качество новых дорог. О том, как обезопасить себя от «серой» продукции, нашему журналу рассказал генеральный директор компании «Втор-Ком» Михаил Рузбин.



МЕТОДИКА БОРЬБЫ С КОНТРАФАКТОМ ОТ «ВТОР-КОМ»



454008, г. Челябинск,
Свердловский тракт, 34
Тел.: +7 (351) 729-96-91,
791-38-72
<http://www.vtor-kom.pf/>

Беседовал Илья БЕЗРУЧКО

— Михаил Рафаилович, насколько остро в отрасли стоит проблема контрафакта? Какие организации наиболее подвержены риску применения некачественных материалов?

— Эта проблема имеет хронический характер. При чем следует выделить несколько аспектов. В первую очередь речь идет о махинациях при поставке, когда потребитель получает геосинтетику более низкого качества, чем это прописано в документах, а также о наличии «серых» производителей, которые путем ухищрений изготавливают заведомо некачественный продукт.

У серьезных дорожно-строительных предприятий, которые работают на крупных федеральных объектах, как правило, налажен входной контроль. Кроме того, они пользуются услугами независимых аккредитованных лабораторий. То есть прилагают серьезные усилия, чтобы обезопасить себя от некачественных материалов. Этому способствует и контроль со стороны заказчика. В зоне риска преимущественно находятся подрядчики в регионах, которые уделяют меньше внимания контрольным мероприятиям.

Когда на рынке много контрафакта (а сейчас мы наблюдаем именно такую картину), ответственные производители несут финансовые и имиджевые поте-

ри. Но самое главное — страдает качество дорог, а от их состояния зависит безопасность граждан, экологическое и экономическое благополучие страны.

— Каким образом контрафактная продукция попадает на стройплощадку?

— Самым слабым звеном в цепочке между производством и применением геосинтетики является поставщик, который стремится получить выгоду от дешевой продукции: ведь ее можно продать побольше и поскорее. Наиболее распространена схема, когда подрядчик получает материал меньшей плотности. Допустим, в проекте заложено применение иглопробивного полотна плотностью 400 г на м², а недобросовестная организация по факту поставляет менее плотный материал, фальсифицируя документы. Когда мы сталкиваемся с такими махинациями, сообщаем об этом заказчику, чтобы он инициировал проверку.

Бывают ситуации, когда строители, обнаружив такую подмену, уже ничего не могут сделать — риски срыва сроков проведения работ выше рисков снижения качества. На разбирательства не остается времени, и об этом стараются умалчивать. К сожалению, нередко в такой схеме бывает замешан не только поставщик, но и сам подрядчик.

Также бывают случаи, когда небольшую часть материала приобретают у нас, а остальную, основную часть — у другого производителя. Но заказчику поставщик передает наш сертификат, прикрывая им всю партию. В связи с этим мы выбрали довольно жесткую политику в части сопровождения заказов. Посредник в обязательном порядке представляет нам информацию об



объекте и заказчике. Мы связываемся со строителями и уточняем фактические характеристики полученного материала и его количество.

— Вы обозначили проблему «серых» производителей. Чем опасно применение их материалов?

— Некачественная геосинтетика, к сожалению, занимает весомую часть рынка. Но с недобросовестными производителями крайне сложно бороться, хотя занимаются они самым натуральным обманом. Зачастую в маркировке своей продукции они заявляют одну плотность, а по факту технические характеристики такой геосинтетики существенно ниже. Говорить, как это влияет на качество строительства, полагаю, излишне.

Но уличить их в мошенничестве крайне сложно. В своих технических условиях они прописывают, что отклонения могут составлять до 50% от заявленной плотности. Эти компании известны, с ними пытаются бороться, но зачастую безрезультатно. Если даже удастся что-либо инкриминировать, за время разбирательств фирма исчезает и не несет ответственности.

— Помогает ли сертификация материалов на начальном этапе отсеять контрафакт?

— Своего рода допуском на крупные федеральные объекты становится получение согласования Федерального дорожного агентства (Росавтодора). Стандарт организации, по которому мы производим геосинтетику, проходит через этот процесс, довольно долгий и трудоемкий.

Такая сертификация предполагает длительные испытания, которые, что немаловажно, ежегодно подтверждаются повторными аудитами. Лишь после нескольких лет получения стабильных положительных результатов появляется возможность пролонгировать согласование на три года.

Письмо-согласование подтверждает качество, и заказчик будет ориентироваться на него. Но опять же случается и подделка документов.

— Какие советы вы бы дали дорожникам, чтобы уберечься от некачественной геосинтетики?

— В первую очередь подрядчикам следует быть бдительными. Например, если поставщик дает цену ниже, чем завод-изготовитель, возникает повод задуматься, тот ли материал он привезет. Особое внимание

необходимо обращать на техническую документацию. Помимо заявленных физико-механических параметров, следует обязательно смотреть на процент отклонения плотности материала. Как я говорил выше, это один из распространенных способов обмана покупателя.

Также советую проводить хотя бы минимальный входной контроль. Для этого достаточно отрезать квадратный метр геополотна и взвесить его. Чтобы не учиться на своих ошибках, стоит принимать эти минимальные превентивные меры.

Третий момент — рекомендуется проверять технические условия или иной стандарт, по которому изготовлен материал. На бумаге могут быть прописаны нормативы, не имеющие никакой силы.

Но самый надежный способ получить качественные материалы — работать напрямую с производителем. Полезно будет съездить на завод, ознакомиться с производством, проверить документацию. Ответственные предприятия всегда открыты к сотрудничеству.

— Какие рекомендации вы могли бы дать для проведения входного контроля? Какое внимание следует уделять этим мероприятиям?

— На каждом предприятии выстроена своя система менеджмента, и качество проверки зависит от нормативов, внедренных в организации. Есть компании, которые приезжали к нам за сотни километров и на заводе проверяли каждую партию. Лишь спустя какое-то время, поработав с нами и удостоверившись в качестве геосинтетики, степень контроля они постепенно снизили.

Чаще всего строители ориентируются на инструкции П-6 и П-7. По этим правилам для проверки отбирает-

ся до 10% от партии. Когда поставщик надежный или работа ведется напрямую с производителем, контроль нужен минимальный. Но если вы только начинаете работать с новой компанией, то расслабляться не стоит. Причем после получения первых партий я бы рекомендовал усилить проверку. Бывает так, что поставщик сначала пытается заслужить доверие, а потом, видя, что заказчик расслабился, начинает поставлять продукцию более низкого качества.

Кроме того, надо пользоваться услугами независимых лабораторий. Современные методы испытаний позволяют оперативно определить подробные физико-механические свойства материала — не только плотность, но и разрывные параметры, параметры удлинения, фильтрационные свойства и т. п.

— Сейчас активно применяются цифровые технологии. Реализует ли их возможности ваше предприятие?

— У нас создана информационная система, которая позволяет обеспечить безопасность доставки. Мы имеем данные о маршруте грузовика, его скорости, расчетном времени прибытия. Кроме того, находясь на связи с заказчиком и в рамках сопровождения поставок делимся с ним имеющейся информацией. Этот момент отражается в договоре на транспортно-экспедиционные услуги.

Подводя итог, хотел бы снова призвать дорожников быть бдительными, следить за качеством получаемых материалов, сотрудничать с производителями. В этом случае мы совместными усилиями добьемся цели — строительства качественных дорог. ■



А. М. ИНШАКОВ, технический директор ООО «Габбионы Маккаферри СНГ»
И. А. КУКЛО, директор по маркетингу ООО «Габбионы Маккаферри СНГ»

ПАРАПРОДУКТЫ: УНИКАЛЬНЫЕ ГЕОРЕШЕТКИ МАККАФЕРРИ

Применение геосинтетических решеток в Российской Федерации приобретает все более широкие масштабы, что обусловлено в первую очередь снижением финансовых затрат на строительство сооружений, в том числе в дорожной отрасли. Немаловажным фактором является также низкая, по сравнению с традиционными материалами и технологиями, трудоемкость укладки георешеток. В России за последнее время построен ряд крупных предприятий по выпуску подобной продукции, и рынок предлагает много разных решений. При этом на общем фоне выделяется группа уникальных высокопрочных георешеток под названием «парапродукты». Их производит компания «Оффичине Маккаферри».



MACCAFERRI

115088, Москва,
Шарикоподшипниковская, 13, стр.1,
Тел. +7 (495) 108-58-84
www.maccaferri.ru

Парапродукты решают проблему стабилизации насыпи в различных условиях:

- при наличии слабых или просадочных грунтов;

- при устройстве насыпи на свайных основаниях;
- при устройстве откосов с высоким углом заложения, вплоть до 70°;
- при формировании откосов, на которых необходимо предотвратить сползание (например, при устройстве свалок и хвостохранилищ);
- при возведении гравитационных подпорных стен любой конфигурации.

Парапродукты включают в себя три типа уникальных георешеток:

- Парагрид® — георешетка среднего класса прочности; обычно используется в армогрунтовых сооружениях;

- Паралинк® — ультрапрочная армирующая георешетка с разрывной нагрузкой от 200 кН/м до 1350 кН/м; используются для эффективного армирования оснований, для возведения насыпей на слабых и просадочных грунтах;

- Парадрейн® — материал, который совмещает в себе функции укрепления грунта и дренажа.

Уникальностью и эффективностью эти решения обладают благодаря полиэфирным жилам. Вкратце поясним суть технологии. Каждая полиэфирная жила состоит из тысяч полиэфирных нитей, обладающих низкой деформацией и химической стойкостью. В процессе производства полиэфирные жилы покрывают жидким полиэтиленом высокой плотности с помощью технологии вакуумной штамповки. Затем образовавшуюся ленту пропускают через специальные вальцы, чтобы сделать поверхность текстурированной. В итоге получается улучшенное сцепление материала с грунтом.

Парапродукты под брендом «Маккаферри» выпускаются с конца 1970-х гг., то есть прошли испытание

временем. Накопленный опыт их применения при этом позволяет, совершенствуя производство, предлагать новые эффективные решения.

ПАРАГРИД®: ДЛЯ АРМОГРУНТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Технологические особенности

Георешетка «Парагрид®» представляет собой плоскую одноосную структуру, образуемую двухмерным наложением композитных геосинтетических полос. Каждая отдельная лента имеет ядро, изготовленное из высокопрочных полиэфирных нитей, заключенных в полиэтиленовую оболочку (рис. 1).



Рис. 1. Георешетка «Парагрид®»

Кратковременная прочность георешетки составляет от 30 до 200 кН/м в продольном направлении.

Парагрид® — одна из наиболее испытанных и проверенных георешеток в мире. Наиболее широко применяется при возведении армогрунтовых конструкций и позволяет строить стены высотой более 10 м. Обеспечивает 120 лет эксплуатации и высокую эффективность. Прочная полиэтиленовая оболочка устойчива к физическому, химическому и биологическому воздействию. Нельзя не отметить и такое важное свойство материала, как способность противостоять механическим повреждениям при его укладке в грунты с различным размером частиц.

При определении долговременной проектной прочности (120 лет) общий понижающий коэффициент георешетки составляет всего лишь $K = 1,68$ при укладке в щебень. То есть при кратковременной прочности $R_p = 200$ кН/м долговременная про-

ектная прочность составит $R_{pp} = 200 \text{ кН/м} / 1,68 = 119,05 \text{ кН/м}$.

Для полиэтиленовой георешетки данный показатель может быть 2,59 и выше. Какую же выгоду дает Парагрид®? Если, например, по расчету армогрунтового сооружения на устойчивость необходим материал с определенной долговременной прочностью, то кратковременная прочность полиэфирной георешетки по сравнению с полиэтиленовой должна быть в 1,54 раза меньше, и ее стоимость также будет ниже.

Практический опыт

В процессе подготовки к Олимпиаде-2014 в Сочи модернизация транспортной инфраструктуры для обеспечения комфортного передвижения гостей Игр являлась одной из приоритетных задач государства. Наиболее крупный и сложный из построенных при этом объектов — совмещенная (автомобильная и железная) дорога Адлер — горноклиматический курорт «Альпика-Сервис». Она стала не только основной пассажирской магистралью Олимпиады, но и в целом важным звеном в развитии транспортной инфраструктуры региона.

При проектировании объекта сложности состояли в прохождении трассы по территории национального парка с уникальными видами деревьев, дефиците свободных территорий, высокой сейсмичности района строительства, оползневой опасности склонов, наличии тектонических разломов, разных видов грунтовых пород.

На одном из этапов специалисты проектного института «Сибгипротранс» столкнулись сразу с несколькими техническими проблемами. В частности, насыпь железнодорожного полотна должна была проходить



Строительство совмещенной дороги Адлер — горноклиматический курорт «Альпика-Сервис»



Рис. 2. Георешетка «Паралинк®»

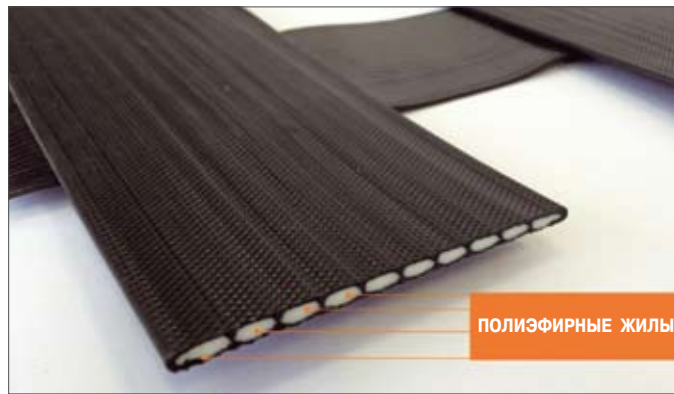


Рис. 3. Структура ленты георешетки «Паралинк®»

вплотную к левому берегу реки Мзымта и не выходить за границы землеотвода, ограниченного существующей железобетонной подпорной стенкой.

В процессе проектирования инженеры ОАО «Сибгипротранс» и ООО «Габियोны Маккаферри СНГ» совместно проработали около десяти различных вариантов конструкций. В итоге приняли решение о возведении подпорных стен с использованием армогрунтовой системы «Террамеш». Высота насыпи составила 15 м с двумя промежуточными бермами через 5 м по высоте; общая протяженность подпорной стены — 1048 м.

Послойное армирование насыпи высокопрочными композитными георешетками «ПараГрид» производилось с шагом 0,5 м, определенным в результате проведения комплекса расчетов специалистами обеих организаций.

Для оптимизации строительных процессов приняли решение использовать в лицевой грани блоки системы «Террамеш» 4×2×0,5 м, что обеспечило сокращение временных затрат при возведении насыпи и позволило вписаться в существующую полосу землеотвода. Кроме того, выбор в пользу применения габионных конструкций при строительстве объекта был сделан из соображений экологической безопасности.

ПАРАЛИНК®: УКРЕПЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ И ГРУНТОВ

Технологические особенности

Паралинк, как и Парагрид, изготавливается из полиэфирных нитей, заключенных в полиэтиленовую оболочку и соединенных в ленты, поверхность которых также текстурирована.

Однако у этой решетки есть одно немаловажное отличие. Ее кратковременная прочность в рабочем направлении значительно больше и находится в диа-

пазоне от 200 до 1350 кН/м. Соответственно, намного больше толщина лент, больше и ширина — варьируется от 85 до 91 мм (рис. 2, 3).

Долговременная проектная прочность Паралинка определяется аналогично Парагриду, а общий понижающий коэффициент для щебня имеет даже меньшую величину $K = 1,60$.

Благодаря высоким разрывным характеристикам композитные решетки «Маккаферри» снижают относительную просадку и ускоряют консолидацию связанных грунтов основания.

Паралинк® является по-своему уникальным продуктом. В силу своих прочностных характеристик он позволяет решать сложные геотехнические задачи, которые не под силу другим геосинтетическим материалам, а способность противостоять воздействию низких температур без потери прочности делает эту георешетку незаменимой в районах Сибири и Крайнего Севера, что, в частности, было доказано при возведении подпорной стены в Якутии на месторождении Гросс.

Паралинк® — одна из наиболее испытанных и проверенных георешеток в мире, она обеспечивает 120 лет эксплуатации и высокую эффективность армогрунтовых сооружений.

Практический опыт

Компания ООО «Габियोны Маккаферри СНГ» имеет богатый опыт применения парапродуктов. Например, композитными георешетками «Паралинк» и «Парагрид» армирована 30-метровая насыпь в районе дробильной установки Михеевского ГОКа. Подпорная стена выдерживает нагрузку от карьерных самосвалов весом до 330 т.

Георешетки подтвердили свою эффективность также в проектах армирования насыпей на просадочных грунтах. В частности, высокая разрывная характери-



Строительство резервуарного парка Каспийского трубопроводного консорциума

стика ПараЛинка обеспечила требуемые коэффициенты устойчивости при строительстве резервуарного парка Каспийского трубопроводного консорциума (КТК), где крупногабаритные нефтеналивные емкости были установлены на насыпи на слабых грунтах. КТК — магистральный трубопровод протяженностью более 1,5 тыс. км, являющийся важнейшим маршрутом транспортировки нефти в Каспийско-Черноморском регионе.

При строительстве крупногабаритных нефтеналивных емкостей (впервые в России объемом до 100 тыс. м³) генеральный подрядчик ЗАО «Трест Коксохиммонтаж» столкнулся с проблемой слабых грунтов в основании насыпей.

Специалистами технического отдела ООО «Габионы Маккаферри СНГ» было предложено послойно армировать возводимые насыпи георешеткой «Паралинк» 400 и 700, а отсыпанные склоны — защитить от поверхностной эрозии и обеспечить местную устойчивость с помощью геоматов «МакМат».

Применение георешеток с шагом армирования от 2 до 4 м (в зависимости от индивидуальных условий насыпей каждого резервуара) позволило значительно ускорить процесс консолидации грунта и стабилизировать осадку насыпей; увеличить угол заложения откосов насыпей, что, в свою очередь, обеспечило экономию времени и средств на земляных работах.

Высокая разрывная характеристика Паралинка, подобранная расчетным путем в специализированном программном комплексе MacStars[®]2000, обеспечила требуемые коэффициенты устойчивости.

ПАРАДРЕЙН[®]: ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ И ДРЕНАЖА

Технологические особенности

Парадрейн[®] — уникальный продукт, который представляет новое поколение георешеток и сочетает в себе функции закрепления и дренажа. Специально разработан для применения в условиях, когда укрепляемый грунт имеет очень низкие дренажные свойства (связные грунты).

Георешетки «Парадрейн[®]» имеют плоскую структуру, создаваемую из композитных лент, соединенных между собой полиэтиленовыми лентами. Продольная лента состоит из полиэфирных жил, заключенных в оболочку из черного полиэтилена высокой плотности. Имеет специальный дренажный канал, заполненный фильтрующим материалом, который изготовлен из высококачественного нетканого полипропиленового геотекстиля (рис. 4, 5).

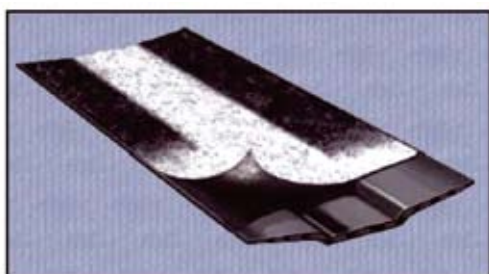
Парадрейн[®] — георешетка средней прочности, способная выдерживать разрывные нагрузки от 50 до 200 кН/м в продольном направлении и от 5 до 15 кН/м в поперечном. Имеет высокое сопротивление деформации ползучести. Удлинение при максимальных нагрузках составляет не более 12%.

Как и Парагрид[®], используется для стабилизации слоев грунта на откосах, где необходимо предотвратить сползание (в частности, при устройстве свалок и хвостохранилищ).

Чтобы лучше понять, чем обусловлена эффективность георешетки «Парадрейн[®]», рассмотрим, что



Рис. 4. Георешетка «Парадрейн®»



PARADRAIN = АРМИРОВАНИЕ + ДРЕНАЖ

Рис. 5. Структура георешетки «Парадрейн®»

происходит с недренированным грунтом. При приложении нагрузки, например, к суглинкам: давление поровой воды увеличивается; это ухудшает несущую способность грунта и его осадочные характеристики; излишнее давление поровой воды уменьшает сопротивление грунта на сдвиг, а также сцепление между армирующими элементами и грунтом.

Один слой Парадрейна способен эффективно дренировать слой грунта толщиной до 50 см. Установлено, что рассеивание давления поровой воды происходит в первые 24–36 ч после установки, в это же время происходит осадка.

Объем воды, который необходимо удалить, относительно невелик, но и ее относительно небольшого количества достаточно для того, чтобы создать излишнее поровое давление, которое способно значительно ухудшить характеристики грунта.

Классическая схема создания укрепленного откоса подразумевает выемку местного грунта в зоне обратной засыпки и замену его привозным с улучшенными характеристиками, но такой подход зачастую очень дорог и экономически нецелесообразен, а порой и трудновыполним.

- Преимущества георешетки «Парадрейн®» (рис. 6):
- позволяет использовать местный грунт в качестве обратной засыпки;
 - рассеивает излишнее поровое давление и отводит влагу из тела насыпи;
 - дает армирующий эффект плюс эффект распределения нагрузок;
 - увеличивает несущую способность грунта, его сцепление с армирующей георешеткой и сопротивление сдвигающим напряжениям;
 - увеличивает сопротивление армирующей прослойки на вырыв (приблизительно на 45%) и уменьшает ее смещение;
 - значительно сокращает время, за которое происходит осадка грунта.

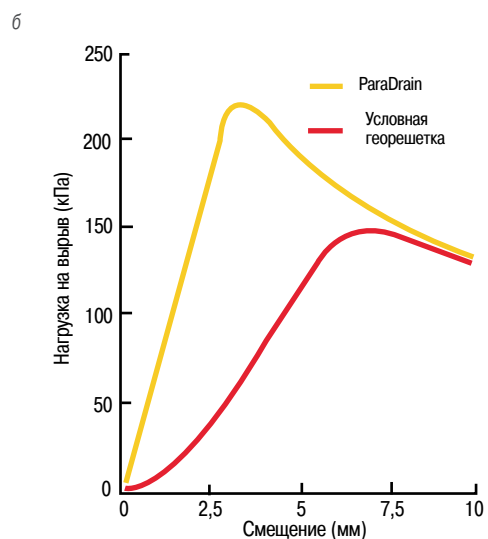
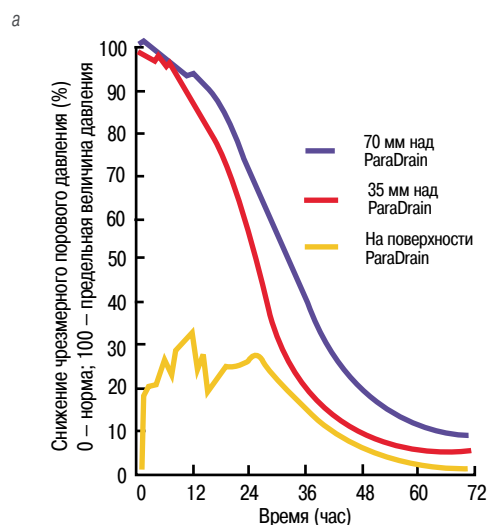


Рис. 6. Графики, подтверждающие эффективность георешетки «Парадрейн®»: а – рассеивание давления поровой воды, б – сопротивление на вырыв

В конечном счете применение таких георешеток позволяет создать полнофункциональное сооружение с меньшими трудозатратами и экономией финансовых средств.

Практический опыт

Еще для одного объекта Олимпийского Сочи, горнолыжного комплекса «Альпика-Сервис», инженерами компании «Маккаферри» был разработан проект по устройству технологического пруда, основное назначение которого — обеспечение резервной аккумуляции подземных вод и атмосферных осадков для последующей подачи к установкам искусственного оснежения лыжных трасс.



Армирование дамбы искусственного пруда для горнолыжного комплекса «Альпика-Сервис»

Площадка под строительство была выбрана на гребне и склонах горного хребта Псехако на высоте 1340–1410 м неподалеку от села Эсто-Садок. Эта территория принадлежит Сочинскому национальному парку. Строительство объекта предполагало применение комплексных технических решений: помимо локализации воды для оснежения и противопожарных мероприятий, гидроузел должен был выполнять функции рекреационной зоны. Прилегающие к водоему территории, соответственно, следовало благоустроить.

Для того чтобы повысить надежность конструкции гидроузла, проект предусматривал строительство земляной насыпной плотины. Для ее сооружения было необходимо учесть следующие геологические и гидрогеологические факторы: высокую сейсмичность района (9 баллов из 12); процессы, связанные с действием поверхностных вод (плоскостная и линейная эрозия, подтопление и затопление). Оптимальное решение по армированию удалось найти с помощью георешетки «Парадрейн®».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокое качество парапродуктов «Маккаферри» подтверждено сертификатом British Board of Agrément (BBA). Кроме того, они прошли проверку NTPRP (Национальная программа оценки транспортной продукции в Америке) и стандартизированы в ISO 9001 и ISO 14001.

Образцы продукции проходят долговременные тесты на деформацию ползучести и тесты на разрыв в соответствии с британским стандартом EN ISO 13431:1999.

Материалы испытываются на протяжении периодов, превышающих 10 тыс. часов, в различных температурных режимах. Например, образцы геокомпозиатов, изготовленные еще в 1967 году, продолжают исследовать на деформацию в естественных условиях и без перерыва тестирования.

Исходя из описанных выше свойств, парапродукты могут рассчитывать на более широкое применение при возведении сложных геотехнических объектов в России, что позволит не только осуществлять уникальные технологические решения, но и получать экономический эффект, уменьшая затраты и сокращая сроки строительства. ■





СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАК ОСНОВА КАЧЕСТВА

На сегодняшний день на российском рынке геосинтетики для производства зачастую используется вторичное сырье. Оно дешевле, чем первичные полимеры, которые к тому же, несмотря на государственную стратегию импортозамещения, по-прежнему приходится покупать за рубежом. При этом одной из проблем является предоставление покупателю недостоверной информации. Сертифицируя геосинтетические материалы, изготовленные из первичного полимера, впоследствии производители нередко переходят на использование вторсырья, но продолжают предъявлять ранее полученные сертификаты. Журнал «ДОРОГИ. Инновации в строительстве» предложил игрокам рынка рассказать о выпускаемой ими продукции и сравнить материалы, изготовленные из первичного и вторичного сырья, с точки зрения качества.



Максим КОРОБОВ,
начальник отдела продаж
ООО «Фройденберг Политекс»:

— Сравнивая качество продукции из разных типов сырья, мы в первую очередь можем говорить о производстве нетканых полотен, основываясь на собственном опыте. Безусловно, геосинтетики, изготовленные из первичного и вторичного полиэфира по одной и той же технологии, будут иметь отличия в характеристиках. В мировой практике вторичное полиэфирное волокно, однако, получило широчайшее применение при производстве различных типов нетканых материалов. Но это полностью оправданно только при неукоснительном соблюдении заявленных характеристик конечного продукта и информировании клиентов о типе использованного сырья.

К сожалению, можно отметить, что сложившийся на рынке уровень цен на геосинтетические материалы и неготовность покупателей к объективному увеличению стоимости продукции заставляют производителей принимать на себя растущие издержки — и искать пути повышения собственной эффективности всеми способами, порою нечестными. Безусловно, всем предприятиям, которые дорожат своей репутацией и



ориентируются на качество, необходимо с этим бороться. Мы так и делаем, в частности предоставляя нашим клиентам полную и достоверную информацию о своей продукции.



Олег КИСЕЛЕВ,
технический директор
АО «АРЕАН-геосинтетикс»:

— Геосинтетические материалы изготавливаются из пластика довольно сложного состава. Изменения параметров базового полимера, процесса изготовления и состава добавок могут значительно влиять на свойства геосинтетика, особенно на его долговременное поведение. Обширные исследования долговременного поведения и последующая проверка долговечности делают необходимым условие, чтобы материал проверяемой геосинтетики был охарактеризован однозначно и четко. Следовательно, три ключевых параметра: базовый полимер, производство и пакет добавок — должны контролироваться. При таких условиях нельзя говорить о том, что продукты, изготовленные из первичного и вторичного сырья, могут быть равноценны по качеству.



Александр САМКО,
ГИП ООО «Хюскер»:

— Применение вторсырья вполне допустимо при производстве нетканых геосинтетических материалов, выполняющих функции разделения (Р) и фильтрации (Ф), поскольку в конструкциях транспортной инфраструктуры не предъявляется высоких требований к механическим характеристикам таких геополотен.



При производстве силовых геосинтетических материалов, выполняющих функцию армирования, жесткие требования должны предъявляться не к начальному сырью, а непосредственно к нитям, которые значительно влияют на конечное качество.

Продукция ООО «Хюскер» изготавливается только из высококачественных нитей и, как следствие, отвечает (с высоким запасом) требованиям нормативной документации по всем физико-механическим показателям.



Владислав ЧЕРЕВАТЫЙ,
начальник производства
ООО «Престорусь»:

— Основными материалами для производства геосинтетики на нашем предприятии являются полиолефины (полиэтилен высокого и низкого давления, линейный полиэтилен, полиамид, полипропилен, полиэтилентерефталат).

Первое, на что необходимо обратить внимание при входном контроле сырья: чистота полимера, гранулометрический состав, массовая доля воды, показатель текучести расплава, относительное удлинение/прочность при разрыве. Следует учитывать и другие параметры, в зависимости от требований к характеристикам конечного продукта.

Для сохранения стабильных физико-механических свойств продукции мы применяем несколько марок сырья разных производителей одновременно, тем самым усредняя его.

Так как важной характеристикой геосинтетиков являются не только их механические показатели, но и долговечность и устойчивость к нагрузкам, при подборе рецептуры особое внимание необходимо уделить антиоксидантам, термостабилизаторам и светостабилизаторам, которые способствуют защите конечных продуктов от термоокислительной деструкции.

Необходимо отметить, что при применении вторичных материалов достичь стабильных физико-механических свойств практически невозможно, а о долговечности работы таких геосинтетиков на ответственных объектах не может быть и речи.



Альберт КУРБАНОВ,
генеральный директор
ООО «ГеоЛайн»:

— В течение 16-летней производственной деятельности нашей компании мы изготавливали геосинтетические материалы «Армопол», «Геосив» и «Геолен» только из первичного сырья. Конкуренция сегодняшнего дня на рынке геосинтетики, однако, заставляет нас задуматься о возможном применении вторсырья. При этом однозначно можем сказать, что «Армопол» все-таки будет производиться только из «первички». Применение же «вторички» в определенном соотношении с первичным сырьем при производстве других продуктов планируем попробовать в ближайшем будущем. Все будет зависеть от того, какого качества получится конечный материал. И если это окажется достойный продукт, то мы его предложим потребителю. Предполагаем, что по качеству он будет уступать материалу из первичного сырья, но все зависит от условий «цена-качество» и «допустимое качество». Так, например, прочность геоячеек «Геосив» из первичного сырья — 180 кН/м. Многие покупатели нам говорят о том, что материал с чуть заниженными прочностными показателями (например, 100 кН/м), но более дешевый для них был бы значительно интереснее.

При этом мы считаем, что при определенном условии производитель вправе использовать одни и те же сертификаты для обоих типов продукции. А именно: фактические значения показателей материала с применением вторичного сырья должны быть не ниже требуемых по ГОСТу или другим нормативным документом. Поясню. В сертификате на соответствие ГОСТ Р 56338 предъявлено требование к прочно-

сти геосотового материала — не менее 15 кН/м. Выпуская продукт из первичного сырья, получаем 180 кН/м, а с применением вторичного — 100 кН/м. То есть оба материала соответствует требованиям ГОСТ Р 56338. Зачем же нужен второй сертификат? Лишние финансовые затраты.

Покупая материал, просто посмотрите паспорт качества, в котором указаны состав сырья и значения показателей, а также вывод о соответствии требованиям определенного ГОСТа или иного нормативного документа. Покупатель может провести входной контроль, получить фактические значения технических характеристик и сопоставить их с заявленными производителем. Но узнать, из какого именно сырья изготовлен материал, из первичного или смеси первичного и вторичного, вряд ли возможно. Да и нужно ли?



Сергей СЕМЕНОВ,
главный технолог ЗАО «Радуга»:

— Действительно, на рынке много материалов низкого качества. В частности, недобросовестные производители пытаются заработать за счет занижения поверхностной плотности, геометрических размеров, добавления отходов и вторсырья. Для нашей компании это неприемлемо, мы дорожим своей репутацией и ценим доверие клиентов. Чтобы гарантировать качество, периодические и сертификационные испытания ежегодно проводим в ООО «НИИ нетканых материалов», а приемосдаточные испытания готовой продукции — в собственной лаборатории. ■

ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО



**Единственный
производитель
геотекстиля
Дальнего Востока!**

**Геотекстильные нетканые
полотна плотностью 100–800 гр/м²,
шириной до 4,3 м, торговой марки
«Геотех ИП», «Геотех ТС»**

**Трубы технические и питьевые
из полиэтилена**



690087, РФ, Приморский край, г. Владивосток,
ул. Руднева, 14

Тел.: 8 (800) 222-39-44 (бесплатные звонки по РФ),

8 (423) 244-22-98, 244-22-40

e-mail: sales@zaoraduga.ru

<http://zaoraduga.ru/>



ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ


Предприятие	Ассортимент (наименование, марка ГСМ)	Область применения
1	2	3
<p>NAUE GMBH & CO. KG Espelkamp-Fiestel, Germany, г. Москва</p>  <p>Тел. +7 (495) 925-00-27 (Москва), факс +49 (5743) 41-553 (Германия) E-mail: russia@naue.com</p>	Terrafix® – иглопробивной, штапельно-волоконный, нетканый геотекстильный материал	Гидротехническое строительство; применяется в виде одно-слойных и многослойных фильтров, матов с песчаным балластом, мешков, контейнеров и рукавов, заполняемых песком
	Carbofol® – геомембрана, гидроизоляционный рулонный материал	Гражданское строительство; строительство полигонов; гидротехническое строительство; устройство противофильтрационных экранов
	Secutex® – иглопробивной, штапельно-волоконный, нетканый геотекстильный материал	Гражданское строительство; строительство полигонов; строительство тоннелей; для разделения, фильтрации, защиты и дренажа
	Bentofix® – гидроизоляционное геотекстильное многослойное покрытие на основе бентонитовых глин	Гражданское строительство; строительство полигонов; гидротехническое строительство; горнодобывающая промышленность
	Secudrain® – геосинтетические трехмерные дренажные системы из экструдированных полипропиленовых или полиэтиленовых монолитов со специальной волнообразной структурой	Гражданское строительство; строительство полигонов; строительство тоннелей; для дренажа газа и воды
	Secumat® – трехмерные противозерозионные маты	Гражданское строительство; строительство полигонов; гидротехническое строительство; для укрепления откосов грунтовых конструкций
	Secugrid® – плоские георешетки из преднапряженных монолитных полимерных стержней	Гражданское строительство; строительство полигонов; гидротехническое строительство; армирование грунтов
	Combridgrid® – плоские георешетки из преднапряженных монолитных полимерных стержней со встроенным геотекстильным нетканым материалом	Гражданское строительство; строительство полигонов; гидротехническое строительство; для стабилизации, армирования, разделения и фильтрации
<p>АО «АРЕАН-ГЕОСИНТЕТИКС» г. Санкт-Петербург, г. Москва, г. Новосибирск</p>  <p>Тел. +7 (812) 305-90-40, +7 (495) 648-68-23, +7 (383) 285-58-07 E-mail: info@areangeo.ru www.areangeo.ru</p>	Typar SF® – нетканый термоскрепленный геотекстиль	Дорожное и железнодорожное строительство; разделение слоев дорожной одежды; изоляция и дренаж; гидротехническое строительство; повышение несущей способности земляного полотна и армирования насыпей; возведение крутых откосов и армированных подпорных стен; берегоукрепление; благоустройство территорий и т. д.
	Enkamat® – противозерозионный объемный мат	Гидротехническое строительство; изоляция и дренаж; укрепление и защита откосов от эрозии; берегоукрепление; ландшафтные работы и защита от водной и ветровой эрозии грунта; благоустройство территорий
	Enkadrain® – полимерный геокомпозиционный дренажный мат	Ландшафтный дизайн; гидротехническое строительство; устройство дренажа; гидроизоляция и защита грунтовых вод; благоустройство территорий; устройство озелененных и эксплуатируемых кровельных конструкций
	Colbondrain CX1000® – плоские ленточные дрены для вертикального дренажа	Вертикальный дренаж больших площадей под основанием дорожных насыпей, зданий, дамб и т. п., возводимых на слабых водонасыщенных грунтах с низким коэффициентом фильтрации
	СТС – полимерные трубные изделия различного назначения	Автомобильное и железнодорожное строительство; устройстволивневой (безнапорной) канализации и дренажных систем
<p>ООО «Компания Азов» г. Екатеринбург</p>  <p>+7 (343) 373-46-45, www.azov-story.ru</p>	Георешетка объемная	Дорожное и железнодорожное, агропромышленное строительство, армирование насыпей.
	Геосетка	
	Геотекстиль	Закрепление, разделение грунта, устройство дренажа
	Геоматы	Защита от эрозии и укрепление поверхности при строительстве откосов
	Габионы и матрацы Рено	Сооружение подпорных стен, водосливных плотин, каналов, дамб, укрепление берегов и т. п.; ландшафтные работы, защита основания и сооружений и т.д.

1	2	3
<p>АО «ВТОР-КОМ» г. Челябинск</p>  <p>ВТОР-КОМ</p> <p>Тел. +7 (351) 791-38-72, 791-14-22 www.vтор-ком.рф</p>	<p>Геополотно нетканое «ВК» (СТО 21506643.001-2015); поверхностная плотность – от 100 до 600 г/м², ширина – до 6 м Полотно гидроизоляционное «Теплонит-ВК» (ТУ 8397-006-2150-6643-2015); ширина – 4,2 м: ■ тип 3 – материал, состоящий из двух слоев геотекстиля и слоя полиэтиленовой пленки между ними; ■ тип 2 – материал, состоящий из геотекстильного полотна, дублированного полиэтиленовой пленкой с одной стороны</p>	<p>Ремонт, строительство, реконструкция автомобильных дорог; монтажные и ремонтные работы на газо- и нефтепроводах; строительство железных дорог; ландшафтные работы. Обустройство кустов скважин; строительство накопителей жидких, твердых промышленных и бытовых отходов; устройство гидроизоляционного и антикоррозийного покрытия бетонных, кирпичных, металлических и прочих поверхностей</p>
<p>ООО «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ» г. Москва</p>  <p>Тел. +7 (495) 937-58-84, Факс +7 (495) 775-19-93 E-mail: info@ru.maccaferri.com www.maccaferri.com/ru</p>	<p>МакМат – полипропиленовый геомат</p> <p>МакМат R – Полимер – полипропиленовый геомат, армированный тканой георешеткой</p> <p>МакМат R – Сталь – полипропиленовый геомат, армированный тканой георешеткой</p> <p>МакГрид EG – полипропиленовая двухосноориентированная георешетка</p> <p>МакГрид WG – полиэфирная тканая георешетка</p> <p>ПараГрид и ПараДрейн – высокопрочные композитные георешетки, прочность – от 50 до 200 кН/м</p> <p>ПараЛинк – высокопрочная композитная георешетка, прочность – от 200 до 1350 кН/м</p> <p>МакДрейн М – дренажный геокомпозит</p> <p>МакДрейн W – дренажный геокомпозит</p>	<p>Защита откосов от эрозионных процессов</p> <p>Защита откосов от эрозионных процессов; возможность использования на склонах с углом заложения до 1:1 (включительно)</p> <p>Защита откосов от эрозионных процессов; возможность использования на склонах с углом заложения до 1:0,5 (включительно); устойчив к механическому воздействию</p> <p>Укрепление основания дорожной одежды на границе песок/щебень; имеет нормативный алгоритм расчета</p> <p>Механическая стабилизация грунта при устройстве армогрунтовых конструкций и подпорных стен в насыпях автодорог</p> <p>Армирование насыпи при возведении насыпей автодорог с увеличенным углом откоса; возможность применения в связных (местных) грунтах</p> <p>Армирование высоких насыпей на слабых основаниях, просадочных и карстовых грунтах</p> <p>Осушение обводненных откосов выемок автодорог</p> <p>Вывод излишков влаги при уширении существующей насыпи на границе отработки котлована; возможность формирования вертикальных перехватывающих дрен</p>
<p>ООО «ГЕКСА – НЕТКАНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» (ТМ Геоспан) Московская обл., Красногорский р-н, д. Гольево</p>  <p>ГЕОСПАН Инженерные решения</p> <p>www.geospan.ru</p>	<p>Тканый геотестиль из полипропиленовых нитей «Геоспан» ТН, прочность – 20–100 кН/м</p> <p>Тканый геотестиль из полиэфирных нитей «Геоспан» ТНПЭ, прочность – 80–1000 кН/м</p> <p>Термоскрепленный нетканый геотекстиль «Геоспан» ТС из полиэфирных нитей</p> <p>Объемная решетка «Геоспан» ОР и «Геоспан» ОРП с перфорацией; высота ребра – 5–20 см, диагональный размер ячейки – 20–40 см</p>	<p>В качестве армирующей, разделяющей и капиллярпрерывающей прослойки в основании дорожной одежды и земполотна</p> <p>Армирование земполотна и строительство армогрунтовых конструкций, в том числе подпорных стен</p> <p>В качестве фильтрующей защитной прослойки при строительстве водоотводных и дренажных систем, выполняет функцию разделительной подложки и обратного фильтра при защите подтопляемых откосов</p> <p>В комбинации с геотекстилями «Геоспан» применяется для обеспечения устойчивости (укрепления) и противозерозионной защиты откосов и создания гибкой геоплатформы «Геоспан» для армирования земполотна</p>
<p>ООО «ГЕОЛАЙН» Башкортостан, г. Туймазы</p>  <p>ГЕОЛАЙН</p> <p>Тел. +7(34782) 5-74-41, 5-74-40, 5-74-42 E-mail: geoline@list.ru www.geoline-list.ru</p>	<p>Геополотно тканое полипропиленовое «Геолэн»; прочность – от 20 до 38 кН/м, ширина – 3 м</p> <p>Георешетка тканая стеклянная дорожная «Армопол»; прочность – от 50 до 120 кН/м, размер ячеек – 25×25; 37,5×37,5; 50×50 мм</p> <p>Материал геосотовый (геоячейки) «Геосив»; прочность – 180 кН/м, высота ячеек – 50, 75, 100, 150 мм; форма ячеек – шестиугольник, ромб; геополосы – водонепроницаемые; швы – высокопрочная полиэфирная нить</p>	<p>Армирование или разделение нижних слоев основания дорожной одежды</p> <p>Армирование асфальтобетонных слоев покрытия дорожной одежды</p> <p>Защита грунта на откосах склонов и насыпей от водной и ветровой эрозии; армирование нижних слоев основания дорожной одежды, грунтовых слоев земляного полотна железных дорог для усиления основной площадки, балластной призмы; укрепление подводных переходов трубопроводов</p>

1	2	3
<p>ООО «КОНКРИТ КЭНВАС РАША» г. Москва</p>  <p>Тел. +7 (495) 937-77-80 Факс +7 (495) 937-77-81 www.uccr.ru</p>	<p>Полотно гибкое бетонное высокой прочности и ускоренного застывания: СС5 (толщина – 5 мм), СС8 (толщина – 8 мм), СС13 (толщина – 13 мм)</p>	<p>Футеровка траншей, канав, насыпи; укрепление и защита склонов и откосов; восстановление бетонных конструкций; создание перемычек в шахтах; подавление растительности; укрепление габионов; защита трубопроводов; ремонт водотводов; покрытие/защита кабеля</p>
<p>ООО «ЛИДЕР-М» г. Тула</p>  <p>Тел. +7 (4872) 79-33-10 8-800-550-73-10 E-mail: tula-lider-m@yandex.ru www.tulageomat.ru</p>	<p>Геотекстиль нетканый иглопробивной из полипропилена или полиэфира – от 100 до 600 г/м² – Геотекс, Канвалан, Геоком, Дорнит. Геосетка дорожная плоская двухосная СД-20, СД-30, СД-40. Геосетка из стекловолокна ССНП. Геосетка полиэфирная ПС для армирования дорожных оснований. Геоматы трехмерные; объемная георешетка; дренажные геокомпозитные материалы; профилированная мембрана и др.</p>	<p>Дорожное, железнодорожное, агропромышленное строительство; нефтегазовый сектор; гидроизоляция и дренаж; армирование и разделение слоев дорожной одежды; защита откосов от эрозионных процессов; экологические объекты; общестроительные работы; благоустройство территорий и т. д.</p>
<p>ООО «МАХИНА-ТСТ» Республика Беларусь, г. Могилев</p>  <p>Тел. +375 (222) 73-41-73, +7 (495) 280-70-19 E-mail: info@mahina-tst.com www.mahina-tst.com</p>	<p>Asphaltex – георешетка вязаная с битумосодержащей пропиткой; Dualtex – геокомпозит, состоящий из георешетки и полипропиленовой подложки, с битумосодержащей пропиткой; Intertex – геокомпозит, состоящий из георешетки и полипропиленовой подложки, материал не пропитан (изготовление георешеток возможно из стеклянных, базальтовых ровингов, полиэфирных или поливинилспиртовых нитей)</p> <p>Stradex – георешетка вязаная с полимерной пропиткой; Gruntex – георешетка вязаная с поливинилхлоридной пропиткой; Multitex – геокомпозит, состоящий из пропитанной полимерным составом георешетки и прикрепленной к ней нетканой подложки; Multigrid – геокомпозит, состоящий из вязаной георешетки и привязанной к ней полипропиленовой подложки, материал не пропитан (изготовление георешеток возможно из стеклянных, базальтовых ровингов, полиэфирных или поливинилспиртовых нитей)</p> <p>Gruntex 3D – геомат объемной структуры, изготовленный из нитей полиэфира, с полимерной или поливинилхлоридной пропиткой; Linotex Eco – органическое иглопробивное полотно из льна, содержащее в своем составе семена многолетних трав</p> <p>Stabdutex – геотекстильный материал, получаемый ткацким (или в некоторых случаях основовязальным) способом из высокомолекулярных полиэфирных нитей высокой прочности</p>	<p>Армирование асфальтобетонных покрытий с функцией трещиноперерывания и замедления колеобразования</p> <p>Армирование оснований дорожной одежды, подпорных стен, с функцией разделения слоев основания</p> <p>Строительство откосов с функциями защиты от эрозии и укрепления поверхности</p> <p>Строительство на слабых основаниях с функциями укрепления земляного полотна, разделения конструктивных слоев, фильтрации</p>

1	2	3
<p>ГК «МИАКОМ» г. Санкт-Петербург, г. Москва, г. Тверь, г. Самара, г. Белгород</p>  <p>Тел. +7 (800) 555-04-05 E-mail: office@miakom.ru www.miakom.ru</p>	<p>Объемные георешетки ГЕОКАРКАС®, ГЕО ОР – геосинтетический материал пространственной «сотовой» конструкции, образованной из соединенных между собой полос методом термической или ультразвуковой сварки. Поставляется в виде складывающегося модуля. В растянутом (рабочем) положении модуль геосотовой георешетки ГЕОКАРКАС®, ГЕО ОР превращается в ячеистую трехмерную конструкцию, готовую для заполнения грунтом и инертными материалами</p>	<p>Объемное армирование грунта с целью образования стабильного слоя «грунт в георешетке»; значительно увеличивают физико-механические свойства конструкции: жесткость, прочность, распределяющая способность, стойкость к воздействию динамических нагрузок, поверхностному размыву, воздействию неравномерных деформаций</p>
	<p>Дренажные геокомпозиты МИАДРЕН-Х – дренажный геокомпозит, произведенный из экструдированных полипропиленовых мононитей, создающих W-образную структуру продольных параллельных каналов, и одного или двух слоев нетканого геотекстиля</p>	<p>Устройство откосных дренажей; строительство полигонов ТБО (вентиляционный и дренажный слой); устройство плоскостного дренажа дорожной одежды, дренажа при ремонте ослабленных, пучиноопасных участков автомобильных дорог</p>
	<p>Геоматы СТАБИМАТ СМТ – гибкий, легкий воздухо- и водопроницаемый геосинтетический материал хаотичной трехмерной структуры из полимерных мононитей с высокой пористостью структуры – до 90% поверхностной площади</p>	<p>Защита откосов и склонов от эрозии (удерживает частички грунта и препятствует эрозии верхнего слоя почвы)</p>
	<p>Геокомпозиты АРМОСТАБ®-Грунт И (ИТ-АРМ) – геокомпозит армирующий на основе георешетки – это геосинтетический материал, состоящий из георешетки и нетканого или тканого геотекстиля. Способы скрепления слоев георешетки и геотекстиля, а также состав пропитки зависят от области применения и проектного решения. Методы скрепления: пришивной или клеевой</p>	<p>Армирующие геокомпозиты применяют в дорожном строительстве для выполнения комбинированных функций, например, армирование и разделение (А+Р); армирование и фильтрация (А+Ф)</p>
	<p>Полиэфирные георешетки АРМОСТАБ®-АР – одно- или двуосноориентированная георешетка, произведенная из высокомодульных полиэфирных нитей основовязальным способом с образованием ячеек различного размера с последующей пропиткой полимерным составом на основе поливинилхлоридов, полиэтилена, битума или латексов</p>	<p>Строительство и ремонт автомобильных и железных дорог; устройство насыпей на слабых основаниях; устройство армогрунтовых подпорных конструкций; строительство временных дорог, подъездных путей; противозерозионная защита откосов насыпей; строительство гидротехнических сооружений; строительство полигонов для размещения отходов; укрепление грунтовых оснований фундаментов</p>
	<p>Высокопрочные ткани АРМОСТАБ®-ПЭТ производится из высокомодульных полиэфирных нитей по ткацкой технологии с пределом прочности от 80 до 1200 кН/м, а также основовязальным методом с пределом прочности от 600 до 1600 кН/м</p>	<p>Армирование дорожных слоев основания, грунта земляного полотна, подпорных стен, устоев мостов и т.д.</p>
<p>ООО «МОДУЛЬ» Российская Федерация</p>  <p>Тел. +7 (800) 301-50-37 www.modul-geo.ru</p>	<p>Габийонные конструкции: коробчатые, матрацнотюфячные, коробчатые с армирующей панелью, цилиндрические, сетки двойного кручения: ■ ячейка: 60×80 (С60), 80×100 (С80); ■ покрытие: цинк (Ц), цинк/полимер (ЦП), цинк с алюминием и мишметаллом (ЦАММ)</p>	<p>Строительство подпорных стенок, укрепление откосов и склонов; в дорожном, гидротехническом, ландшафтном строительстве</p>
	<p>Георешетки: ■ объемные полимерные – ячейка от 150 до 500 мм, высота ребра – от 50 до 300 мм; ■ плоские (геосетки): полипропиленовые, стеклянные, полиэфирные, базальтовые</p>	<p>Повышение несущей способности путем армирования и разделение конструктивных слоев дорожного полотна, укрепление откосов и склонов от эрозии</p>
	<p>Геотекстильные полотна: ■ иглопробивные, термоскрепленные, тканые; ■ полиэфирные, полипропиленовые; прочность – до 2500 кН/м²</p>	<p>Армирование, разделение и дренирование во всех видах строительства, для распределения нагрузок в основании насыпи</p>

1	2	3
<p>ООО «НОВА ГЕОМАТЕРИАЛЫ» г. Москва</p>  <p>НОВА геоматериалы</p> <p>Тел. +7 (495) 545-41-75 www.novamsk.ru</p>	<p>Геотекстиль NOVATEX: 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600 гр/м²; объемные георешетки NOVAGRID: 160×160, 210×210, 320×320, 410×410 мм, высотой от 50 до 200 мм; геосетки дорожные NOVAGRID: полиэфирные, полипропиленовые, базальтовые, стекловолоконно; кладочные базальтовые сетки NOVAGRID; геомембраны NOVAGEO HDPE и LDPE: 0,5, 1, 1,5 и 2,0 мм; дренажные геоматы, геокомпозиты NOVAGEO; бентонитовые маты NOVABENT; бентонитовые шнуры NOVABENT</p>	<p>Строительство, реконструкция и ремонт авто- и железных дорог, полигонов ТБО; устройство дренажа; укрепление и разделение грунта, откосов; ландшафтные работы; противозероэрозийная защита; гидроизоляция; благоустройство территорий</p>
<p>ООО «ПРЕСТОРУСЬ», г. Москва, Липецкая обл. (ОЗЗ ППТ «Липецк»)</p>  <p>Тел. + 7 (499) 6-733-733 E-mail: sales@presto.ru www.presto.ru</p>	<p>Инновационная пространственная полимерная решетка ГЕОКОРД® (СТО 17996082-001-2013) с перфорацией и без, высота ячейки – 50–300 мм, размер ячейки – 150–500 мм по стороне</p> <p>Пространственная полимерная решетка ППР GW® (ТУ 2246-301-17996082-2013, ТУ 2246-303-17996082-2018) с перфорацией и без, высота ячейки – 50–300 мм, размер ячейки – 150–500 мм по стороне</p> <p>Объемная георешетка для укрепления откосов ГЕОСТЕП® (СТО 17996082-005-2015)</p> <p>Гибкая бетонная плита ГЕОСОТЫ® (ТУ 5841-002-18649652-2012) состоит из секции пространственной полимерной решетки, армированной полиамидным шнуром и заполненной бетоном; толщина плит – 50, 75, 100, 150 мм, 12 типоразмеров</p> <p>Материал нетканый геотекстильный ГЕОНИТ-Н®. (СТО 839700-003-17996082-2015) иглопробивной; термокаландрированный, плотность – 100–600 г/м, ширина – до 6 м</p> <p>Геомембрана ПРЕСТОРУСЬ® (СТО 17996082-008-2018); типы сырья: HDPE и LLDPE; по типу поверхности геомембрана может быть гладкой или текстурированной; толщина – 0,75– 3 мм, ширина – 1,6 и 3,2 м</p> <p>Шнур полиамидный 16-прядный плетёный с сердечником, диаметр – 2–12 мм, разрывная нагрузка – 100–2000 кгс</p> <p>Комплекующие: ■ крепежный ключ «Фаст-Лок™»; ■ композитный анкер «Геофорс®» (длина любая); ■ пластиковый анкер «Пруттекс®» (длина – 50 и 80 мм); ■ металлические анкеры с загибом и без; ■ АРМ-клип™ в композиции с металлической или композитной арматурой; ■ степлеры: пневматический и механический (ручной), скобы для степлера</p>	<p>В конструкциях дорожной одежды, для усиления слабых оснований насыпей и площадок; при укреплении откосов, канав, склонов, конусов мостов; в конструкциях поверхностного дорожного водоотвода</p> <p>В конструкциях дорожной одежды, для усиления слабых оснований насыпей и площадок, при укреплении откосов, канав, склонов, конусов мостов; в конструкциях поверхностного дорожного водоотвода</p> <p>Укрепление и противозероэрозийная защита откосов с углом заложения от 1:3 до 1:1. Поставляется в рулонах</p> <p>В гидротехнических сооружениях в качестве противозероэрозийного, балластирующего, защитного и укрепляющего материала (берегоукрепление, пригруз трубопровода, защита переходов трубопроводов через водные преграды, временные проезды)</p> <p>Устройство различных дренажных систем; в качестве разделителя конструктивных слоев дорожной одежды; как наружную защиту гидроизоляционных мембран при строительстве водных резервуаров или полигонов ТБО, для защиты изоляции трубопроводов; в различных фильтрационных системах, так как материал отлично пропускает воду, как в продольном, так и в поперечном направлении, не давая слою щебня заиливаться и при этом задерживает мелкие частицы почвы и песка</p> <p>Гидроизоляция полигонов ПО и ТБО; создание защитного фильтра нефтехранилищ и нефтепроводов; создание защитного экрана площадок кучного выщелачивания меди и золота; гидроизоляция золоотвалов; гидроизоляция могильников ядерных и других токсических отходов; создание противоточных фильтров при сооружении плотин, дамб, каналов; создание гидротехнических площадок; гидроизоляция подвалов, тоннелей и других подземных сооружений; гидроизоляция фундаментов различных зданий; строительство дорог и аэродромов; создание искусственных водоемов; гидроизоляция полигонов по утилизации снега; гидроизоляция зернохранилищ, силосных ям</p> <p>Для перераспределения нагрузки между секциями объемной георешетки на откосе. Применяется вместе с объемной георешеткой на сложных откосах (большая крутизна, длина, переувлажненные грунты и т. д.)</p> <p>Предназначены для монтажа и скрепления между собой секций объемных георешеток и других геоматериалов</p>

1	2	3
<p>Компания «ПОЛИЛАЙН» г. Великий Новгород</p>  <p>Тел.: 8 (8162) 99-72-09, 78-27-33, 99-70-38, +7 (911) 604-03-29, +7 (911) 604-08-02 www.polyline.ru</p>	<p>Полотна иглопробивные геотекстильные (Геопол) из ПЭ-волокон, ширина – от 100–530 см.; поверхностная плотность – от 100–1200 г/м²; геотекстиль (Геопол) термообработанный, ширина – от 100–320 см с поверхностной плотностью 150–1000 г/м²; бентонитовые маты; полотно иглопробивное с добавлением семян трав «Биопол»; полотна иглопробивные геотекстильные дублированные с сеткой; объемный утеплитель из ПЭ-волокон</p>	<p>Дорожное строительство; строительство железных дорог; балластировка трубопроводов; строительство гидротехнических сооружений; ландшафтный дизайн; строительство тоннелей; устройство хранилищ для отходов; монтаж кровель; дачное строительство</p>
<p>ЗАО «РАДУГА», г. Владивосток</p>  <p>Тел. 8 (800) 222-39-44 (бесплатные звонки по РФ), +7 (423) 244-22-98, 244-22-40 E-mail: sales@zaoraduga.ru zaoraduga.ru</p>	<p>Геотекстильные нетканые полотна «Геотех ИП», «Геотех ТС» плотностью 100–800 гр/м², шириной до 4,3 м; трубы технические и питьевые из полиэтилена</p>	<p>В качестве дренажного, фильтрующего или разделительного элемента при дорожных и ландшафтных работах, в строительстве и сельском хозяйстве</p>
<p>ООО «ПКП «РЕСУРС» г. Санкт-Петербург</p>  <p>Тел. +7 (812) 336-31-31 www.resursltd.ru</p>	<p>Геотекстиль тканый: ■ высокопрочное геополотно (с прочностью от 100 до 2000 кН/м) из нитей полиэстера; ■ высокопрочное геополотно (с прочностью от 20 до 100 кН/м) из полипропиленовых нитей</p> <p>Геотекстиль нетканый: ■ полотно иглопробивное геотекстильное, плотность – от 100 до 600 г/м²; ■ термокаландрированное иглопробивное полотно (с прочностью до 30 кН/м) из первичного полипропилена; ■ термоскрепленный</p> <p>Геосетка: ■ стеклянная; ■ полиэфирная</p> <p>Георешетка: ■ объемная; ■ одноосная; ■ двухосная; ■ трехосная</p> <p>Геомембраны: ■ HDPE высокой плотности; ■ LDPE низкой плотности</p> <p>Габрионы, матрасы Рено, сетка габрионная</p> <p>Ленты стыковочные битумно-полимерные и мастики горячего применения</p>	<p>Армирование земляных сооружений; гидротехническое строительство; возведение насыпей на слабых основаниях; разделение конструктивных слоев</p> <p>Строительство и ремонт авто- и железных дорог; устройство дренажа; закрепление и разделение грунта, откосов; балластировка трубопроводов; ландшафтное строительство</p> <p>Армирование асфальтобетона на автомобильных дорогах; укрепление нижних слоев дорожной одежды; армирование земляного полотна и строительство армогрунтовых конструкций</p> <p>Армирование конструктивных слоев при строительстве или реконструкции дорог; устройство временных дорог и подъездных путей на слабых основаниях; строительство площадок под высокие нагрузки (аэродромы, стоянки и т. д.); защита и укрепление откосов, склонов и насыпей</p> <p>Конструкции дорожных одежд; строительство полигонов для хранения бытовых и промышленных отходов; строительство гидротехнических сооружений; устройство антикоррозийного и гидроизоляционного покрытия металлических, кирпичных и бетонных поверхностей</p> <p>Габрионы – сооружение подпорных стенок, облицовка водосливных плотин, укрепление берегов и т. п.; матрасы Рено – ландшафтные работы, облицовка каналов и дамб, армирование склонов и откосов насыпей, защита основания и сооружений и т. п.</p> <p>Ленты – для предотвращения разрушений и герметизации стыков и сопряжений асфальтобетонных покрытий на автомобильных дорогах, мостах и аэродромах; горячие мастики – герметизация швов, устройство деформационных швов дорожного полотна, гидроизоляция конструкций, герметизация мостовых, автодорожных, аэродромных покрытий</p>

1	2	3
<p>ООО «ПСК ГЕОДОР» Саратовская обл., г. Энгельс</p>  <p>ПСК ГЕОДОР ПРОИЗВОДСТВЕННО-СТРОИТЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ</p> <p>Тел. 8 (800) 775-30-93 (бесплатный звонок по России) www.pskgeodor.ru</p> <p>Проектирование и техническая поддержка на любом этапе строительства Производство материалов в соответствии с ISO 9001:2015</p>	<p>Геотекстиль иглопробивной нетканый, плотность – 100–900 г/м²</p>	<p>Разделение и армирование; фильтрование; дренирование</p>
	<p>Объемная георешетка «Армокад». Одобрена к применению Росавтодором</p>	<p>Укрепление откосов, дорожных насыпей, опор мостов, строительство подпорных стен, спортивных сооружений, паркингов; ландшафтные работы</p>
	<p>Геомембрана: толщина полотна – 1–3 мм, ширина – до 8 м. Полимерный изолирующий материал</p>	<p>В геотехнике и инжиниринге для гидроизоляции и защиты окружающей среды</p>
	<p>Геоячейка трехмерная ГТ из высокопрочной технической полимерной ткани, не подверженной гниению</p>	<p>Сооружение вдольтрассовых и технологических проездов, площадок, откосов, насыпей на слабых, неустойчивых, нарушенных грунтах, заболоченных и обводненных участках</p>
	<p>Пленка техническая, ширина полотна – до 8000 мм</p>	<p>Разделение слоев при строительстве многослойных аэродромных и дорожных железобетонных покрытий (равномерное распределение нагрузки, высокий уровень устойчивости к химическому и ультрафиолетовому воздействию)</p>
	<p>Мобильные дорожные модульные покрытия «МДП Геодор»</p>	<p>Используются при организации любых проездов для крупнотоннажной колесной и гусеничной техники как сборно-разборные конструкции на слабых грунтах: песке, глине, заболоченных участках и т. д.</p>
	<p>Габионные конструкции всех типов</p>	<p>Транспортное, гидротехническое и ландшафтное строительство</p>
<p>ООО «РИТТЕН ГЕОСИНТЕТИКС» г. Нижний Новгород</p>  <p>Ritten GeoSynthetics</p> <p>Тел. +7 (800) 550-93-93, (831) 423-20-10 www.ritten.ru</p>	<p>Геополотно нетканое иглопробивное, термокаландрированное и термоскрепленное марки «Риттекс» из штапельных ПП-, ПЭ-, ПТЭФ-волокон, плотность – 100–1200 г/м², ширина – до 6 м</p>	<p>Строительство дорог; устройство дренажных систем; устройство эксплуатируемых кровель; укрепление откосов; разделение слоев грунта; гражданское и гидротехническое строительство</p>
	<p>Геосетка полимерная дорожная марок «Риттекс СД», «Риттекс СО», геокомпозит «Риттекс СК»</p>	<p>Армирование конструктивных слоев дорожных одежд и балласта под железнодорожными путями</p>
	<p>Георешетка объемная пластиковая марки «Риттекс»</p>	<p>Армирование строительных конструкций и оснований, укрепление откосов земляных сооружений</p>
	<p>Геомембрана марки «Риттекс», HDPE, LDPE и LLDPE; толщина – от 0,75 до 3 мм, ширина – до 7,5 м, текстурированная с одной и с двух сторон, с прикатанным геотекстилем с одной и двух сторон</p>	<p>Строительство полигонов ТБО и ПО, гидротехнических объектов и подземных сооружений, искусственных водоемов, резервуарных парков и ловушек, шламо- и хвостохранилищ, площадок добычи нефти</p>
	<p>Геополотно тканое марки «Риттекс» из полиэфирных и полипропиленовых нитей; прочность – от 20 до 2000 кН/м</p>	<p>Строительство насыпей на слабых основаниях, тоннелей, гидротехнических сооружений; армирование грунтов с низкой несущей способностью; сооружение подпорных конструкций и конструкций гибкого ростверка</p>
<p>АО «СТЕКЛОНИТ»</p>  <p>РУСКОПОЗИТ ГРУППА КОМПАНИЙ</p> <p>Тел. +7 (495) 223-77-22 www.steklonit.com</p>	<p>Георешетки:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ССНП «ХАЙВЕЙ» из стекловолокна; ■ ПС «ХАЙВЕЙ» из полиэфирных нитей; ■ ГБ «ХАЙВЕЙ» из базальтового волокна 	<p>Используются в качестве армирующей прослойки асфальтобетонных покрытий дорог: для повышения расчетных показателей асфальтобетонных слоев дорожной одежды; для замедления процесса появления, развития и раскрытия трещин; для увеличения срока службы и эксплуатационных показателей покрытия. Препятствуют развитию колейности</p>
	<p>Георешетки полимерные:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ПС «ПОЛИСЕТ»; ■ СПП «ПОЛИСЕТ» 	<p>Обеспечивают стабильность, устойчивость и требуемую несущую способность дорожных конструкций, препятствуют проникновению крупнофракционных материалов в нижележащие слои основания при строительстве постоянных и временных дорог, в том числе на слабых основаниях</p>
	<p>Маты трехмерные (геоматы):</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ МТА«Экстрamat»; ■ МТАД «Экстрamat» с одним или двумя слоями нетканого материала <p>Геоматы вязаные:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ полиэфирные ГП «Экстрamat» ■ стеклополиэфирные ГСП «Экстрamat» 	<p>Используются в качестве армирующих составляющих при дорожном строительстве, в том числе для создания устойчивого растительного покрова с целью предотвращения эрозионных процессов земляных сооружений: насыпей, выемок, кюветов, мостовых конусов</p>
	<p>Объемные георешетки (геосоты) АРМОСЕЛЛ из полиэтилена</p>	<p>Защита склонов и откосов от водной и ветровой эрозии, укрепление и армирование слабых оснований и грунтов</p>

1	2	3
<p>ООО «СМОЛЁН» г. Смоленск</p>  <p>ЭКОЛЁН</p> <p>Тел. +7 (4812) 31-04-74 www.eko-len.ru</p>	<p>Нетканые материалы (ширина полотна – до 2 м):</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ биоматы иглопробивные (БТ-СО, БТ-ВХЗ, БТ-ВУЗ, БТ-ВПС, БТ-ВМП); ■ биоматы прошивные; ■ биоматы, армированные полиэфирной/полипропиленовой сеткой; ■ биоматы по техзаданию заказчика 	<p>Дорожное строительство (укрепление и озеленение грунтовой поверхности откосов, насыпей автомобильных и железных дорог); нефтегазодобывающая отрасль (быстрое восстановление нарушенного почвенно-растительного слоя трасс нефте- и газопроводов); озеленение территорий, защита и укрепление склонов, карьеров от процессов эрозии</p>
<p>ООО «ТЕНСАР ИННОВЭЙТИВ СОЛЮШНЗ» г. Санкт-Петербург, г. Москва</p>  <p>Tensar®</p> <p>Тел. +7 (812) 677-07-94, +7 (495) 785-14-96 Завод в Санкт-Петербурге: тел. +7 (812) 677-57-34 E-mail: info@tensar.ru www.tensar.ru</p>	<p>Трехосные (гексагональные) георешетки серии TriAx, марки TX 150, TX 160, TX 170, TX 180</p>	<p>Дорожное строительство и инфраструктура; стабилизация слабых грунтов основания; армирование дополнительно к разделению конструктивных слоев дорожных одежд (оснований и покрытий переходного типа), защитных и балластных слоев, транспортных площадок, основания насыпей, фундаментов; устройство подпорных стен и устоев мостов</p>
	<p>Двухосные георешетки серии SS, марки SS 20, SS 30, SS 40, серии СД, марки СД 30, СД 40</p>	<p>Дорожное строительство и инфраструктура; стабилизация слабых грунтов основания; армирование и разделение конструктивных слоев дорожных одежд, защитных и балластных слоев, транспортных площадок, основания насыпей, фундаментов; устройство подпорных стен и устоев мостов</p>
	<p>Одноосные георешетки серии RE, марки RE 510, RE 520, RE 540, RE 560, RE 570, RE 580</p>	<p>Дорожное строительство и инфраструктура; устройство подпорных стен и устоев мостов, оснований откосов и насыпей; восстановления оползневых склонов</p>
	<p>Сотовый геоматрас</p>	<p>Дорожное строительство и инфраструктура; снижение неравномерных осадок и повышение устойчивости насыпи на слабых основаниях</p>
	<p>Фильтрационный геоматрас «Тритон»</p>	<p>Гидротехническое строительство; дно- и берегоукрепление, укрепление водоотводных каналов; защита оголовков труб, трубопроводов, откосов земляного полотна и берм от размыва и разрушения паводковыми и стоячими водами</p>
	<p>Стеклосетки:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Гласстекс Р50, Р100; ■ Гласстекс Грид 50, 100; ■ ARG 	<p>Дорожное строительство; усиление асфальтобетонных слоев с целью увеличения срока службы при трещинообразовании и колеяности</p>
<p>ООО «ТОРГОВЫЙ ДОМ «РГК» г. Москва</p>  <p>РГК</p> <p>геосинтетические материалы</p> <p>Тел. +7 (495) 123-38-44 E-mail: info@rusgc.ru www.rusgc.ru</p>	<p>Георешетки</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ двусоориентированные РГК СД ; ■ гексагональные РГК 	<p>Армирование конструктивных слоев дорожных покрытий и грунтов насыпей, строительство на слабых и болотистых грунтах, а также на вечной мерзлоте</p>
	<p>Георешетки односоориентированные «РГК Сетка Одноосная»</p>	<p>Армирование основания насыпи и откосов с повышенной крутизной (армогрунтовые системы), строительство на слабых и болотистых грунтах, а также с применением местных грунтов и в сейсмичных районах</p>
	<p>Геоматериал «РГК-Композит»</p>	<p>Комплексное применение для разделения конструктивных слоев, фильтрации воды и армирования в конструкциях земляного полотна линейных сооружений и на других объектах</p>
	<p>Геомембраны «РГК-МБ» HDPE, LDPE</p>	<p>Гидроизоляция грунтовых и бетонных сооружений; применение в противифльтрационных конструкциях</p>
	<p>Объемные георешетки «РГК ГР»</p>	<p>Армирование грунтовых массивов, защита откосов от ветровой и водной эрозии, усиление конструкций покрытий автодорог и подбалластного основания железнодорожного пути</p>
	<p>Геотекстиль «РГК»</p>	<p>Разделение грунтов и материалов, фильтрация и отвод воды от грунтов</p>
	<p>Дренажный геокомпозит «РГК»</p>	<p>Фильтрация и отвод воды от грунтов, разделение грунтов</p>
	<p>Геосетки «РГК» стеклянные и полиэфирные</p>	<p>Армирующие и трещинопрерывающие прослойки в асфальтобетоне</p>
	<p>Геомат «РГК-ГМТ»</p>	<p>Противоэрозионная защита и укрепление откосов земляного полотна</p>
<p>Материал геотекстильный высокой прочности «РГК Тканое Армирующее Полотно»</p>	<p>Армирование грунтовых массивов с высокими нагрузками или высоких насыпей, строительство на слабых и болотистых грунтах, на вечной мерзлоте и сейсмичных районах, а также с применением местных грунтов и устройстве нестандартных откосов</p>	

1	2	3
<p>ООО «ФРОЙДЕНБЕРГ ПОЛИТЕКС» Нижегородская обл., г. Заволжье</p>  <p>FREUDENBERG INNOVATING TOGETHER</p> <p>www.freudenberg-pm.com</p>	<p>Полотна иглопробивные геотекстильные Drenotex из полиэфирного волокна шириной до 6 м: ■ термофиксированные плотностью от 100 до 600 г/м²; ■ нетермофиксированные (суровые) плотностью от 100 до 600 г/м²</p>	<p>Строительство дорог; устройство дренажных систем; устройство эксплуатируемых кровель; укрепление откосов; разделение слоев грунта; гидротехническое строительство</p>
<p>ООО «ХЮСКЕР» г. Москва</p>  <p>HUESKER</p> <p>www.huesker.ru</p>	<p>Георешетки: Fortrac® – плоская георешетка из полиэфира (ПЭТ), полиамида (ПА) или поливинилспиртовых (ПВС) нитей с ПВХ-покрытием, прочность – до 3000 кН/м²</p> <p>Basetrac® Grid – плоская двуслойная георешетка из полипропиленовых (ПП), полиэфира (ПЭТ), поливинилспиртовых (ПВС) нитей с ПВХ-покрытием</p> <p>Fortrac® 3D – пространственная георешетка из полиэфирных (ПЭТ) нитей с поперечными волнами высотой до 10 мм и коэффициентом взаимодействия с грунтом 1,0</p> <p>Геокомпозиты: NaTeit® – плоская георешетка из полиэфира (ПЭТ) или поливинилспиртовых (ПВС) нитей (с максимальным удлинением не более 6%) с нетканой полипропиленовой (ПП) подложкой</p> <p>SamiGrid® – плоская георешетка из поливинилспиртовых (ПВС) нитей с нетканой подложкой, пропитанной битумной эмульсией</p> <p>Basetrac® DUO – геокомпозит, состоящий из плоской георешетки (с/без пропитки) с нетканой подложкой различной плотности</p> <p>Семейство Tektoseal®: Tektoseal® Clay – бентонитовые маты</p> <p>Tektoseal® Sand – трехслойный геокомпозит с инкапсулированным кварцевым песком</p> <p>Tektoseal® Active – многослойные барьерные и фильтрующие продукты для абсорбции, адсорбции и барьера от загрязнений</p> <p>Геоткани: Stabilenka® – тканые или вязаные высокопрочные геополотна из полиэфирных (ПЭТ) нитей с прочностью материала до 2500 кН/м²</p> <p>Robutec® – тканые или вязаные высокопрочные геополотна из разного типа нитей в продольном и поперечном направлении в зависимости от сферы назначения</p> <p>Ringtrac® – бесшовные тканые цилиндрические оболочки с низкой ползучестью</p> <p>Маты и контейнеры: Incomat® – высокопрочные тканые полотна, соединенные равноудаленными распорами</p> <p>SoilTain® – технотубы из геосинтетического материала; имеют дополнительный внутренний слой из нетканого геотекстиля для лучшей фильтрации</p> <p>SoilTain® – система обезвоживания; технотубы, сделанные из специально разработанного тканого фильтрующего материала</p>	<p>Строительство автомобильных и железных дорог на слабых грунтах; возведение подпорных стен и откосов, насыпей на сваях, полигонов ТБО</p> <p>Строительство постоянных и временных автомобильных дорог на слабых грунтах</p> <p>Укрепление откосов, защита от ветровой и дождевой эрозии на время формирования дернового слоя</p> <p>Армирование асфальтобетонных слоев, в том числе локальное и на цементобетонном основании; уменьшение образования отраженных, усталостных и временных трещин</p> <p>Армирование асфальтобетонных покрытий на цементобетонном основании, восстановление бетонных поверхностей, поврежденных в результате взаимодействия щелочей с кремнеземом</p> <p>Строительство на слабых грунтах, а/д и ж/д; разделение и фильтрация</p> <p>Перекрытие полигонов ТБО; гидроизоляция оснований, строительство а/д и ж/д в водоохраных зонах; возведение ландшафтных сооружений</p> <p>Строительство полигонов ТБО, укрепление откосов</p> <p>Полигоны ТБО, строительство хвостохранилищ, сбор разлива нефтепродуктов, рекультивация загрязненных земель, защита подземных вод (тяжелые металлы), абсорбция нефтепродуктов</p> <p>Армирование слабых оснований при строительстве насыпей; гидротехническое строительство; строительство подпорных и армогрунтовых конструкций; укрепление грунтов основания при строительстве полигонов ТБО</p> <p>Армирование слабых оснований при строительстве насыпей; гидротехническое строительство; строительство подпорных и армогрунтовых конструкций; укрепление грунтов основания при строительстве полигонов ТБО</p> <p>Устройство вертикальных песчаных и щебеночных свай в качестве системы укрепления основания для насыпей на слабых грунтах</p> <p>Изоляция и защита от эрозии беспросадочных грунтовых и других слоев; сплошная гидроизоляция; защита дна водоемов; противостояние высоким гидростатическим нагрузкам; устройство бун</p> <p>Защита морских и речных берегов от эрозии и вымывания; устройство волноломов, дамб и плотин</p> <p>Обезвоживание осадков и шламов; устройство хвостохранилищ; рекультивация земель</p>



Messe München

Connecting Global Competence

В СЕРДЦЕ ИНДУСТРИИ

bauma, Мюнхен, 8-14 апреля, 2019



ВАШ ВИЗИТ.
ВАШ БИЛЕТ НА
ВЫСТАВКУ.
www.bauma.de



Фокус нашей деятельности – бизнес.

bauma – ведущее отраслевое событие в мире и идеальная обстановка для успешного бизнеса в горнодобывающем секторе. Выставка привлекает около 600,000 экспертов, объединяет международных ключевых игроков в горнодобывающей промышленности, строительной промышленности и представляет инновационные технологии. Исследуйте новые бизнес возможности над и под землей.



Контакт: ООО «Мессе Мюнхен Консалтинг», info@messe-muenchen.ru, Тел.: +7 495 697 16 70

bauma

Дорогам России — лучшее

- Производство пластмассовых экструдированных георешеток
- Проектирование и оптимизация проектов
- Поставка материала



Tensar®

www.tensar.ru
info@tensar.ru

ПРОИЗВОДСТВО В РФ

198504, Санкт-Петербург, г. Петергоф,
ул. Астрономическая,
д. 8, к. 2, лит В
+7 (812) 677-57-34

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ОТДЕЛ ПРОДАЖ

197198, Санкт-Петербург,
ул. Введенская, 21
+7 (812) 677-07-94

105066, Москва,
ул. Нижняя Красносельская,
д. 13, стр. 1, оф. 408
+7 (495) 785-14-96