

СПЕЦИАЛЬНЫЙ  
ВЫПУСК ЖУРНАЛА



ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

# ДОРОГИ

## ГЕОТЕХНИКА И ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ



геосинтетические материалы

www.rusgc.ru

Тел.: +7 (495) 123-38-44

- георешетки
- геомембраны
- геокомпозиаты
- геоматы
- геоячейки
- геосетки

### ВЕДУЩИЙ РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ



Осуществляем поставки во все регионы РФ и страны СНГ



14 современных производственных линий



Контроль качества продукции



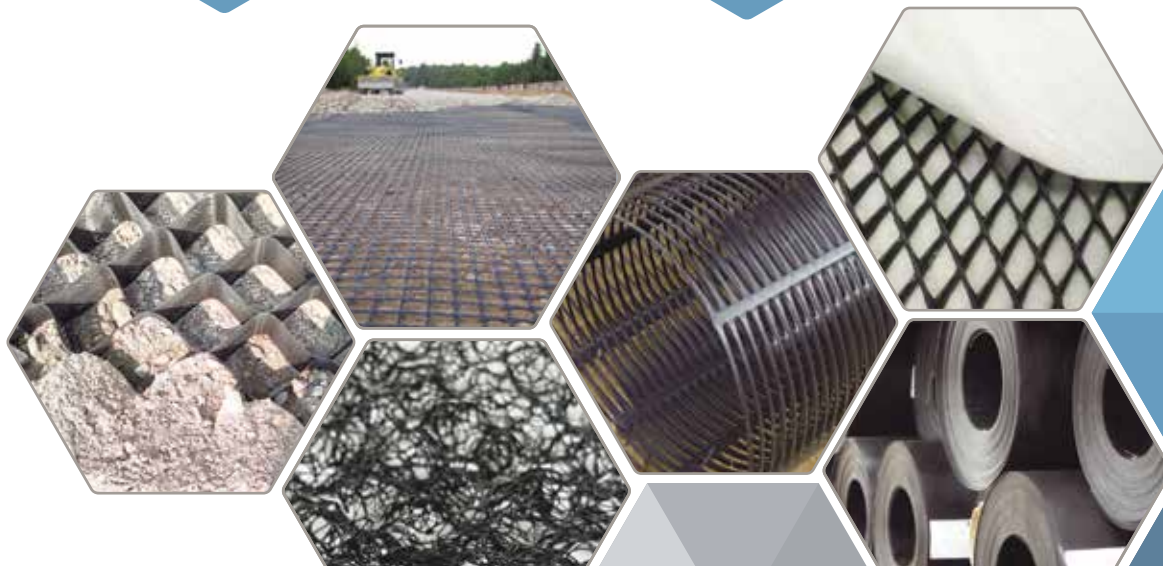
Гарантия на все материалы



Возможность производить до 42 млн. кв. м. в год



Производство имеет сертификат ISO.



#### ИССЛЕДОВАНИЯ

Комплексная оценка качества геосинтетики



Стр. 30

#### ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ

Геосваи на строительстве «Тавриды»



Стр. 48

#### ГЕОТЕХНИКА

Инновации по проектированию земполотна на слабых грунтах



Стр. 36

#### ЭКСПЕРТНОЕ МНЕНИЕ

СОЮЗДОРСТРОЙ и геосинтетические материалы



Стр. 16



Крымский мост



ЦКФД 3-й пусковой комплекс



Автодорога к Амурскому ГПЗ,  
г. Благовещенск



Технологические дороги  
к Азовской ВЭС



Москва ул. Вере́йская, д. 29, стр. 134, офис Д-305 БЦ «Вере́йская плаза – 3»



# TECHNOPLAST

Производство нетканых материалов

Компания ТЕХНОПЛАСТ производит нетканые иглопробивные полотна по технологии полного цикла — от переработки исходного сырья в готовый продукт.

С момента запуска производства в 2008 году было введено в эксплуатацию 6 технологических линий итальянского и китайского производства, создан полноценный производственный комплекс.

В ноябре 2018 года Федеральное дорожное агентство РОСАВТОДОР согласовало стандарт организации (СТО-37483884-002-2017) для применения геотекстиля ДОРНИТ на федеральных объектах дорожного строительства на 3 года.

## НАШИ ПРЕИМУЩЕСТВА



Торговая марка ДОРНИТ®



Гарантия качества



Производство и отгрузка 24/7



Полный цикл производства



Прозрачность ценообразования



Современное оборудование



Удобные схемы взаиморасчётов



Быстрый расчёт заказа



Поставка на паллетах



Квалифицированные специалисты

## ГЕОТЕКСТИЛЬ ДОРНИТ



ФИЛЬТРАЦИЯ



ДРЕНАЖ



РАЗДЕЛЕНИЕ



ЗАЩИТА



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ



+7 (495) 221-10-33



zakaz@technoplast.msk.ru



www.technoplast.msk.ru

Международная  
научно-практическая конференция

# DigTechIMC-2020

«Цифровые технологии и инновационные материалы  
в дорожном и мостовом строительстве.  
Направления развития»

## 21-22 мая

Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого

# Будущее уже сегодня!

Организаторы



Политехническая 29, 195251, Санкт-Петербург, Россия,  
Большой конференц-зал Научно-исследовательского корпуса (НИК)

☎ 8 (800) 707 31 85

🌐 [digtechimc.spbstu.ru](http://digtechimc.spbstu.ru)

☎ 8 (904) 334 26 64

✉ [digtechimc@spbstu.ru](mailto:digtechimc@spbstu.ru)



Здравствуйте, уважаемые наши читатели!

Этим выпуском мы открываем 2020 год, год, на который возлагаются большие надежды, связанные с кардинальными изменениями во внутренней политике государства Правительством Российской Федерации.

Этот год подхватит эстафету предыдущего и также пройдет под флагом реализации национальных проектов. Одному из них наше информационное агентство уже посвятило каталог «Реализация национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги». Издание вышло в свет в феврале этого года.

Однако для нашего издательства текущий год важен еще одним событием — журнал «ДОРОГИ. Инновации в строительстве» отмечает свой десятилетний юбилей. Мы рады, что все эти десять лет были с вами, уважаемые читатели, старались держать вас в курсе интересных отраслевых событий, писали о вас и для вас. За прошедшие годы журнал набрал высокий рейтинг среди отраслевых СМИ, многие эксперты считают его лучшим изданием в отрасли. Журнал объединил в своем экспертном совете известных ученых и специалистов-практиков, на его страницах всегда публикуются интервью с известными экспертами отрасли на самые актуальные темы, репортажи с крупных строек страны.

Этот год начал отсчет нового этапа в истории нашего информационного агентства и тех изданий, которые мы выпускаем. Мы будем стараться и дальше удерживать ту высокую планку, которую когда-то взяли, и оставаться вашими верными и надежными информационными партнерами.

*С уважением,  
главный редактор Регина Фомина  
и весь творческий коллектив*

# VIATOR®

Das Pellet.

Российским дорогам  
немецкое качество

## VIATOR®

- Стабилизирующие добавки №1 в России и в мире для производства ЩМА;
- Российское производство на немецком оборудовании и по немецким стандартам;
- Основной компонент – экологически безопасные натуральные волокна из целлюлозы;
- Отличная эффективность и стабилизирующий эффект;
- Быстрое и равномерное распределение волокон в смесителе;
- Максимальная производительность АБЗ благодаря отсутствию дополнительного сухого смешивания;
- Высочайшие стандарты качества добавок VIATOR® обеспечивают неизменно высокое качество ЩМА.

ООО РЕТТЕНМАЙЕР РУС



Природные  
волокна  
Член концерна RS

ООО «Реттенмайер Рус»  
115280, Москва,  
ул. Ленинская Слобода, д. 19, стр. 1

Тел.: (495) 276-06-40  
info@rettenmaier.ru  
www.rettentmaier.ru

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.

Журнал включен в РИНЦ  
и размещается на портале  
elibrary.ru

Учредитель  
Регина Фомина

Издатель  
ООО «ТехИнформ»

Генеральный директор  
Регина Фомина

## РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор  
Регина Фомина  
info@techinform-press.ru

Директор Московского  
представительства, шеф-редактор  
Наталья Алхимова

Выпускающий редактор  
Сергей Зубарев  
redactor@techinform-press.ru

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

Корректор  
Мила Дмитриева

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  
Полина Богданова  
post@techinform-press.ru

Московское представительство  
Тел. +7 (916) 241-84-32

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.techinformpress.ru**



«ДОРОГИ. Инновации в строительстве»

Спецвыпуск  
«Геосинтетические материалы»  
№83 февраль/2020

Главный информационный партнер  
Саморегулируемой организации  
некоммерческого партнерства межрегио-  
нального объединения дорожников  
«Союздорстрой»

## В НОМЕРЕ:

### ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

- 6 **С.А. Богомолова, Д.В. Медведев.**  
Добровольная сертификация  
в борьбе с недобросовестной  
конкуренцией
- 12 **Э.К. Кузахметова.**  
К новой нормативной базе  
для современных дорог



### ЭКСПЕРТНОЕ МНЕНИЕ

- 16 **Л.А. Хвоинский.**  
СОЮЗДОРСТРОЙ  
и геосинтетические материалы
- 20 Виктор Ушаков: «К выбору  
надо подходить разумно»

### ИССЛЕДОВАНИЯ

- 24 **А.А. Дайлов, Ю.А. Аливер.**  
Долговечность геоматериалов  
в составе дорожной  
конструкции: оптимизация  
методов определения  
показателей ползучести
- 30 **Б.Н. Гусев, Н.А. Грузинцева.**  
Комплексная оценка качества  
геосинтетических  
материалов
- 34 **Г.К. Мухамеджанов.**  
Устойчивость нетканых  
геотекстильных материалов  
к агрессивным средам

### ГЕОТЕХНИКА

36. **С.И. Дубина, С.Г. Минигалиева.**  
Инновации по проектированию  
и возведению земляного  
полотна на слабом  
основании
- 43 **Е.С. Пшеничникова.**  
Геооболочки в дорожном  
строительстве



**М.Я. БЛИНКИН**,  
ординарный профессор НИУ «Высшая школа экономики», к.т.н., директор Института экономики транспорта и транспортной политики НИУ «Высшая школа экономики», председатель Общественного Совета Минтранса России

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

**И.В. ДЕМЬЯНУШКО**,  
д.т.н., профессор, заведующая кафедрой «Строительная механика» МАДИ (ГТУ), Заслуженный деятель науки и техники РФ

**С.И. ДУБИНА**,  
к.т.н., доцент, руководитель внедрения инновационных разработок в дорожное хозяйство АО «Энерготекс», главный специалист проектного института «ГИПРОСТРОЙМОСТ», член комитета по транспорту и строительству Государственной думы Федерального собрания Российской Федерации, член Международного общества механики грунтов и геотехнического строительства

**А.А. ЖУРБИН**,  
Заслуженный строитель РФ, генеральный директор АО «Институт «Стройпроект»

**И.Е. КОЛЮШЕВ**,  
Заслуженный строитель РФ, технический директор ЗАО «Институт Гипростроймост – Санкт-Петербург»

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

**А.М. ОСТРОУМОВ**,  
Заслуженный строитель РФ, Почетный дорожник РФ, академик Международной академии транспорта

**М.А. ПОКАТАЕВ**,  
первый заместитель директора АО «Главная дорога»

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

**В.Н. СМИРНОВ**,  
д.т.н., профессор кафедры «Мосты» ФГБОУ ВО ПГУПС Императора Александра I

**С.Ю. ТЕН**,  
депутат Государственной думы Федерального собрания Российской Федерации

**В.В. УШАКОВ**  
д.т.н., профессор, проректор по научной работе МАДИ (ГТУ), заведующий кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог» МАДИ, Заслуженный работник высшей школы РФ

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

Установочный тираж 15 тыс. экз.  
Цена свободная.

Подписано в печать: 28.02.2020  
Заказ №

Отпечатано в типографии «Премиум Пресс», г. Санкт-Петербург,  
ул. Оптиков, д. 4  
[www.premium-press.ru](http://www.premium-press.ru)

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



## ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ

- 48 Высокопрочные бесшовные геосваи на строительстве «Тавриды» (ГК «Техполимер»)
- 50 **Н.А. Устьян**. Проблемы дорожного строительства на вечномёрзлых грунтах
- 52 Геосинтетика и композиты на слабых и вечномёрзлых грунтах (круглый стол)
- 59 **И.А. Чижиков**,  
**П. А. Слепнев**, **А.В. Кочетков**. Геосинтетики и дисперсные битумы для сельских дорог

## МАТЕРИАЛЫ & ТЕХНОЛОГИИ

- 62 **А.В. Самко**. Об инженерном подходе к подбору сырья для геосинтетиков, о типах и правильности выбора материалов (ООО «ХЮСКЕР»)

- 65 **А.А. Игнатъев**. Совершенствование конструкции георешетки для армирования дорожной одежды
- 69 **А.Д. Соколов**. Сопряжение мостов с грунтовыми массивами береговых склонов и подходных насыпей



## РЫНОК ГЕОМАТЕРИАЛОВ

- 74 Ресурсы геотекстиля по новому госстандарту (ПКП «Ресурс»)
- 77 Геоматериалы в дорожном строительстве. Векторы развития (свободный микрофон)
- 81 БИЗНЕС-КАЛЕЙДОСКОП

# ДОБРОВОЛЬНАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ В БОРЬБЕ С НЕДОБРОСОВЕСТНОЙ КОНКУРЕНЦИЕЙ

С. А. БОГОМОЛОВА,  
к. т. н., эксперт органа по сертификации АНО «НИИ ТСК»;  
Д. В. МЕДВЕДЕВ,  
первый заместитель генерального директора АНО «НИИ ТСК»

**К СОВРЕМЕННЫМ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ ПРЕДЪЯВЛЯЮТ ЖЕСТКИЕ ТРЕБОВАНИЯ: ОНИ ДОЛЖНЫ БЫТЬ НЕДОРОГИМИ, БЕЗОПАСНЫМИ, ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫМИ, ИМЕТЬ ДЛИТЕЛЬНЫЙ СРОК ЭКСПЛУАТАЦИИ, СТОЙКОСТЬ К ВОЗГОРАНИЮ, УДОБСТВО В ПРОЦЕССЕ МОНТАЖА ИЛИ УКЛАДКИ. ТАКИМ КРИТЕРИЯМ СООТВЕТСТВУЮТ ГЕОСИНТЕТИКИ. ВМЕСТЕ С ТЕМ ЕСТЬ ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭТИХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИСУТСТВУЮЩИХ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ.**

## О НОРМАТИВНОЙ БАЗЕ

Широкое применение геосинтетических материалов в дорожном строительстве обусловлено разнообразием функций, которые они выполняют в конструкциях дорог и искусственных сооружений. Это армирование, разделение, фильтрация, дренирование, борьба с эрозией поверхности, гидроизоляция, теплоизоляция, защита.

Выполнение каждой функции связано с определенными значениями технических характеристик.

Так как геосинтетики не включены в перечень дорожно-строительных материалов, в отношении которых Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011) предусмотрены разработка и исполнение обязательных требований, то следует руководствоваться документами по стандарти-



зации. Такие межгосударственные и национальные стандарты подлежат применению в добровольном порядке и служат нормативной базой, на основании которой производители разрабатывают стандарты организаций.

В целях подтверждения соответствия материалов установленным требованиям проводят добровольную сертификацию. Производители, которые руководствуются таким подходом, обеспечивают благоприятные условия для добросовестной конкуренции. Однако отдельные поставщики геосинтетиков, игнорируя эти принципы, поставляют на рынок материалы, технические характеристики которых не позволяют выполнять заданную функцию в конструкции автомобильных дорог и дорожных сооружений.

## ШТРАФЫ — НЕ ПАНАЦЕЯ

Напомним, что ст. 14.2 Федерального закона от 26.07.2006 №135-ФЗ установлен запрет на недобросовестную конкуренцию, под которой в данном случае подразумевается введение в заблуждение, в том числе в отношении «качества и потребительских свойств товара, предлагаемого к продаже, назначения такого товара, способов и условий его изготовления или применения, результатов, ожидаемых от использования такого товара, его пригодности для определенных целей». Тем самым поставка геосинтетического материала, значения технических характеристик которого не соответствуют требованиям национальных стандартов, является ярким примером недобросовестной конкуренции.

Кодексом РФ об административных правонарушениях (ст. 14.33) предусмотрено наложение штрафа при выявлении актов недобросовестной конкуренции вплоть до 500 тыс. рублей, если эти действия не содержат уголовно наказуемого деяния. Однако предусмотренные законодательством меры не всегда останавливают, в частности, некоторых поставщиков геосинтетиков.

В целях борьбы с недобросовестной конкуренцией группа ведущих производителей обратилась к руководству Росавтодора с просьбой об ограничении применения в дорожном строительстве геосинтетиков, не соответствующих требованиям межгосударственных и национальных стандартов. Данное обращение обсуждалось на заседании рабочей группы «Геосинтетические материалы» Технического комитета по стандартизации «Дорожное хозяйство» (ТК 418). Основной вопрос, который был вынесен на рассмотрение: каким образом производитель на практике может подтвердить способность стабильно поставлять продукцию, соответствующую требованиям межгосударственных и национальных стандартов?

## ПО НОВЫМ ПРАВИЛАМ — НА ДОБРОВОЛЬНОЙ ОСНОВЕ

Законодательством в области технического регулирования РФ (№184-ФЗ) установлена форма добровольного подтверждения соответствия требованиям нормативной документации — добровольная сертификация.

Система добровольной сертификации может быть зарегистрирована Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии с присвоением номера в соответствующем реестре. Следует отметить, что до недавнего времени он включал в себя системы, правила функционирования которых не были актуализированы в соответствии с действующим законодательством.

С даты вступления в силу приказа Росстандарта от 26.12.2019 №3358 действие систем добровольной сертификации, единоличным владельцем которых является Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии на территории РФ, отменено. Теперь в качестве основных критериев выбора системы добровольной системы сертификации признаны актуальность правил функционирования и отраслевая направленность. Этим критериям в дорожном хозяйстве соответствует Система добровольной сертификации «Автодорсерт», созданная еще в 2008 году Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский институт транспортно-строительного комплекса» (АНО «НИИ ТСК»).

В связи с существенным изменением законодательства в области технического регулирования и аккредитации правила функционирования системы и другие документы актуализированы, она была перерегистрирована (рег. № РОСС RU.И1617.04ДБ02 от 29.12.2016). На сегодняшний день сертификацию производства геосинтетических материалов по «Автодорсерту» можно рассматривать в качестве формы подтверждения способности производителя стабильно поставлять продукцию, соответствующую требованиям национальных стандартов и СТО.

На основании результатов анализа сильных и слабых сторон системы большинством голосов членов рабочей группы было принято решение об использовании сертификации производств в «Автодорсерте» как инструмента борьбы с недобросовестной конкуренцией на рынке дорожно-строительных материалов.

Основные стадии и этапы работ по сертификации представлены на рис. 1.

При сертификации производств в системе «Автодорсерт» организацию-заявителя оценивают по критериям, объединенным в три группы (рис. 2).



Рис. 1. Основные стадии и этапы работ по сертификации производства

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ КРИТЕРИИ

Распространяются на элементы системы менеджмента качества организации-заявителя, которые относятся к средствам обеспечения ее функционирования в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001, в частности:

- создание, актуализация и управление документированной информацией (п. 7.5.3), установление и соблюдение порядка внутреннего и внешнего обмена информацией (п. 7.4.3);
- управление человеческими ресурсами (п. 7.1.2) и компетентностью персонала (п. 7.2);
- управление несоответствиями (п. 10.2).

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ

Относятся к техническим средствам обеспечения функционирования системы менеджмента качества организа-

ции-заявителя и деятельности на стадиях жизненного цикла геосинтетических материалов, установленным в ГОСТ Р ИСО 9001-2015, в частности:

- планирование и управление деятельностью на стадиях жизненного цикла продукции (п. 8.1), управление производством продукции (п. 8.5.1) — наличие и соблюдение утвержденных технологических регламентов при производстве геосинтетических материалов;
- определение, создание и поддержание элементов инфраструктуры (п. 7.1.3) — наличие пригодного к эксплуатации технологического и вспомогательного оборудования, указанного в технологических регламентах; результативное функционирование системы технического обслуживания и ремонта оборудования (оценивают по результатам контроля технических параметров технологического оборудования);
- определение, создание и поддержание среды для функционирования процессов (п. 7.1.4) — результативное функционирование системы управления охраной труда;



Рис. 2. Группы критериев сертификации производства геосинтетических материалов в системе «Автодорсерт»

■ сохранение выходов во время производства продукции (п. 8.5.4) — наличие и соблюдение требований при хранении сырья и материалов (наличие оборудованных мест складирования и хранения сырья и готовой продукции); наличие и соблюдение требований при транспортировании сырья и материалов (соблюдение стандартизованного порядка погрузочно-разгрузочных работ и наличие необходимых механизмов);

■ управление продукцией, поставляемой внешними поставщиками (п. 8.4) — организация и проведение входного контроля качества сырья и материалов;

■ управление производством продукции (п. 8.5.1), регистрация и сохранение документированной информации о выпуске продукции (п. 8.6) — наличие и соблюдение документированной процедуры отбора образцов для испытаний; создание и поддержание условий хранения контрольных образцов материалов, отгруженных потребителю; организация и проведение контроля качества геосинтетических материалов на всех этапах производства;

■ управление несоответствующими результатами процессов (п. 8.7) — наличие документированного порядка обращения с некондиционной продукцией и порядка работы с отходами, применения вторичного сырья;

■ определение и предоставление ресурсов для мониторинга и измерения (п. 7.1.5) — наличие и соответствие используемых средств измерений и испытательного обо-

рудования требованиям стандартов, устанавливающих методики испытаний геосинтетических материалов, в том числе оценка своевременности проведения метрологического подтверждения пригодности.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ

Для сертификационных испытаний отбирают типовую продукцию нескольких номенклатур, производимых на одной технологической цепочке (производственной линии). При этом отбор проб проводится непосредственно с линии, со склада готовой продукции и с объекта строительства (при необходимости).

В «Автодорсерте» предусмотрена трехуровневая система оценки производств геосинтетических материалов, обеспечивающая гибкий подход к организации-заявителю: на каждом уровне предусмотрен индивидуальный набор требований. Выбор уровня сертификации осуществляется на стадии формирования заявки. В случае подтверждения соответствия организации-заявителя требованиям, установленным для заявленного уровня сертифицированных производств, орган по сертификации выдает сертификат соответствия на срок не более трех лет.

Выдача сертификата соответствия первого уровня предусмотрена на впервые сертифицированное произ-

## ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ «АВТОДОРСЕРТ»

### Сильные стороны:

- специализация в отрасли дорожного хозяйства;
- зарегистрирована в Реестре систем добровольной сертификации Росстандарта;
- работы проводят органы по сертификации, аккредитованные в национальной системе аккредитации;
- правилами сертификации производства предусмотрена оценка организации-заявителя по комплексу критериев (организационным, технологическим, техническим);
- работы проводятся в соответствии с программой, которая составляется индивидуально для каждого заявителя;
- предусмотрена выдача сертификатов соответствия различных уровней, которые обеспечивают гибкий подход при оценке соответствия организации-заявителя критериям сертификации

### Возможности:

- ориентация большинства производителей геосинтетических материалов на укрепление механизмов добросовестной конкуренции на рынке дорожно-строительных материалов;
- развитие механизмов государственной поддержки добросовестных производителей

водство. В случае, если в структуре заявителя функционирует лаборатория для проведения испытаний по входному контролю поступающего сырья и материалов, то организация может претендовать на получение сертификата соответствия второго уровня. Он также выдается на основании сертификата соответствия первого уровня с отметками об успешном прохождении инспекционного контроля и положительного решения по результатам повторной сертификации. Организация-производитель, обладающая



Рис. 3. Знак системы «Автодорсерт»

сертификатом соответствия второго уровня с отметками об успешном прохождении инспекционного контроля производства, может претендовать на получение сертификата соответствия третьего уровня.

В системе «Автодорсерт» предусмотрено применение (изображение на сертификате) знака соответствия в целях информирования о соответствии объектов критериям сертификации (рис. 4).

**ПОРЯДОК СЕРТИФИКАЦИИ УСТАНОВЛЕН В СТАНДАРТЕ ОРГАНИЗАЦИИ «ПРАВИЛА СЕРТИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В СИСТЕМЕ «АВТОДОРСЕРТ». СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОВОДИТСЯ НА ОСНОВАНИИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ В РАМКАХ ЗАКЛЮЧЕННОГО ДОГОВОРА МЕЖДУ ЗАЯВИТЕЛЕМ И ОРГАНОМ ПО СЕРТИФИКАЦИИ, ПОДТВЕРДИВШИМ СВОЮ КОМПЕТЕНТНОСТЬ В СИСТЕМЕ «АВТОДОРСЕРТ». ПРОГРАММА СОДЕРЖИТ ИНФОРМАЦИЮ ОБ ОБЪЕКТАХ, ЦЕЛЯХ, ОБЪЕМЕ, ОСНОВНЫХ ПРОЦЕДУРАХ, А ТАКЖЕ ПОРЯДКЕ ОРГАНИЗАЦИИ И ЭТАПАХ РАБОТ ПО ПОДТВЕРЖДЕНИЮ СООТВЕТСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ-ЗАЯВИТЕЛЯ.**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получение сертификата соответствия производства и внесение сведений в реестр системы «Автодорсерт» позволит информировать всех заинтересованных участников рынка о способности производителя стабильно поставлять геосинтетические материалы, соответствующие требованиям национальных стандартов. Дополнительно это будет способствовать формированию устойчивого канала взаимодействия между изготовителем и заказчиком, обеспечивающего прослеживаемость информации о поставках фиксированного объема продукции на строительный объект. Данный подход позволит снизить вероятность появления недобросовестных поставщиков геосинтетических материалов, что, в конечном итоге, положительно отразится на безопасности и качестве автомобильных дорог и дорожных сооружений. ■

ОБЪЕДИНЯЯ ОПЫТ ПО ВСЕМУ МИРУ



Messe München

# НАШИ РЕШЕНИЯ, ВАШ УСПЕХ.

26 – 29 МАЯ 2020  
КРОКУС ЭКСПО, МОСКВА



РЕКЛАМА

ГЛАВНАЯ ВЫСТАВКА СТРОИТЕЛЬНОЙ  
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ

**bauma** CTT **RUSSIA\***

[bauma-ctt.ru](http://bauma-ctt.ru)

\*РОССИЯ

# К НОВОЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗЕ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ДОРОГ

Э. К. КУЗАХМЕТОВА,  
д. т. н., профессор кафедры «Здания и сооружения  
на транспорте» Российской открытой академии транспорта  
Российского университета транспорта (МИИТ)

**СОСТОЯНИЕ ТЫСЯЧ КИЛОМЕТРОВ РОССИЙСКИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В НАСТОЯЩЕЕ  
ВРЕМЯ ОСТАЕТСЯ НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНЫМ. ПРИЧИН ТОМУ МНОГО. НАЧНЕМ С ОДНОЙ ИЗ ОСНОВНЫХ —  
С НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В ДОРОЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ.**

В июле 2019 года на официальном сайте Росавтодора была размещена информация о ходе исполнения Графика обновления стандартов и технических требований до 2024 года, разработанного в соответствии с п.2.1.1. паспорта национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» (БКАД) и в развитие утвержденной Перспективной программы по стандартизации. По официальным данным в прошлом году утверждено 85 национальных стандартов, а за последние пять лет разработано и утверждено более 250 нормативных документов. Возникает вопрос: а что нового они дали для увеличения вдвое межремонтного срока, приближения технико-эксплуатационных показателей российских автомагистралей к мировым образцам, повышения безопасности движения — и что дадут следующие обновления?

## ИЗМЕНЕНИЯ В ДОРОЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

За последние десятилетия произошли существенные изменения, которые касаются как тенденций в дорожной отрасли, так и условий строительства:

- усилилась роль дорог в социально-экономическом развитии страны;
- рост парка машин превысил возможности обеспечения непрерывного и безопасного движения;

- произошли количественные изменения транспортных потоков на автомобильных дорогах;
- повысились требования к потребительским свойствам дорог, к срокам их проектирования и строительства;
- увеличились объемы строительства дорог в сложных инженерно-геологических условиях;
- увеличились объемы использования местных грунтов, которые в основном относятся к слабым грунтам;
- появились новые инновационные материалы, техника и технологии;
- создано уникальное оборудование для проведения изысканий и испытаний грунтов, неразрушающие методы контроля состояния дорожной конструкции и ее основания;
- предложен комплекс расчетных программ для автоматизированного проектирования автомобильных дорог в сложных условиях.

Вместе с тем при формировании рыночной экономики долгие годы наблюдалось сокращение финансирования строительства новых дорог и реконструкции существующих. Это, в свою очередь, предопределило необходимость минимизации затрат как на проектно-изыскательские работы, так и на строительные материалы. Кроме того, нельзя не учитывать, что автомобильные дороги России, с одной стороны, все в большем объеме включаются в международную сеть, что требует приведения их состояния к соответствующим стандартам, а с другой — существую-

щие дороги нередко находятся в неудовлетворительном состоянии даже по требованиям старых отечественных норм.

## ОТ ИСТОРИИ К СОВРЕМЕННОСТИ

Разработка методики проектирования автомобильных дорог началась с отдельного расчета сооружения и основания (типовое проектирование) в 40–50-е гг. прошлого столетия. В связи с расширением объемов строительства в сложных условиях и с необходимостью использования местных слабых грунтов в основании земляного полотна с 60-х гг. создавалась методика совместного расчета сооружения и основания (индивидуальное проектирование). Основы ее были изложены в «Пособии по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах» (Казарновский В. Д. и др.; СоюздорНИИ, 1989). Этот документ переработан с одноименным названием под руководством автора данной статьи в 2004 году. Затем пособие было актуализировано в 2017 году, но без дополнений и согласований с его авторами, несмотря на продолжающиеся научные исследования в этом направлении.

Анализ, выполненный учеными и специалистами-дорожниками некоторых новых документов по проектированию, показал, что, как правило, они представляют собой «нарезку» ранее созданных и теперь «обновляемых» стандартов, ОДН, ОДМ, ВСН, ОСТ, РСН. При этом анализ, проведенный по теме индивидуального проектирования непосредственно автором данной статьи, свидетельствует, что не в полной мере учитываются вышеперечисленные современные изменения условий строительства и последние научные достижения по учету комплекса факторов, влияющих на работу дорожной конструкции.

Следует отметить, что при строительстве дорог специалисты уже широко применяют современные технологии. При изысканиях используются высокопроизводительные методы сбора информации о местности: ГИС-технологии, аэрокосмическая цифровая фотограмметрия, системы спутниковой навигации, лазерное сканирование, геофизические методы. При проектировании — технологии автоматизированного проектирования любых объектов и расчетные программы. В частности, AutoCAD Civil3D, позволяющая создать топоплан, цифровую модель рельефа и проектировать транспортные объекты в единой информационной среде. С помощью BIM-технологий повышается точность разработки индивидуальной концепции строительства.

Вместе с тем применение указанных передовых технологий, как и использование современного лабораторного оборудования, сможет обеспечить точность прогноза деформаций сооружения и назначения мероприятий для



## ЮБИЛЕЙ

**В Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (МИИТ) 5 декабря 2019 года состоялась очередная конференция «Пути к конкурентно-способным и экономичным решениям по строительству зданий и сооружений транспортной инфраструктуры». Направленность данного мероприятия: «Перспективные совершенствования инженерно-геотехнических изысканий и проектирования сооружений в сложных условиях с учетом техногенного воздействия». Конференция является плановой, ежегодной, организуется кафедрой «Здания и сооружения на транспорте» РОАТ РУТ (МИИТ). На сей раз мероприятие было приурочено к 80-летию профессора кафедры Эммы Константиновны Кузахметовой, которая является единственной женщиной-дорожницей, имеющей ученую степень доктора технических наук.**

**Журнал «Дороги. Инновации в строительстве» присоединяется к поздравлениям, прозвучавшим в адрес юбиляра. Желаем Эмме Константиновне Кузахметовой крепкого здоровья, дальнейшего творческого долголетия, новых научных свершений.**

обеспечения его стабильности только на основе документов с новой методологией индивидуального проектирования, а не по нормативам и рекомендациям, которые разрабатывались в 60–90 гг. прошлого столетия.

Методология должна интегрировать в себе последние научные разработки, учитывающие в полной мере особенности инженерно-геологических условий и изменений их в процессе возведения сооружения под влиянием природных и техногенных факторов.

# техническое регулирование

Именно в этом направлении на протяжении десятилетий проводила исследования автор со своими учениками.

## ФАКТОРЫ И ПОКАЗАТЕЛИ

Предлагается выделить следующий комплекс факторов (условий), влияющих на работу грунтов: по происхождению — природные, техногенные; по характеру влияния — внутренние, внешние.

К природным внешним условиям относятся: климатические; геоморфологические; гидрологические; геологические процессы.

К природным внутренним условиям относятся: геологические; гидрологические; гидрогеологические.

К техногенным внешним условиям относятся: статическая нагрузка от сооружения; динамическая нагрузка от транспорта; размеры сооружения; режим его возведения.

К техногенным внутренним условиям относятся: напряженно-деформативные; напряженно-прочностные.

Разумеется, что все перечисленные условия должны оцениваться с помощью соответствующих показателей физических, физико-механических и механических свойств грунтов. Однако до настоящего времени нет достаточно четкого разделения этих показателей.

Ниже приводится пример разных подходов:

а) в инженерной геологии:

- показатели физических свойств грунтов: плотность, влажность, водопроницаемость, газоносность, морозостойкость;

- показатели физико-механических свойств грунтов: модуль деформации, сопротивляемость сдвигу, коэффициент вязкости.

б) в механике грунтов:

- показатели физических и физико-механических свойств грунтов: состава, состояния, фильтрации, набухания, усадки;

- показатели механических свойств грунтов: модуль деформации, сопротивляемость сдвигу, коэффициент вязкости.

Автором предлагается принять в дорожно-строительной практике следующий подход к свойствам грунтов:

- физические: природная влажность, гигроскопическая влажность, влажность на границе текучести, влажность на границе раскатывания, показатель текучести, степень водонасыщения, пористость;

- физико-механические: коэффициент фильтрации воды, набухание, размокаемость, усадка, просадочность;

- механические: модуль осадки, сопротивляемость сдвигу, коэффициент вязкости;

- технологические: показатели липкости, уплотняемости и разработки.

Кроме необходимости точного определения свойств используемых грунтов, необходима надежность прогноза их возможных деформаций. Вполне очевидно, что результаты прогноза деформаций слабого основания под нагрузкой от веса насыпи и транспорта существенно зависят от правильности определения зоны влияния нагрузки, то есть активной зоны сжатия.

В нормативном документе по проектированию автомобильных дорог в качестве нижней границы активной зоны сжатия рекомендуется принимать:

- кровлю прочного грунта, расположенного на глубине, не превышающей половины ширины насыпи понизу;

- горизонт, на котором вертикальные напряжения от внешней нагрузки не превышают 20% от напряжений от собственного веса грунта;

- горизонт, на котором вертикальное напряжение от внешней нагрузки не превышает структурную прочность грунта на сжатие.

В гражданском строительстве границу сжимаемой толщи рекомендуется принимать при соотношении указанных напряжений, равном 50%. Если найденная таким способом граница располагается в слое грунта с модулем деформации менее 7 МПа, то этот слой включают в сжимаемую толщу, а за нижнюю ее границу принимается горизонт, на котором соотношение напряжений от нагрузки от веса сооружения и собственного веса грунта составляет 20%.

## НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ

Проведенный автором анализ перечисленных условий установления нижней границы активной зоны сжатия в основании сооружения показал, что, поскольку деформационные свойства различных видов слабых грунтов отличаются в десятки раз, то одно и то же соотношение вышеуказанных напряжений в основании не может быть принято для всех видов слабых грунтов. На основании исследований автор

**НОВАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДОЛЖНА ИНТЕГРИРОВАТЬ В СЕБЕ ПОСЛЕДНИЕ НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ, УЧИТЫВАЮЩИЕ В ПОЛНОЙ МЕРЕ ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ ИХ В ПРОЦЕССЕ ВОЗВЕДЕНИЯ СООРУЖЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ.**





Рис. 1. Разрушения на федеральной дороге М-55 «Байкал» (недоучет грунтовых условий)



Рис. 2. Оползневой процесс на участке совмещенной железной и автомобильной дороги Сочи – Красная Поляна

разработала способ установления нижней границы сжимаемой зоны в дополнении к гостированному.

При предлагаемом подходе активная зона сжатия получается меньше, что приводит не только к повышению точности, но и к экономии при назначении дополнительных мероприятий для ускорения осадки насыпи (дрены, частичное удаление слабого грунта, пригрузка, применение синтетических материалов).

Что касается оптимального использования геосинтетики, то необходимо в расчетных программах учитывать особенности прочностных и деформационных свойств слабых грунтов. К сожалению, зачастую используются программы, которые не учитывают, к примеру, осадку, составляющую половину мощности слабого слоя, интенсивность осадки и ее неравномерность.

Последствия формализации нормативной базы в дорожной отрасли и недоучета результатов последних научных исследований по сложным проблемам проектирования и строительства отрицательно проявились на состоянии новых объектов. В качестве примера приведены недопустимые разрушения на некоторых автомобильных дорогах (рис. 1, 2).

Для наиболее полного и достоверного прогноза деформаций и правильного назначения конструкции дорожного сооружения автор предлагает следующее:

- новый способ установления зоны активного сжатия в основании;
- оценку влияния возведения сооружения на напряженно-деформируемое состояние грунтов в основании и на напряженно-дренированное;
- новые закономерности осадки во времени слабых грунтов для повышения точности прогноза;
- уточнения критериев затухания осадки слабого основания для установления сроков устройства дорожной одежды, позволяющих исключить недопустимые

деформации дорожной конструкции при ее эксплуатации;

- введение новых технологических регламентов возведения насыпи, обеспечивающих работоспособность конструкции на протяжении срока службы.

**ПРИМЕНЕНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ МЕТОДИКИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЛАБЫХ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИИ ПОЗВОЛИТ ПОВЫСИТЬ ТОЧНОСТЬ И ЭКОНОМИЧНОСТЬ НАЗНАЧЕНИЯ ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ В НАЗНАЧЕННЫЙ СРОК СЛУЖБЫ.**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение изложенной выше усовершенствованной методики индивидуального проектирования автомобильных дорог с использованием слабых грунтов в основании позволит повысить точность и экономичность назначения дорожной конструкции и дополнительных мероприятий для обеспечения ее работоспособности в назначенный срок службы.

Предлагаемая методика индивидуального проектирования автомобильных дорог на слабых грунтах может быть использована для дорог общего пользования федерального, регионального и межмуниципального значения всех категорий, включая скоростные, с соответствующей корректировкой для конкретных региональных природных и инженерно-геологических условий, характеристик автотранспорта и транспортного потока. ■

# СОЮЗДОРСТРОЙ И ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Л. А. ХВОИНСКИЙ,  
генеральный директор  
СРО «СОЮЗДОРСТРОЙ»

**НА VI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ МЕЖРЕМОНТНЫХ СРОКОВ СЛУЖБЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ» ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР САМОРЕГУЛИРУЕМОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «СОЮЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ СТРОИТЕЛЕЙ «СОЮЗДОРСТРОЙ» ЛЕОНИД ХВОИНСКИЙ В СВОЕМ ДОКЛАДЕ УДЕЛИЛ ВНИМАНИЕ, В ТОМ ЧИСЛЕ, ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛАМ, О ЧЕМ МЫ И ПОПРОСИЛИ ЕГО РАССКАЗАТЬ ПОДРОБНЕЕ.**

**З**анимаясь вопросами внедрения технологических решений, мы руководствуемся потребностями предприятий-членов СОЮЗДОРСТРОЯ и задачами, которые стоят перед отраслью. Разработка стандартов на тот или иной технологический процесс инициировалась подрядными организациями, заинтересованными в применении современных технологий, и, соответственно, в процессе создания документов учитывались самые последние данные и достижения, в том числе по применению геосинтетиков.

Использование геосинтетических материалов в нашей отрасли позволяет повысить эксплуатационную надежность и сроки службы дорожной конструкции или отдель-

ных ее элементов, улучшить качество работ, упростить технологию и сократить сроки строительства, уменьшить расход традиционных дорожно-строительных материалов, объемы земляных работ.

Применение геосинтетиков способствует укреплению грунта рабочего слоя, армированию оснований и покрытий, регулированию водно-теплового режима земляного полотна и усилению дренирующих свойств слоев дорожных одежд. Кроме этого, геосинтетические материалы целесообразно применять для разделения морозозащитных и дренирующих слоев с грунтом рабочего слоя земляного полотна с целью предотвращения заиливания и взаимопроникновения граничащих слоев.

## К НОВЫМ СТАНДАРТАМ

Технологии использования геосинтетиков детально отражены в соответствующих стандартах СОЮЗДОРСТРОЯ и Ассоциации «Национальное объединение строителей» (НОСТРОЙ) на устройство оснований дорожных одежд и строительство дополнительных слоев оснований, на отделочные и укрепительные работы при возведении земляного полотна, в том числе на слабых грунтах и в зоне вечной мерзлоты, на усиление верхних слоев нежестких дорожных одежд и др. Регламентированы особенности применения геосинтетических материалов, вопросы их

**VI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ МЕЖРЕМОНТНЫХ СРОКОВ СЛУЖБЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ», СОСТОЯВШАЯ 30 ЯНВАРЯ, БЫЛА ОРГАНИЗОВАНА МАДИ СОВМЕСТНО С РОСАВТОДОРОМ, ГОСКОМПАНИЕЙ «АВТОДОР», СОЮЗОМ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ СТРОИТЕЛЕЙ «СОЮЗДОРСТРОЙ» И АССОЦИАЦИЕЙ БЕТОННЫХ ДОРОГ.**



**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОСИНТЕТИКОВ ПОЗВОЛЯЕТ ПОВЫСИТЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ НАДЕЖНОСТЬ И СРОКИ СЛУЖБЫ ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ ИЛИ ОТДЕЛЬНЫХ ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ, УЛУЧШИТЬ КАЧЕСТВО РАБОТ, УПРОСТИТЬ ТЕХНОЛОГИЮ И СОКРАТИТЬ СРОКИ СТРОИТЕЛЬСТВА, УМЕНЬШИТЬ РАСХОД ТРАДИЦИОННЫХ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБЪЕМЫ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ.**

качества, доставки, укладки, входного и операционного контроля, оценки соответствия, безопасности использования и т. д.

Всего саморегулируемой организацией «СОЮЗДОРСТРОЙ» совместно с Ассоциацией «Национальное объединение строителей» в рамках Программы стандартизации НОСТРОЙ разработаны 53 стандарта в области строительства автомобильных дорог, мостовых сооружений и аэродромов, а также проведена актуализация одного стандарта организации.

Наши стандарты разрабатываются на базе Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). Они одновременно являются стандартами Ассоциации «Национальное объединение строителей» и принимаются всеми СРО в строительстве.

Законодательством России предусмотрены меры контроля и ответственности за применение стандартов. Саморегулируемые организации, в соответствии с ч. 2 ст. 55.13 Градостроительного кодекса РФ, осуществляют контроль соблюдения членами СРО требований, утвержденных НОСТРОЕМ. При этом ч. 1 ст. 55.15 Градкодекса установлена возможность применения мер дисциплинарной ответственности.

В последние годы СРО «СОЮЗДОРСТРОЙ» прорабатывает вопрос по внесению дополнений в стандарты организации в области строительства автомобильных дорог, мостовых сооружений и аэродромов, а также занимается созданием видеоприложений, в которых будут отражены основные процессы выполнения работ. Такая визуализация позволяет наиболее эффективно воспринимать и усваивать предъявляемые требования. Видеоприложения могут быть использованы в качестве обучающего материала для молодых специалистов строительных организаций или для преподавания на курсах повышения квалификации работников.

В настоящее время подготовлены пять видеоприложений. В одном из них, к СТО 017 НОСТРОЙ 2.25.29 — 2013 (СТО 60452903 СОЮЗДОРСТРОЙ 2.1.1.2.3.01 — 2013) «Автомобильные дороги. Устройство оснований дорожных одежд. Часть 1. Строительство дополнительных слоев оснований дорожных одежд», конкретно рассматривается применение геосинтетических материалов.

## О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ

Занимаясь разработкой стандартов и исследуя возможности внедрения новых технологий, мы столкнулись с тем, что, несмотря на несколько десятилетий успешного применения в России геосинтетиков, нормативная база по этому направлению все еще отстает от практики. Сейчас вопросами закрепления в документации необходимых технических характеристик занимаются Росавтодор, Государственная компания «Автодор» и Технический комитет по стандартизации №418 «Дорожное хозяйство» при Росстандарте.

По моему мнению, необходимо разработать национальный стандарт на типовые конструкции жестких и нежестких дорожных одежд с применением геосинтетических материалов. Представители предприятий и аппарата СОЮЗДОРСТРОЯ всегда участвуют в обсуждении разрабатываемых технических документов в качестве экспертов и готовы подключиться к этому вопросу.

Еще одна назревшая задача заключается в актуализации существующей нормативной базы. В последнее время, благодаря развитию химических технологий, появляются новые виды строительных материалов, и для их внедрения в практику требуется обновление технической документации. НОСТРОЙ планирует выполнить такую

## ЭКСПЕРТНОЕ МНЕНИЕ

работу, и мы будем в ней участвовать. Анализируя накопленный нами опыт и скорость движения технического прогресса, можно констатировать, что оптимальный срок действия подобных документов составляет пять лет. После этого следует редактировать их в соответствии с происшедшими изменениями.

### ИНФОРМИРОВАНИЕ И ОБМЕН ОПЫТОМ

Сейчас, чтобы доводить до сведения наших предприятий и широкого круга специалистов подрядных организаций дорожной отрасли России информацию о появлении инноваций, мы проводим ознакомительные мероприятия по различным направлениям развития техники и технологий. Так, в прошлом году при нашей поддержке в МАДИ состоялся научно-практический семинар «Современные методы расчета и оценки сроков службы дорожных одежд. Применение геосинтетических материалов». Одним из организаторов, вместе с СОЮЗДОРОСТРОЕМ и Ассоциацией дорожников Москвы, стало Российское отделение международного геосинтетического общества (РОМГО).

От имени Международного геосинтетического общества (International Geosynthetic Society, IGS) — некоммерческой организации, основанной в Париже в ноябре 1983 года группой инженеров-геотехников и специалистов по текстилю, — участников приветствовал доктор техниче-

ских наук Зигмунд Раковски из Чехии. Он представил доклад с обзором новых европейских нормативов по геосинтетикам.

На семинаре также выступил заместитель директора департамента проектирования, технической политики и инновационных технологий Госкомпании «Автодор» Сергей Ильин, который рассказал об опыте применения геосинтетических материалов на своих объектах и о разрабатываемых в России нормативах.

Интересными для специалистов отрасли были доклады доктора технических наук, профессора Университета Претории (ЮАР) Винанда Стеуна — об ускоренных методах испытаний конструкций дорожных одежд — и инженера ООО «Тенсар Инновэйтив Солюшнз» Игоря Петрова — об использовании метода конечных элементов для моделирования работы нижних слоев основания, усиленных жесткими георешетками.

И этот семинар, и все другие форумы дорожно-транспортных строителей наглядно демонстрируют, что профессиональное сообщество должно как можно теснее общаться, учиться друг у друга, обмениваться опытом производства, применения и испытания всех современных технологий и материалов. Только во взаимодействии рождаются хорошие идеи, находят контакты для совместной, плодотворной работы по инновационному развитию дорожно-транспортного строительства как в России, так и во всем мире. ■



# techtex<sup>ti</sup>l

**RUSSIA**

**Международная выставка технического текстиля и нетканых материалов.  
Сырье, оборудование, продукция**

**ГЕОТЕКСТИЛЬ**

**ГЕОСЕТКА**

**УКРЫВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**ГЕОКОМПОЗИТЫ**

**СПЕЦОДЕЖДА**

**СИЗ**

**21-23.04.2020**

ЦВК «Экспоцентр», Москва  
[www.techtex<sup>ti</sup>l.ru](http://www.techtex<sup>ti</sup>l.ru)



## ВИКТОР УШАКОВ: «К ВЫБОРУ НАДО ПОДХОДИТЬ РАЗУМНО»

Беседовала Наталья АЛХИМОВА

**СЕГОДНЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПЛОТНО ВОШЛИ В ДОРОЖНУЮ ОТРАСЛЬ. НО ЕЩЕ ЛЕТ 15 НАЗАД, НЕСМОТРИ НА ТО, ЧТО ВО ВСЕМ МИРЕ РАЗЛИЧНЫЕ ИХ ВИДЫ УЖЕ ШИРОКО ПРИМЕНЯЛИСЬ, ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ДИАПАЗОН МНЕНИЙ КОЛЕБАЛСЯ ОТ ПОЛНОГО НЕПРИЯТИЯ ДО АБСОЛЮТНОГО ВОСТОРГА. О ФОРМИРОВАНИИ ЦЕЛОСТНОГО ПОДХОДА К ГЕОСИНТЕТИКАМ В РОССИИ РАССКАЗЫВАЕТ ПРОРЕКТОР МАДИ ПО НАУЧНОЙ РАБОТЕ, ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК ВИКТОР УШАКОВ.**

**— Виктор Васильевич, известно, что в то время, когда геосинтетические материалы впервые пришли в дорожную отрасль России, на рынок хлынул широкий поток контрафакта. Причем его тогда почти не умели распознавать. Там, где применяли контрафакт, эффекта не было, а где укладывали качественные геосинтетические материалы — был. Закономерность выявили не сразу. Какую роль в исследованиях геосинтетики сыграл Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)? С чего началась у вас эта работа?**

— В изучении и нормировании дорожно-строительных материалов МАДИ всегда принимал и принимает активное участие. Мы провели целый комплекс исследований применения, в том числе и современных геосинтетиков. Как и положено по правилам академического подхода, мы пошли по пути строительства опытных экспериментальных участков в разных регионах России, чтобы дать объективную оценку эффективности геосинтетических материалов — в каких условиях они работают, в каких — нет. Так, под моим руководством на автодороге Чита — Хабаровск при ее строительстве укладывали геосетки из стекловолокна,

полимеров и даже металлические сетки — исследования велись на предмет армирования асфальтобетонных покрытий. Конструкция дорожной одежды состояла из щебеночного слоя и двух слоев асфальтобетона (напомним, эта дорога имеет третью техническую категорию).

Другим объектом наших исследований стала автодорога Якутск — Магадан, где геосинтетические материалы (преимущественно стеклосетки) испытывались в экстремальных условиях российского Севера.

В европейской части страны мы устраивали экспериментальные участки на автотрассах М-10 «Россия», М-9 «Балтия» и других. Наша задача состояла в том, чтобы определить эффективность работы геосинтетических материалов в дорожном покрытии на федеральных автомагистралях в условиях высокой интенсивности движения. В ходе испытаний мы пытались, в частности, ответить на вопрос, в какой мере наличие геосинтетики в дорожных конструкциях влияет на трещиностойкость асфальтобетонных покрытий, по сравнению с неармированными участками в тех же климатических условиях и при равных условиях эксплуатации.



### — Какие удалось сделать выводы для дальнейшего практического использования?

— Если говорить об армировании асфальтобетона геосинтетическими материалами, то они выполняют две функции — с одной стороны, повышают трещиностойкость и усталостную прочность покрытий, с другой — существенно замедляют процесс колееобразования, распределяя напряжение от воздействия автомобилей. При этом геосинтетики будут давать положительный эффект, когда в дорожной конструкции используются исключительно качественные материалы и тщательно соблюдается технология их укладки.

Мы проверяли геосетки разных производителей и в лабораторных, и в реальных условиях эксплуатации, и пришли к выводу, что часть из них под действием уплотняющих машин уже на этапе строительства асфальтобетонного покрытия полностью разрушается. Кроме того, мы поняли, что тот или иной материал будет работать максимально эффективно, если его применять в соответствии с его свойствами.

Например, оптимальное использование стеклосеток — в условиях резко континентального климата, где большие перепады суточных температур. Стекло не реагирует на температурные изменения, не меняет своих физико-механических свойств. Это их область применения для повышения трещиностойкости дорожных покрытий. А полимер-



**КАК И ПОЛОЖЕНО ПО ПРАВИЛАМ АКАДЕМИЧЕСКОГО ПОДХОДА, В МАДИ ПОШЛИ ПО ПУТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОПЫТНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ, ЧТОБЫ ДАТЬ ОБЪЕКТИВНУЮ ОЦЕНКУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ.**

ные сетки используют там, где речь идет о распределении напряжений, снижении колееобразования. Металлические сетки, несмотря на то, что, по сравнению с двумя предыдущими видами, они мало технологичны, потому что их довольно сложно укладывать, оказались просто незаменимыми на участках, подверженных пучению, как, например, на автодороге Чита — Хабаровск или там, где имеют место большие просадки — в частности, в Ленинградской области. Благодаря их использованию нам удалось повысить работоспособность дорожных одежд, трещиностойкость покрытий. Кроме армирования асфальтобетонных покрытий, геосинтетики используются для повышения несущей способности оснований на слабых грунтах.

Иными словами, мы считаем, что к выбору геосинтетических материалов нужно подходить разумно и исполь-



**ПО ЗАДАНИЮ РОСАВТОДОРА СПЕЦИАЛИСТАМИ КАФЕДРЫ «СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ» МАДИ В 2019 ГОДУ ЗАВЕРШЕНА РАЗРАБОТКА АЛЬБОМОВ ТИПОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ КАК ЖЕСТКИХ, ТАК И НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ЗАЛОЖЕНО В НОВЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ.**

зовать их в тех слоях, для которых они предназначены, и в тех климатических условиях, где они дадут наибольший эффект.

### **— Исследования невозможны без мониторинга. Как он осуществляется на построенных объектах?**

— Сегодня на территории нашей страны применяются интересные новые материалы и конструкции дорожных одежд, но беда в том, что контроль их работы, мониторинг в регионах, за исключением, может быть, Москвы, практически не ведется. Построили — и забыли. У нас нет базы данных, в которой содержатся сведения о том, как во времени изменяется продольная ровность, интенсивность колееобразования, трещинообразования, прочность дорожной одежды, долговечность конструкции и т. д., на основе чего можно делать вывод, эффективен данный материал или нет. Это сильно затрудняет проектирование с применением геосинтетиков. Хотя опытных участков построено довольно много и кое-где мы такую работу все же осуществляем. Например, на трассе Чита — Хабаровск,

где армировали только одну полосу (дорога двухполосная), мы наблюдали, как развивались трещины на дорожном покрытии. Первые три года они обычно доходили до участка с армированием и там останавливались. То есть значительно больше их было там, где асфальтобетонное покрытие не армировалось. Но после четырех-пяти лет эксплуатации эти явления выравнивались.

Считаю, что на мониторинг построенных и реконструированных участков автомобильных дорог необходимо обращать самое пристальное внимание. Опыт надо собирать и накапливать.

### **— Как на сегодняшний день происходит нормирование применения геосинтетических материалов в дорожных конструкциях?**

— По заданию Росавтодора специалистами кафедры «Строительство и эксплуатация дорог» МАДИ в 2019 году была завершена разработка альбомов типовых конструкций как жестких, так и нежестких дорожных одежд. Применение геосинтетических материалов заложено в новые нормативные документы.

В основе альбомов — уникальные данные, полученные на основе экспертного анализа состояния автомобильных дорог и дающие понимание, какие конструкции были запроектированы за последние 10–15 лет, каков их срок службы, когда осуществлялся капитальный ремонт, когда он должен быть. Этот анализ позволил нам запроектировать на современном уровне с учетом зарубежного опыта типовые конструкции дорожных одежд, способные воспринимать тяжелые транспортные нагрузки.

### **— Какие принципы проектирования используются при разработке этих конструкций?**

— В первую очередь, по согласованию с Росавтодором, расчетный модуль упругости грунта рабочего слоя земляного полотна был принят не ниже 40 МПа. Это требование позволяет нам проектировать более долговечные конструкции, а также стабилизировать параметры теплового режима грунта земляного полотна в годовом цикле. Исключены из списка применяемых грунтов рабочего слоя земляного полотна пылеватые грунты, чтобы обеспечить срок службы дорожных одежд 24 года, согласно постановлению Правительства. Ведь эти грунты требуют значительных толщин морозозащитных слоев, кроме того, их использование чревато пучением, деформациями и т. д.

Если мы укладываем дополнительный слой основания на глинистые грунты, то необходимо применять прослойку из геосинтетического материала, чтобы предотвратить заиливание песчаного слоя. В противном случае из-за неадекватного водоотведения мы не обеспечим нормативные сроки службы дорожных одежд. Предус-



мотрено также размещение прослойки из геосинтетиков между нижним слоем основания, выполненным из неукрепленных материалов, и дополнительным слоем основания. Иначе через три-пять лет песок как дренирующий материал при заиливании уже не работает, а это ведет к проблемам при эксплуатации автомобильной дороги.

В альбом типовых конструкций нежестких дорожных одежд заложено, что если нам предстоит проектировать многослойную конструкцию для автомагистралей и скоростных дорог, то ее следует армировать геосетками, размещенными между верхним слоем основания и нижним слоем покрытия. Это позволит в значительной степени повысить трещиностойкость, избежать отраженных и усталостных трещин.

27 января 2020 года распоряжением Федерального дорожного агентства был утвержден ОДМ 218.2.104-2019 «Альбом типовых конструкций нежестких дорожных одежд в различных дорожно-климатических зонах».

Кроме того, в последнее время вышел целый ряд нормативных документов по требованиям к геосинтетическим материалам, а также по методам их испытаний, чего ранее не было.

### — Появились ли конкретные методики расчета дорожных конструкций с учетом геосинтетиков?

— Пока нет. Мы проводили в этом направлении значительные исследования, ставили задачу понять, какие параметры нужно контролировать, построив экспериментальные участки. Как влияет армирование на продольную и поперечную ровность, динамику образования трещин на покрытиях и прочность дорожной одежды в различные сезоны? По нашим данным, это зависит от многих факторов. Сейчас уже можно сказать, что прочность дорожной одежды при армировании геосинтетиками, если они правильно скреплены между собой и составляют единый монолит с асфальтобетонными слоями, повышается на 10–15%. Если же мы уложили неверно и геосетка в такой конструкции выполняет роль разделительной прослойки, то процесс разрушения только ускорится. У нас был такой случай на экспериментальном участке на автомагистрали М-10 «Россия».

Возвращаясь к методике расчета конструкций с применением геосинтетических материалов, скажу: сейчас мы условно задаем, что при армировании покрытия модуль упругости дорожной одежды повышается примерно на 10–15%.

### — Как проектировщику выбрать между методами стабилизации грунта — в каких случаях применять геосинтетику или другие материалы?

— В части разделительной прослойки все зависит от типов грунтов. Если у нас песок, щебень не укреплен или если в основании дорожного полотна присутствуют глини-



**ВЫБОР КОНКРЕТНОГО МАТЕРИАЛА — ДЕЛО ПОДРЯДЧИКА, В ПРОЕКТ ЗАКЛАДЫВАЕТСЯ ТОЛЬКО КОНСТРУКЦИЯ. КОНТРАКТЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА, ОДНАКО, ПОЗВОЛЯЮТ ЗАИНТЕРЕСОВАТЬ ПОДРЯДЧИКОВ ДЕЛАТЬ ЭТО ПРАВИЛЬНО, КОНСУЛЬТИРОВАТЬСЯ В НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ И Т. П.**

стые грунты, значит, желательно применять прослойки из геосинтетических материалов. Что касается оснований, то здесь все зависит от их несущей способности. Когда мы видим, что модуль упругости довольно низкий, один из способов его поднять — армирование. Укладывание геосинтетиков в основание позволяет нам увеличить распределяющую способность грунтов и несущую способность дорожной одежды. Понятно, что выбор конкретного материала — дело подрядчика, в проект закладывается только конструкция. В скобках отмечу, что контракты жизненного цикла позволяют заинтересовать подрядчиков делать это правильно, консультироваться в научных организациях и т. п., чтобы в дальнейшем снизить расходы на эксплуатационные расходы и ремонт.

### — Есть ли альтернатива геосинтетике в части стабилизации грунтов?

— Известен целый комплекс мероприятий в области стабилизации — укрепление грунтов вяжущим, замена слабых грунтов, использование песчаных свай и прочее. Это выбор проектировщика в зависимости от поставленной задачи и экономических соображений.

Поскольку 60% территории нашей страны расположено на вечной мерзлоте, есть смысл выделить строительство на таких грунтах в отдельную тему. Здесь есть три основных принципа проектирования: сохранение вечномерзлых грунтов в течение всего периода эксплуатации; проектирование дорожных конструкций с учетом допустимых просадок, которые возможны при оттаивании, если не удастся сохранить вечную мерзлоту; замена островных мерзлых грунтов.

Если все же мы допустили протаивание насыпи, самый эффективный метод — ее замораживание, он широко применяется в северных регионах мира. Например, при строительстве дорог на Аляске, где тоже вечномерзлые грунты, с этой целью используют так называемые сваи Лонга, которые закладываются в основание насыпи земляного полотна. Замораживание используется за рубежом и в промышленном, и в гражданском строительстве. ■

# ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ГЕОМАТЕРИАЛОВ В СОСТАВЕ ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ: ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛЗУЧЕСТИ

А. А. ДАЙЛОВ,  
к. т. н., директор МООУ «РСЦ «Опытное»;  
Ю. А. АЛИВЕР,  
эксперт, член IGS, начальник лаборатории МООУ «РСЦ «Опытное»

**ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В СОСТАВЕ ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ ТРЕБУЕТ ОПТИМИЗАЦИИ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛЗУЧЕСТИ, ПОСКОЛЬКУ НОРМИРОВАННЫЕ МЕТОДИКИ ТРУДОЕМКИ И ЗАТРАТНЫ ПО ВРЕМЕНИ ИСПЫТАНИЯ.**

## ПРИНЦИПЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ

Долговечность геоматериалов в составе дорожной конструкции, согласно ПНСТ 318-2018, определяется их длительной прочностью, которая зависит от воздействия комплекса из восьми основных факторов:

- механические повреждения при транспортировке и укладке, коэффициент учета  $K_{1x}$ : в песок ( $K_{11}$ ); в щебень фракции от 4 до 8 мм ( $K_{12}$ ); в щебень фракции от 31,5 до 63,0 мм ( $K_{13}$ );
- воздействие длительной статической нагрузки (ползучесть), коэффициент учета  $K_2$ ;
- атмосферные воздействия (УФ), коэффициент учета  $K_3$ ;
- воздействие агрессивной среды грунта, коэффициент учета  $K$ : кислой среды ( $K_{41}$ ); щелочной среды ( $K_{42}$ );
- микробиологическое воздействие грунта, коэффициент учета  $K_5$ ;

- воздействие температуры: многократное замораживание и оттаивание (морозостойкость), коэффициент учета  $K_6$ ;
- воздействие повышенных температур (теплостойкость), коэффициент учета  $K_7$ ;
- влияние прочности швов геосотовых материалов, коэффициент учета  $K_8$ .

Коэффициент учета определяется как отношение фактической прочности материала до  $T_0$  и после воздействия  $T_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 8$ ), кН/м:

$$K_i = T_0 / T_i \geq 1, \quad (1)$$

Общий коэффициент  $K_{\text{общ}}$  учитывающий влияние всего комплекса определяющих независимых факторов окружающей среды за срок службы геоматериала в дорожной конструкции, определяется в виде произведения отдельных коэффициентов учета:

$$K_{\text{общ}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8 \quad (2)$$



Рис. 1. Стенд для испытания на ползучесть геосинтетических материалов РСЦ-25

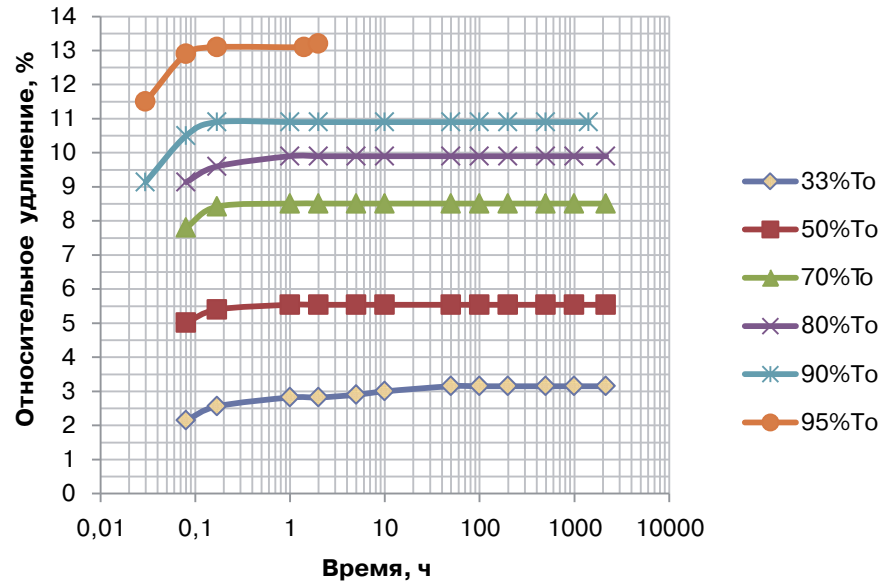


Рис. 2. Графики зависимости относительной деформации полиэфирной георешетки от времени и статической нагрузки

Таким образом, в конце проектного срока службы материала его прочность уменьшается по сравнению с исходной (нормативной). По нашим оценкам, выполненным на основе многолетних испытаний на ползучесть продукции различных фирм, отличающейся составом сырья и структурой, прочность геосинтетиков от воздействия каждого из факторов уменьшается в среднем на 10–30%, не более. Исключением является воздействие длительной статической нагрузки, приводящей к деформации ползучести геоматериала. При этом прочность его может уменьшиться в 1,3–4 раза по сравнению с исходной. Особенно ползучесть характерна для материалов из полиолефинового сырья (полиэтилен, полипропилен и др.). Поэтому важно правильно определять коэффициент учета ползучести  $K_2$  при оценке длительной прочности, особенно для армирующих геоматериалов.

## ПРИНЯТЫЕ МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ

Испытания геосинтетиков на ползучесть при одноосном растяжении выполняют на специальных стендах. Основными элементами их являются зажимы для закрепления образцов и нагружающее устройство, обеспечивающее приложение к образцу требуемой статической нагрузки.

Нагружающее устройство может быть гравитационным, представленным набором грузов, подвешенным к образцу. Однако для высокопрочных геоматериалов (прочностью 500–2000 кН/м) такое оборудование будет

слишком громоздким, с ним неудобно работать. Поэтому применяют и другие типы нагружающих устройств: механические, гидравлические, пневматические. На рис. 1 показан стенд для испытания на ползучесть геосинтетических материалов РСЦ-25, в состав которого входит три типа механических нагружающих устройств.

Действующие в нашей стране методы учета ползучести при оценке длительной прочности геоматериалов (ОДМ 218.2.047-2014, ОДМ 218.5.006-2010, ГОСТ Р 56339-2015) разработаны на базе международных стандартов ISO 13431:1999.

ГОСТ Р 56339-15 предполагает испытания геосинтетических материалов на ползучесть при одноосном растяжении длительной (статической) нагрузкой.

Методика 1 предусматривает длительное растяжение образца постоянной растягивающей нагрузкой, не приводящей к его разрушению и выбираемой, как правило, в диапазоне 5–60% от прочности геоматериала по ГОСТ Р 55030. Испытание длится 1000 ч (42 сут). В результате получают графики зависимости относительного удлинения образца от времени воздействия нагрузки (рис. 2). Используя кривые ползучести при растяжении, по методике ОДМ 218.5.006-2010 строят изохронную кривую «статическая нагрузка — относительное удлинение» для момента времени 1000 ч (рис. 3). На изохронной кривой проводят касательные на участке стабилизации деформаций и на участке прогрессирующих деформаций. Точка пересечения касательных определяет длительную прочность гео-

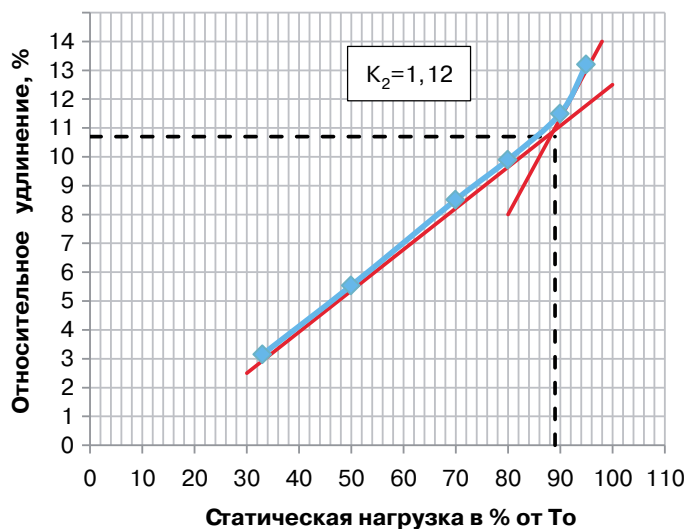


Рис. 3. Изохронная кривая «статическая нагрузка – относительное удлинение» для времени 1000 ч

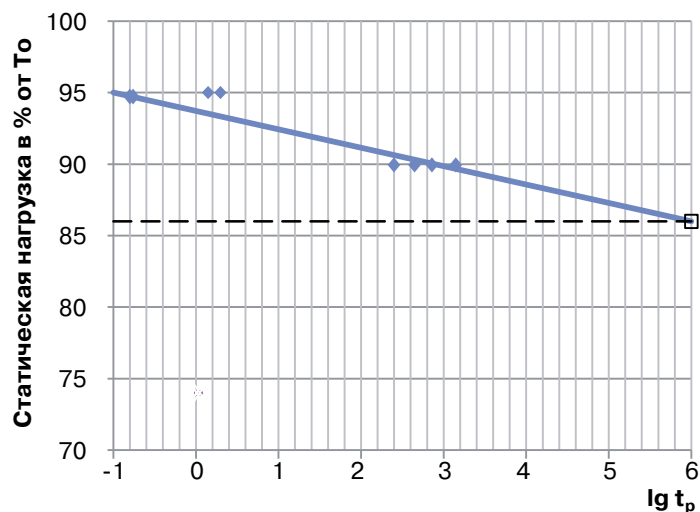


Рис. 4. Зависимость статической нагрузки (длительной прочности) от времени до разрыва для полиэфирной георешетки; уравнение линии регрессии  $T = 94,0 - 1,33 \lg t_p$

материала на проектный срок службы дорожной конструкции по ползучести. Для приведенного на рис. 3 примера  $T_2 = 89\%$  от  $T_0$ , а коэффициент учета ползучести  $K_2 = 100 : 89 = 1,12$ , что соответствует требованиям СП 34.13330.2012 (табл. Д.2 приложения Д:  $K_2 \leq 2$ ) и ОДМ 218.2.046-14 (табл. 6.11:  $K_2 = 4,5$ ). Этот метод хорошо отработан, применяется на протяжении многих лет. Однако он предполагает экспозицию образцов геоматериала на сравнительно небольшой срок – около двух месяцев, что может снизить достоверность результатов при прогнозировании долговечности на большой период времени (50–100 лет).

Методика 2 предусматривает длительное растяжение образца постоянной растягивающей нагрузкой, приводящей к его разрушению и выбираемой, как правило, в диапазоне 60–100% от прочности геоматериала  $T_0$  по ГОСТ Р 55030. В результате определяется линейная зависимость длительной прочности  $T$  от логарифма времени воздействия нагрузки до разрыва (рис. 4). Для получения этого показателя рекомендуется в соответствии с ПНСТ 318-2018 подобрать уровни статической нагрузки, обеспечивающие разрушение образцов в диапазоне времени: до 100 ч – четыре результата, от 100 (4,2 сут) до 1000 ч (42 сут) – четыре результата, от 1000 (42 сут) до 10000 ч (417 сут) – четыре результата. В том числе один результат должен иметь время до разрушения образца в диапазоне от 4000 (167 сут) до 10000 ч (417 сут).

Таким образом, в ПНСТ 318 рекомендовано выполнять экспозицию образцов сроком на 1,14 лет. Расчетный

срок службы геоматериала рекомендовано принять равным 1 млн ч (примерно 114 лет). Значение длительной прочности при этом определяют методом экстраполяции полученной линейной зависимости на две декады. Для приведенного на рис. 4 примера:  $T_2 = 86\%$  от  $T_0$ , а коэффициент учета ползучести  $K_2 = 100 : 86 = 1,16$ , что близко к значениям, полученным по методике 1.

Этот метод позволяет получить линейную зависимость длительной прочности геоматериала на период времени до 1 года с возможностью экстраполяции на 114 лет. Недостатки методики 2: большой срок испытаний (6–12 месяцев), большие ошибки экстраполяции на срок до 114 лет (до 100%, по данным ISO 13431:1999). Также сложно и затратно по времени определение уровней статической нагрузки для четырех тестов в диапазоне времени от 1000 (42 сут) до 10000 ч (417 сут).

Таким образом, по методикам 1, 2 ГОСТ Р 56339 испытание на ползучесть длится от двух месяцев до одного года, что не всегда приемлемо.

## СПОСОБЫ УСКОРЕНИЯ

Время испытаний можно существенно сократить, используя ускоренные методы учета ползучести геоматериалов.

Сущность метода температурно-временной аналогии (ОДМ 218.2.047-2014, ОДМ 218.5.006-2010) заключается в измерении ползучести геосинтетического материала при одном уровне заданной растягивающей

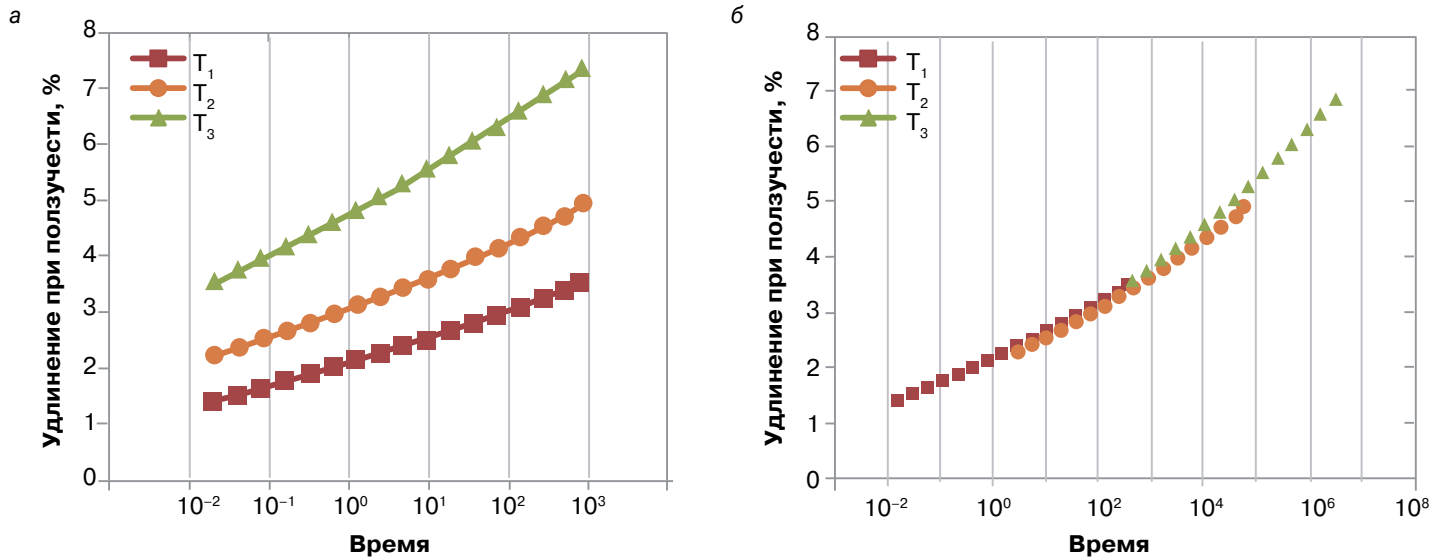


Рис. 5. Метод температурно-временной аналогии

нагрузки, но при различных температурах для получения единой обобщенной кривой. При этом проводятся серии отдельных испытаний при одном уровне растягивающей нагрузки и при различных температурах с интервалом 10–20 °С.

Кривые ползучести для разных температур строятся на одном графике в полулогарифмической шкале (рис. 5а). Кривая ползучести, полученная при самой низкой температуре эксперимента, берется в качестве исходной. Кривые ползучести, полученные при более высоких температурах, сдвигаются вдоль оси времени, пока не совпадут, частично перекрывая друг друга. Полученный обобщенный показатель является прогнозируемой долгосрочной кривой ползучести при нормальной температуре (рис. 5б). В результате временной интервал ползучести увеличивается от  $10^3$  до  $10^6$  ч.

Недостатком метода является необходимость иметь три-четыре помещения, оснащенные испытательным оборудованием, и поддерживать в каждом из них постоянную температуру в диапазоне 20–90 °С.

Сущность метода ступенчатых изотерм (ОДМ 218.2.047-2014, ОДМ 218.5.006-2010) заключается в том, что при испытании одиночного образца геосинтетического материала его температуру увеличивают ступенями для ускорения ползучести. После чего секции кривой ползучести, измеренной при каждом уровне температуры, объединяют для получения единой обобщенной кривой, по которой можно прогнозировать долговременную прочность геоматериала. Использование метода ступенчатых изотерм уменьшает

время, требуемое для проявления ползучести и получения соответствующих данных.

При проведении испытаний образец закрепляется в зажимах внутри камеры искусственного климата. Устанавливается необходимая статическая нагрузка, рассчитанная в процентах от прочности при растяжении.

Образец выдерживается при начальной температуре в течение установленного периода времени  $t = 180$  мин. Затем температура увеличивается на одну ступень и образец выдерживается при второй температуре  $t = 180$  мин. Рекомендуемый шаг температуры составляет 10–20 °С.

Далее описанные ступени измерений повторяются определенное количество раз, которое зависит от величины необходимого периода прогнозирования ползучести материала на расчетный срок службы. Рекомендуемая максимальная температура испытаний: 60 °С для полиэтилена; 70 °С для полипропилена; 90 °С для полиэфира.

По результатам строят кривые ползучести для разных температур на одном графике в полулогарифмической системе координат (рис. 5б)

$$\varepsilon(t) = \Delta l / l_0 \cdot 100, \%,$$

где:  $\Delta l$  — приращение длины растягиваемого образца, мм;  $l_0$  — начальная длина образца, мм.

Затем строят графики модуля ползучести для разных температур (рис. 6б)

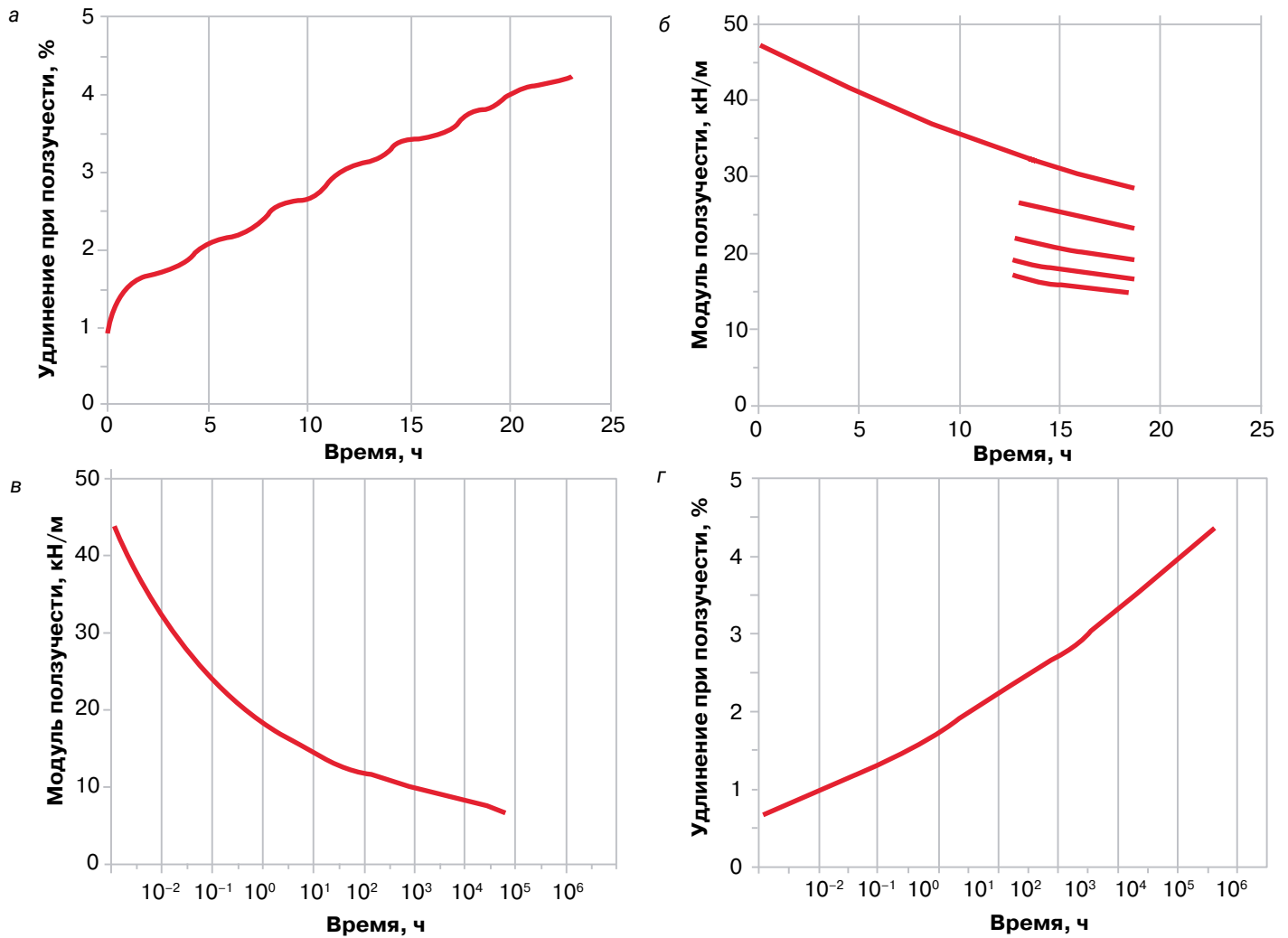


Рис. 6. Метод ступенчатых изотерм

$$E_f(t) = T / \varepsilon(t), \text{ кН/м,}$$

где  $T$  — длительная статическая нагрузка, кН/м.

Кривые модуля ползучести, полученные при разных температурах, смещаются вдоль оси времени, пока они не совпадут, частично перекрывая друг друга (рис. 6в).

Обобщенная кривая модуля ползучести обратно перестраивается в кривую ползучести (рис. 6г). Она затем используется для прогнозирования длительной прочности и деформации ползучести геоматериала.

Метод ступенчатых изотерм также позволяет увеличить временной интервал ползучести от 103 до 106 ч.

Следует отметить, что точность методов температурно-временной аналогии и ступенчатых изотерм, однако, пока не определена и не известны исследования по ее оценке.

## ВЫВОДЫ

1. Существующие методы оценки ползучести геоматериалов позволяют получить численные значения долговременной прочности и коэффициентов долговечности  $K_2$ . Однако нормированные методики (ГОСТ Р 56339-2015, ПНСТ 318-2018) трудоемки и затратны по времени испытания (от 2 до 12 месяцев).

2. Анализ многолетних исследований ползучести, выполненных РСЦ «Опытное» и другими организациями, позволяет оптимизировать существующие методы и на их основе разработать инженерную методику оценки коэффициента долговечности  $K_2$  со сроком экспозиции образцов до 3 месяцев. При этом долговременная прочность геоматериалов определяется на проектный срок службы дорожной конструкции (30–50 лет). ■



Международная конференция

# Производство и применение разновидностей дорожного асфальтобетона в России

**25–26 марта 2020**

Intercontinental Hotel Moscow Tverskaya

Мероприятие ежегодно объединяет более 140 участников в лице представителей дорожно-строительных организаций, проекторочных институтов, асфальтобетонных заводов, федеральных органов власти, научной общественности, региональных дорожных управлений, компаний-производителей добавок и оборудования для производства асфальтобетона.

В конференции принимают участие специалисты из России, США, Германии, Франции, Китая, Кореи, Нидерландов, Австрии, Украины, Казахстана, Белоруссии.

Среди ключевых тем конференции:

- Проектирование, производство и применение асфальтобетонных смесей в условиях действия новых ГОСТов на строительные материалы
- Исследование и оценка эксплуатационных характеристик асфальтобетонов. Прогнозирование процесса разрушения асфальтобетонного покрытия
- Перспективы проектирования и применения асфальтобетонных смесей в слоях покрытий автомобильных дорог и мостов
- Асфальтобетоны: методы холодной и горячей регенерации. Унификация пакета документов для проектирования асфальтобетонного покрытия. Метод холодного ресайклинга
- Ресурсосберегающие технологии: практика применения старого асфальтобетона в строительстве и ремонте асфальтобетонных покрытий методом горячего ресайклинга

Зарегистрироваться и получить программу конференции:

**+7 (495) 775-07-40**

**info@maxconf.ru**

# КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Б. Н. ГУСЕВ, д. т. н.;  
Н. А. ГРУЗИНЦЕВА, д. т. н.  
(Ивановский государственный  
политехнический университет)

**В СТАТЬЕ РАССМАТРИВАЕТСЯ НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОГО МЕТОДА ПОЗВОЛЯЕТ ОБЕСПЕЧИТЬ СООТВЕТСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОИЗВОДИМОЙ ПРОДУКЦИИ.**

## СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПРОБЛЕМЫ

В условиях рыночной экономики основной составляющей конкурентоспособности продукции является качество. Требования к нему определяются через системы менеджмента качества предприятий, создаваемые на основе реализации международных стандартов ИСО из серий 9000 и 10000. При этом на финальной стадии производства продукции необходима количественная оценка фактического уровня ее качества.

Существующая сегодня методология по геосинтетическим материалам (ГСМ) основана на выделении номенклатуры показателей качества ( $x_i$ ), их измерении ( $x_{i\text{изм}}$ ) и

сравнении с нормативными значениями  $\|x\|$ . В формализованном виде данная процедура выглядит следующим образом:

$$\pm \Delta x_i = (x_i)_{\text{изм}} - \|x_i\| \quad (1)$$

На основании соответствия фактических и нормативных значений (в пределах установленного допуска) делается вывод о достигнутом уровне качества.

Следует отметить, что существующий подход имеет и достоинства, и недостатки. Среди плюсов можно отметить работоспособность данной методики, а также то, что анализ полученных результатов открывает новые перспекти-



вы в области совершенствования качества промышленной продукции.

Однако укажем и ряд недостатков, а именно:

- существующая номенклатура показателей качества (ПК) по отдельным видам ГСМ (ОДМ 218.5.005-2010. Классификация, термины, определения геосинтетических материалов применительно к дорожному хозяйству) сформирована на основании номенклатуры единичных показателей качества (ЕПК) родственных материалов;

- в формировании номенклатуры ЕПК не используются рекомендации РД-50-64-84 по существующим группам показателей (назначения, надежности, эксплуатационные, безопасности и экологичности);

- не осуществлена возможность дальнейшего ранжирования ЕПК по их важности и приоритетности;

- отсутствуют четкие рекомендации по общей оценке качества ГСМ (например, в случае, если по одному ЕПК идет снижение относительно нормативного значения);

- не предусмотрена комплексная оценка качества ГСМ.

Параллельно был проанализирован опыт в оценке текстильных материалов и изделий бытового назначения в соответствии с существующими стандартами ГОСТ 161-86, ГОСТ 29298-2005. Особенности такого подхода является выделение градации качества (сорт) и установление его уровней. Данная система для текстильной продукции основывается на сложившемся десятилетиями практическом опыте и по этой причине до сих пор используется производственными предприятиями. В существующей методологии осуществляется одновременная оценка качества по физико-механическим показателям и дефектам внешнего вида изделия.

В последние годы большой поток научных публикаций по теме связан с использованием методов квалиметрии. Однако многие авторы не учитывают специфические особенности производственной продукции и действующие для них нормативные документы. Попытка соединения традиционного и квалиметрического способов оценки качества тканых и нетканых полотен только частично решает эту проблему.

## НОВЫЙ ПОДХОД

В данной статье предложен другой подход в оценивании геосинтетики, основанный на установлении приоритетности определенных групп показателей качества.

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

Первоначально сформируем алгоритм комплексного оценивания качества ГСМ, блок-схема которого представлена на рис. 1.

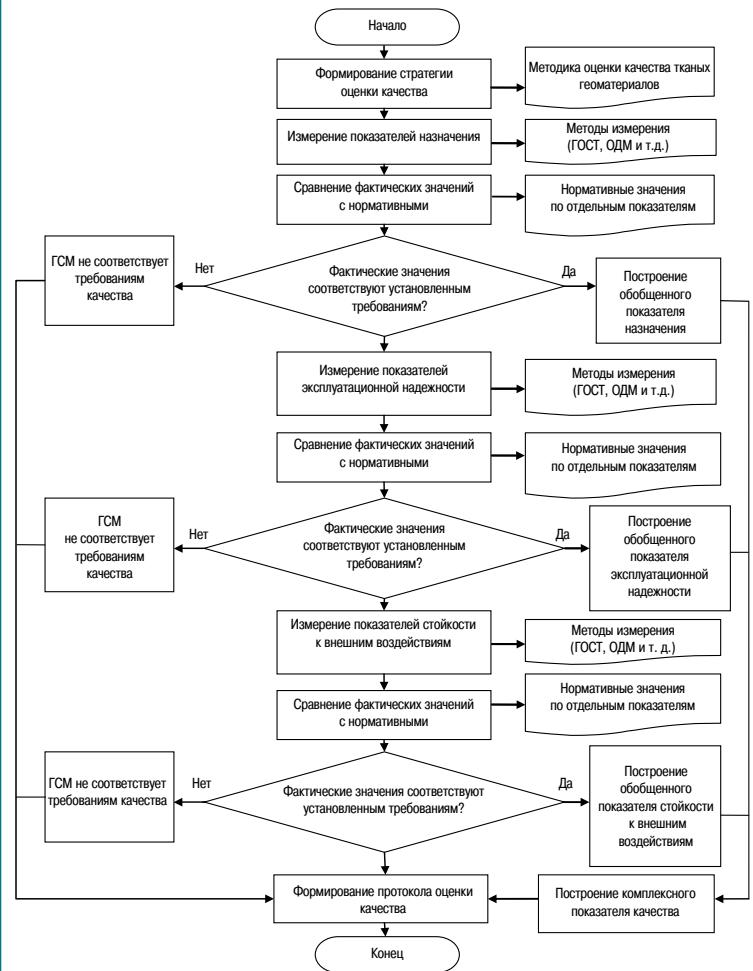


Рис. 1. Блок-схема алгоритма комплексной оценки качества ГСМ

Особенности реализации представленного на рис. 1 алгоритма состоят в следующем:

- в соответствии с установленным принципом приоритетности по группам показателей первоначально рассматриваем группу «Показатели назначения», а затем группы «Эксплуатационная надежность» и «Стойкость к внешним воздействиям»;

- при выделении ЕПК использовали двухступенчатый подход, а именно: первоначально выделяли и уточняли наименование свойств (качественных характеристик), а затем выбирали наиболее информативные их количественные показатели;

Таблица 1.  
Распределение определяющих свойств  
ГСМ по соответствующим группам

Группа свойств	Отдельные (простые) свойства
Назначение	Вид переплетения основных и уточных нитей Толщина Ширина Плотность Связанность нитей (для геосеток)
Эксплуатационная надежность	Прочность при растяжении Прочность при ударе Прочность при продавливании Деформируемость (удлинение) при растяжении Просачиваемость грунта (фильтруемость)
Стойкость к внешним воздействиям	Водопроницаемость Морозостойкость Гибкость (под действием температуры) Грибоустойчивость Устойчивость к агрессивным средам Устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения Устойчивость к циклическим нагрузкам

■ при сравнении ЕПК с его нормативными значениями предусмотрены следующие действия: если «ГСМ не соответствует установленным требованиям», то данный материал переводится в некондиционную продукцию; если «продукция соответствует установленным требованиям», то, согласно представленному алгоритму, контроль качества переходит на следующий уровень; кроме этого, параллельно осуществляется построение обобщенного показателя качества (ОПК) соответствующей группы свойств.

Для геосинтетических материалов из полиэфирных нитей базу данных по простым свойствам целесообразно создавать по различным группам, а именно: назначения, эксплуатационной надежности и стойкости к внешним воздействиям (см. табл. 1) При выделении групп за основу взят нормативный документ «РД-50-64-84. Методические указания по разработке государственных стандартов, устанавливающих номенклатуру показателей качества групп однородной продукции».

Следующий этап состоял в формировании состава количественных характеристик выделенных свойств из соответствующей базы данных и присвоения им статуса «Показатель качества ГСМ» (см. табл. 2) по определенным критериям (достижения наибольшей информативности при применении данного показателя, имеющегося соответствующего национального (отраслевого) стандарта на методику измерения и т. д.).

Таблица 2.  
Количественные характеристики  
определяющих свойств ГСМ

Свойство	Количественные характеристики свойств и их единица измерения
Группа свойств назначения	
Вид переплетения основных и уточных нитей	Плотняное
Толщина	Номинальная толщина, мм
Ширина	Ширина полотна в рулоне, см
Плотность	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> Объемная плотность, г/м <sup>3</sup>
Группа свойств эксплуатационной надежности	
Прочность (при растяжении, ударе, продавливании)	Абсолютная разрывная нагрузка (по основе, по утку), кН/м; удельная разрывная нагрузка (по основе, по утку), кН/м <sup>2</sup> ; разрывное напряжение (по основе, по утку), кН/м <sup>2</sup> ; абсолютная работа разрыва (по основе, по утку), Дж; показатель прочности при продавливании, кН; показатель ударной прочности, мм
Деформируемость (удлинение)	Абсолютное удлинение (по основе, по утку), мм; относительное удлинение при максимальной нагрузке (по основе, по утку), %
Просачиваемость грунта (фильтруемость)	Коэффициент фильтрации в направлении вертикальном (перпендикулярном) к плоскости полотна, м/сут; размер пор, мкм; максимальный размер частиц грунта, проходящих через поры, мм
Группа свойств стойкости к внешним воздействиям	
Водопроницаемость	Показатель водопроницаемости, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> с)
Морозостойкость	Показатель морозостойкости, %
Гибкость	Показатель гибкости при нормальной температуре, °С; показатель гибкости при низких температурах, °С; показатель гибкости при высоких температурах, °С
Грибоустойчивость	Показатель стойкости к микроорганизмам, %
Устойчивость к воздействию агрессивных сред (щелочных и кислотных дождей)	Показатель стойкости к действию агрессивных сред, %
Устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения	Показатель устойчивости к действию ультрафиолетового излучения, %
Устойчивость к циклическим нагрузкам	Показатель устойчивости к циклическим нагрузкам, %

На следующем этапе осуществлялось ранжирование ЕПК по методике, предложенной М.А. Лысовой («Математические методы в проектировании и оценивании качества текстильных материалов и изделий»). Дополнительной целью процесса оценки на основании алгоритма, представленного на рис. 1, является, помимо определения номенклатуры ЕПК, установление (уточнение) нормативных значений, которые приведены в табл. 3.

Построение ОПК по выделенным группам назначения, эксплуатационной надежности и стойкости к внешним воздействиям производится по формуле:

$$(ОПК)_j = \left[ \sum_{i=1}^n q_i \alpha_j \right] j \quad (2)$$

где  $(q_x)_i$  – дифференциальный показатель качества;  $\alpha_i$  – весомость  $i$ -го показателя качества  $\sum_i \alpha_i = 1$

При расчете дифференциальных (относительных) показателей осуществляют перевод различных разноразмерных ЕПК, входящих в комплексную оценку, в безразмерные ЕПК. Для позитивных показателей качества использовали выражение:

$$(q_x)_i = X_i / \|X_i\| \leq 1 \quad (3)$$

для определения негативных показателей качества применяли формулу:

$$(q_x)_i = \|X_i\| / X_i \leq 1' \quad (4)$$

где  $X_i$   $\|X_i\|$  – фактическое и базовое (нормативное) значения  $i$ -го показателя качества.

Итоговое значение комплексного показателя качества (КПК) рассматриваемого объекта исследования определяется как среднее значение из суммы всех  $(ОПК)_j$ , с учетом их весомости  $(\beta_j)$ :

$$КПК = \sum_{j=1}^m (ОПК)_j \cdot \beta_j \leq 1 \quad (5)$$

На основании данных, приведенных в табл. 3, КПК проектируемого ГСМ, определенный по выражению (5), имеет значение 0,96, что соответствует высокому уровню качества, так как  $(КПК)_{\max} = 1$ .

## ВЫВОД

Разработана методика комплексной оценки качества геосинтетических материалов, необходимая для фактической оценки конкурентоспособности производимой на промышленном предприятии продукции. ■



# КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Тринадцатая международная специализированная выставка

## 21 - 23 апреля, 2020

Россия, Москва,  
ЦВК «Экспоцентр», павильон 1

### Основные разделы выставки:

- Сырье для производства композитных материалов, компоненты: Наполнители и модификаторы
- Стеклопластик (пластик, армированный стекловолокном), углепластик (пластик, армированный углеродным волокном), графитопластик, базальтопластик, базальтовые волокна, древесно-полимерный композит (ДПК), искусственный камень, искусственный мрамор, металлокомпозиты, нанокompозиты, биокompозиты и т.д.
- Полуфабрикаты (препреги)
- Инженерные пластины
- Промышленные (готовые) изделия из композитных материалов
- Оборудование и технологическая оснастка для производства композитных материалов
- Инструмент для обработки композитных материалов
- Измерительное и испытательное оборудование
- Компьютерное моделирование

Специальный раздел выставки:

### КЛЕИ И ГЕРМЕТИКИ



### 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/compoexporussia  @compoexporus

**Организатор:**



**Мир-Экспо**  
Выставочная компания

# УСТОЙЧИВОСТЬ НЕТКАНЫХ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ К АГРЕССИВНЫМ СРЕДАМ

Г. К. МУХАМЕДЖАНОВ,  
к. т. н., заведующий лабораторией ООО «НИИНМ»

*К ГЕОТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ (ГТМ), ШИРОКО ИСПОЛЬЗУЕМЫМ В КОНСТРУКЦИЯХ АВТОДОРОГ И МОСТОВ, ПРЕДЪЯВЛЯЮТСЯ ПОВЫШЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К АГРЕССИВНЫМ СРЕДАМ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТАКОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ЕЕ МНОГООБРАЗИИ ЯВЛЯЕТСЯ АКТУАЛЬНОЙ ЗАДАЧЕЙ ДЛЯ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ.*

В России и Таможенном союзе выпускаются ГТМ разных видов и структуры более чем на 40 предприятиях. При этом используются различные виды синтетического волокнистого сырья — полипропиленовое (ПП), полиэфиговое (ПЭ), полиамидное (ПА), а также другие термостойкие волокна — политетрафторэтилен (PTFE), полиимид (PI), m-Арамид (NO, NX).

На стадиях укладки в грунт и транспортировании синтетические волокна могут разрушаться от воздействия УФ-облучения. В этом отношении особенно нестойки к солнечному свету и быстро теряют свою первоначальную прочность полипропиленовые материалы. Поэтому ГТМ из ПП-волокон обычно обрабатываются в процессе изготовления УФ-светостабилизаторами (УФ-СС) различных видов и производителей, чтобы ограничить этот нежелательный эффект. В любом случае, геотекстильные материалы из синтетических волокон, на наш взгляд, должны закапываться в грунт в течение 14 дней.

Наиболее перспективным способом производства ГТМ является фильерный — непосредственно из расплава полимера ПП и ПЭ, с последующим скреплением формируемого волокнистого слоя иглопробиванием на иглопробивной машине. Нельзя сбрасывать со счета и получение волокнистого слоя непосредственно из шта-

пельных волокон, также с последующим скреплением иглопробивным способом.

Следует отметить, что синтетические волокна, используемые для изготовления ГТМ, обладают достаточно хорошей био- и водостойкостью, что важно при оценке устойчивости к воздействиям плесневых грибов, грызунов и микроорганизмов при длительной эксплуатации в грунте не менее 20 лет. Такие требования сегодня предъявляют дорожники



при использовании геотекстиля в качестве прослоек в дорожной одежде и искусственных сооружениях.

При выполнении исследования сравнительной устойчивости ГТМ в качестве агрессивных сред использовались:

- раствор серной кислоты с концентрациями 75–98% и  $pH=3$ ;
- раствор гидроксида натрия;
- бензин автомобильный марки 92;
- отработанное машинное масло.

Испытывались иглопробивные полотна из первичных ПП, ПЭ и регенерированных ПЭТФ-волокон из бутылочных флексов.

Результаты исследований позволяют производителям, проектировщикам и потребителям правильно выбрать типы и виды ГТМ с учетом их устойчивости к агрессивным средам, почвенно-минералогическим условиям, проектируемого и строящегося объекта.

В частности, в технических требованиях по конструкциям автодорог в районах Крайнего Севера устойчивость к агрессивным средам составляет  $pH=3$  (кислая среда),  $pH=10$  (щелочная среда), и при этом допускается сохранение прочности от воздействия агрессивных сред не менее 80%.

При проведении испытаний использовался стеклянный сосуд при температуре  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (без доступа света), в котором имела агрессивная среда, где выдерживали образцы в течение 24 часов. Растворы реагента перемещались,

визуально контролировался их объем в сосуде, чтобы испытываемые пробы полностью в них погружались.

После окончания испытаний проба ополаскивалась водой, излишки воды удалялись фильтроматериалом.

После просушки в течение 24 часов в нормальных климатических условиях определялась средняя прочность образцов, исходных и выдержанных в агрессивных средах, и рассчитывалась остаточная прочность по сравнению с первоначальной.

Фактическое значение остаточной прочности (уменьшение или увеличение) иглопробивных полотен из ПП, ПЭ, ПЭТФ после воздействия агрессивных сред представлены в таблице.

Результаты изменения прочности (уменьшение или увеличение) получены независимо от длины и ширины испытываемых образцов полотен.

По заявке заказчика может быть проведена сравнительная оценка устойчивости к агрессивным средам и к другим видам воздействия.

Критерием оценки устойчивости к агрессивным средам послужило сохранение прочности по сравнению с первоначальной прочностью испытываемых образцов.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что ГТМ из ПП более устойчивы к агрессивным средам, чем ПЭ, ПЭТФ-волокна.

В заключение следует отметить, что устойчивость ГТМ к агрессивным средам в основном зависит от выбранного исходного волокнистого сырья. ■



**Сравнение остаточной прочности испытываемых образцов**

Наименование агрессивных сред	Значение остаточной прочности испытываемых образцов по сравнению с первоначальной, %		
	ПП	ПЭ	ПЭТФ
Раствор серной кислоты с концентрацией 98%	100	Полное растворение, неустойчив	Полное растворение, неустойчив
Раствор серной кислоты с концентрацией 75%	98	80	80
Раствор кислой среды $pH=3$	96	95	92
Раствор щелочной среды $pH=10$	90	87	116
Раствор концентрированного гидроксида натрия	92	88	87
Бензин автомобильный марки 92	99	95	123
Отработанное машинное масло	90	96	137

# ИННОВАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ВОЗВЕДЕНИЮ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА СЛАБОМ ОСНОВАНИИ

**С. И. ДУБИНА,**  
к. т. н., руководитель направления внедрения инновационных  
разработок в дорожное хозяйство АО «Энерготекс»;  
**С. Г. МИНИГАЛИЕВА,**  
главный инженер проекта АО «Владимирдорпроект»  
(Нижегородский филиал)

**ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И ПОСЛЕДУЮЩИМ ЕГО  
СООРУЖЕНИЕМ НА УЧАСТКАХ С НАЛИЧИЕМ СЛАБЫХ ГРУНТОВ НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ ВОЗМОЖНОСТЬ  
ОБРАЗОВАНИЯ ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ОСНОВАНИЯ НАСЫПИ ИЛИ НЕДОСТАТОЧНОЙ ЕГО  
УСТОЙЧИВОСТИ.**

С указанным положением следует считаться независимо от случаев применения слабых грунтов в качестве как оснований насыпей, высота которых находится в пределах условий типового проектирования (до  $H=12$  м), так и насыпей, принимаемых по требованиям минимально допустимых по условиям водно-теплового режима земляного полотна или высотой по снеготранспортируемости.

## ПРИНЦИПЫ И ПРОБЛЕМЫ

Проектирование насыпи земляного полотна на участках залегания слабых грунтов в общем случае рекомендуется проводить поэтапно в следующей последовательности:

1) на основании результатов инженерно-геологических изысканий (обследований) определяют расчетные участки на обоснованном проложении трассы автомобильной дороги и устанавливают расчетные параметры слабой толщи (параметры, характеризующие сопротивляемость сдвигу, сжимаемость и скорость консолидации грунтов)

и показатели физико-механических характеристик слогаемых ее грунтов;

2) выявляют особенности гидрологического режима толщи: устанавливают минимально допустимую высоту сооружаемой насыпи на данном расчетном участке, учитывая конкретные условия его водно-теплового режима, снеготранспортируемости и недопущение упругих колебаний в зависимости от начальной мощности слабого слоя и типа дорожной одежды автомобильной дороги;

3) с учетом установленной минимально допустимой высоты насыпи наносят красную линию продольного профиля, по которой устанавливают расчетную высоту насыпи и намечают соответствующие ей расчетные поперечники насыпи земляного полотна;

4) определяют соответствующим расчетом величину осадки насыпи;

5) проверяют коэффициент устойчивости основания насыпи;

6) осуществляют прогнозирование длительности завершения осадки насыпи;



Рис. 1. Замена опоры: опирание на плиту заменено на свайный ростверк

7) намечают различные варианты конструктивно-технологических решений, обеспечивающих при необходимости повышение устойчивости, ускорение осадки или снижение ее величины;

8) выполняют технико-экономические расчеты по намеченным вариантам и выбирают оптимальный. При необходимости с учетом полученных данных осуществляют корректировку продольного и поперечного профилей, а возможно и плана трассы;

9) выдаются рекомендации по наиболее рациональной технологии возведения насыпи земляного полотна, механизации и организации дорожно-строительных работ, которые используются в последующем как основа проекта производства работ и проекта организации строительства;

10) на заключительном этапе выполняются наблюдения (мониторинг) в процессе непосредственного сооружения земляного полотна и вносятся при необходимости коррективы в выполненные расчеты по фактическим данным с целью уточнения режима возведения насыпи и объемов земляных работ, сроков последующего устройства конструктивных слоев дорожной одежды и т. п.

Как правило, такие комплексные вопросы проектирования рассматриваются на заседаниях научно-технического совета, которым принимаются последующие решения по сложнейшим проблемам: стабилизации водно-теплого режима земляного полотна в сложных грунтово-гидрологических условиях и сооружение высоких насыпей ( $H=12$  м) на слабых основаниях с обеспечением ее требуемой устойчивости; применения новых материалов и технологий с разработкой соответствующих им техно-

логических регламентов и стандартов предприятий; перспективным и конструктивно-технологическим проектам по надежным геотехническим решениям устойчивости возводимой насыпи земляного полотна, обеспечивающим более длительный срок службы всей дорожной конструкции.

Весьма сложным является прогноз осадки в условиях закрытой системы, когда под действием нагрузки в поровой воде возникает градиент напора, превышающий начальный градиент фильтрации, где интенсивность осадки предопределяется скоростью деформаций объемной ползучести. Особенно важно здесь учесть комплексное взаимное влияние внешних и внутренних факторов на поведение инженерных дорожных сооружений, что требует от механики грунтов высокой точности расчетов.

Неучет этих обстоятельств привел к разрушению в 2004 году путепровода на ПК 211 и непредсказуемым оползням насыпи на ПК 208 при строительстве автомобильной дороги М-7 «Волга» на участке обхода Нижнего Новгорода. В таких случаях при возведении земляного полотна (устройстве насыпи) и отсыпке конусов искусственных сооружений важно не допускать превышения нагрузки начала фильтрационной консолидации (обозначенной д. т. н. Э. К. Кузахметовой как  $P_{\phi}$ ). Именно это обстоятельство и привело к разрушению указанных выше объектов. Поэтому и пришлось заменить опирание плиты на слабом основании на свайный ростверк (рис. 1) [2]. Вновь построенный путепровод через железную дорогу у станции «Металлист» приведен на рис. 2 [2]. Конечно, установление предельных величин нагрузок требует проведения целой серии испытаний на компрессию и на консолидацию по специальной методике. К сожалению, эти



Рис. 2. Путепровод через железную дорогу у станции «Металлист» (Нижегородская обл.)

испытания на сегодняшний день не доступны нашим проектным организациям, что требует безальтернативного инженерного сопровождения ведущими НИИ России.

### ПРИМЕР ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

В Нижегородской области с применением инновационных технологий и материалов в соответствии с приведенной выше последовательностью проектирования насыпей земляного полотна на слабых основаниях за последнее десятилетие разработано и успешно реализовано несколько проектов.

Один из основных — обеспечение требуемой устойчивости высоких насыпей ( $H > 15\text{м}$ ) на слабых основаниях большой площади ( $150 \times 400 \text{ м}$ ) в сложных грунтово-гидрологических условиях III типа местности по характеру увлажнения и при мягко-пластичном (текущем) состоянии подстилающих грунтов на глубину до 35 м (участки II очереди строительства обхода Нижнего Новгорода ПК 169, 199).

Непродуманные и не выверенные решения по возведению земляного полотна на слабых основаниях, особенно если мощность их толщи более 12 м, в сложных природно-климатических условиях без соответствующего теоретического обоснования и экспериментальных исследований могут привести к состоянию, угрожающему эксплуатационной пригодности. При этом в первой части такой толщи создаются условия для возможного механического отжатия поровой воды под нагрузкой от веса насыпи (открытая система), а во второй не создаются (закрытая система). Неучет данного фактора, где в одном случае величина и интенсивность осадки определяются скоростью отжатия (фильтрации воды), а в другом — скоростью деформации объемной ползучести, не может позволить назначить различные по своей сути мероприятия для ускорения осадки в этих двух системах.

Поэтому после установления нормативных и расчетных значений грунтовых показателей (включая прочностные и деформационные характеристики) в ходе полевых исследований и инженерно-геологических изысканий для разработки проекта были уточнены контуры распространения разновидностей обнаруженных слабых грунтов. Спрогнозированы их состояние и свойства в процессе строительства и эксплуатации, сделаны выводы о целесообразности конкретной проработки вариантов конструкции насыпи на слабой толще в основании, используя для этих целей расчеты ее устойчивости и хода осадки во времени. В ходе инженерно-геологических изысканий для разработки рабочей документации уточнены проектные решения по конструкции насыпи и конструктивно-технологические мероприятия, обеспечивающие устойчивость и исключение недопустимых деформаций слабого основания. Прежде всего, следует отметить устройство гибкого свайного ростверка (рис. 3) [2] и продольных глубоких подквотных и поперечных дренажей (рис. 4).



Рис. 3. Устройство гибкого свайного ростверка с использованием буронабивных щебеночных свай и обойм, заполненных щебнем





Рис. 4. Устройство продольных глубоких подкюветных и поперечных дренажей

Детальный анализ процессов, происходящих при взаимодействии сооружения у грунтового основания с использованием элементов прикладной механики грунтов, позволил усовершенствовать расчетный аппарат прогноза деформации, уточнить модель консолидации, физически адекватные реальному процессу.

Ярким примером удачного устранения проблемы является принятое инженерное решение по стабилизации водно-теплового режима земляного полотна слабого основания дорожной насыпи на ПК 169+54 при строительстве автомобильной дороги М-7 «Волга» на участке обхода Нижнего Новгорода, которое основывалось на теоретическом и экспериментальном обосновании (на базе последних научных достижений) современных методов обеспечения устойчивости основания насыпи с помощью буронабивных щебеночных свай и гидрофобизирующей (стабилизирующей) добавки «Статус-3М».

Это решение подготовлено совместно с кафедрой инженерной геологии и геотехники МАДИ, возглавляемой д. т. н., профессором Э. М. Добровым. Ученым, выполнявшим научно-техническое сопровождение проекта, за счет проведения дополнительных исследований и индивидуальных расчетов удалось своевременно откорректировать проектные данные, оценить степень устойчивости грунтового основания при расчетной нагрузке, величину максимальной осадки основания, а затем провести оценку эффективности использования буронабивных щебеночных свай.

В итоге была достигнута требуемая результирующая (начальная) степень устойчивости в наиболее напряженной точке грунтового основания  $K_{\text{зан}}=1.05 > 1.0$ .

Здесь следует отметить также то, что, кроме увеличения несущей способности слабого основания насыпи, устройство буронабивных щебеночных свай позволило существенным образом снизить длину фильтрации поровой воды (открытая система) и ускорить в несколько

раз скорость консолидации. Применение в сваях стабилизатора «Статус-3М» дополнительно способствовало ускорению консолидации и росту интенсивности набора сдвиговой прочности грунтом в межсвайном пространстве и повышению общей несущей способности основания в целом. Поперечный профиль земляного полотна на щебеночных сваях представлен на рис. 5.

## О МЕТОДОЛОГИИ РАСЧЕТОВ

В связи с невозможностью прогнозирования сопротивляемости сдвигу на всех участках слабых грунтов из-за наличия у них различных зависимостей между давлением на грунт и его просадкой (кривые консолидации) и трудностями с определением и контролем порового давления в толще, в соответствии с п. 2.36 «Пособия по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах» для определения сдвиговых характеристик использовался метод «плотности-влажности». Расчет на полное отсутствие сдвигов в слабом основании производился из условия, чтобы наибольшие касательные напряжения под нагрузкой от насыпи (включая дорожную одежду и транспортную нагрузку в виде дополнительной статической нагрузки, влиянием которой можно пренебречь при высоте насыпи более 3 м) не превышали сопротивление грунта сдвигу. При этом принимали, что сопротивление грунта сдвигу ( $s_{pw}$ ) на глубине  $z$  от подошвы насыпи определяется по зависимости:

$$s_{pw} = c_w + p \operatorname{tg} \varphi_w \quad (1)$$

где:  $c_w$  — общая (полная) величина структурного сцепления грунта при влажности грунта  $W$ ;  $p$  — нормальное напряжение при сдвиге, определяемое по зависимости:

$$p = \gamma_w Z, \quad (2)$$

Тип 2 (ПК 168+89 – ПК 168+89, ПК 170+10)  
 Поперечный профиль земляного полотна на щебеночных сваях

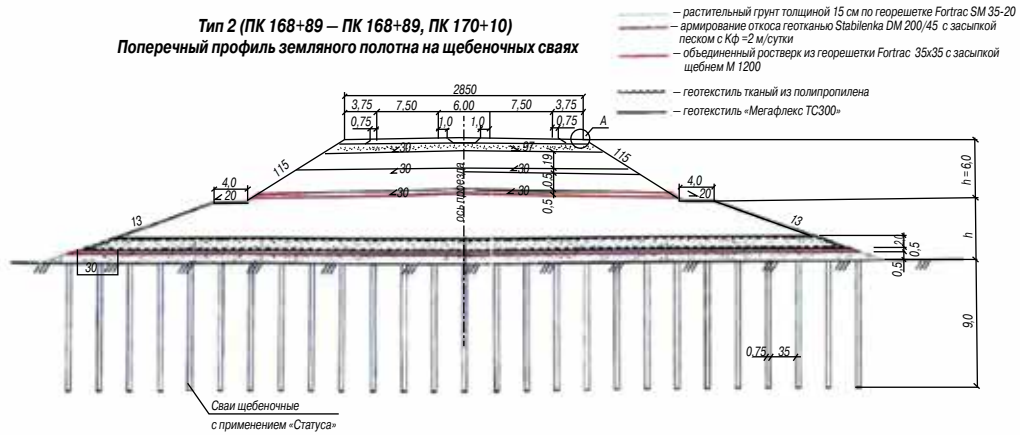
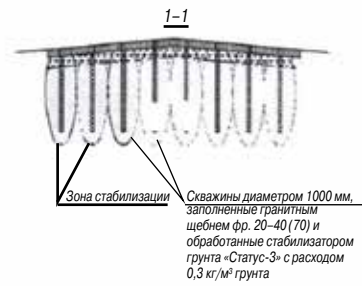
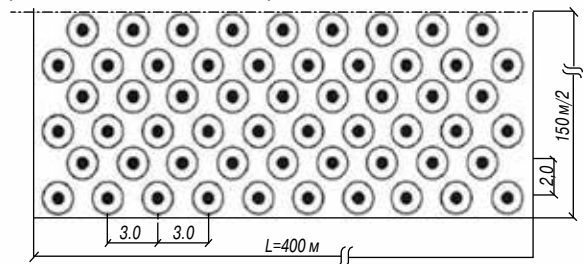


СХЕМА  
 расположения скважин в плане по вертикальной стабилизации слабого основания



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА  
 сооружения насыпи из песка карьера «ОЛЕНЬ» при сменном темпе работ 2324 м³ (в плотном теле)  
 в летнем периоде 2006 года

№ ЗАХВАТКИ	1	2	3	4
ДЛИНА ЗАХВАТКИ	80 м	80 м	80 м	80 м
НАИМЕНОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ	1. Удаление плодородного слоя грунта. 2. Планировка основания насыпи с засылкой пониженных мест бульдозером	3. Уплотнение основания насыпи. 4. Устройство временного водотова автогрейдером	5. Перемещение грунта в насыпь автомобилями-самосвалами. 6. Послойное распределение грунта бульдозером. 7. Увлажнение грунта (при необходимости). 8. Планировка поверхности слоя автогрейдером. 9. Послойное уплотнение грунта катком. 10. Содержание подъездной дороги к карьеру.	11. Профилирование поверхности насыпи автогрейдером 12. Дуплотнение верха насыпи катком 13. Срезка излишков грунта с откосов и их планировка автогрейдером и экскаватором-планировщиком 14. Нарезка плодородного грунта на откосы насыпи бульдозером 15. Планировка откосов после наезжики плодородного грунта экскаватором-планировщиком 16. Рекультивация полосы отвода бульдозером 17. Нарезка постоянных юветов автогрейдером
НАПРАВЛЕНИЕ ПОТОКА	←	←	←	←
РАБОЧИЕ (чел.)	Машинист бульдозера – 2	Машинист катка – 1 Машинист а/гр. – 1	Водители – 13, Машинист катка – 1 Машинист бульдозера – 1, Машинист автогрейдера – 1, Дорожный рабочий – 1	Машинист катка – 1, Машинист экскаватора – 1 Машинист бульдозера – 1, Машинист а/гр. – 1, Дор. рабочие – 2
МАШИНЫ (м/см)	Бульдозер Liebherr PR-752 №1, 2 – 1, 44	Каток Вотаг BV213-D-4 №3 – 0,69 Автогрейдер ДЗ-98 №4 – 0,16	Автосамосвалы МАЗ 551605 – 11, 9 Бульдозер ДЗ-171 №6 – 0,35 Автогрейдер ДЗ-98 №4 – 0,49 Полномочная машина ЭД-405 – 0,3 Каток НАММ-3518 №5 – 0,54	Бульдозер Liebherr PR-752 № 1, 2 – 0,33 Бульдозер ДЗ-171 № 6 – 0,09 Автогрейдер ДЗ-98 №4 – 0,26 Экскаватор-планировщик Absc 1404 № 7 – 0,72 Каток НАММ-3518 № 5 – 0,1 Бульдозер Б-10м № 6 – 1
МАТЕРИАЛЫ			Песок – 2599 м³	Плодородный грунт – 345 м³

Рис. 5. Поперечный профиль земляного полотна на щебеночных сваях и технологическая схема сооружения насыпи

где:  $\gamma_w$  — плотность грунта основания (при нахождении грунтов ниже уровня грунтовых вод плотность грунта основания определяют с учетом взвешивающего действия грунтовой воды):

$$\gamma_{взв} = \gamma_w - \gamma_{воды} \quad (3)$$

$\varphi_w$  — угол внутреннего трения грунта при влажности  $W$  в момент сдвига.

Максимальное касательное напряжение под насыпью  $s_{max}$ , расположенное по оси насыпи, где они имеют наибольшие значения, при пренебрежении влиянием угла внутреннего трения, который у слабых грунтов относительно не велик, определялось по зависимости:

$$S_{max} = \frac{zp}{\pi a} \ln \frac{z^2 + (a+b)^2}{z^2 + b^2}. \quad (4)$$

При возведении насыпи строго контролировался режим ее отсыпки: в сутки один отсыпaeмый слой устраивался толщиной не более 25–30 см. Передача нагрузки осуществлялась по мере увеличения прочности грунта слабой толщи в результате его консолидации под предыдущей ступенью нагрузки отсыпанного слоя. При этом первоначальная оценка устойчивости слабого основания предусматривала проверку условия прочности в наиболее опасной по напряженным состояниям точке слабого грунта по условию достаточной устойчивости по зависимости:

$$K_{без} = P_{без} / P_{расч} > 1, \quad (5)$$

где:  $P_{без}$  — безопасная нагрузка, отвечающая предельной величине внешней нагрузки на основание, вызывающей возникновение предельного состояния по сдвигу в наиболее опасной точке слабого основания (определяется по п. 3.29 [1]);  $P_{расч}$  — расчетная величина внешней нагрузки, определяемая для насыпи трапецеидальной формы по зависимости:

$$P_{расч} = \gamma_{нас} (h_{расч} + S_{кон}), \quad (6)$$

где:  $\gamma_{нас}$  — плотность грунта насыпи;  $h_{расч}$  — расчетная высота насыпи;  $S_{кон}$  — конечная осадка насыпи, определяемая для ориентировочных ее прогнозов по зависимости:

$$S = PH / E_{ср}, \quad (7)$$

где:  $H$  — мощность сжимаемого слоя;  $P$  — нагрузка на поверхности толщи слабого грунта;  $E_{ср}$  — средневзвешенный штамповый модуль деформации сжимаемой толщи.

По полученному коэффициенту безопасности был определен II тип слабого основания, характеризующего обеспеченную устойчивость при медленной отсыпке, преобладающие деформации грунта наиболее опасного слоя при медленной отсыпке — сжатие и возможность использования в качестве основания толщ слабого грунта. Конечная осадка  $S$  не превысила 50 см.

Представляют интерес для проектировщика и упрощенные зависимости по определению устойчивости слабого основания, применительно ко всей толще в случае его однородного строения при малых значениях углов внутреннего трения (менее 5–7°), полагая его равным 0, и равномерно распределенной нагрузки [1]:

$$K_{без} = C_{инач} \pi / P_{расч} \quad (8)$$

Это положение подтверждается встречающимися на практике высокими насыпями и колебаниями крутизны их откосов, для которых величины максимальных касательных напряжений изменяются в пределах от  $s_{max} = 0,27P$  до  $0,33P$  (где  $P$  — давление насыпи на грунт основания). Поэтому правомерно можно считать, что насыпь устойчива против образования сдвигов в основании при соблюдении условия  $P < 3C_w$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После тщательного изучения грунтово-гидрологических условий, установления предельных нагрузок, уточнения модели консолидации физически адекватно реальному процессу (открытая система) и проведения соответствующих расчетов впервые в мировой практике данная проблема была решена с помощью гибкого свайного ростверка без опирания на твердые грунты, состоящего из «висячих» буронабивных свай глубиной 12 м из щебня прочных каменных пород, обработанного гидрофобизирующим поверхностно-активным веществом (ПАВ) «Статус-3М» (рис. 5) [2], и обоймы, объединяющей ростверк из георешетки Fortrac и прочного геотекстиля, наполненной щебнем фракции 20–40 мм М 1200 (рис. 6).

Это позволило увеличить прочностные и деформационные характеристики грунта межсвайного пространства ( $\Phi_{гр}$  и  $C_{гр}$ ) в 3–4 раза, равномерно распределить нагрузку сооруженной выше насыпи, избежать образования локальной объемной ползучести, обеспечить нормальные условия протекания сокращенной в 2–3 раза консолидации грунтов и добиться требуемой устойчивости высокой насыпи с коэффициентом выше требуемого значения  $K_{уст} = 1,3$ . Количественный показатель критерия устойчивости системы «основание-



Рис. 6. Щебеночная обойма, объединяющая ростверк из георешетки Fortrac и прочного геотекстиля, наполненная щебнем фракции свыше 20 мм (до 40 мм) М 1200

насыпь» был определен при использовании в расчетах схемы круглоцилиндрических поверхностей скольжения.

Здесь следует отметить, что для данного сооружения количественными показателями и критериями системы служат, соответственно, коэффициент устойчивости ( $K_{уст}$ )

и требуемый коэффициент устойчивости ( $K_{тр.уст}$ ). Последний определяется по формуле:

$$K_{тр.уст} = K_{над} n_c n_o / m_o \quad (9)$$

где:  $K_{над}$  — коэффициент надежности по назначению сооружения;  $n_c$  — коэффициент сочетания нагрузок (0,9–1,0);  $n_o$  — коэффициент перегрузки (для насыпей  $n_o = 1,2$ );  $m_o$  — коэффициент условий работы, учитывающий особенности расчетных схем и методов расчета, принимаемый при прогнозе на слабых основаниях равным 0,85.

Принятое решение по стабилизации водно-теплового режима слабого основания высокой насыпи (до 20 м) земляного полотна выдержало испытание временем: участок обхода Нижнего Новгорода со сложными грунтово-гидрологическими условиями уже 15 лет работает без образования недопустимых деформаций и с надежной устойчивостью на 35-метровой толще слабого грунта, первый слой которого (толщиной 13 м) состоял из мягкопластичного суглинка тяжелого пылеватого ( $0,5 < I_L < 0,75$ ) [3], перешедшего благодаря фильтрационной консолидации через 3 месяца в тугопластичную консистенцию ( $0,25 < I_L < 0,5$ ), через 9 месяцев — в полутвердое состояние ( $0 < I_L < 0,25$ ), а второй слой (толщиной 22 м) — из суглинка тяжелого пылеватого в текущем состоянии ( $I_L > 1,0$ ) [3]. ■

## Литература

1. Пособие по проектированию земляного полотна на слабых грунтах. М.: 2004, Минтранс РФ, ФДА — 252 с.
2. Инновационные технологии и материалы, применяемые в Нижегородской области при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте автомобильных дорог и искусственных сооружениях на них. Доклад к. т. н. С.И. Дубины на Первом Всероссийском дорожном конгрессе 28–29 января 2009 г. М.: МАДИ (ГТУ) — 78 с.
3. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. М.: Стандартинформ, 2018.



# ГЕОБОЛОЧКИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Е. С. ПШЕНИЧНИКОВА,**  
к. т. н., заместитель генерального директора по науке  
ООО «СВ-Сервис»

*ЕЩЕ В 1980-Е ГОДЫ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ НАСЫПЕЙ, СООРУЖАЕМЫХ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ, БЫЛА РЕКОМЕНДОВАНА КОНСТРУКЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТКАНОГО ГЕОТЕКСТИЛЯ. ДАЛЕЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ ГЕОБОЛОЧЕК В РОССИИ ПОШЛО ПО ТРЕМ ОСНОВНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ: ЭТО ЗАПОЛНЯЕМЫЕ ИНЕРТНЫМ МАТЕРИАЛОМ ОТДЕЛЬНЫЕ ГЕОКОНТЕЙНЕРЫ, ЯЧЕЙСТЫЕ КОНСТРУКЦИИ, А ТАКЖЕ ПЛОСКИЕ ЗАМКНУТЫЕ ГЕОБОЛОЧКИ, ЗАПОЛНЯЕМЫЕ БЕТОННОЙ СМЕСЬЮ.*

**Д**ля изготовления геоболочек стали использовать тканый геотекстиль, обладающий высокой прочностью на разрыв — 90 кН/м, что существенно превосходит прочность пластиковых материалов, применяемых в дорожном строительстве. Благодаря этому такие решения в некоторых направлениях составили конкуренцию пластиковым конструкциям или даже превзошли их. Геоболочки выгодно отличаются низким коэффициентом армирования. Ткань, используемая для их изготовления, долговечна, срок службы составляет не менее 50 лет.

Геоболочки вследствие своей гибкости воспринимают деформации слабых оснований, не разрушаясь, уменьшают неравномерность осадки основания, в результате чего срок службы сооружения увеличивается.

## ГЕОКОНТЕЙНЕРЫ

Одно из направлений конструирования геоболочек — геоконтейнеры (рис. 1). Они представляют собой закрытую кубическую емкость, выполненную из тканого геотекстиля, в которой сформирован рукав для заполнения минеральным материалом.

Геоконтейнеры выпускают односекционными и двухсекционными. Минимальный их объем составляет 0,03 м<sup>3</sup>, максимальный — 2,25 м<sup>3</sup>. Геоконтейнеры, как правило, используют для работ на участках строительства, ограниченных по площади: при сооружении подпорных стен, промышленных площадок, а также в различных гидротехнических сооружениях.

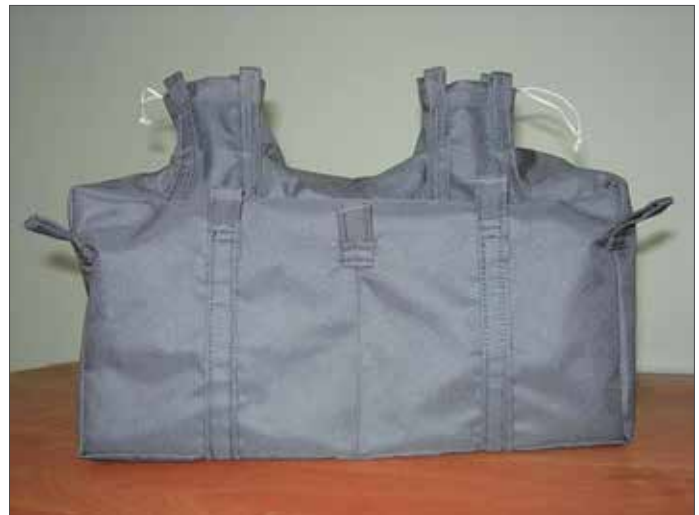


Рис. 1. Геоконтейнер «ГеоБЭГ»

Один из примеров применения геоконтейнеров — укрепление берега р. Малый Сулак в Хасавюртском районе Дагестана (рис. 2) в 2012 году.

Река размывала берег, и происходило разрушение откосов насыпи проходящей вдоль него автомобильной дороги. Данный район строительства к тому же относится к сейсмоопасным. В условиях, где возможны перемещения в основании, целесообразно использовать гибкие конструкции, мало чувствительные к его деформациям. Наиболее приемлемым в этой ситуации было применение геоконтейнеров.

Для укрепления берега р. Малый Сулак использовали двухсекционные геоконтейнеры «ГеоБЭГ», заполненные



Рис. 2. Укрепление размываемого берега при помощи геоконтейнеров «ГеоБЭГ»



Рис. 3. Геооболочка «ГеоФРАМ», растянутая на жестком каркасе

грунтом из местного карьера. Их связывали между собой монтажными петлями и лентами, образуя единую конструкцию.

Спустя год после окончания строительных работ было выполнено обследование. Результаты показали, что целостность геоконтейнеров, а также монтажных элементов — лент, не нарушена, перемещений контейнеров относительно друг друга не наблюдалось.

Очевидно, расчет сооружения должен выполняться как расчет монолитной подпорной стенки, при этом должна быть осуществлена проверка прочности геоконтейнера.

### ЯЧЕЙСТЫЕ ГЕОБОЛОЧКИ

Второе направление конструирования — ячейстые геоболочки. Они представляют собой пространственную конструкцию, выполненную из геотекстиля путем сшивания геополос между собой в перпендикулярной плоскости относительно плоскости основания, и сшивания геополос с гибким основанием-дном (рис. 3).

Размеры ячеек изменяются в пределах от 0,2 до 1,5 м по длине и ширине. Максимальная высота их определяется возможностью уплотнения инертного материала в ячейках.

Принципиальным отличием такого решения от пластиковых ячейстых конструкций является наличие дна. При использовании в качестве армирующего элемента грунтовых сооружений геоболочка работает на растяжение, при этом дно работает вместе со стенками, что существенно повышает прочность конструкции.

Когда ячейстые пластиковые конструкции используют совместно с нетканым геотекстилем, он служит фильтром, а также разделяет материалы основания ячеек и заполнителя, однако он не работает на растяжение совместно со стенками ячеек.

Для удобства заполнения ячеек используют технологический каркас, натягивая на него геоболочку. Каркас собирается и разбирается вручную или с помощью грузоподъемной техники. Уплотнение грунта в ячейках выполняют катками, а также вибротрамбовками.

Заполняют ячейки грунтом, удовлетворяющим требованиям нормативных документов для сооружения насыпей. Какой-либо другой наполнитель может использоваться при соответствующем обосновании.

Для объединения отдельных секций в единую конструкцию геоболочки выполняют с выступами дна за пределы ячеек. Соседнюю секцию устанавливают на этот выступ. Таким образом, формируется единая конструкция. Соседние секции связывают специальными лентами, пришитыми к геоболочке.

Основными направлениями применения такого решения в строительстве являются: армирование насыпей, сооружение подпорных стен, устройство дорожной одежды облегченной и переходного типа, укрепление откосов, устройство противоэрозийных конструкций, укрепление дна водоемов.

Геоболочка в теле насыпи перераспределяет напряжения, снижает неравномерность осадки, воспринимает растягивающие напряжения, структурирует помещенный в нее инертный материал. Помимо этого, геоболочка, уло-

женная на пучиноопасное основание, уменьшает неравномерность напряжений, вызванных морозным пучением, и, соответственно, уменьшает деформации грунта насыпи и увеличивает срок службы дорожной одежды.

Для применения геоблошки на болотах 2-го типа, а также на глинистых грунтах, где не обеспечена прочность основания на сдвиг и на выдавливание, предлагается конструкция с бермами: ячейки выводятся на пределы насыпи. Благодаря этому нагрузка перераспределяется на придорожную полосу, бермы препятствуют сдвигу, а также выдавливанию грунта основания.

Для сооружения подпорных стен используют, как правило, геоблошки с ячейкой большой площади (до 2,25 м<sup>2</sup>), устанавливая секции в несколько ярусов.

Для строительства дорог в зоне вечной мерзлоты, что в настоящее время достаточно актуально в связи с освоением Арктики, было разработано новое конструктивное решение.

Для обеспечения устойчивости основания насыпи глубина его сезонного оттаивания не должна превышать допустимую, определяемую исходя из допустимой осадки. При строительстве на слабых водонасыщенных грунтах, при высоком залегании грунтовых вод, что характерно для зоны вечной мерзлоты, сезонное оттаивание основания насыпи целесообразно исключить. Для этого высоту насыпи назначают обычно не менее 2,5–3,5 м, в зависимости от региональных условий.

Независимо от высоты насыпи глубина сезонного оттаивания основания нижней части откоса и полосы шириной 2–5 м вдоль подошвы превышает фоновую.

Это происходит по следующим причинам. Во-первых, в процессе строительства поврежден либо уничтожен мохорастительный покров, являющийся природным теплоизолятором, в результате чего в летнее время тепловые потоки беспрепятственно проникают в основание откоса, растепляя мерзлые грунты. Водонасыщенный мохорастительный покров работает как тепловой диод. В летнее время его теплопроводность значительно ниже, чем в зимнее, поскольку теплопроводность воды примерно в 4 раза ниже теплопроводности льда. В результате мохорастительный покров препятствует поступлению тепла в мерзлые грунты летом и способствует их охлаждению зимой.

Во-вторых, снежные отложения у откосов, превышающие фоновые, также растепляют мерзлоту, препятствуя ее охлаждению в зимнее время. При этом чем выше насыпь, тем больше объемы снежных отложений и, соответственно, больше глубина оттаивания основания нижней части откоса. В особенности это относится к регионам с сильным снегопереносом, например, таким, как Ямал, где объемы переносимого снега превышают 1000 м<sup>3</sup>/пог. м за зиму.

В результате оттаявшие многолетнемерзлые грунты дают просадку, вдоль насыпи образуется канава. Если имеется уклон местности, происходит ее интенсивный рост: проточная вода растепляет грунт, нулевая изотерма опускается, частицы грунта уносятся водой, в результате деформируется откос, а затем и тело насыпи (рис. 4).

Предложенное конструктивное решение состоит в следующем: геоблочку укладывают в основание насыпи таким образом, чтобы ячейки выступали за пределы насыпи



Рис. 4. Канава, возникшая около насыпи (ЯНАО)

в виде бермы (рис. 5), и в них устраивают теплоизолирующий слой из какого-либо синтетического или минерального материала, обладающего гибкостью.

Имеется много вариантов заполнителя ячеек. Он может быть двухслойным (нижний слой — синтетический теплоизолятор с низкой теплопроводностью, например, пенофол или гранулированный пенополистирол, верхний — защитный слой инертного материала) и однослойным (например, аглопоритовый щебень, или керамзитовый гравий, обработанный вязким битумом).

При этом в регионах с большим снегопереносом для сохранения основания в мерзлом состоянии применение теплоизоляторов предпочтительнее увеличения высоты насыпи, поэтому тот или иной теплоизолирующий материал может быть использован также в ячейках геоблочки в теле насыпи.

От использования торфа в настоящее время отказываются: сложная технология зимней разработки, большой разброс характеристик (что усложняет мерзлотный прогноз) и, кроме того, недолговечность.

Необходимая толщина теплоизолятора в ячейках назначается на основе теплофизического расчета. Как правило, такие задачи решаются в двухмерной постановке на основе численного анализа. Требуемая толщина теплоизолятора может быть различной в зависимости от расположения ячеек в поперечном профиле.

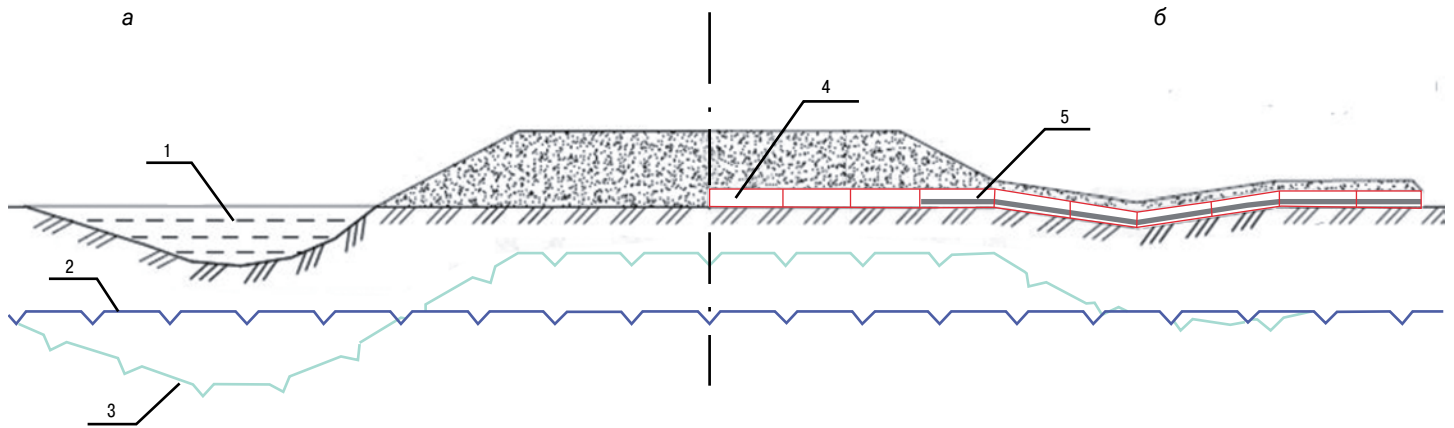


Рис. 5. Схема армирования насыпи в зоне вечной мерзлоты: а — насыпь без применения геоболочки; б — насыпь с применением геоболочки; 1 — канава, возникшая вследствие локального оттаивания вечномёрзлых грунтов; 2 — граница вечной мерзлоты до сооружения насыпи; 3 — то же, после сооружения насыпи; 4 — геоболочка, заполненная песком; 5 — теплоизолятор в ячейках геоболочки

Таким образом, геоболочка выполняет одновременно две функции: теплоизоляция и армирование, уменьшая глубину оттаивания и удерживая оттаявший грунт.

Следует отметить, что если для армирования насыпи могут применяться и другие геосинтетические материалы, например, плоские и пространственные георешетки, то для укрепления дна водотоков в зоне вечной мерзлоты геоболочка является наиболее приемлемым вариантом.

Предлагаемая теплоизолирующая конструкция может использоваться для укрепления водотоков.

Предотвратить оттаивание мерзлых грунтов ниже дна искусственного водотока достаточно сложно технически.

Вследствие изменения граничных условий изменяется устоявшийся теплообмен, характеризуемый постоянной глубиной сезонного оттаивания. Формирование нового устоявшегося теплообмена, которому соответствует другая, бóльшая глубина оттаивания, обычно происходит в течение десятилетий. Это означает, что мощность деятельного слоя будет увеличиваться, соответственно, будет происходить накопление деформаций оттаявших грунтов.

В такой ситуации жесткие элементы тех или иных конструкций укрепления либо разрушаются, либо остаются зафиксированными на прежнем месте, и размыв дна происходит под ними (рис. 6 а, б), тогда как гибкая тканевая конструкция принимает форму поверхности просевшего дна и препятствует его размыву (рис. 6 в, г).

Для укрепления водотоков целесообразно применять геоболочку с пологом, который закрепляется специальными лентами и препятствует вымыванию заполнителя ячеек. Помещение теплоизолирующего материала в ячейки позволит уменьшить глубину сезонного оттаивания и уменьшить просадку дна.

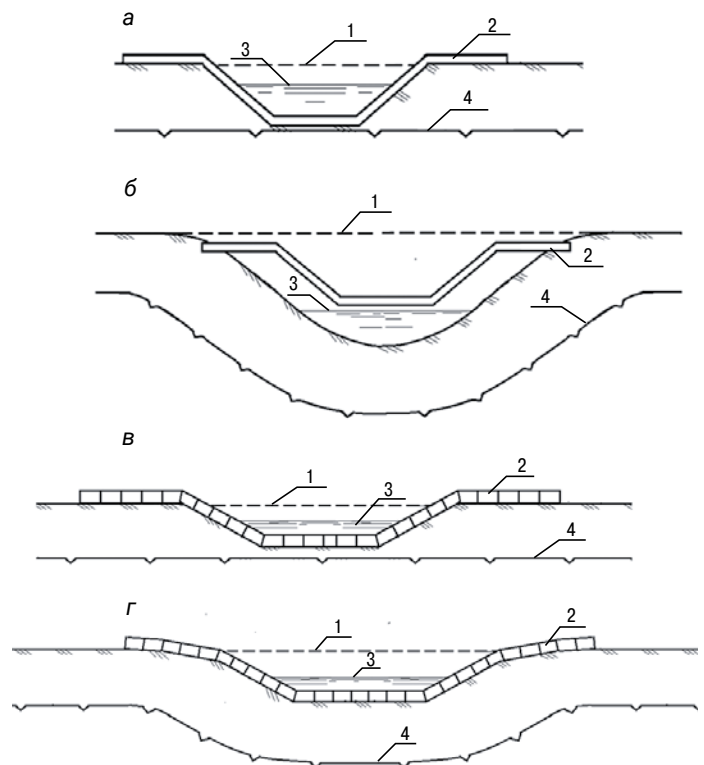


Рис. 6. Схемы конструкций укрепления водотока: а — типовая жесткая конструкция; б — то же, спустя 10 лет после ее сооружения; в — конструкция с применением геоболочки «ГеоФРАМ» без теплоизолирующего материала; г — то же, спустя 10 лет после ее сооружения; 1 — уровень поверхности до сооружения водотока; 2 — гибкая конструкция укрепления; 3 — уровень воды в водотоке; 4 — поверхность вечномёрзлых грунтов



Следует отметить, что водоотводные каналы в зоне вечной мерзлоты следует устраивать по возможности более мелкими, с пологими откосами, поскольку при увеличении их глубины увеличивается и толщина растепляющего снежного покрова.

На промысловых дорогах, а также дорогах низких категорий, в том числе в зоне вечной мерзлоты, геоболочка используется в качестве дорожной одежды. В этом случае ячейки заполняют, как правило, песком, поверх них устраивают защитный либо несущий слой из щебня или ПГС.

Расчет дорожной одежды по упругому прогибу выполняют в соответствии с ОДН 218.046-01. Модуль упругости геоболочки, заполненной песком, зависит от размеров ячейки в плане. Экспериментальные исследования показали, что модуль упругости песка, помещенного в ячейку размером 30х30 см, увеличивается в 2 раза. Зная эту величину, можно выполнять расчет по упругому прогибу в обычном порядке.

Попытки выполнения расчетов на сдвиг в слабосвязном слое, расположенном под геоболочкой, в соответствии с указанным ОДН, не увенчались успехом, поскольку расчетные формулы невозможно связать с теми или иными параметрами геоболочки.

Учитывая это обстоятельство, было предложено решение с учетом критической нагрузки. Согласно гипотезе, геоболочка начинает работать, препятствуя сдвигу грунтовых масс, расположенных в ее основании, только тогда, когда деформации начали накапливаться (рис. 7).

Расчет на сдвиг, приведенный в ОДН, разработан на основе теории предельного равновесия — рассматривается стадия, при которой деформации отсутствуют.

На основе расчетной схемы, связывающей допустимую деформацию геоболочки и перемещение грунтовых масс в ее основании, был разработан метод оценки

требуемой прочности геоболочки, исходя из действующей нагрузки.

## ЦЕМЕНТИРУЮЩАЯ ГЕОБОЛОЧКА

Третье направление конструирования — геотекстильная цементующая оболочка, разработанная для противоэрозионной защиты берегов водоемов, в том числе укрепления и размываемого дна водоемов под водой, и откосов насыпей и склонов.

Цементирующая геоболочка представляет собой конструкцию из двух полотен тканого геотекстиля, соединенных при помощи сшивания по периметру, а также прошиванием изделия параллельными продольными швами с использованием стяжек.

Секции геоболочки скрепляют между собой, а затем заполняют цементобетонной смесью через специальные клапаны, после чего образуется конструкция, повторяющая рельеф укрепляемой поверхности. Вследствие имеющихся стяжек конструкция приобретает периодический профиль, благодаря чему усиливается ее сцепление с укрепляемой наклонной поверхностью.

Для заполнения цементующей оболочки используют различные типы бетонной смеси: пескобетон, самоуплотняющийся бетон. В состав могут входить пластификаторы, замедлители схватывания, активные минеральные добавки.

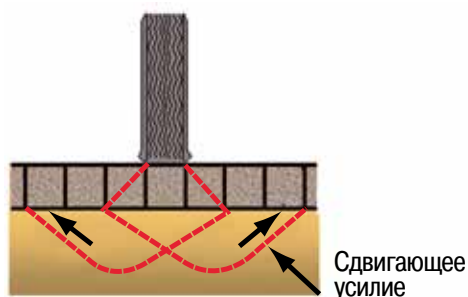


Рис. 7. Схема работы геоболочки под нагрузкой

## ВЫВОДЫ

1. Геоболочки обладают следующими преимуществами по сравнению с другими геосинтетическими материалами: высокая прочность на разрыв и на растяжение, низкий коэффициент армирования, гибкость.

2. Геоболочки, заполненные грунтом, перераспределяют неравномерные деформации основания, не разрушаясь при этом, благодаря чему могут быть рекомендованы к использованию на просадочных грунтах, а также в районах с сейсмической активностью. Геоболочки могут также применяться для уменьшения деформаций, вызванных морозным пучением.

3. Технология позволяет выполнять геоболочки различных форм и размеров, использовать различные заполнители, что предоставляет широкий простор для инженерной мысли и дает перспективу развития направления. ■



# ВЫСОКОПРОЧНЫЕ БЕСШОВНЫЕ ГЕОСВАИ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ «ТАВРИДЫ»

*ПОСЛЕ ПРИСОЕДИНЕНИЯ КРЫМА К РОССИИ В МАРТЕ 2014 ГОДА ВСТАЛ ВОПРОС О РАЗВИТИИ И МОДЕРНИЗАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ДОРОЖНОЙ СЕТИ ПОЛУОСТРОВА. ПО ДАННЫМ ДИАГНОСТИКИ, НЕ МЕНЕЕ 85% АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РЕГИОНА НА ТОТ МОМЕНТ НЕ СООТВЕТСТВОВАЛИ СТАНДАРТАМ КАЧЕСТВА. МОДЕРНИЗИРОВАТЬ ДОРОЖНУЮ СЕТЬ БЫЛО РЕШЕНО В РАМКАХ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЫ «СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ И ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ ДО 2020 ГОДА». ГЛАВНОЙ ИЗ НОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРИ ЭТОМ СТАЛА ТРАССА Р-260 «ТАВРИДА», ПРОХОДЯЩАЯ ОТ КЕРЧИ ДО СЕВАСТОПОЛЯ. СТРОИТЕЛЬСТВО МАГИСТРАЛИ В РЯДЕ СЛУЧАЕВ ПОТРЕБОВАЛО ПРИМЕНЕНИЯ СЛОЖНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ.*

**В** ходе четвертого этапа строительства «Тавриды» при формировании проектного продольного профиля дороги в районе дер. Зуя была обнаружена карстовая пещера возрастом не менее 1,5 млн лет. Обследуя ее, спеле-

ологи обнаружили скелеты различных древних животных. В связи с этим вопрос возможности засыпки пещеры был сразу закрыт.

По поручению главы Крыма Сергея Аксенова для рассмотрения предложенных технических решений была создана специализированная рабочая группа. Результатом проведенной оценки стал выбор в пользу варианта с железобетонной распределительной плитой, лежащей на 85 (или на 95) буронабивных сваях.

Однако даже такое, казалось бы, стандартное и отработанное решение в данной ситуации требовало доработки. Известняковое сложение стен пещеры и основания автомобильной дороги было прорезано крупными трещинами и порами, что обусловило две дополнительные проблемы: значительный перерасход бетона и возможность его попадания в пещеру. В стандартной строительной практике такие проблемы решаются при помощи оставляемых в грунте обсадных труб, однако их доставка

## СПРАВКА

Геосвая «ТехПолимер» — бесшовная тканая цилиндрическая геоболочка с радиальной прочностью до 1000 кН/м, выполненная по круглоткацкой технологии с применением высокопрочных полимерных нитей.

Геосваи применяются для устройства вертикальных песчаных, щебеночных и буронабивных свай в качестве системы укрепления слабых грунтовых оснований, а также в карстовых районах.

### ГРУППА КОМПАНИЙ «ТЕХПОЛИМЕР»

**Крупнейший российский производитель геосинтетических материалов с 1994 года.**

**Производит геокомпозитные материалы нового поколения широкой номенклатуры: геомембраны, дорожные георешетки, дренажные маты, армирующие сетки, бентонитовые маты и др.**

**Разрабатывает инновационные технические решения с применением геосинтетических материалов, которые соответствуют всем нормативным требованиям и учитывают прогрессивные методики осуществления работ в различных областях строительства.**

**В состав группы входит проектное бюро и строительно-монтажное подразделение, что позволяет работать по принципу ЕРС-контрактора – выполнять весь объем работ от проектного сопровождения объекта до успешной сдачи в эксплуатацию.**



на объект создала бы дополнительную нагрузку на и так сильно перегруженные в туристический сезон дороги поустрова.

Проектная организация предложила альтернативное решение: использование высокопрочных бесшовных геосинтетических рукавов, а их прочность была подобрана специально под максимальную нагрузку от столба бетона.

До недавнего времени на территории России не выпускалось подобного материала. Однако, следуя государственной программе импортозамещения, ГК «ТехПолимер» открыла производство тканых геосинтетических рукавов на территории своей производственной площадки в г. Узловая. Материал получил название «Геосвая».

Применение геосвай в Крыму позволило решить логистическую проблему: для доставки потребовалась только 1 машина вместо 35–40 и отпала необходимость сваривать между собой секции труб, что позволило дополнительно сократить строительные расходы. Потребовалось добавление только одной технологически простой операции: надевание рукава на арматурный каркас.

До того, как геосваи доставили на объект, подрядчиком было залито три сваи напрямую в грунт без каких-либо обсадных труб и рукавов. Перерасход смеси составил более 65% от геометрического объема скважины.

Для проведения шефмонтажа, обучения сотрудников и контроля процесса монтажа в компанию подрядчика был направлен специалист компании «ТехПолимер».

Изначально наибольшие трудности возникли на этапе надевания рукава на арматурный каркас, но вскоре за счет оптимизации состава звена и выбора наиболее оптимального метода проведения монтажа получилось сократить затраты времени в 2,5 раза.

После устройства нескольких свай с применением рукава появилась возможность собрать статистику о расходе цементной смеси: перерасход составил не более 7%, что объясняется растяжением рукава под давлением бетона. После устройства свай в районе створа пещеры было проведено спелеологическое обследование стен и потолка, и проникновения цемента не обнаружено.

Каждую третью сваю также подвергли контрольным статическим испытаниям. Отличия несущей способности геосвай от контрольных свай без рукава обнаружено не было. Геосваи успешно прошли проверку.

Как показывает практика, применение современных технологий в дорожном строительстве — ключ к решению самых сложных конструктивных задач, особенно когда на кону стоит сохранение исторических и природных памятников. ■



Красноярск, ул. Матросова 10 Д  
+7 (391) 269-54-64

Москва, ул. 2-я Звенигородская 13 стр. 41  
+7 (495) 663-15-25

Краснодар, ул. Карасунская 60, офис 92  
+7 (861) 244-77-84

info@texpolimer.ru  
texpolimer.ru

# ПРОБЛЕМЫ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

Н. А. УСТЯН,  
к. т. н., заместитель главного инженера по особым проектам  
ООО «ГЕО-ПРОЕКТ»

**СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ЗОНАХ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ИМЕЕТ СВОИ УНИКАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ. ВМЕСТЕ С ТЕМ ПЕРСПЕКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ ДОРОЖНОЙ СЕТИ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ ТРЕБУЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, АДЕКВАТНОЙ УСЛОВИЯМ ЭТИХ ТЕРРИТОРИЙ И СПОСОБСТВУЮЩЕЙ ВНЕДРЕНИЮ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ.**

## НЕОБХОДИМОСТЬ НОВЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Сейчас в районах Крайнего Севера нет федеральных дорог, построенных на вечной мерзлоте, но развитие экономики в тех регионах уже остро нуждается в автомобильном сообщении с автодорожной сетью всей страны. Рано или поздно придется решать соответствующие непростые вопросы.

В настоящий момент действует СП 313.1325800.2017 «Дороги автомобильные в районах вечной мерзлоты. Правила проектирования и строительства». Следует признать, что в

документе довольно подробно расписан порядок выполнения указанных работ, но далее начинаются вопросы.

Так, приводится деление на дорожно-климатические зоны и подзоны согласно СП 34.13330, что, на мой взгляд, в настоящее время требует пересмотра в связи с потеплением климата. На больших территориях Крайнего Севера, где еще несколько лет назад была вечная мерзлота, теперь ее уже нет, то есть местные условия изменились.

В то же время в документе много спорных моментов относительно проектирования конструкций земляного полотна, дорожных покрытий и т. д. Дело в том, что местные автодороги на вечной мерзлоте построены в основном нефтяниками, газовиками, железнодорожниками, другими участниками промышленного освоения этих районов. Они зачастую являются локальными, не имеют выхода на общую дорожную сеть страны. Каждая организация к тому же при проектировании и строительстве использовала свои ведомственные нормы.

Тот же СП 313.1325800.2017 является документом, разработанным Минстроем РФ без участия Росавтодора. В итоге многие вопросы рассмотрены с точки зрения строительства дорог местного значения, а иногда и временных, без учета современных требований к дорогам более высо-

**ЕСЛИ РОСАВТОДОР БУДЕТ ПРОДВИГАТЬ СВОИ ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ В РАЙОНЫ КРАЙНЕГО СЕВЕРА, ПОТРЕБУЕТСЯ ДОПОЛНИТЬ И ПЕРЕРАБОТАТЬ ИМЕЮЩУЮСЯ НОРМАТИВНУЮ БАЗУ.**

кого класса. Если Росавтодор будет продвигать свои федеральные проекты в районы Крайнего Севера, потребуется дополнить и переработать имеющуюся нормативную базу.

Следует отметить, что накоплен большой опыт проектирования, строительства и эксплуатации железных дорог на полуострове Ямал, на Дальнем Востоке, в Якутии. Было бы логично и целесообразно, если бы Росавтодор учел эти технические достижения и привлекал к работе над документами опытных специалистов, которые проектировали, строили, занимались научными исследованиями в тех краях.

## О НОВЫХ МАТЕРИАЛАХ И ТЕХНОЛОГИЯХ

Безусловно, на территориях, где очень тяжелые природно-климатические условия, вечная мерзлота, острая нехватка пригодного грунта и каменных материалов, без использования геосинтетики практически не обойтись. Вопрос в другом: где, что и как применять? Многолетний опыт показывает, что при проектировании во главе угла должна стоять совместная работа теплотехника, геолога (или гидролога), специалиста по земляному полотну (или мостовика). В зависимости от того, что это за объект. Очень важно научное сопровождение, участие ученых во всех этапах проектирования, строительства и последующего мониторинга, а также постоянный контакт с эксплуатационниками, обслуживающими уже построенные дороги и искусственные сооружения на них.

Опираясь на данные от разных источников и специалистов, необходимо принять решения об использовании того или иного вида материала и технологии на конкретных объектах. Следует учесть и то, что наблюдается много случаев, когда требуется индивидуальное проектирование с применением различных геоматериалов сразу. Этот вопрос в упомянутом СП 313.1325800.2017 вообще упущен. Применение геосинтетиков при сооружении земляного полотна ограничивается в нем геотекстилем, пенополистирольными плитами и пеностеклом, а остальные виды упоминаются эпизодически или просто не рассматриваются. Например, георешетки для увеличения несущей способности насыпи упомянуты только один раз, а геомембраны, объемные георешетки и другие материалы вообще не рассмотрены.

Относительно применения новых технологий на слабых и структурно-неустойчивых грунтах хотелось бы также упомянуть метод объемной стабилизации слабых грунтов (торфов, текучих глин и т. д.), цементацию, применение геодрен, стабилизацию грунтов под дорожную одежду, устройство облегченных насыпей из пенополистирола. Из свайных тех-

## ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ЗОНАХ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

- короткое теплое время года, благоприятное для строительства (3–4 месяца);
- холодный климат с сильными ветрами и большим снегопереносом;
- большое количество болот и мелких озер;
- местами отсутствие (или сильно ограниченные запасы) грунта, пригодного для отсыпки земляного полотна;
- имеющиеся грунты обладают низкой несущей способностью, что требует применения геосинтетических материалов;
- особые параметры элементов земляного полотна (откосов, канав, дорожной одежды), учитывающие местные условия;
- большой дефицит каменных материалов (в некоторых районах Ямала, Восточной Сибири и т. д.);
- постоянная необходимость сохранения вечной мерзлоты в основании насыпи;
- производство земляных работ разрешается только зимой и строго по полосе отвода;
- добыча грунта производится только буро-взрывным способом, поскольку грунт находится только в мерзлом состоянии;
- специфические конструкции малых ИССО;
- необходимость применения для мостов опор особой конструкции;
- необходимость термостабилизации на подходах к мостам, опор мостов и т. д.

нологий — устройство дорог на текстильно-песчаных сваях, как наиболее доступная и дешевая технология.

К сожалению, сейчас не приняты выезды специалистов на действующие дороги в районах Крайнего Севера (да и на федеральную дорожную сеть) с целью исследовать, как проявляет себя там, в частности, геосинтетика. Нет единой системы мониторинга построенных объектов, что существенно ограничивает дальнейшее применение новых материалов и технологий в дорожных конструкциях. Зачастую не только заказчики, но и многие специалисты, занимающиеся проектированием и строительством, не знают об инновационных решениях или имеют о них очень ограниченное представление. ■

# ГЕОСИНТЕТИКА И КОМПОЗИТЫ НА СЛАБЫХ И ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

С АКТИВИЗАЦИЕЙ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ КРАЙНЕГО СЕВЕРА И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА АКТУАЛЬНЕЕ СТАНОВЯТСЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ, ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОСИНТЕТИКИ И КОМПОЗИТОВ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА СЛАБЫХ И ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ. В ОБСУЖДЕНИИ ЭТОЙ ТЕМАТИКИ В ФОРМАТЕ ЗАОЧНОГО КРУГЛОГО СТОЛА ПРИНЯЛИ УЧАСТИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ ПРОЕКТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ПРОИЗВОДИТЕЛИ И ПОСТАВЩИКИ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ И КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ.



Алексей ВАРЯТЧЕНКО,  
генеральный директор ФАУ  
«РосдорНИИ»



Алексей ЛИТВИНЦЕВ,  
главный инженер  
ООО «ТД «РГК»

**Насколько эффективно работают геосинтетики на слабых и структурно-неустойчивых грунтах? В каких случаях их применение целесообразнее, чем методы стабилизации грунта?**

**Алексей Варятченко:**

— С научной точки зрения следует уточнить, что использование геосинтетиков наряду с различными вяжущими считается способом стабилизации грунтов и других несвязных материалов, применяемых в дорожных конструкциях. Это так называемая механическая стабилизация.

Эффективность применения геосинтетических материалов при сооружении земляного полотна на слабых грунтах оценивается в каждом конкретном случае и зависит:

- от вида и состояния слабого основания;
- от вида геосинтетического материала;
- от конструктивного решения (армирование основания геотекстилем и георешеткой, устройство свайного поля с гибким ростверком из высокопрочного геосинтетического материала, применение ленточных геодрен, устройство насыпи из вспененного полистирола (EPS-блоки));
- от параметров земляного полотна и расчетных нагрузок.

Примеры применения геосинтетических материалов и расчет эффективности представлены в ОДМ 218.2.067-2016 «Методические рекомендации по выбору рациональных конструкций земляного полотна на слабых основаниях и их технико-экономическому обоснованию».

### **Евгений Федоренко:**

— Геоматериалы — это один из способов решения проблемы слабых оснований. Наряду с другими, в том числе стабилизацией. Целесообразность и эффективность того или иного мероприятия или конструктивного решения должна определяться в ходе вариантного проектирования на основе технико-экономического сравнения. Для этого необходимо выполнить геотехническое расчетное обоснование с целью получения требуемых параметров конструкций (прочностных, геометрических и др.). Выбор между усилением с помощью геосинтетиков или путем стабилизации зависит от многих факторов, в особенности от наличия грунтовых материалов и стоимости доставки (основная компонента методов стабилизации — как правило, цемент).

### **Нагапет Устян:**

— Очень большое значение имеет уместность применения конкретного материала на конкретном месте. Надо понимать задачу, что в итоге мы хотим получить. Исходя из этого, на основе технико-экономического сравнения, с учетом местных условий и геотехнических расчетов, и следует принимать решение. Правильно подобранный материал может работать в конструкции именно так, как и ожидалось.

Что касается применения той или иной технологии, то при выборе должны быть веские причины и технико-экономическое обоснование.

Относительно второй части вопроса надо отметить, что методы стабилизации грунта имеют очень большой, но еще не реализованный в России потенциал. Особенно они хорошо подходят при строительстве и реконструкции дорог на торфах и других слабых основаниях (метод объемной стабилизации), когда трасса проходит по болотам, и ее расширение на 2–5 м становится очень тяжелой задачей.

Проблема заключается в том, что старое основание уже стабилизировалось, а новая полоса ложится на нетронутое основание, которое гораздо слабее. По этой причине неоднократно наблюдалось обрушение откосов, а иногда и части дороги целиком. Производить выторфовку рядом с откосом очень рискованно, так как сразу нарушается его устойчивость и он сползает в траншею. Отсыпка берм тоже очень опасна — тем, что перегружает откос и также приводит к потере устойчивости. Немало проблем возникает и при отсыпке прямо на болото вдоль дороги. Со временем отсыпанный слой оседает, появляются трещины в откосах, затем на обочине и т. д.

Становится очевидным, что надо привести к единому значению необходимой прочности все основание насыпи, как новое, так и существующее. Именно это и может обе-



**Габит МУХАМЕДЖАНОВ,**  
к. т. н., заведующий  
лабораторией  
ООО «НИИНМ»



**Нагапет УСТЯН,**  
к. т. н., заместитель главного  
инженера по особым  
проектам  
ООО «ГЕО-ПРОЕКТ»



**Евгений ФЕДОРЕНКО,**  
к. г.-м. н.,  
научный консультант  
НИП Информатика



**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СООРУЖЕНИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ ОЦЕНИВАЕТСЯ В КАЖДОМ КОНКРЕТНОМ СЛУЧАЕ И ЗАВИСИТ: ОТ ВИДА И СОСТОЯНИЯ СЛАБОГО ОСНОВАНИЯ; ОТ ВИДА МАТЕРИАЛА; ОТ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ; ОТ ПАРАМЕТРОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И РАСЧЕТНЫХ НАГРУЗОК.**

**Алексей Варяченко, генеральный директор  
ФАУ «РосдорНИИ»**

спечивать объемная стабилизация основания земляного полотна с помощью геосинтетиков.

Данная технология уже успешно применяется и в России, но многие руководители все-таки еще не хотят ее внедрять, ссылаясь на разные причины, — «дорого», «не можем ограничивать движение по одной полосе», «подрядчик не знает, что это такое», «мы не уверены в надежности» и т. д.

Касательно обычной стабилизации или поверхностной обработки грунтов стабилизирующими составами я также считаю, что подобные методы применяются недостаточно, их возможности гораздо шире, особенно при строительстве сельских дорог.

### **Габит Мухамеджанов:**

— Необходимо учитывать минералогический состав грунта, устойчивость различных геосинтетических материалов к агрессивным средам (кислотам, щелочам).

### **Алексей Литвинцев:**

— Строить следует по проектам, выполненным согласно Пособию по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах (к СНиП 2.05.02-85) и СП 313.1325800.2017 «Дороги автомобильные в районах вечной мерзлоты. Правила проектирования и строительства».

В каждом случае при этом могут быть узкоспецифичные факторы, которые исключают типовой подход как к проектированию, так и к строительству. Типовыми остаются общие виды работ, такие как отсыпка насыпных материалов, планирование и послойное уплотнение в случае строительства в теплый период времени года.

В этих условиях хорошо зарекомендовали себя армирующие геосинтетики. Они используются с целью предотвращения расползания насыпи и перераспределения нагрузки равномернее на низлежащее основание. Как правило, устраиваются обоймы или полуобоймы в основании, иногда в несколько ярусов, из герешеток, геокомполитов на их основе или геотканей.

Эффект от применения геосинтетических материалов выражается в уменьшении абсолютной величины осадки земляного полотна, повышения его устойчивости и стабильности.

На многолетнемерзлых грунтах осуществляется геотехнический мониторинг, включающий в себя комплекс работ, основанный на натуральных наблюдениях за планово-высотным положением конструкций и состоянием грунтов основания (температурный режим), гидрогеологическим режимом.

Современные технологии стабилизации и укрепления грунта имеют большое разнообразие: глубинное (объемное) смешивание в массиве; импульсное уплотнение; устройство песчаных свай по технологии виброзамещения; устройство вертикальных дрен для ускорения осадки насыпи и т. д.

Использование этих технологий имеет свою специфику как по условиям применения, так и по существенной роли задействованного оборудования, четкого соблюдения процессов производства работ, зависящих, в том числе, и от особенностей внешней среды. В отличие от стабилизации грунтов, использование геосинтетических материалов не требует изменений в традиционной методике производства работ, специфического оборудования. Технология универсальна и широко применима в любых климатических регионах.





**Известно, что при деградации вечной мерзлоты и возникновении деформаций земляного полотна для его усиления в конструкцию включаются геосинтетические материалы. Какие требования к ним предъявляются? Что нужно учитывать при выполнении расчетов?**

**Алексей Варятченко:**

— Одним из вариантов технического решения при устройстве земляного полотна в условиях вечной мерзлоты является применение теплоизоляционных геоплит (пенополистирольных), которые сохраняют грунты основания насыпей в мерзлом состоянии, а в некоторых конструкциях защищают от оттаивания и откосы нижней части насыпей. Предъявляемые требования: плиты из пенополистирола должны выдерживать нагрузки от массы вышележащих слоев дорожной конструкции, а также временную нагрузку от транспортных средств, и одновременно обладать необходимыми теплозащитными свойствами, чтобы предотвратить оттаивание грунтов основания земляного полотна в теплый период года.

**Евгений Федоренко:**

— Полимерные материалы должны проходить испытания при низких температурах. Это важно для момента укладки. Уложенный материал при низких температурах становится более жестким, что, в общем, хорошо для работы конструкции.

Расчеты сооружений на многолетнемерзлых грунтах — очень специфический раздел геотехники. К сожалению, в

нашей стране, где около 75% территории находится в области распространения мерзлоты, это направление находится в упадке. Опыт строительства БАМа практически потерян, и развитие, по сути, приостановилось. Однако все-таки стоит отметить небольшой прогресс в области испытаний многолетнемерзлых грунтов: несколько лабораторий обзавелись специальными приборами, которые начало выпускать НПП «Геотек». В отраслях, смежных с дорожной, появляются и развиваются программы для выполнения теплотехнических расчетов. Они, однако, дают лишь промежуточный результат, на основе которого необходимо выполнить расчет напряженно-деформированного состояния и оценить устойчивость.

Отечественных программ, доступных на рынке и обладающих таким функционалом, нет. Остаются зарубежные варианты. Например, программный геотехнический комплекс Plaxis с 2015 года добавил температурный модуль и теперь позволяет выполнять теплотехнические расчеты



**ЭФФЕКТ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ВЫРАЖАЕТСЯ В УМЕНЬШЕНИИ АБСОЛЮТНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ОСАДКИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА, ПОВЫШЕНИЯ ЕГО УСТОЙЧИВОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ.**

*Алексей Литвинцев, главный инженер ООО «ТД «РГК»*



### О ГЕОСИНТЕТИКАХ И СТАБИЛИЗАЦИИ

Слабые основания — одна из основных сфер применения геосинтетических материалов. Геосинтетики эффективны для усиления насыпей, обеспечивают повышение устойчивости, снижение и равномерность осадки, ускоряют срок консолидации.

Методы стабилизации грунтов являются более дорогостоящими и трудоемкими, доставка больших объемов вяжущих (как правило, цемент) в ряде случаев нецелесообразна. Технологии стабилизации при этом в ряде случаев тоже не могут обойтись без применения геосинтетиков. Например, при создании рабочей платформы для доступа техники или в качестве гибкого силового ростверка из тканей.

### О ТРЕБОВАНИЯХ И РАСЧЕТАХ

Каждый отдельный случай применения геосинтетики нужно рассматривать индивидуально, в том числе не забывая об экономической эффективности принятого проектного решения. Поэтому самым главным и основным требованием для конкретной конструкции

является соответствие материала проектной документации.

Теплотехнические расчеты для обоснования конструктива земляного полотна на ММГ имеют очень большое значение. Они позволяют определить необходимые параметры конструкции дороги в зависимости от выбранного принципа проектирования, такие как: высота насыпи и заложение откосов, толщина теплоизоляционного слоя, его месторасположение и т. д.; дать прогноз на необходимое количество лет — будет ли происходить деградация мерзлоты, определить глубину сезонного оттаивания/промерзания для дальнейших деформационных и прочностных расчетов. При выполнении расчетов необходимо учесть такие факторы, как климат, теплофизические свойства грунтов, наличие/отсутствие снегового покрова, экспозиция откосов, требования по снегозаносимости, грунтовые воды.

Следует отметить, что совместные расчеты оттаивания грунтов (деградации мерзлоты) и связанных с этим деформаций — задача весьма сложная. Программы, распространенные на рынке, в основном решают только теплотехническую задачу. В связи с этим требуется проведение НИОКР по применению геосинтетиков в условиях вечной мерзлоты.

(определять деградацию границы ММГ, учитывать годовое потепление, засоленность грунтов и пр.).

Уникальной на сегодня возможностью является специальная модель талого-мерзлого грунта, позволяющая решать термо-гидро-механическую задачу и определять деформации (в том числе морозного пучения) в зависимости от влияния температуры. Однако есть сложности с применением новшества, требуются специальные исследования для задания параметров. Надо отметить, что в этом направлении продвинулись специалисты Северного федерального университета — они уже имеют хорошие результаты сходимости поведения модели с лабораторными испытаниями.

#### Нагапет Устьян:

— Теплоизоляционные материалы, с которыми мне пришлось работать (пеноплекс, экстрол, пеностекло и т. д.), в основном отвечают требованиям, предъявляемым их применению в составе земляного полотна. Другой вопрос, всегда

ли они целесообразны. Повальное увлечение теплоизоляцией может пагубно сказываться на конструкции, принося больше вреда, чем пользы. Укладывая сплошной теплоизоляционный слой, например, в основание насыпи, мы должны понимать, что он не позволит проходить не только теплу, но и холоду. От этого тоже нарушается тепловой баланс в основании, и мерзлота начинает деградировать (таять). Такое же возможно и на основной площадке земляного полотна. Пример — на железной дороге Обская — Бованенково уложенный слой теплоизоляции привел к продольным трещинам всего участка, хотя и насыпь была невысокой.

Немаловажным фактором является вода. Она, на мой взгляд, основной враг вечной мерзлоты. Дело в том, что вода проникает в насыпь и передает тепло на мерзлые слои. В результате происходит деградация мерзлоты, в том числе и под теплоизолирующим слоем. Фактически, если нет водоотвода, применение теплоизоляции становится малоэффективным. Это особенно важно учитывать.

## О НОРМАТИВНОЙ БАЗЕ И АРМИРОВАНИИ

После обновления СП 25.13330.2012 и выхода СП 313.1325800.2017 можно считать, что нормативная база стала учитывать многие аспекты строительства на вечномёрзлых грунтах. Однако в вопросах испытаний мерзлых грунтов на сегодня можно отметить только ГОСТ 20276-2012 «Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости», а остальные документы выпущены до 2000 года.

Что касается «технологии объемного армирования», то такой формулировки в нормативной базе нет. В начале 2000-х гг. она была предложена одним из производителей геосотовых материалов и С. А. Овчинниковым в его диссертации. Однако отсутствие в общепринятом употреблении свидетельствует о том, что эта технология пока не прижилась на практике.

Армирование как таковое учитывается в новом СП 313.1325800.2017. При этом предполагается использование плоских геосинтетических материалов, воспринимающих высокие растягивающие напряжения, а не геосотовых решеток, прочность швов у которых невысокая (их в данном СП нет).

Основные параметры, необходимые для расчетов, в современных программах присутствуют. Важен специалист и его опыт. Но еще раз хотел бы подчеркнуть, что при выполнении теплотехнических расчетов требуется участие геотехника или геолога, знающих проблематику вечной мерзлоты. Тогда многие вопросы будут сняты изначально.

### **Алексей Литвинцев:**

— Большое внимание должно уделяться оценке возможных проявлений и негативного воздействия криогенных процессов, их масштабов и интенсивности на отдельных участках автомобильных дорог с определением области оттаивания/промерзания и величин деформаций осадки/пучения в поперечном профиле конструкций. Исходя из этого, в зонах многолетнемерзлых грунтов применяются тепло- и гидроизоляционные материалы, сезонно-действующие охлаждающие устройства (СОУ).

При строительстве без сохранения вечной мерзлоты необходимо обеспечить сохранность необходимых физико-

## О КОНТРОЛЕ И КОНТРАФАКТЕ

В настоящее время создана нормативная база, которая позволяет проводить эффективный входной контроль на объектах строительства. При этом, к сожалению, испытательных лабораторий, которые способны провести данные испытания, пока недостаточно.

Термин «контрафакт», на наш взгляд, не совсем уместен, поскольку в проектной документации не должна быть указана марка материала и его производитель. Речь должна идти о соответствии поставляемой продукции нормированным в проектной документации характеристикам, а также о наличии комплекта сопроводительных документов, включая сертификат соответствия (при наличии), выданный в рамках добровольной системы сертификации в соответствии с законодательством РФ, и свидетельство оценки долговечности согласно ПНСТ 318-2018 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Методы испытаний на долговечность» (введен в действие приказом Росстандарта от 25.12.2018 №68-пнст).

*Пресс-служба Федерального дорожного агентства*

механических свойств объекта в процессе эксплуатации. С этой целью применяются геосинтетические материалы высокой прочности. Кроме основных стандартных физико-механических свойств, одним из основных параметров для армирующих материалов, используемых в нижних слоях земляного полотна и постоянно работающих под нагрузкой, является показатель ползучести. Он обязательно должен учитываться при расчетах устойчивости.

При строительстве на слабых грунтах широко применяется армирование насыпей силовыми обоймами (полуобоймами) из геосинтетических материалов для обеспечения равномерного протекания осадок основания, распределения нагрузок от собственного веса конструкций и внешних нагрузок от транспорта и строительного оборудования на нижележащие слои, а также для обеспечения общей устойчивости. Дополнительно в обоймах могут быть использованы дренирующие геоматериалы. За счет свободного движения отжимаемой влаги по ним происходит самоуплотнение переувлажненных грунтов, ускорение консолидации.



**СОВМЕСТНЫЕ РАСЧЕТЫ ОТТАИВАНИЯ ГРУНТОВ (ДЕГРАДАЦИИ МЕРЗЛОТЫ) И СВЯЗАННЫХ С ЭТИМ ДЕФОРМАЦИЙ — ЗАДАЧА ВЕСЬМА СЛОЖНАЯ. ПРОГРАММЫ, РАСПРОСТРАНЕННЫЕ НА РЫНКЕ, В ОСНОВНОМ РЕШАЮТ ТОЛЬКО ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКУЮ ЗАДАЧУ. В СВЯЗИ С ЭТИМ ТРЕБУЕТСЯ ПРОВЕДЕНИЕ НИОКР ПО ПРИМЕНЕНИЮ ГЕОСИНТЕТИКОВ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ.**

**ФДА (Росавтодор)**

**Все ли аспекты транспортного строительства на вечномёрзлых грунтах учитывает современная нормативная база? Предусматривает ли она применение технологий объемного армирования с использованием современных композитных и геотекстильных материалов?**

**Алексей Варятченко:**

— В настоящее время вопрос объемного армирования с примерами расчета достаточно полно отражен в ОДМ 218.3.032-2013 «Методические рекомендации по усилению конструктивных элементов автомобильных дорог пространственными георешетками (геосотами)».

**Евгений Федоренко:**

— Нормативная база по проектированию сооружений на многолетнемёрзлых грунтах частично обновилась — можно отметить СП 25.13330.2012, СП 313.1325800.2017, — однако в части геосинтетических материалов по-прежнему встречаются положения различных рекомендаций советского периода, ориентированных на нетканый геотекстиль.

Для обеспечения надежности дорожных объектов, прежде всего, необходимо выполнить теплотехнический про-

гноз, а затем на его основе определить, по какому принципу будет работать проектируемая конструкция (именно в такой последовательности) — и, например, для сохранения мерзлоты использовать материалы или конструкции, влияющие на температурный режим. Если сооружение проектируется по принципу, допускающему оттаивание, то это уже проблема слабых грунтов, и, по сути, она не имеет отношения к многолетнемёрзлым грунтам. В таком случае армирование будет целесообразным.

**Габит Мухамеджанов:**

— Современная нормативная база так или иначе предусматривает применение геосинтетических материалов, но, на мой взгляд, требует проработки по технологии объемного армирования и композитам.

**Эффективен ли на сегодняшний день контроль над применением геосинтетических материалов в дорожном строительстве? Позволяют ли современные подходы избежать попадания контрафакта на строящиеся объекты?**

**Алексей Варятченко:**

— В настоящее время действует значительное количество нормативно-технических документов, регламентирующих испытания геосинтетических материалов. Реализация этих методик, однако, подразумевает большое количество средств измерения, оборудования, значительное время и высокой квалификации специалистов. Таким образом, полный цикл испытаний требует привлечения специализированных лабораторий. В то же время ряд ключевых показателей геосинтетических материалов может быть определен непосредственно в лаборатории организации, осуществляющей строительные-монтажные работы, что в значительной степени минимизирует попадание на объект контрафактной продукции. В настоящее время такая проверка непосредственно на стройплощадке регламентирована ОДМ 218.2.046-2014 «Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве», п. 7. Он устанавливает порядок действий также по правильной укладке и эксплуатации материала с соблюдением технических требований.

**Габит Мухамеджанов:**

— Чтобы повысить контроль эффективности применения геосинтетических материалов и исключить использование контрафактной продукции, необходимо проводить испытания непосредственно на объектах дорожного строительства. ■

# ГЕОСИНТЕТИКИ И ДИСПЕРСНЫЕ БИТУМЫ ДЛЯ СЕЛЬСКИХ ДОРОГ

И. А. ЧИЖИКОВ,  
к. т. н., генеральный директор ООО «ГСХ Групп»;  
П. А. СЛЕПНЕВ,  
к. т. н., доцент Московского государственного строительного университета;  
А. В. КОЧЕТКОВ,  
д. т. н., профессор Пермского национального исследовательского  
политехнического университета

*РАЗВИТИЕ СЕТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ДОРОГ, В ТОМ ЧИСЛЕ СЕЛЬСКИХ, СТАЛО ОДНИМ ИЗ ПРИОРИТЕТОВ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РОССИИ. ЭТО ВИДНО ПО НАЦИОНАЛЬНОМУ ПРОЕКТУ «БКАД». ВМЕСТЕ С ТЕМ ОБСУЖДАЮТСЯ ПЕРСПЕКТИВЫ МАССОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛОЭТАЖНОГО ЖИЛЬЯ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ, ВКЛЮЧАЯ ПРИГОРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ МЕГАПОЛИСОВ. РЕАЛИЗАЦИЯ ЭТИХ ПЛАНОВ ПОТРЕБУЕТ РАСШИРЕНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ДОРОЖНОЙ СЕТИ.*

## К МАЛОЭТАЖНЫМ ГОРОДАМ

Сейчас в развитии активно растущих российских мегаполисов, прежде всего Москвы и Санкт-Петербурга, преобладает тенденция строительства новых микрорайонов с повышенной этажностью, как правило, на окраинах. Такие перенаселенные районы в народе стали называть «человейниками». Здесь скапливается чрезмерное количество людей на квадратный километр без обеспеченности необходимой социальной и транспортной инфраструктурой. В итоге это препятствует, в частности, достижению одной из главных целей национального проекта по жилищной политике — «повышение индекса качества городской среды». На государственном уровне поставлена также задача обеспечения современным комфортным жильем и непосредственно сельского населения.

Одним из решений может стать строительство малоэтажных городов (МЭГ) с равномерным расселением людей на значительной территории. Надо при этом отметить, что уже сейчас технологии достигают такого уровня, когда энергоэффективные дома со всеми удобствами способны полноценно функционировать без газа и с небольшим расходом электроэнергии.

Малоэтажный город может представлять собой населенный пункт из 1000–1500 домов с приусадебной территорией и со своей социально-торговой инфраструктурой, причем по цене однокомнатной квартиры можно получить жилье значительно большей площади.

Но чтобы возник импульс для развития этого направления, государство должно взять на себя решение задач по переводу земель из сельхозназначения в ИЖС, подведению коммуникаций и, конечно же, строительству сети



Покрытие из ПГС с битумной суспензией, 7 см  
 Слой ПГС (песчано-гравийной смеси), 30 см  
 ГЕОРЕШЕТКА прочность 50-100 кН/м  
 Слой ПГС (песчано-гравийной смеси), 5 см

Рис. 1. Конструктив сельской дороги с применением армирующей георешетки



Рис. 2. Армирующий слой георешетки

дорог. Ею следует охватывать всю прилегающую к таким поселениям территорию, чтобы было обеспечено эффективное сообщение без транспортных заторов.

Как правило, подъездные пути к будущим малоэтажным городам состоят из сельских дорог с низкой интенсивностью движения, которые требуется привести в порядок.

**АРМИРОВАНИЕ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОЗВОЛЯЕТ СОКРАТИТЬ МАТЕРИАЛОЕМКОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА СЕЛЬСКИХ ДОРОГАХ, УМЕНЬШИТЬ СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ И ПРИ ЭТОМ ОБЕСПЕЧИТЬ НЕОБХОДИМУЮ ПРОЧНОСТЬ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ПРИ НАИМЕНЬШЕЙ ЕЕ ТОЛЩИНЕ.**

Это сотни километров с дорожной одеждой низшего типа, когда покрытия преимущественно представлены грунтами песчано-гравийных смесей. Строительство таких дорог обходится дешево, но быстрая потеря ими ровности, проектных параметров поперечного и продольного профиля и другие недостатки требуют значительных затрат по их содержанию для восстановления приемлемых транспортно-эксплуатационных показателей. Для решения задачи можно применить новые технологии с использованием местных материалов, что в итоге позволит достичь существенной экономии.

## ГЕОРЕШЕТКИ

Конструктив сельских дорог для малоэтажных городов должен и может состоять из местных дешевых грунтов, свойства которых улучшены новыми материалами. Оптимальнее всего разработать типовую конструкцию, учиты-

вающую несколько вариантов типа грунтов в основании с различной несущей способностью.

За базовый слой можно взять слой ПГС (песчано-гравийную смесь). Расчетные методики в соответствии с ОДМ 218.5.002-2008 помогут подобрать оптимальную толщину слоя с применением георешеток, позволяющих увеличить общий модуль упругости конструкции (рис. 1). При этом учитываются расчеты на морозоустойчивость, упругий прогиб и прочность. Применение плоских георешеток (рис. 2) многократно доказало свою эффективность в дорожном строительстве, и использование их на сельских дорогах позволит оптимизировать расходы на ПГС при увеличении общего модуля упругости конструкции.

Армирование зернистых материалов позволяет сократить материалоемкость минеральных ресурсов, уменьшить сроки проведения работ и при этом обеспечить необходимую прочность дорожной одежды при наименьшей ее толщине.

Усиление дорожной конструкции достигается благодаря совместной работе георешетки (геосетки) с зернистым материалом основания, приводящей к блокировке (ограничению перемещений) отдельных зерен этого материала в ячейках геосетки (георешетки). Образованный композитный слой «ПГС + георешетка» обладает улучшенными механическими свойствами — прежде всего, повышенной устойчивостью к воздействию динамических нагрузок.

## ДИСПЕРСНЫЕ БИТУМЫ

Укрепление дорог низких категорий путем армирования геосинтетикой повышает их прочность, но им все равно будут присущи пылимость и зависимость транспортно-эксплуатационных свойств от действия осадков. Для исключения или значительного снижения таких недостатков необходимо устройство замыкающих слоев износа из би-



Рис. 3. Рыхление боронной



Рис. 4. Распределение битумной суспензии



Рис. 5. Перемешивание суспензии с ПГС боронной

тумоминеральных материалов. Горячие асфальтобетоны плохо ложатся на местные грунты, в данном случае уместно рассматривать покрытие на основе холодных асфальтобетонов из диспергированных битумов. Многолетняя отечественная и зарубежная практика показывает, что лучшие результаты достигаются с применением асфальтовых материалов с дисперсными битумами на твердых эмульгаторах.

Битумная суспензия может изготавливаться в следующем порядке: твердый эмульгатор в виде пыли уноса перемешивается с водой с температурой 18 °С до получения смеси сметанообразной консистенции (по внешнему виду похожей на цементный раствор), затем подается вспененный битум с температурой 135 °С. В процессе перемешивания с суспензией твердого эмульгатора битум распадается на частицы сферической формы со средним диаметром около 1 мкм.

В рамках эксперимента асфальтовые материалы на основе битумной суспензии были применены на объекте «Подъезд к с. Маячный от а/д Оренбург – Орск – Шильда (примыкание на км 182+150), Оренбургская область».

Покрытие толщиной 4–5 см устраивалось на грунтово-гравийном основании способом смешения битум-

ной суспензии с песчано-гравийной смесью по следующей технологии: ПГС распределялась на основание автогрейдером, увлажнялась с помощью поливомочной машины, рыхлилась с помощью бороны (рис. 3); битумная суспензия в емкости разбавлялась водой до текучей консистенции, затем распределялась на рыхленную поверхность с помощью ковша погрузчика (рис. 4); производилось перемешивание суспензии с ПГС боронной (рис. 5) или автогрейдером за 3–4 прохода по одному месту, уплотнение катком ДУ-98 за 4 прохода (рис. 6).

Движение транспорта стало возможно уже через час после уплотнения. Проектная структура асфальтового материала формируется в течение нескольких дней в результате испарения воды и образования битумной пленки. Движение по покрытию началось сразу после уплотнения. Деформаций от колес легковых и грузовых автомобилей не наблюдалось (рис. 7).

Таким образом, учитывая все названные требования, можно достаточно быстро возводить недорогие дорожные конструкции, позволяющие строить подъездные пути к малоэтажным городам и развивать транспортную инфраструктуру. ■



Рис. 6. Уплотнение смеси с битумной суспензией катком



Рис. 7. После открытия движения: деформаций от колес не наблюдалось



Я ПРЕДПОЧИТАЮ ДОВОЛЬСТВОВАТЬСЯ ТЕМ,  
ЗА ВЕРНОСТЬ ЧЕГО МОГУ ПОРУЧИТЬСЯ.

Николай КОПЕРНИК

# ОБ ИНЖЕНЕРНОМ ПОДХОДЕ К ПОДБОРУ СЫРЬЯ ДЛЯ ГЕОСИНТЕТИКОВ, О ТИПАХ И ПРАВИЛЬНОСТИ ВЫБОРА МАТЕРИАЛОВ

А. В. САМКО, ГИП ООО «ХЮСКЕР»

Развитие транспортного строительства, в частности, расширение и модернизация существующей или строительство новой автодорожной инфраструктуры увеличивается из года в год и сопровождается разработкой новых высокоэффективных методов и решений для удовлетворения высоких требований производства работ в сжатые сроки. Реализация Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года, разработанного в соответствии с Указом Президента России от 7 мая 2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», включающего в себя девять проектов, направленных на модернизацию и расширение транспортной инфраструктуры, позволит обеспечить развитие транспортных коридоров «Запад-Восток» и «Север-Юг».

Необходимость применения современных материалов из синтетического полимерного сырья (геоткань, георешетка, геокомпозит) для выполнения поставленных задач обусловлена рядом бесспорных преимуществ:

- значительное удешевление конструкции проектируемых сооружений за счет снижения количества необходимых инертных заполнителей;
- быстрота возведения конструкций;
- обеспечение конструкционной безопасности и долговечности сооружений в сложных инженерно-геологических условиях.

Сооружения и конструкции (подпорные стены, откосы повышенной крутизны, насыпи на слабых грунтах, основания

дорожных одежд и др.) с использованием геосинтетических материалов (ГСМ) все чаще находят применение в объектах автодорожной инфраструктуры. Такой выбор обоснован экономической эффективностью современных систем решений (по сравнению с традиционными при учете стоимости материалов, расходов на транспортировку и сроков производства строительных работ).

С начала третьего тысячелетия ГСМ (геоткани, георешетки, геокомпозиты и др.) получили широкое применение в дорожном, гидротехническом, транспортном строительстве. Это способствовало и способствует проведению дополнительных научных изысканий, исследований, разработок в области не только их использования в качестве элементов конструкций и выполнения различных функций (армирование, разделение, фильтрация, защита от эрозии и т. д.), но и выбора сырьевой составляющей. Сложность определения правильного материала для проектировщика и строителя заключается в разнообразии полимерного сырья, из которого изготавливаются геосинтетики. Основным сырьем для ГСМ являются:

- ПА (полиамид);
- ПП (полипропилен);
- ПЭ (полиэтилен);
- ПЭТ (полиэфир);
- СТ (стекловолокно);
- ПВС (поливиниловый спирт);
- БЗ (базальтоволокно);
- АР (арамид).



Особое место на сооружениях с повышенными требованиями к деформациям, возводимых в сложных геологических условиях (на территориях с карстообразованием, в зонах сейсмической активности, просадочных грунтов и т. д.) занимает **Арамид (АР)**, который обладает высокими прочностными характеристиками, низкой деформативностью (удлинение около 2,5%), ползучестью под статической нагрузкой и высокой стойкостью к внешним воздействиям.

Несмотря на то что в ОДМ 218.2.046-2016 есть рекомендации по применению материалов из вышеназванных полимеров в различных дорожных конструкциях, в любом случае остается ряд аспектов, которые, на данный момент не регламентированы нормативной документацией РФ, но учитывать их необходимо для обеспечения надежности конструкций.

Как один из крупнейших мировых производителей геосинтетических материалов, HUESKER выпускает более 1,2 тыс. наименований продукции, используя различное полимерное сырье. Компания при этом предъявляет исключительные требования к его качеству и соответствию заявленным характеристикам. Благодаря научному подходу, проводимым испытаниям, разработкам и расчетам, мы можем аргументированно и беспристрастно обосновать рекомендации в применении того или иного сырья.

Согласно российской и международной практикам автодорожного строительства, не рекомендуется использование **ПП**-материалов, а также высокомодульного **полиэтилена** при строительстве капитальных армогрунтовых сооружений (армирование основания на слабых грунтах и территориях, подверженных карстообразованию, армогрунтовые подпорные конструкции и др.). Это связано с тем, что данные **полимеры** при всех своих регламентируемых прочностях при разрыве и относительном удлинении очень сильно теряют прочность при ползучести (при нагружении статической нагрузкой). Согласно EBGE0-2010 [1] и проведенным испытаниям, потеря прочности составляет от 50 до 75% от номинальной, что в итоге приводит к значительным деформациям конструкции и ее разрушению. Из этого примера ясно, что рассматривать надежность материала, исходя только из прочности и удлинения, категорически запрещается.

Как правило, для данных армогрунтовых конструкций используются **ПЭТ**, **ПВС** или **АР**-материалы из-за ключевого, в данном случае, фактора: низкой ползучести. Стоит отметить, что изделия из **ПП**-сырья являются прекрасным и нужным решением, но в другой области применения, а именно в работе по усилению слоев дорожных одежд (для дорог II–IV категорий), где статические нагрузки минимальны и ползучесть материала не влияет на надежность конструкции.

Необходимость правильного подбора сырья — ключевой параметр при применении материалов в условиях щелоч-

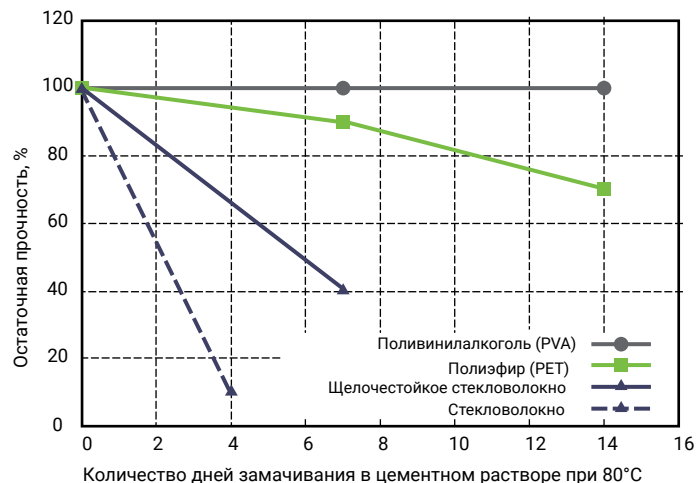


Рис. 1. Деградация полимеров в щелочной среде

ной среды с pH выше 9,5 (на контакте с бетонными изделиями, карбонатными породами, агрессивными грунтовыми водами и др.). Материалы из **ПЭТ**, **БЗ** и **СТ** не рекомендуются ввиду быстрой их деградации (рис. 1). При этом потеря прочности при нахождении в агрессивной среде **ПЭТ**-сырья достигает 30% [2], **СТ** — около 60% [2], **БЗ** — около 50% [3]. Для строительства капитальных армогрунтовых сооружений в агрессивных условиях необходимо использовать щелочестойкие полимеры — например, материалы на основе **ПВС**-сырья, — особенностью которых является стойкость к кислой и щелочной среде (pH от 2 до 13).

Следует отметить, что реальная картина деградации любого полимера происходит при испытаниях материала в агрессивной среде под статической нагрузкой (рис. 2). В армогрунтовых конструкциях материал испытывает постоянные нагрузки. Согласно существующей нормативной документации, однако, испытание проходит без его нагружения (рис. 3), что ведет к ошибочным значениям.

Учитывая вышеизложенные примеры, можно сделать заключение, что применение одного типа сырья не может решить всех специфических задач конкретных проектов. Наряду с этим при выборе материала необходимо руковод-

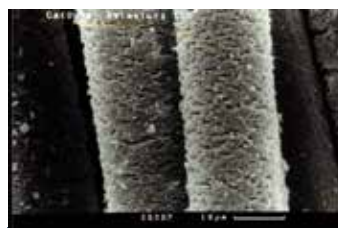


Рис. 2. ПЭТ-волокна после 14 дней в растворе  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  с 40 °C с нагрузкой 50% от номинальной прочности

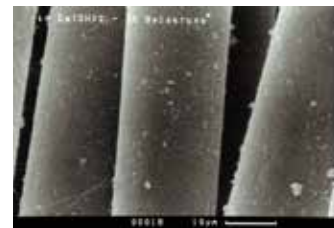


Рис. 3. ПЭТ-волокна после 91 дня в растворе  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  с 40 °C без нагрузки

# материалы&технологии

ствоваться не только «сухими» сертификатами, но и здравым смыслом и знаниями, основанными на международной и отечественной строительной практике.

К сожалению, на отечественном рынке помимо вышеуказанной проблемы существует еще одна — качество продукции для изготовления ГСМ. Использование дешевого и низкокачественного сырья, естественно, приводит к ухудшению характеристик готового изделия и, как следствие, к снижению надежности конструкции. К примеру, ГСМ из ПЭТ-сырья могут отличаться по одному показателю до 70%. Так, относительное удлинение материала **Stabilenka**<sup>®</sup> составляет не более 10%. В то же время на рынке предлагаются более дешевый геотекстиль из ПЭТ-сырья с удлинением 15% и выше. Очевидно, что долговременная прочность при ползучести у последних материалов будет гораздо хуже, что в итоге скажется на устойчивости сооружений.

Учитывая специфику дорожного строительства (работа на открытом воздухе, в холодное время года, наличие грунтовых вод и др.), при производстве полимерного сырья в него добавляют различные присадки для повышения как механических, так и физических свойств (стойкости к ультрафиолету, повышения гибкости, стойкости к воде, к микробиологии и др.).

В качестве примера приведем полимер **ПВС**, обладающий прекрасными механическими характеристиками, однако «чистое» сырье [4] является водорастворимым, благодаря

чему данный полимер получил широкое распространение в медицине.

Для того чтобы использовать ГСМ из **ПВС** в дорожном строительстве, компания HUESKER совместно с ведущим зарубежным производителем **ПВС**-сырья применила запатентованную присадку, которая блокирует растворимость готового изделия на молекулярном уровне. Именно поэтому материалы HUESKER из **ПВС**-сырья (Fortrac, Stabilenka, Basetrac и др.) являются **водонерастворимыми**, при этом сохраняя свои механические характеристики.

Российское ООО «ХЮСКЕР» является лидером в производстве геосинтетиков и проектировании армогрунтовых сооружений различного класса и назначения. Полувековой опыт выпуска геосинтетических материалов из широкого ассортимента сырья (ПЭ, ПП, ПА, ПЭТ, ПВС и АР), расчет различных конструкций для транспортных объектов с их применением, современные лабораторные комплексы позволяют нам детально прорабатывать существующие и разрабатывать новые ГСМ. Мы с радостью сотрудничаем со многими научными организациями (в области разработки нормативной документации, исследований, испытаний и т. д.), серьезно подходим к выбору сырья при использовании в различных конструкциях и условиях. Мы всегда готовы предоставить независимую консультацию проектировщикам, строителям, техническим заказчикам и надзорным органам. Мы уверены в надежности своих материалов. ■

## Литература

1. EBGEО 2010 Recommendations for Design and Analysis of Earth Structures using Geosynthetic Reinforcement, DGGT / Ernst & Sohn, Essen/Berlin, Deutschland. Jossifowa, S. and Alexiew, D. (2002)
2. J. Hikasa and T. Genba, Replacement for asbestos in reinforced cement products — Kuralon PVA fibres, properties, structure. Paper presented at the International Man Made Fibres Congress, Austrian Chemical Institute, Dornbirn, Austria, September, 1986.
3. К вопросу о щелочестойкости базальтовой фибры в цементной системе. / Бабаев. В. Б., Строкова В. В., Нелюбова В. В., Савгир Н.Л., // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, — 2013.
4. Энциклопедия полимеров. — т.2, Л-Полинозные волокна. — М.: Советская энциклопедия, 1974. — С. 787-792



Более 1200 наименований продукции из различных видов сырья для дорожного, гидротехнического, экологического строительства.

ООО «ХЮСКЕР»  
125445, г. Москва, Ленинградское шоссе, д. 69, к.1  
Тел. +7 (495) 221-42-58, факс +7 (495) 221-42-61  
E-mail: info@HUESKER.ru

 **HUESKER**  
Ideen. Ingenieure. Innovationen.  
[www.HUESKER.ru](http://www.HUESKER.ru)

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ГЕОРЕШЕТКИ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

А. А. ИГНАТЬЕВ,

к. т. н., декан архитектурно-строительного факультета, доцент  
кафедры гидротехнического и дорожного строительства  
Ярославского государственного технического университета

**В СТАТЬЕ ПРИВЕДЕНЫ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ НЕОБХОДИМОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ  
КОНСТРУКЦИИ ГЕОРЕШЕТКИ, ЧТО УЛУЧШЕТ ЕЕ АРМИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА  
И СНИЖАЕТ ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ.**

**В** настоящее время геосинтетические материалы приобрели большую популярность во многих отраслях и, в первую очередь, в дорожном строительстве. В частности, дороги, построенные с применением армирующих георешеток, способны выдерживать повышенные транспортные нагрузки, высокую интенсивность движения и более долговечны. Однако часто такую геосинтетику используют не для увеличения прочностных показателей конструкции дорожной одежды, а для экономии строительных материалов. При этом, к сожалению,

ожидаемого эффекта от армирования удается достичь не всегда, особенно если применяется некачественная продукция, что является в последнее время серьезной проблемой.

Утвержденные методики расчета дорожных одежд с применением армирующих прослоек (георешеток), содержащиеся в ОДМ 218.5-002-2008 и ОДМ 218.5.001-2009, не в полной мере позволяют провести достоверную оценку эффективности армирования. Предложенные коэффи-

циенты не учитывают такие ключевые параметры, как материал, способ изготовления, размер ячейки, узловое соединение, поэтому они не могут быть одинаково справедливы для всех видов георешеток. Остановимся более детально на перечисленных параметрах и постараемся определить степень их влияния на конечный результат армирования.

Упомянутые выше параметры во многом определяют устойчивость георешетки к механическим повреждениям. При укладке решетки как в основание, так и в покрытие дорожной одежды, в процессе распределения и уплотнения материала армируемого слоя она подвергается серьезным механическим воздействиям и нагрузкам. Многочисленные повреждения георешетки могут свести эффективность армирования к нулю. А разрыв может стать причиной неравномерной осадки конструкции, например, в случае применения локального армирования или укладки полотен стык в стык. Результатом непременно станут дефекты на покрытии.

Георешетки из полимерных материалов превосходят аналоги из стекловолокна и базальтового волокна по устойчивости к механическим повреждениям. Однако, как показали проведенные экспериментальные исследования, не все конструкции полимерных решеток имеют низкую степень повреждения.

Результаты испытаний на полигоне, проведенные Н.И. Кашиной и А.Ю. Барановым, показали высокую повреждаемость от воздействия щебня тканых и вязаных решеток (потеря прочности более 30). Экструдированная георешетка при этом сохранила 100% исходной прочности. В то же время испытания на выдергивание из щебня, проведенные компанией ViaCon, показали, что она имеет слабое узловое соединение, в котором нередко происходит расщепление. Результаты эксперимента приведены на рис. 1.

Рассмотрев проблему подробно, мы пришли к выводу,

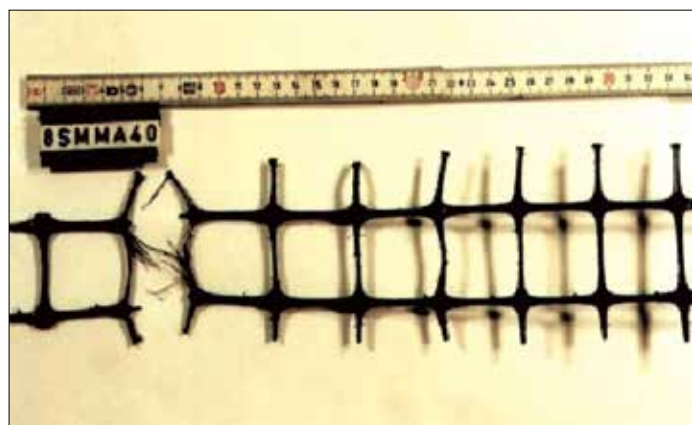


Рис. 1. Результаты испытаний экструдированной георешетки на выдергивание из щебня

что повысить армирующие свойства и снизить повреждаемость экструдированной георешетки можно за счет изменения ее конструкции путем приведения ячейки к шестиугольной форме.

Способ изготовления такой решетки описан А.В. Литвинцевым (патент RU 2632306 С1, 03.10.2017). Остановимся на достоинствах шестиугольной формы ячейки, которая позволяет уменьшить площадь «нерабочей зоны», что способствует улучшению заклинки щебня и получению более плотной структуры (рис. 2). «Нерабочие зоны» — это области, примыкающие к узлам решетки. Чем больше угол, тем ближе к узлу может оказаться частица щебня, заклинившаяся в ячейке.

В процессе заклинки под действием напряжений со



Рис. 2. Заполняемость ячеек георешетки с различными формами

стороны частиц заполнителя ячейки георешетки деформируются, стремясь принять форму круга. Наиболее приближена к ней ячейка в виде сотов, и, соответственно, она подвергается меньшим деформациям.

Узловое соединение в решетке является самым уязвимым местом, поскольку в нем концентрируются возникающие напряжения. В георешетке с треугольной растягивающее напряжение в узле приходится на шесть ребер, что способствует более равномерному распределению нагрузки по площади. Однако это приводит к повышенному расходу материала для изготовления решетки (см. рис. 3).

Используя шестиугольную форму, мы увеличиваем

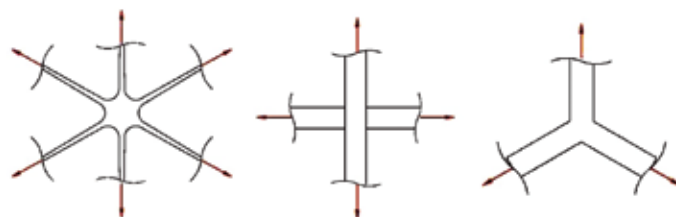


Рис. 3. Распределение напряжений в узловых соединениях георешеток с разной конструкцией ячеек

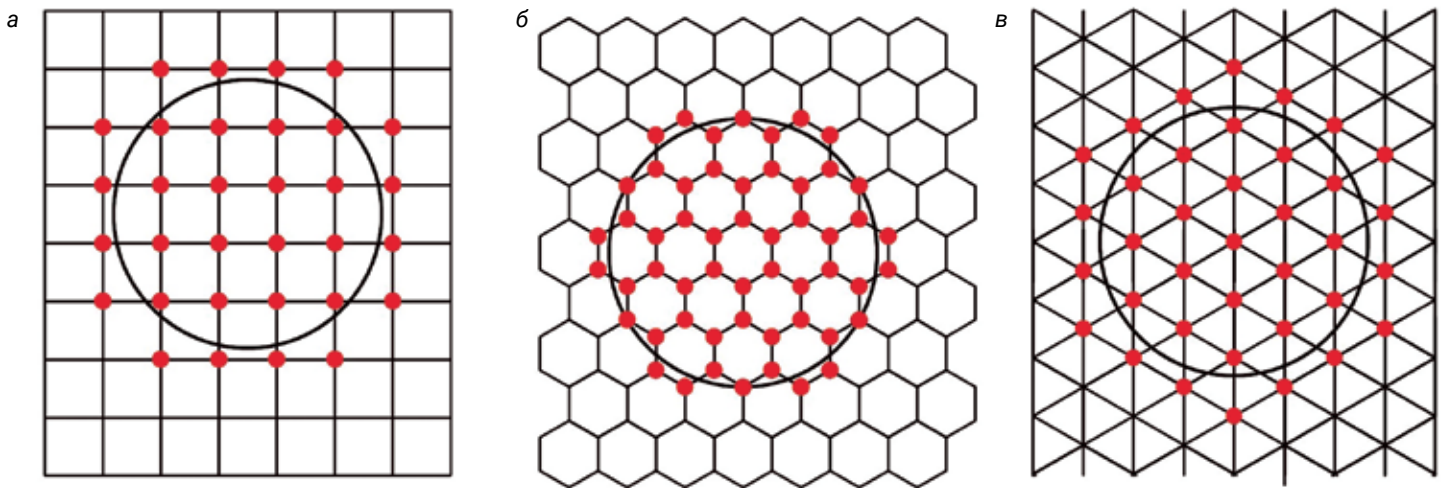


Рис. 4. Количество узловых соединений, воспринимающих нагрузку от штампа георешетками с различной формой ячейки: а – распределение нагрузки на 32 узловых соединения, б – распределение нагрузки на 54 узловых соединения, в – распределение нагрузки на 37 узловых соединений

количество узловых соединений и ребер, которые воспринимают нагрузку при том же размере ячейки (свободной площади), что и у квадратной решетки. Узловое соединение воспринимает напряжения только от трех ребер. При этом количество ребер увеличивается, а их длина уменьшается, и, соответственно, уменьшаются напряжения в самих ребрах. В итоге растягивающие напряжения в георешетке распределяются более равномерно.

На рис. 4 представлена схема, на которой показано число узловых соединений, воспринимающих нагрузку от колеса решетками с различной формой ячейки. Диаметр  $D$  приведенного к кругу отпечатка расчетного колеса автомобиля равен 37 см для нагрузки в 100 кН, в соответствии с требованиями ОДН 218.046-2001. Для наглядности изображения размер ячеек был увеличен в два раза по сравнению с существующими георешетками на рынке и составил: квадратная ячейка – 80x80 мм, площадь 6400 мм<sup>2</sup>; шестиугольная – диаметр вписанной окружности  $d = 86$  мм, площадь 6405 мм<sup>2</sup>; треугольная – сторона правильного треугольника  $a = 80$  мм, площадь 2771 мм<sup>2</sup>.

Как видно из рисунка, количество узловых соединений, воспринимающих нагрузку, для георешетки с треугольной и квадратной ячейками при одинаковой длине ребер практически не отличается, при этом площадь треугольной более чем в два раза меньше. Число узловых соединений у шестиугольной ячейки практически в два раза больше, чем у квадратной. Если размер шестиугольной ячейки увеличить примерно в полтора раза по

сравнению с квадратной, то даже в этом случае нагрузка будет распределяться между большим числом ребер и во всех направлениях. Причем увеличение размера не скажется на общей жесткости конструкции. В настоящее время этот параметр не учитывается в расчетах, но он оказывает самое серьезное влияние на эффективность армирования.

В политехническом университете Marche в Италии проводились исследования на определение эффективности жестких и гибких георешеток. Лабораторные результаты показали положительный эффект от использования обоих видов, но полевые испытания опровергли целесообразность армирования гибкой георешеткой.

Индийские исследователи Mathew Alida и Sasikumar Aswathy проводили испытания по оценке армирования грунтов георешетками, изготовленными из нестандартных материалов. В частности, были испытаны бамбуковая (жесткая) и джутовая (гибкая) решетки (рис. 5). Результаты экспериментальных исследований подтвердили превосходство жесткой георешетки для армирования.



Рис. 5. Бамбуковая (слева) и джутовая решетки

Жесткость георешетки влияет и на ее устойчивость к механическим повреждениям. По словам производителей, способность решетки легко деформироваться позволяет ей сохранять свою целостность и, соответственно, армирующие свойства. Но в этом кроется и основной недостаток данного вида георешетки, так как основная задача армирующей прослойки — препятствовать развитию деформаций.

Стренги, состоящие из отдельных нитей, в процессе заклинки изгибаются, принимая волнообразную форму. При воздействии нагрузки ребра частично воспринимают растягивающие напряжения, основное же их усилие сконцентрировано на восстановлении прямолинейной формы. При этом возникающее напряжение концентрируется в местах изгиба, где происходит разрыв стренг, а острые грани минерального заполнителя ускоряют этот процесс.

Толщина ребер георешетки также является важным параметром, определяющим ее жесткость и устойчивость к механическим повреждениям. Ячейки треугольной формы характеризуются высокой механической повреждаемостью, о чем свидетельствуют испытания при крупности засыпки щебня в 5 мм, 60 мм и 125 мм. Результаты были представлены Группой компаний «МИАКОМ» (таблица 1, рис. 7).

Увеличение количества ребер треугольной решетки потребовало от производителя, в угоду снижению стоимости готового изделия, уменьшить толщину ребра, что стало причиной высокой повреждаемости.

Подводя итоги, можно сказать, что в настоящее время при выборе георешеток не учитываются многочисленные параметры, оказывающие влияние на эффектив-

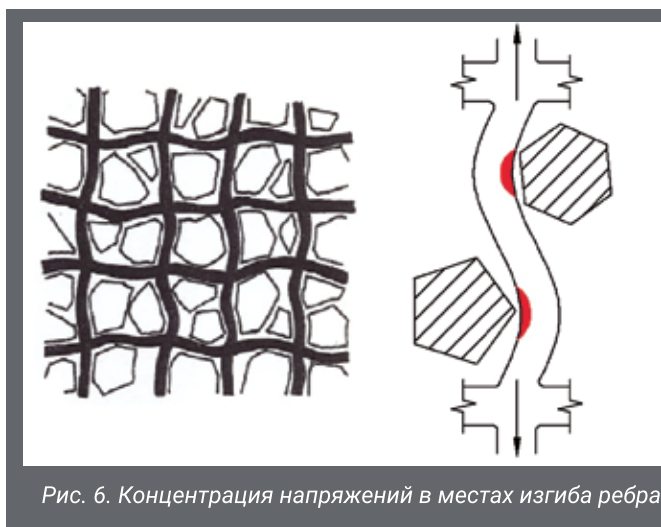


Рис. 6. Концентрация напряжений в местах изгиба ребра

Таблица 1.  
Результаты испытаний повреждаемости материалов

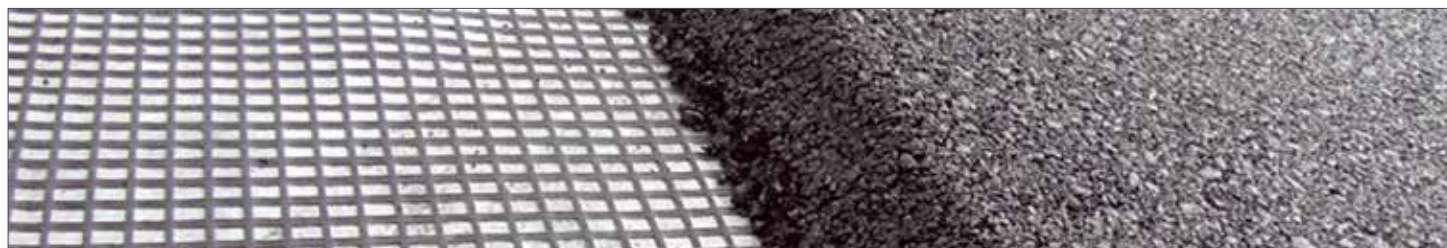
Тип материала	Количество повреждаемых ребер
Двухосноориентированные 20 кН/м	8
Двухосноориентированные 30 кН/м	2
Triax TX 160	54
Triax TX 170	52

ность армирования. К одним из ключевых следует отнести устойчивость решетки к механическим повреждениям и ее жесткость. Эти параметры напрямую связаны с конструкцией георешетки, и незначительные ее изменения сразу отражаются на эффективности армирования.

Результаты проведенных исследований показали, что изготовление жесткой георешетки с шестиугольной формой ячейки позволяет: уменьшить площадь «нерабочей зоны» и получить более плотную структуру армируемого слоя; улучшить заклинку частиц (диагональ ячейки на 15 больше, чем расстояние между параллельными ребрами, тогда как в квадратной — на 41); снизить повреждаемость решетки в процессе заклинки, за счет низкой деформации ячейки; уменьшить напряжения в узлах и ребрах, получить более плотную площадку, распределяющую действующую нагрузку, за счет увеличения количества ребер и узловых соединений; сохранить прежнюю толщину ребер и жесткость решетки без дополнительных затрат. ■



Рис. 7. Повреждение треугольной формы ячейки после уплотнения каменного материала



# СОПРЯЖЕНИЕ МОСТОВ С ГРУНТОВЫМИ МАССИВАМИ БЕРЕГОВЫХ СКЛОНОВ И ПОДХОДНЫХ НАСЫПЕЙ

А. Д. СОКОЛОВ,  
к. т. н., доктор транспорта, академик Российской академии  
транспорта (РАТ), академик Международной академии транспорта  
(ИТА), Почетный транспортный строитель

*СЛОЖИВШЕЕСЯ МНОГО ЛЕТ НАЗАД И СОХРАНИВШЕЕСЯ ДО СЕГОДНЯШНИХ ДНЕЙ В ДЕЙСТВУЮЩИХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТАХ ПО МОСТОСТРОЕНИЮ [1] ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ТОМ, ЧТО СОПРЯЖЕНИЕ МОСТОВ С НАСЫПЬЮ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ ПЕРЕХОДНОЙ ПЛИТОЙ, ЯВЛЯЕТСЯ ПРИМИТИВНЫМ, УСТАРЕВШИМ И НЕ ОТРАЖАЮЩИМ СЛОЖНОГО И МНОГОФАКТОРНОГО МЕХАНИЗМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОСТА С ГРУНТОВЫМ МАССИВОМ БЕРЕГОВОГО СКЛОНА И ПОДХОДНОЙ НАСЫПИ.*

Береговые склоны рек имеют, как правило, сложное геологическое строение, характеризующееся наличием наклонных напластований грунтов, слабых прослоек грунтов, иногда наличием массивов ила, торфа, сапропели. Большинство рек России имеет меридиональное направление течения, вследствие чего водный поток подвергается воздействию ускорения Кориолиса. Это приводит к тому, что один из берегов постоянно подмывается и имеет крутой склон, подверженный оползневым процессам или обладающий потенциальной оползневой опасностью. При загрузке такого склона весом подходной насыпи нарушается его устойчивость. Возникающие при этом оползневые давления приводят к авариям мостов: повреждается или разрушается устой, что влечет за собой заклинивание, потерю устойчивости формы или падение пролетного строения [2, 3, 4, 5, 6]. Потенциально оползневые склоны в такой ситуации представляют собой, образно говоря, «минное поле»: «спусковой механизм» срабатывает, когда они подвергаются каким-либо техногенным воздействиям.

## ПРОБЛЕМНЫЕ МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Старый мост через Дон у Аксая (пригород Ростова-на-Дону) был поврежден вследствие оползневых явлений, активизировавшихся после пригрузки склона весом подходной насыпи. Устой моста, запроектированный и построенный без учета оползневой опасности, имел фундамент мелкого заложения. Устой начал смещаться в сторону пролета сразу после завершения строительства моста. Вскоре шкафная стенка устоя уперлась в металлическое пролетное строение и была отломлена от ригеля (рис. 1). Смещение геомассива правобережного склона реки в месте расположения устоя происходило по тонкому контактному слою обводненных суглинков текучей консистенции с углом внутреннего трения  $\varphi = 4^\circ$ . Расчеты показали, что коэффициент устойчивости непригруженного насыпью склона составляет  $K_{уст} = 1,215$ . После пригрузки склона весом подходной насыпи коэффициент устойчиво-

сти стал  $K_{уст} = 0,949$ . Расчеты выполнены в НИЦ «Мосты» АО «ЦНИИС» с использованием метода Г. М. Шахунянца. Для предотвращения недопустимых нагрузок на пролетное строение оно было обрезано для образования необходимого зазора между шкафной стенкой и пролетным строением. Однако это мероприятие ненадолго спасло мост. При очередной подвижке устоя зазор вновь был перекрыт. При высокой температуре жаркого лета пролетное строение потеряло устойчивость и изогнулось. Движение по мосту было прекращено ввиду аварийной ситуации.

Следует отметить, что весь правый берег р. Дон подвержен оползневым процессам на значительном протяжении. Постройки, расположенные здесь, имеют множественные повреждения. В то же время еще один городской мост в Ростове-на-Дону (Ворошиловский) также возведен без необходимой противооползневой защиты.

Опоры моста через р. Тарусу в районе Серпухова, расположенные на потенциально оползневом склоне, были смещены в период строительства на несколько метров. К активизации оползня привело обводнение склона при производстве строительных работ и отсутствии надлежащего водоотвода. Авария потребовала перепроектирования и сооружения новых опор.



*Рис. 1. Пролетное строение моста через р. Дон уперлось в шкафную стенку; наклонное положение опорной части (1995 г.)*

При строительстве виадука через ущелье р. Чемитоквадже в районе Большого Сочи с 9-балльной сейсмикой высокие опоры возводились на левобережном потенциально оползневом склоне, сложенном слоями мергеля с углом падения  $30^\circ$  в сторону пролета. При подрезке склона для площадок под опоры произошел сдвиг крупного блока пород, повлекший за собой гибель человека и уничтожение строительной техники. Строительство заморозили на несколько лет. В итоге в НИЦ «Мосты» были запроектированы оригинальные противооползневые пояса с глубинными напрягаемыми анкерами. Готовая конструкция моста, за которую авторы удостоены Государственной премии, показана на рис. 2.

Мост через р. Чусовая на автодороге Пермь — Березняки претерпел серьезную аварийную ситуацию в период строительства. При частичной отсыпке подходной насыпи с проектной высотой 30 м произошел мощный оползень выдавливания слабых грунтов основания насыпи. При этом сместился уже возведенный устой моста. Опертое на устой пролетное строение превратилось в консоль. Первопричиной явились недостатки в инженерно-геологических изысканиях, которые привели к ошибочному проектному решению: концевой участок подходной насыпи высотой 30

насыпи с проектной высотой 30 м произошел мощный оползень выдавливания слабых грунтов основания насыпи. При этом сместился уже возведенный устой моста. Опертое на устой пролетное строение превратилось в консоль. Первопричиной явились недостатки в инженерно-геологических изысканиях, которые привели к ошибочному проектному решению: концевой участок подходной насыпи высотой 30



*Рис. 2. Общий вид виадука через ущелье р. Чемитоквадже*





**Рис. 3. Мост через р. Чусовую на автодороге Пермь – Березняки после восстановления насыпи и устройства противооползневой армогрунтовой системы**

м был расположен в старице реки с мощными отложениями ила и торфа. Решение проблемы нашли специалисты НИЦ «Мосты». Оно состояло в применении противооползневой армогрунтовой системы, необычной для тех лет. Новая конструкция устоя имела фундамент из глубоких буровых свай, опирающихся на коренные грунты основания. Мост через Чусовую, пущенный в эксплуатацию, показан на рис. 3.

Внеклассный мост через Волгу в Ульяновске расположен в районе знаменитого ульяновского косогора, характеризующегося мощными оползневыми проявлениями. Как показали исследования, коэффициент устойчивости склона в створе моста составляет 1,19, что явно недостаточно для обеспечения безопасности такого уникального сооружения. Однако серьезных противооползневых удерживающих сооружений, гарантирующих эксплуатационную надежность моста в течение 100–120 лет, не предусмотрено.

Перечень таких проблемных сооружений можно было бы продолжить. Назрела острая необходимость пересмотра существующих подходов к обеспечению защиты мостов от оползней, так как реальное положение становится угрожающим.

## К НОВОМУ ПОДХОДУ

Концепция нового взгляда на проблему защиты мостов от оползней состоит в системном подходе ко всему комплексу, включая инженерно-геологические изыскания, вариантное проектирование, технологический регламент и строительство. Остановимся кратко на этих аспектах.

При проведении инженерно-геологических изысканий, как правило, ограничиваются разрезом по оси моста, заканчивающимся по концам перехода. При этом концом моста считается шкафная стенка устоя. Это принципиально неверно и неприемлемо. Инженерно-геологические изыскания должны охватывать прилегающие склоны и значительные участки будущих подходов насыпей с обя-

зательной оползневой съемкой, которая позволит изучить структуру геомассива, потенциальную оползневую опасность, сделать прогноз развития оползневых процессов с учетом возможных техногенных воздействий.

При проектировании моста должны учитываться изменения напряженно-деформированного состояния геомассива склона после их пригрузки весом подходов насыпей и возможные нарушения гидрогеологического режима склона в процессе строительства и после его завершения. При этом противооползневые мероприятия, включая удерживающие конструкции, должны входить в комплект проектной документации мостового перехода. Нельзя отделять мост от концевых участков подходов насыпей, влияющих, а иногда и предопределяющих схему сооружения и его эксплуатационную надежность.

Что касается расчетной части, то, по многолетнему обширному и достаточно успешному опыту НИЦ «Мосты», наиболее достоверные результаты и наиболее полную информацию с учетом всевозможных факторов дает применение метода Г. М. Шахунянца [7], который является строго теоретически обоснованным, имеет графическое и аналитическое решения, позволяет выполнить инженерные расчеты, в том числе и с применением программных средств и современной вычислительной техники.

И, безусловно, расчеты устойчивости положения на глубокий сдвиг с захватом грунтов основания должны проводиться в каждом случае, а не только для подходов насыпей высотой 12 м и более, как сейчас предусмотрено нормами. Коэффициент устойчивости при этом должен быть никак не менее 1,4, что, с другой стороны, полностью корреспондируется с требованиями, предъявляемыми к надежности мостов.

Потенциально оползневые склоны и таящаяся в них угроза эксплуатационной безопасности и долговечности мостовых сооружений – не единственное проявление опасных геологических процессов, присущих сопряжению мостов с геомассивами береговых склонов и подходов насыпей.

На значительных территориях России верхние слои геомассивов сложены слабыми грунтами: текучие и мягкопластичные суглинки и супеси, тиксотропные грунты, прослойки торфа, ила, сапропели, имеющие очень низкие прочностные и деформационные характеристики. Наличие слабых грунтов основания часто сопровождается их обводненностью, что делает невозможным их замену качественными песками. Это создает проблемы, связанные с необходимостью минимизации величин и темпов осадков подходов насыпей, в особенности при их значительной высоте. Для обеспечения равной надежности и безопасности концевых участков подходов насыпей с самим мостом их следует включать в состав мостового сооружения, проектируя на мостовые нагрузки и по мостовым нормам [8].

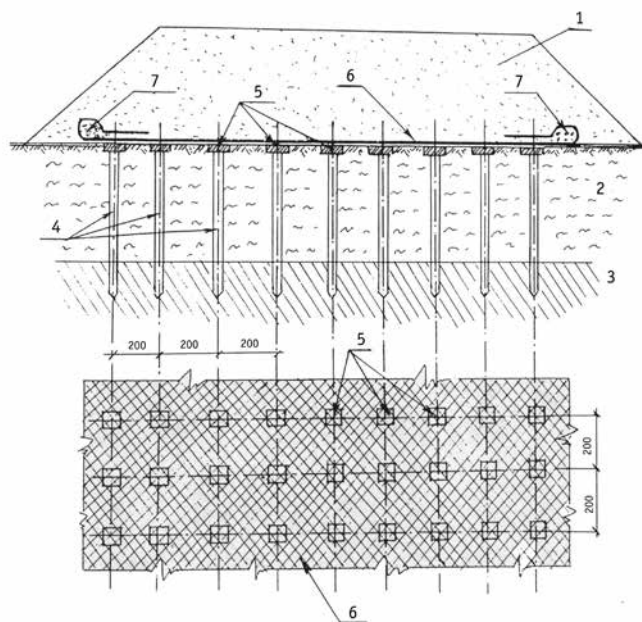


Рис. 4. Схема «безосадочной» насыпи на слабом основании: а – поперечный разрез; б – план армогрунтового ростверка; 1 – тело насыпи; 2 – слабые грунты основания; 3 – более прочные грунты основания; 4 – забивные железобетонные сваи сечением 35х35см; 5 – железобетонные сборные оголовники свай; 6 – армогрунтовый ростверк в виде мембраны из высокопрочной геосинтетической ткани Stablenka; 7 – анкерные элементы



Рис. 5. Общий вид моста через р. Ликову на Киевском шоссе в Московской области (2006 г.)



Рис. 6. Участок сопряжения насыпи с эстакадой №1



Рис. 7. Усиление слабого основания с помощью свайного поля



Рис. 8. Укладка геосинтетики; научное руководство строительства – НИЦ «Мосты» АО «ЦНИИС» (Соколов А.Д.)

## С ПОМОЩЬЮ ГЕОСИНТЕТИКИ

Примером может служить проектирование и строительство моста через р. Ликову при реконструкции Киевского шоссе, где впервые в России была применена технология устройства «висячей», безосадочной насыпи (рис. 4). Для исключения недопустимых осадок, формирующихся за счет деформации верхних слабых грунтов основания, вес насыпи передается на более прочные грунты основания с помощью свайного поля и гибкой геосинтетической мембраны. Эта методика проектирования заимствована из зарубежной

практики и впоследствии нашла применение на многих объектах транспортного строительства в России.

Мост через Ликову, где применены комбинированные многофункциональные армогрунтовые системы (НИЦ «Мосты») [9, 10, 11], ПАО «Мостотрест» соорудило в рекордно короткие сроки (рис. 5). В настоящее время аналогичная по назначению конструкция «висячей» насыпи также построена на участке автодороги Москва – Санкт-Петербург (Северная рокада) от Бусиновской эстакады до Фестивальной улицы в Москве (рис. 6, 7, 8). Проектная организация – ООО «Инженерный центр «Мосты и тонне-

ли», генподрядчик — ПАО «Мостотрест». Строительство участка сопряжения эстакады №1 с подходной насыпью проводило ООО «АльмакорГруп». Научно-техническое сопровождение проектных и строительно-монтажных работ осуществлял НИЦ «Мосты» (А. Д. Соколов).

Южные, восточносибирские и дальневосточные территории России представляют собой регионы повы-

шенной сейсмической активности. При сопряжении мостов с геомассивами береговых склонов и подходных насыпей возникают непростые вопросы не только адекватного учета влияния сейсмике на свойства грунтов, но и обоснованных методов расчета взаимодействия несущих конструкций устоев мостов с грунтовыми средами.

## ВЫВОДЫ

1. Понятие узла сопряжения моста с грунтовым массивом берегового склона, трактуемое действующими нормами по мостостроению, давно устарело и не отражает всего многообразия сложных механизмов взаимодействия с мостом и влияния неблагоприятных инженерно-геологических условий на безопасность, эксплуатационную надежность и долговечность сооружения.

2. В узел сопряжения моста с грунтовыми массивами береговых склонов и подходных насыпей следует включать не только переходную плиту, но и определенный участок склона и насыпи, включая их в состав мостового сооружения и проектируя по мостовым нормам.

3. Примыкающие к мосту береговые склоны очень часто в силу своего геологического строения таят в себе потенциальную оползневую опасность. Стабилизировавшиеся со временем оползневые процессы активизируются при техногенных воздействиях на потенциально оползневой склон. Таким воздействием является, в первую очередь, загрузка склона весом подходной насыпи.

4. Проверка устойчивости положения узла сопряжения моста со склоном и насыпью на сдвиг по круглоцилиндрической или иной поверхности скольжения с захватом грунтов основания должна проводиться при любой высоте подходной насыпи.

5. Инженерно-геологические изыскания должны включать в себя построение продольного разреза с поперечниками, заканчивающегося не у конца моста, а захватывающего прилегающие участки склона. Необходимо также специальная оползневая съемка участка строительства моста.

6. Наиболее экономически эффективным является устройство противооползневой армогрунтовой системы из высокопрочной геосинтетики, прослойки которой должны пересекать опасную поверхность скольжения и обеспечивать требуемый (нормируемый) коэффициент устойчивости не менее 1,4.

7. Наличие в геомассиве берегового склона ослабленных грунтов с низкими прочностными и деформативными характеристиками требует принятия специальных технических решений по минимизации осадок насыпи для сохранности дорожного покрытия. Наиболее эффективным является устройство «висячей», безосадочной насыпи на свайном поле и мембране из высокопрочной геосинтетики.

8. При проектировании мостовых сооружений в сейсмических районах следует учитывать не только изменения физико-механических характеристик грунтов под действием землетрясений, но и особенность теоретических решений взаимодействия несущих элементов устоев с грунтовыми средами. ■

## Литература

1. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\*/ Минрегионразвития РФ. М., 2011.
2. Луга А.А. Глубокие локальные сдвиги устоев мостов // Исследование несущей способности фундаментов из свай и оболочек. М.: Транспорт, 1969.
3. Соколов А.Д. Оползни: явная угроза // Мир дорог. 2007. №29. С. 52–56.
4. Соколов А.Д. Актуальные вопросы защиты мостов от оползней // Транспортное строительство. 2006. №12. С. 19–21.
5. Соколов А.Д. Дефекты сопряжений мостов с насыпями: ошибки или система? // Автомобильные дороги. 2007. №9 (910). С. 78–83.
6. Соколов А.Д. Проблемы безопасности мостостроения // Строительство и архитектура. Ростов-на-Дону, 2009. №14 (137).
7. Шахуняц Г.М. Железнодорожный путь. М.: Транспорт, 1987. 479 с.
8. Соколов А.Д. Армогрунтовые системы автодорожных мостов и транспортных развязок. СПб.: ОМЦ «Держава», 2013. 496 с.
9. Шмидт В.И., Солодунин А.Н., Кулачкин Б.И., Соколов А.Д., Радкевич А.И. Опыт проектирования моста через р. Ликову // Вестник мостостроения. М., 2004. №3–4. С. 28–31.
10. Соколов А.Д., Солодунин А.Н. Армогрунтовые конструкции устоев с отдельными функциями моста через р. Ликову // Дороги и мосты. 2006. Вып. 15/1. С. 119–126.
11. Соколов А.Д., Солодунин А.Н. Многофункциональные армогрунтовые конструкции устоев с отдельными функциями моста через р. Ликову // Сб. науч. тр. ВНИИ Транспортного строительства. Вып. 226 (Научное обеспечение проектирования, строительства и эксплуатации мостов). М.: ЦНИИС, 2005. С. 137–146.

# РЕСУРСЫ ГЕОТЕКСТИЛЯ ПО НОВОМУ ГОССТАНДАРТУ

Сергей ЗУБАРЕВ

**В ЦЕЛЯХ НАДЕЖНОСТИ, БЕЗОПАСНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД В 2015 ГОДУ БЫЛИ ПРИНЯТЫ НОВЫЕ СТАНДАРТЫ ПО ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛАМ — ГОСТ Р 56419-2015 И ГОСТ Р 56338-2015. В ЧАСТНОСТИ, ДЛЯ ГЕОТЕКСТИЛЯ ТЕПЕРЬ НОРМИРУЕТСЯ НЕ ПОВЕРХНОСТНАЯ ПЛОТНОСТЬ, А СОВРЕМЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА РАЗРЫВНУЮ НАГРУЗКУ И ПРОЧНОСТЬ НА ПРОДАВЛИВАНИЕ. ЭТО ОБУСЛОВЛЕНО ТЕМ, ЧТО РОСАВТОДОР И ГОСКОМПАНИЯ «АВТОДОР» НАЧАЛИ РЕШАТЬ ЗАДАЧУ УВЕЛИЧЕНИЯ МЕЖРЕМОНТНЫХ СРОКОВ ДОРОГ.**

Российские производители, исходя из обозначенных ориентиров, а также стратегии импортозамещения, уже освоили выпуск качественной продукции необходимого профиля. В частности, дорожникам Санкт-Петербурга и в целом Северо-Запада ее поставляет Производственно-коммерческое предприятие «Ресурс». Такой геотекстиль полноправно пришел на федеральные трассы, однако на региональных и муниципальных дорогах проектировщики и подрядчики, увы, зачастую продолжают работать по устаревшим нормам, хотя новый стандарт принят четыре года назад.

Вопрос заключается также в том, с какой именно целью применяется та или иная продукция. Российские дорожники привыкли еще с советских времен «на все случаи жизни» использовать так называемый дорнит. Причем на рынке к тому же распространилось очень много некачественного геотекстиля, потому что главным показателем при покупке являлась плотность. Это, по сути, масса материала, его толщина — и не более того. Прописывается, например, «геотекстиль плотностью 200 г/м<sup>2</sup>», но его реальные эксплуатационные показатели в данном случае не отражаются.

У специалистов отрасли давно есть понимание, что для разделения слоев дорожной одежды и фильтрации следует применять геосинтетику, но каким именно должен быть используемый материал, долгие годы практически никто не вникал.

Сейчас, однако, некоторые научно-исследовательские организации — например, московский НИИ «ТСК» — серьезно занялись этим техническим вопросом. Задача была поставлена Росавтодором и Госкомпанией «Автодор», исходя из того, что традиционные решения не обеспечивают необходимой долговечности дорожных одежд. Через три-четыре года на дороге начинают проявляться критические дефекты, вплоть до ям и провалов.

— При изучении вопроса обеспечения долговечности выяснилось, что полиэфир, который в основном используют российские производители геотекстиля, конкретно в иглопробивных полотнах неэффективен, — комментирует руководитель проектов ПКП «Ресурс» Алексей Сидоренко, специалист по геосинтетике. — Особенно заметно это проявляется у нас на Северо-Западе, где преобладают кислотно-щелочные почвы, много суглинков и заболоченных территорий. К тому же ради экономии стараются делать наиболее дешевый материал из вторичного сырья. Вместе с тем необходимая долговечность достигается только при использовании качественного полипропилена. Это доказано испытаниями, проведенными, в том числе, по заказу Росавтодора и Госкомпании «Автодор». Исходя из требований нового ГОСТа, ни один производитель дорнита или геотекстиля из полиэфира просто не сможет получить заключение о долговечности своего материала.

Как уточняет специалист, испытания в данном случае, конечно, имели статус ускоренных, но длились все-таки примерно по полгода. В результате с максимально возможной достоверностью получено подтверждение, что материал из полипропилена будет гарантированно служить 25 лет. А геотекстиль из полиэфира утрачивает эксплуатационные свойства зачастую уже через два-три года — и в результате разрушаются верхние конструкции дорожных одежд. Получается, что применение геосинтетики, влекущее за собой некоторое удорожание строительства ради качества и долговечности объектов, в таких случаях приводит только к лишним затратам, неэффективному расходованию средств.

— Да, геосинтетику сейчас принимают, считая, что она необходима, но по факту при госзакупках на региональном уровне, несмотря на новый ГОСТ, все по-прежнему стремятся удешевлять, не интересуясь реальными характеристиками материала, — продолжает Алексей Сидоренко. — Вот приезжаю недавно на объект и вижу, что опять «закапывают» тот же полиэфир плотностью 200–250. Аргумент строителя: «Мне надо сэкономить. И вообще я 40 лет с этим работаю — и



*Алексей Сидоренко, руководитель проектов ПКП «Ресурс»*

буду продолжать дальше». Так не укладывай вообще никакой геосинтетики, ведь получится тот же эффект — через три года дорогу придется ремонтировать.

Специалисты ПКП «Ресурс» при этом признаются, что, всегда располагая именно теми качественными продуктами, которые профессионально предназначены для фильтрации, разделения и удержания слоев дорожной одежды, одновременно вынуждены иметь на складах и другие, более дешевые и менее долговечные материалы, поскольку их продолжают требовать заказчики, не обращая внимания на новые ГОСТы и СНИПы. Но, как известно, скупой платит дважды.

Когда на федеральных трассах была поставлена задача применения качественного геотекстиля, на рынке присутствовал импортный материал «Тайпар», который хорошо себя зарекомендовал по всем параметрам, кроме довольно-таки высокой цены. В России аналогичными разработками занимался завод «СИБУР Геосинт», сам являвшийся производителем первичного полипропиленового сырья и освоивший выпуск геополотна под названием «Канвалан» по новому ГОСТу. Уточним: теперь нормируются пять показателей, начиная с разрывной нагрузки, прочности на продавливание и коэффициента долговечности, а плотность носит только справочный характер — для понимания, сколько весит продукт.

Развитие бренда «Канвалан» продолжила компания «Тератекс». Компания «Комитекс Гео» модернизировала производство и вывела на рынок новую марку «Геоком Про», обладающую такими же высокими техническими характеристиками.

## рынок геоматериалов



— Мы имеем на складах и «Канвалан» и «Геоком Про», так как являемся дилерами обеих компаний, — рассказывает Алексей Сидоренко. — При этом насчет «Комитекса» хочу отметить, что сам наблюдаю, как они продолжают улучшать материал и уже производят аналог импортного «Тайпара», только цена, соответственно, ниже — на 30–40%.

Надо отметить, что ПКП «Ресурс» имеет свои мощности по производству геосинтетических материалов, однако непосредственно по дорожному направлению сейчас продвигает инновационные решения других компаний. Вместе с тем наработанные компетенции позволяют предприятию осуществлять полное сопровождение применения новой

продукции для дорожников. Что же касается профессионального престижа, то, например, по проекту стадиона «Зенит» («Газпром Арена») представителя ПКП «Ресурс» пригласили в технический совет наряду с ведущими специалистами Санкт-Петербурга по другим направлениям.

— Уже можно говорить о том, что не только на федеральных, но и на всех остальных дорогах пора забыть и о геотекстиле, нормируемом по показателю «плотность», и о дорогостоящей зарубежной продукции, — резюмирует Алексей Сидоренко. — У нас есть импортозамещение, а также свои новые нормативные документы — ГОСТ и ОДМ, на которые мы и ориентируемся. А геотекстиль сейчас действительно используется на всех дорогах, даже на пешеходных дорожках и парковках. И проектные институты постепенно начинают прописывать в своей документации либо применение нового ГОСТа, либо геополотно из первичного полипропилена, разработанное с учетом разрывной нагрузки и других нормируемых теперь показателей. ■



192019, Санкт-Петербург,  
наб. Обводного канала, д.14  
Тел./факс: (812) 336-31-31  
info@resursltd.ru  
www.resursltd.ru

# 15–16 АПРЕЛЯ / 2020

## III МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

# «ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ТЕРРИТОРИЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

Организатор конференции



МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

Генеральный спонсор



Место проведения:

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
ул. Малая Морская, 14  
Petro Palace Hotel

Генеральные информационные партнеры



# ГЕОМАТЕРИАЛЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ. **ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ**

## СВОБОДНЫЙ МИКРОФОН

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «ДОРОГИ. ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ», ГОТОВЯ СПЕЦВЫПУСК ПО ПРИМЕНЕНИЮ ГЕОСИНТЕТИКИ В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ, ПРЕДЛОЖИЛА СПЕЦИАЛИСТАМ ВЫСКАЗАТЬСЯ ПО ПРОБЛЕМАМ И ТЕНДЕНЦИЯМ ЭТОГО РЫНКА В ФОРМАТЕ «СВОБОДНОГО МИКРОФОНА». В ПУБЛИКАЦИИ ПРЕДСТАВЛЕНЫ КОММЕНТАРИИ СО СТОРОНЫ РОСАВТОДОРА, ФАУ «РОСДОРНИИ», А ТАКЖЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.



### вопросы редакции:

- 1** Каков на сегодняшний день баланс спроса и предложения на рынке геосинтетики, каковы тенденции ее потребления?
- 2** Какие геоматериалы рекомендованы к применению при реализации нацпроекта «БКАД»?
- 3** Как включение геосинтетиков в конструкцию земляного полотна влияет на срок службы автомобильных дорог?
- 4** Какие основные вопросы возникают у Госэкспертизы при рассмотрении проектов, предусматривающих применение геоматериалов в дорожном строительстве?
- 5** Какие новые перспективные технологии с применением геосинтетиков предлагаются для дорожного строительства?



Алексей ВАРЯТЧЕНКО,  
генеральный директор ФАУ «РосдорНИИ»:

— К сожалению, достаточно полная информация о спросе и предложении на рынке геосинтетики отсутствует. Но отдельные источники свидетельствуют о том, что с каждым годом применение геосинтетики в дорожной отрасли растет. Это, в первую очередь, обусловлено наличием большого числа регионов со сложными геологическими условиями.

По прогнозным данным II Межотраслевой конференции «Геосинтетические материалы в дорожном строительстве. Актуальные вопросы — 2014» спрос на геотекстиль в автодорожной отрасли России в 2020 году превысит 60 млн м<sup>2</sup>, а на георешетки — приблизится к аналогичному показателю.

## рынок геоматериалов

На сегодняшний день производственные мощности отечественных производителей геосинтетики таковы, что они полностью способны удовлетворить потребности дорожного хозяйства. А ведь еще есть предложение зарубежных компаний, в том числе из Китая. Таким образом, сейчас на рынке наблюдается высокая конкуренция, но спрос на этот продукт продолжает расти.

В то же время для расширения использования геосинтетики необходимо: развитие методической базы проектирования, содержащей детализированные алгоритмы определения исходных условий применения, подбора материалов и расчетов; уточнение требований к различным видам геосинтетических материалов в зависимости от их назначения, а также методик их испытаний; развитие лабораторной базы.

Что касается реализации масштабного национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги», то в настоящее время к применению в его рамках рекомендованы все геоматериалы, которые вошли в Реестр новых и наилучших технологий, материалов и технологических решений повторного применения для осуществления дорожной деятельности при его первоначальном наполнении. Это 150 наименований геосинтетиков и 25 технологий с их использованием.

Благодаря применению того или иного инженерного решения включение геосинтетических материалов в конструкцию земляного полотна позволяет отказаться от процесса замены слабых грунтов, тем самым снизив затраты на земляные работы и сократив время строительства, повысить устойчивость земляного полотна. Использование ленточных геодрен на слабых грунтах ускоряет консолидацию основания за счет сокращения пути фильтрации воды, отжимаемой из слабой толщи (данная технология достаточно полно представлена в ОДМ 218.3.049-2015 «Методические рекомендации по применению многослойных композиционных дренающих материалов (геодрен) для осушения и усиления дорожных конструкций при строительстве и реконструкции автомобильных дорог», ОДМ 218.3.048-2019 «Рекомендации по применению современных композиционных ленточных дрен при возведении насыпей на слабых основаниях»). Устройство насыпей из вспененного полистирола позволяет снизить нагрузки на слабое основание, отказаться от замены грунта, возводить насыпь из материала стабильного качества, не подверженного влиянию климатических и гидрологических условий.

При этом продвижение геосинтетики в дорожную отрасль по-прежнему осложняется проблемой взаимодействия с Главгосэкспертизой. Основной вопрос у экспертов — удорожание на этапе строительства. В то время как эффект от использования геоматериалов возникает в жизненном цикле автомобильной дороги за счет сни-

жения последующих расходов на ремонты, увеличения межремонтных сроков. Сравнение вариантов конструкций дорожных одежд должно выполняться по дисконтированным затратам с учетом как единовременных строительных затрат, так и разновременных расходов в процессе эксплуатации.



**Алексей ЛИТВИНЦЕВ,**  
главный инженер ООО «ТД «РГК»:

— Для реализации нацпроекта «БКАД» рекомендованы наши георешетки полимерные дорожные одноосноориентированные, двухосноориентированные и трехосноориентированные, геосотовый полимерный материал, геомат, дренажный геокompозит. Вышеперечисленные материалы включены в Реестр, они являются одними из самых востребованных в дорожно-строительной отрасли.

Одноосноориентированные, двухосноориентированные и трехосноориентированные георешетки выполняют функцию армирования в дорожных конструкциях. Геомат и геосотовый материал предназначены для борьбы с водно-ветровой эрозией на участках повышенной крутизны откосов, насыпей, выемок, кюветов, береговых линий. Дренажный геокompозит предназначен для обеспечения водоотвода и выполнения дополнительных функций (фильтрующих, разделительных, защитных, армирующих).

Наша компания регулярно проводит испытания в независимых лабораториях, участвует в опытно-экспериментальных мероприятиях — в частности, на полигоне АНО «НИИ ТСК» по определению коэффициентов долговечности геоматериалов согласно требованиям ПНСТ 318-2018 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Методы испытаний на долговечность». В ходе полигонных испытаний осуществляется имитация реальных условий эксплуатации при укладке образцов геосинтетиков под слоями песка, щебня фракций 4–8 мм и 31,5–63 мм.





Лариса СОКОЛОВА,  
главный технолог АО «Втор-Ком»:

— В настоящее время АО «Втор-Ком» при поддержке Фонда развития промышленности реализует крупный инвестиционный проект по техническому переоснащению

и модернизации предприятия. С 2019 года нами успешно эксплуатируется новейшая высокопроизводительная европейская линия по производству нетканых материалов. Новое оборудование позволяет выпускать продукцию с оптимальными для заказчиков параметрами, например, с более высокими прочностными характеристиками при малой толщине и поверхностной плотности полотна. ■



## с точки зрения Росавтодора

Спрос на геосинтетики в дорожной отрасли растет с каждым годом. Негативным фактором, однако, является применение материалов, не соответствующих установленным в проекте требованиям, что, в первую очередь, связано с недостаточным входным контролем качества согласно ПНСТ 318-2018. Подрядчики зачастую закупают продукцию не у производителей, а у посредников. Последние не всегда отличаются добросовестностью, нередко занимаются подлогом документов и предлагают за меньшую цену худший материал, чем заложено в проекте.

В соответствии с действующими национальными стандартами геосинтетические материалы классифицируются по выполняемым ими функциям в конструкции. Например, армирование асфальтобетонных слоев дорожной одежды, армирование слоев из минеральных материалов, разделение, защита от коррозии на откосах и т. д. Рациональное решение о необходимости применения геосинтетики в конструкции, в том числе на объектах нацпроекта «БКАД», принимает проектировщик. Информация о геосинтетических материалах для использования в конструктивных элементах дорожной одежды и земля-

ного полотна содержится, в том числе, в Реестре новых и наилучших технологий, материалов и технологических решений повторного применения, ведение которого осуществляет ФАУ «РосдорНИИ».

При этом решения и материалы, не предусмотренные техническими регламентами, не получают подтверждения в форме положительного заключения ФАУ «Главгосэкспертиза России». Также не принимаются инновации, находящиеся на стадии апробации или учтенные только СТО (стандартом организации) и ОДМ (отраслевой методикой). Нужно отметить, что большинство видов геосинтетиков не имеют препятствий для включения в проекты, подлежащие Главгосэкспертизе, при наличии обоснования, так как они предусмотрены соответствующими современными ГОСТ Р. При этом новые материалы и технологии постоянно разрабатываются и апробируются. Соответственно, необходимо отметить важность своевременной разработки и утверждения современных нормативных документов.

Пресс-служба Федерального дорожного агентства



# ВТОР•КОМ

АО «Втор-Ком», г. Челябинск

ПРОИЗВОДСТВО  
НЕТКАНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ



геополотно нетканое

## Геополотно•ВК



геополотно  
для дорожного  
и нефтегазового  
строительства

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

геотекстиль

## ЛАЙТЕКС



геотекстиль для  
общестроительных  
нужд и работ

*Мы рады  
предложить Вам:*

**НОВЕЙШИЕ**  
технологии производства  
**СТАБИЛЬНОЕ**  
качество продукции  
**ВЫГОДНОЕ**  
географическое положение

геотекстиль

## G-TEX



геотекстиль для  
ландшафтных работ

Новинка — геотекстиль  
G-TEX черного цвета


**НОВИНКА**

тел. +7 (351) 791-14-22, 791-16-63

[www.vtor-kom.ru](http://www.vtor-kom.ru)

# ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

## Алфавитный указатель компаний



Предприятие	Ассортимент (наименование, марка ГСМ)	Область применения
1	2	3
<p><b>NAUE GMBH &amp; CO. KG</b> Espelkamp-Fiestel, Germany, г. Москва</p>  <p>Тел. +7 (495) 925-00-27 (Москва), факс +49 (5743) 41-553 (Германия) Email: russia@naue.com</p>	Terrafix® – иглопробивной, штапельно-волоконистый, нетканый геотекстильный материал	Гидротехническое строительство; применяется в виде однослойных 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-волоконистый, 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 мононитей 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
	Combigrid® – плоские георешетки из преднапряженных монолитных полимерных стержней встроенным геотекстильным нетканым материалом	Гражданское строительство; строительство полигонов; гидротехническое строительство; для стабилизации, армирования, разделения и фильтрации
<p><b>АО «АРЕАН-ГЕОСИНТЕТИКС»</b> г. Санкт-Петербург, г. Москва, г. Новосибирск</p>  <p>Тел. +7 (812) 305-90-40, (495) 648-68-23, (383) 285-58-07 E-mail: info@areangeo.ru www.areangeo.ru</p>	Tyrag SF® – нетканый термоскрепленный геотекстиль	Дорожное и железнодорожное строительство; разделение слоев дорожной одежды; изоляция и дренаж; гидротехническое строительство; повышение несущей способности земляного полотна; берегоукрепление; благоустройство территорий и т. д.
	Enkamat® – противозерозионный объемный мат	Гидротехническое строительство; 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 от грунтовых вод; устройство озелененных и эксплуатируемых кровельных конструкций
	Colbondrain® CX1000 – плоские ленточные дрены для вертикального дренажа	Вертикальный дренаж больших площадей под основанием дорожных насыпей, дамб и т. п., возводящихся на слабых водонасыщенных грунтах с низким коэффициентом фильтрации
	Геосинтетические материалы фирмы <b>HUESKER</b>	Дорожное, железнодорожное и гидротехническое строительство; армирование оснований насыпей, крутых откосов и подпорных стен; оснований дорожных одежд и асфальтобетона; перекрытие полигонов ТБО; гидроизоляция оснований, строительство а/д и ж/д в водоохраных зонах; возведение ландшафтных сооружений; защита от водной и ветровой эрозии, гидроизоляция, возведение берегоукреплений

1	2	3
<p><b>АО «АРЕАН-ГЕОСИНТЕТИКС»</b></p>	<p>Битумные материалы торговой марки <b>«БРИТ»</b></p> <p>СТС-полимерные трубные изделия различного назначения</p>	<p>Герметики, мастики, битумно-полимерные стыковочные ленты, защитно-восстановительные составы для дорожного, аэродромного и промышленно-гражданского строительства</p> <p>Автомобильное и железнодорожное строительство; устройстволивневой (безнапорной) канализации и дренажных систем</p>
<p><b>АО «ВТОР-КОМ» г. Челябинск</b></p>  <p><b>ВТОР-КОМ</b></p> <p>Тел. +7 (351) 791-38-72, 791-14-22 www.vtor-kom.ru</p>	<p>Геополотно нетканое «ВК» (СТО 21506643.001-2015); поверхностная плотность – от 100 до 600 г/м<sup>2</sup>, ширина – до 6 м</p> <p>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>Геотекстиль «Лайтекс» и «Лайтекс PRO» (СТО 21506643.01-2018); поверхностная плотность от 150 до 600 г/м<sup>2</sup>, ширина – до 6 м</p> <p>Геотекстиль G-Tex (СТО 21506643.001-2016); поверхностная плотность – от 100 до 600 г/м<sup>2</sup>; ширина – 2 м</p>	<p>Ремонт, строительство, реконструкция автомобильных дорог; монтажные и ремонтные работы на газо- и нефтепроводах; строительство железных дорог; ландшафтные работы</p> <p>Обустройство кустов скважин; строительство накопителей жидких, твердых промышленных и бытовых отходов; устройство гидроизоляционного и антикоррозийного покрытия бетонных, кирпичных, металлических и прочих поверхностей</p> <p>Общестроительные и ландшафтные работы, строительство временных дорог и дорог обычного типа</p> <p>Устройство водоемов и бассейнов, кровельные работы, благоустройство территорий, мест хранения сыпучих материалов, при ландшафтных работах и как укрывной материал</p>
<p><b>ООО «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ» г. Москва</b></p>  <p><b>MACCAFERRI</b></p> <p>Тел. +7 (495) 937-58-84, Факс +7 (495) 775-19-93 E-mail: info@ru.maccafferri.com www.maccafferri.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, от 50 до 200 кН/м</p> <p>ПараЛинк – высокопрочная композитная георешетка, 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><b>ООО «ГЕКСА – НЕТКАНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» (ТМ Геоспан) Московская обл., Красногорский р-н, д. Гольево</b></p>  <p><b>ГЕОСПАН</b> Инженерные решения 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 подтопленных откосов</p> <p>В комбинации с геотекстилями «Геоспан» – для обеспечения устойчивости (укрепления) и противозерозионной защиты откосов, создания гибкой геоплатформы «Геоспан» для армирования земполотна</p>
<p><b>ООО «ГЕОЛАЙН» Башкортостан, г. Туймазы</b></p>  <p><b>ГЕОЛАЙН</b></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 «Геолан»; прочность – от 20 до 38 кН/м, ширина – 3м</p> <p>Георешетка тканая стеклянная дорожная «Армопол»; прочность – от 50 до 120 кН/м, размер ячеек – 25x25; 37,5x37,5; 50x50 мм</p> <p>Материал геосотовый (геоячейки) «Геосив»; прочность – 180 кН/м, высота ячеек – 50, 75, 100, 150 мм; форма ячеек – шестиугольник, ромб; геополосы – водопроницаемые; 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><b>ГК GEOSM</b> г. Нижний Новгород</p>  <p>Тел. +7(800)500-32-24 www.geo-sm.ru</p>	<p>Геоматериалы марки «Геофлакс»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ полотно геотекстильное нетканое иглопробивное и термокаландрированное;</li> <li>■ геомембрана (геопленка) HDPE (ПНД), LLDPE, LDPE (ПВД);</li> <li>■ геосетка полиэфирная;</li> <li>■ геосетка (георешетка) полипропиленовая СД;</li> <li>■ геосетка стеклянная;</li> <li>■ георешетка объемная полимерная</li> </ul>	<p>Армирование и разделение слоев дорожной одежды; устройство дренажных систем; гидроизоляция объектов и создание противофильтрационных экранов; армирование конструктивных слоев дорожной одежды; армирование и разделение оснований дорожной одежды; армирование асфальтобетонных покрытий; армирование слоев дорожной одежды; укрепление откосов земляных сооружений</p>
<p><b>ООО «ГУР130»</b> г. Смоленск</p>  <p><b>ЭКОЛЕН</b></p> <p>Тел. +7 (4812) 31-04-74 www.eko-len.ru</p>	<p>Нетканые иглопробивные материалы (ширина полотна до 2 м):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ биоматы иглопробивные (БТ-СО, БТ-ВХЗ, БТ-ВУЗ, БТ-ВПС, БТ-ВМП);</li> <li>■ биоматы прошивные;</li> <li>■ биоматы армированные полиэфирной/полипропиленовой сеткой;</li> <li>■ биоматы по техзаданию заказчика</li> </ul>	<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); строительство и озеленение (озеленение территорий, защита и укрепление склонов, карьеров от процессов эрозии)</p>
<p><b>ООО «Дивидан»</b> Республика Беларусь, г. Могилёв</p>  <p>Тел. +7 (926) 061-55-87; +375 (29) 357-62-25; +375 (222) 72-99-64 Dividan.plus@mail.ru www.dividan.net</p>	<p>Биотек – биомат натуральный иглопробивной (льняной, джутовый, кокосовый, хлопковый) с добавлением семян многолетних трав; плотность от 400 до 800 гр/м<sup>2</sup>; ширина до 2,2 м</p> <p>Биотек АРМ – биомат натуральный армированный льняной, хлопковой, полиэфирной или полипропиленовой решеткой; плотность от 400 до 800 гр/м<sup>2</sup>; ширина до 2,2 м</p> <p>Биотек СИН – биомат с добавлением синтетических волокон или композитного материала; плотность от 400 до 800 гр/м<sup>2</sup>; ширина до 2,2 м</p> <p>Геосинтетические иглопробивные полотна из полиэфирного волокна</p>	<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>Дорожное строительство – армирование слабых оснований грунтовых конструкций, устройство дренажных конструкций, берегоукрепление</p> <p>Строительство, реконструкция и ремонт авто- и железных дорог, укрепление грунта, откосов, ландшафтные работы, противоэрозийная защита, благоустройство территорий</p> <p>Строительство, реконструкция и ремонт автомобильных и железных дорог; укрепление грунта, откосов; противоэрозийная защита</p>
<p><b>ООО «ЛИДЕР-М»</b> 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/м<sup>2</sup> – Геотекс, Канвалан, Геоком, Дорнит;</p> <p>геосетка дорожная плоская двухосная СД-20, СД-30, СД-40;</p> <p>геосетка из стекловолокна ССНП;</p> <p>геосетка полиэфирная ПС для армирования дорожных оснований;</p> <p>геоматы трехмерные; объемная георешетка; дренажные геокompозитные 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><b>ГК «МИАКОМ»</b> г. Санкт-Петербург, г. Москва, г. Тверь, г. Самара, г. Белгород</p>  <p>Тел. +7 (800) 555-04-05 www.miakom.ru</p>	<p><b>Объемные георешетки</b> 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 превращается в ячеистую трехмерную конструкцию, готовую для заполнения грунтом и инертными материалами</p> <p><b>Дренажные геокompозиты</b> МИАДРЕН-Х – дренажный геокompозит, произведенный из экструдированных полипропиленовых мононитей, создающих W-образную структуру продольных параллельных каналов, и одного или двух слоев нетканого геотекстиля</p> <p><b>Геоматы</b> 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>Объемное армирование грунта с целью образования стабильного слоя «грунт в георешетке»; значительно увеличивает физико-механические свойства конструкции: жесткость, прочность, распределяющая способность, стойкость к воздействию динамических нагрузок, поверхностному размыву, воздействию неравномерных деформаций</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>Защита откосов и склонов от эрозии (удерживает частички грунта и препятствует эрозии верхнего слоя почвы)</p>



1	2	3
<p><b>ГК «МИАКОМ»</b></p>	<p><b>Геокомпозиты</b> 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>Применяют в дорожном строительстве для выполнения комбинированных функций, например, армирование и разделение (А+Р); армирование и фильтрация (А+Ф)</p>
	<p><b>Полиэфирные георешетки</b> АРМОСТАБ®-АР – одно- или двуслоноориентированная 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; противоэрозионная защита откосов насыпей; строительство гидротехнических сооружений; строительство полигонов для размещения отходов; укрепление грунтовых оснований фундаментов</p>
	<p><b>Высокопрочные ткани</b> 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><b>ООО «МОДУЛЬ» г. Великий Новгород</b></p>  <p>Тел. +7 (800) 301-50-37 www.modul-geo.ru</p>	<p><b>Габионные конструкции:</b> коробчатые, матрацно-тюфячные, 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><b>Георешетки:</b> ■ 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><b>Геотекстильные полотна:</b> ■ иглопробивные, термоскрепленные, тканые; ■ полиэфирные, полипропиленовые; прочность – до 2500 кН/м<sup>2</sup></p>	<p>Армирование, разделение и дренирование во всех видах строительства, для распределения нагрузок в основании насыпи</p>
<p><b>ООО «НОВА ГЕОМАТЕРИАЛЫ» г. Москва</b></p>  <p><b>НОВА</b> 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/м<sup>2</sup>; 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; противоэрозионная защита; гидроизоляция; благоустройство территорий</p>
<p><b>Компания «ПОЛИЛАЙН» г. Великий Новгород</b></p>  <p>Тел.: +7 (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/м<sup>2</sup>; геотекстиль (Геопол) термообработанный, ширина – от 100–320 см с поверхностной плотностью 150–1000 г/м<sup>2</sup>; 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>

1	2	3
<p><b>ООО «ПРЕСТОРУСЬ»,</b> г. Москва, Липецкая обл. (ОЭЗ ППТ «Липецк»)</p>  <p><b>Тел. + 7 (499) 6-733-733</b> <b>E-mail: sales@presto.ru</b> <b>www.presto.ru</b></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>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>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>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>Объемная георешетка для укрепления откосов ГЕОСТЕП® ( СТО 17996082-005-2015)</p>	<p>Укрепление и противозероэрозийная защита откосов с углом заложения от 1:3 до 1:1.</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>В гидротехнических сооружениях в качестве противозероэрозийного, балластирующего, защитного и укрепляющего материала (берегоукрепление, пригруз трубопровода, защита переходов трубопроводов через водные преграды, временные проезды)</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>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>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>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 противofильтрационных фильтров при сооружении плотин, дамб, каналов; создание гидрометаллургических 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>Шнур полиамидный 16-прядный плетеный с сердечником, диаметр – 2–12 мм, разрывная нагрузка – 100–2000 кгс</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>Комплектующие:  <ul style="list-style-type: none"> <li>■ крепежный ключ «Фаст-Лок™»;</li> <li>■ композитный анкер «Геофорс®» (длина любая);</li> <li>■ пластиковый анкер «Пруттекс®» (длина – 50 и 80 мм);</li> <li>■ металлические анкеры с загибом и без;</li> <li>■ АРМ-клип™ в композиции с металлической или композитной арматурой;</li> <li>■ степлеры: пневматический и механический (ручной), скобы для степлера</li> </ul> </p>	<p>Предназначены для монтажа и скрепления между собой секций объемных георешеток и других геоматериалов</p>	
<p><b>ЗАО «РАДУГА»,</b> г. Владивосток</p>  <p><b>Тел. 8 (800) 222-39-44</b> <b>(бесплатные звонки по РФ),</b> <b>+7 (423) 244-22-98, 244-22-40</b> <b>E-mail: sales@zaoraduga.ru</b> <b>www.zaoraduga.ru</b></p>	<p>Геотекстильные нетканые полотна «Геотех ИП», «Геотех ТС» плотностью 100–800 гр/м<sup>2</sup>, 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>

1	2	3
<p><b>ООО «ПКП «РЕСУРС»</b> г. Санкт-Петербург</p>  <p>Тел. +7 (812) 336-31-31 www.resursltd.ru</p>	<p><b>Геотекстиль тканый:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ высокопрочное геополотно (с прочностью от 100 до 2000 кН/м) из нитей полиэстера;</li> <li>■ высокопрочное геополотно (с прочностью от 20 до 100 кН/м) из полипропиленовых нитей</li> </ul>	<p>Армирование земляных сооружений; гидротехническое строительство; возведение насыпей на слабых основаниях; разделение конструктивных слоев</p>
	<p><b>Геотекстиль нетканый:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ полотно иглопробивное геотекстильное, от 100 до 600 г/м<sup>2</sup>;</li> <li>■ термокаландрированное иглопробивное полотно, из первичного полипропилена, с прочностью до 30 кН/м; термоскрепленный</li> </ul>	<p>Строительство и ремонт авто- и железных дорог; устройство дренажа; закрепление и разделение грунта, откосов; балластировка трубопроводов; ландшафтное строительство</p>
	<p><b>Геосетка:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ стеклянная;</li> <li>■ полиэфирная</li> </ul>	<p>Армирование асфальтобетона на автомобильных дорогах; укрепление нижних слоев дорожной одежды; армирование земляного полотна и строительство армогрунтовых конструкций</p>
	<p><b>Георешетка:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ объемная;</li> <li>■ одноосная;</li> <li>■ двухосная;</li> <li>■ трехосная</li> </ul>	<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 на свайных основаниях; берегоукрепление</p>
	<p><b>Геомембраны:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ HDPE высокой плотности;</li> <li>■ LDPE низкой плотности</li> </ul>	<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, матрацы Рено, сетка габрионная</p> <p>Ленты стыковочные битумно-полимерные и мастики горячего применения</p>	<p>Габрионы – сооружение подпорных стенок, облицовка водосливных плотин, укрепление берегов и т. п.; матрацы 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 для 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>
<p><b>АО «СТЕКЛОНИТ»</b> г. Москва, г. Уфа</p>  <p>Тел: 8 (800) 500-07-22 +7 (495) 223-77-22 +7 (347) 293-76-00 info@steklonit.com www.steklonit.com/ru/</p>	<p><b>Георешетки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ССНП «ХАЙВЕЙ» из стекловолокна;</li> <li>■ ПС «ХАЙВЕЙ» из полиэфирных нитей;</li> <li>■ ГБ «ХАЙВЕЙ» из базальтового волокна</li> </ul>	<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 колеиности</p>
	<p><b>Георешетки полимерные:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ПС «ПОЛИСЕТ»;</li> <li>■ СПП «ПОЛИСЕТ»</li> </ul>	<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><b>Маты трехмерные (геоматы):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ МТА«Экстрamat»;</li> <li>■ МТАД«Экстрamat» с одним или двумя слоями нетканого материала</li> </ul> <p><b>Геоматы вязаные:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ полиэфирные ГП «Экстрamat»;</li> <li>■ стеклополиэфирные ГСП «Экстрamat»</li> </ul>	<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</p>
	<p>Объемные георешетки (геосоты) АРМОСЕЛЛ из полиэтилена</p> <p>Геополотно армирующее ГРУНСТАБ</p>	<p>Защита склонов и откосов от водной и ветровой эрозии, укрепление мостовых конусов, армирование слабых оснований и грунтов</p> <p>Армирование грунтов при дорожном строительстве, возведении нефтегазовых терминалов, обустройстве аэродромов, стоянок для автомобилей, площадок под высокие нагрузки, строительных площадок; разделение различных слоев и оснований при строительстве автодорог; усиления грунтов и слабых оснований при строительстве гидроизоляционных сооружений, возведении дамб, молв, волнорезов; укрепление полигонов бытовых и промышленных отходов; возведение подпорных стен, насыпей и других армогрунтовых конструкций</p>



1	2	3
<p><b>ООО «ТЕНСАР ИННОВЭЙТИВ СОЛЮШНЗ»</b> г. Санкт-Петербург, г. Москва</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: <a href="mailto:info@tensar.ru">info@tensar.ru</a> <a href="http://www.tensar.ru">www.tensar.ru</a></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; восстановление 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: ■ Гласстекс P50, P100, ARG; ■ Гласстекс Грид 50, 100</p>	<p>Дорожное строительство; усиление асфальтобетонных слоев с целью увеличения срока службы при трещинообразовании и колеяности</p>
<p><b>ООО «ТЕХНОПЛАСТ»</b> г. Москва</p>  <p>Тел. +7 (495) 221-10-33 <a href="mailto:zakaz@technoplast.msk.ru">zakaz@technoplast.msk.ru</a> <a href="http://www.technoplast.msk.ru">www.technoplast.msk.ru</a></p>	<p>Геополотно нетканое для транспортного строительства «Дорнит» (согласование СТО 37483884-002-2017 ФДА от 13.11.2018 на 3 года)</p>	<p>Предназначается в соответствии с ГОСТ Р 55028 для разделения, фильтрации, дренирования в различных конструкциях дорожной одежды при строительстве, капитальном ремонте, реконструкции автомобильных дорог, аэродромов, площадок различного назначения, а также в гидротехническом, ландшафтном и других областях гражданского строительства</p>
	<p>Полотно нетканое геотекстильное «Дорнит Эко» (ТУ 8397-002-37483884-2014)</p>	<p>Защита нефтегазопроводов; укрепление фундамента зданий; защита основания полигонов ТБО; укрепление грунта, откосов; дренаж; противоэрозийная защита</p>
<p><b>ООО «ТОРГОВЫЙ ДОМ «РГК»</b> г. Москва</p>  <p>геосинтетические материалы</p> <p>Тел. +7 (495) 123-38-44 E-mail: <a href="mailto:info@rusgc.ru">info@rusgc.ru</a> <a href="http://www.rusgc.ru">www.rusgc.ru</a></p>	<p>Георешетки ■ двусоориентированные РГК СД ; ■ гексагональные РГК</p>	<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 противофильтрационных 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>Противоэрозийная 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 в сейсмичных районах, а также с применением местных грунтов и при устройстве нестандартных откосов</p>	







1	2	3
<p><b>ООО «ФРОЙДЕНБЕРГ ПОЛИТЕКС»</b> Нижегородская обл., г. Заволжье</p>  <p><b>FREUDENBERG</b> INNOVATING TOGETHER</p> <p><a href="http://www.freudenberg-pm.com">www.freudenberg-pm.com</a></p>	<p>Полотна иглопробивные геотекстильные Drenotex из полиэфирного волокна шириной до 6 м:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ термофиксированные плотностью от 100 до 600 г/м<sup>2</sup>;</li> <li>■ нетермофиксированные (суровые) плотностью от 100 до 600 г/м<sup>2</sup></li> </ul>	<p>Строительство дорог; устройство дренажных систем; устройство эксплуатируемых кровель; укрепление откосов; разделение слоев грунта; гидротехническое строительство</p>
<p><b>ООО «ХЮСКЕР»</b> г. Москва</p>  <p><b>HUESKER</b></p> <p><a href="http://www.huesker.ru">www.huesker.ru</a></p>	<p><b>Георешетки:</b> Fortrac® – плоская георешетка из полиэфира (ПЭТ), арамида (А) или поливинилспиртовых (ПВС) нитей с ПВХ-покрытием, прочность – до 3000 кН/м<sup>2</sup></p>	<p>Строительство автомобильных и железных дорог на слабых грунтах; возведение подпорных стен и откосов, насыпей на сваях, полигонов ТБО</p>
	<p>Basetrac® Grid – плоская двуслойная георешетка из полипропиленовых (ПП), полиэфира (ПЭТ), поливинилспиртовых (ПВС) нитей с ПВХ-покрытием</p>	<p>Строительство постоянных и временных автомобильных дорог на слабых грунтах</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>Укрепление откосов, защита от ветровой и дождевой эрозии на время формирования дернового слоя</p>
	<p><b>Геокомпозиаты:</b> HaTelit® – плоская георешетка из ПЭТ или ПВХ-нитей (с максимальным удлинением не более 6%), нетканой ПП подложкой, пропитанной битумной эмульсией</p>	<p>Армирование асфальтобетонных слоев, в том числе локальное и на цементобетонном основании; уменьшение образования отраженных, усталостных и временных трещин</p>
	<p>SamiGrid® – плоская георешетка из поливинилспиртовых (ПВС) нитей с нетканой подложкой, пропитанной битумной эмульсией</p>	<p>Армирование асфальтобетонных покрытий на цементобетонном основании, восстановление бетонных поверхностей, поврежденных в результате взаимодействия щелочей с кремнеземом</p>
	<p>Basetrac® DUO – геокомпозит, состоящий из плоской георешетки (с/без пропитки) с нетканой подложкой различной плотности</p>	<p>Строительство на слабых грунтах, а/д и ж/д; разделение и фильтрация</p>
	<p>Семейство Tektoseal®: Tektoseal® Clay – бентонитовые маты</p>	<p>Перекрытие полигонов ТБО; гидроизоляция оснований, строительство а/д и ж/д в водоохраных зонах; возведение ландшафтных сооружений</p>
	<p>Tektoseal® Sand – трехслойный геокомпозит с инкапсулированным кварцевым песком</p>	<p>Строительство полигонов ТБО, укрепление откосов</p>
	<p>Tektoseal® Active – многослойные барьерные и фильтрующие продукты для абсорбции, адсорбции и барьера от загрязнений</p>	<p>Полигоны ТБО, строительство хвостохранилищ, сбор розлива нефтепродуктов, рекультивация загрязненных земель, защита подземных вод (тяжелые металлы), абсорбция нефтепродуктов</p>
	<p><b>Геоткани:</b> Stabilenka® – тканые или вязаные высокопрочные геополотна из ПЭТ и ПВХ нитей с прочностью материала до 2500 кН/м<sup>2</sup></p>	<p>Армирование слабых оснований при строительстве насыпей; гидротехническое строительство; строительство подпорных и армогрунтовых конструкций; укрепление грунтов основания при строительстве полигонов ТБО</p>
<p>Ringtrac® – бесшовные тканые цилиндрические оболочки с низкой ползучестью</p>	<p>Устройство вертикальных песчаных и щебеночных свай в качестве системы укрепления основания для насыпей на слабых грунтах</p>	
<p><b>Маты и контейнеры:</b> Incomat® – высокопрочные тканые полотна, соединенные равноудаленными распорами</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>SoiTain® – технотубы из геосинтетического материала; имеют дополнительный внутренний слой из нетканого геотекстиля для лучшей фильтрации</p>	<p>Защита морских и речных берегов от эрозии и вымывания; устройство волноломов, дамб и плотин</p>	
<p>SoiTain® – система обезвоживания; технотубы, сделанные из специально разработанного тканого фильтрующего материала</p>	<p>Обезвоживание осадков и шламов; устройство хвостохранилищ; рекультивация земель</p>	

Комплексные поставки  
всего спектра материалов для строительства  
дорожных объектов



БОЛЕЕ  
**20 ЛЕТ**  
НА РЫНКЕ ПОСТАВОК



-  Широкий выбор геотекстиля для ремонта и строительства дорог в грунтах самого разного характера и состава.
-  Дренажные трубы
-  Габионы и матрацы Рено для берегоукрепления, защиты дорог и мостовых опор от размывания.
-  Одноосные, двухосные и объёмные георешётки для армирования асфальтобетона, укрепления дорожного полотна и оптимального распределения нагрузки
-  Битумно-полимерные мастики для восстановления целостности дорожных полотен, герметизации щелей, трещин и швов
-  Битумно-полимерные стыковочные ленты для защиты швов дорожных полотен во время дорожно-строительных работ



192019, Санкт-Петербург,  
наб. Обводного канала, д.14



+7 (812) 336-31-31



info@resursltd.ru



www.resursltd.ru

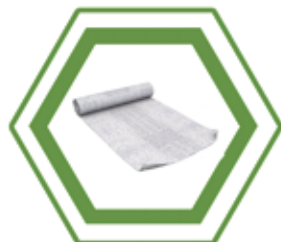
НУЖНЫ КАЧЕСТВЕННЫЕ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
ОТ НАДЕЖНОГО ПОСТАВЩИКА?



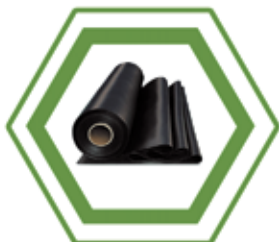
**10** ЛЕТ  
НА РЫНКЕ

**> 3500**  
ДОВОЛЬНЫХ  
КЛИЕНТОВ

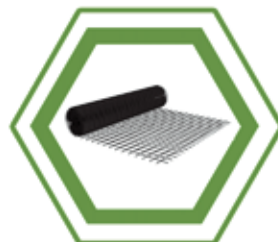
ПРОИЗВЕДЕМ И ДОСТАВИМ ТОЧНО В СРОК



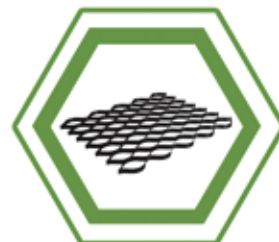
ГЕОТЕКСТИЛЬ



ГЕОМЕМБРАНУ



ГЕОСЕТКУ



ГЕОРЕШЕТКУ



ПОЗВОНИТЕ СЕЙЧАС

**8 (800) 500 32 24**

И ПОЛУЧИТЕ СКИДКУ ПО ПРОМОКОДУ "ЭХ, ДОРОГИ"

[GEO-SM.RU](http://GEO-SM.RU)