

РЖД Российские
железные дороги

- В Комитете по транспорту Госдумы
- Проекты развития сети
- Ремонт бесстыкового пути
- Проблемы контроля рельсов
- Диагностика и мониторинг земляного полотна
- Прочти вслух

путь

НАУЧНО-
ПОПУЛЯРНЫЙ,
ПРОИЗВОДСТВЕННО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

И ПУТЕВОЕ ХОЗЯЙСТВО

6 • 2009



георадиолокационного сканирования (контроль балластного слоя и рабочей зоны земляного полотна);

обзорного видеонаблюдения (визуальный контроль ситуации);

высокоточного цифрового видеонаблюдения (контроль рельсов и креплений);

лазерного сканирования (контроль геометрических параметров балластной призмы и земляного полотна) и др.

Использование таких комплексов после их доводки также позволит существенно снизить трудозатраты при проведении диагностики и режимных наблюдениях за объектами земляного полотна.

В итоге можно сделать вывод о том, что первый этап внедрения Технологического регламента на сети железных дорог показал его высокую эффективность при выявлении объектов, где могут возникать внезапные деформации земляного полотна. При этом необходимо укомплектовывать и оснащать инженерно-геологические базы и путеоследовательские станции, проводить стажировки и систематическое обучение специалистов, занимающихся вопросами эксплуатации земляного полотна.

Департамент пути и сооружений ОАО «РЖД» телеграммой от 19 февраля 2009 г. № ЦПИ-3/12

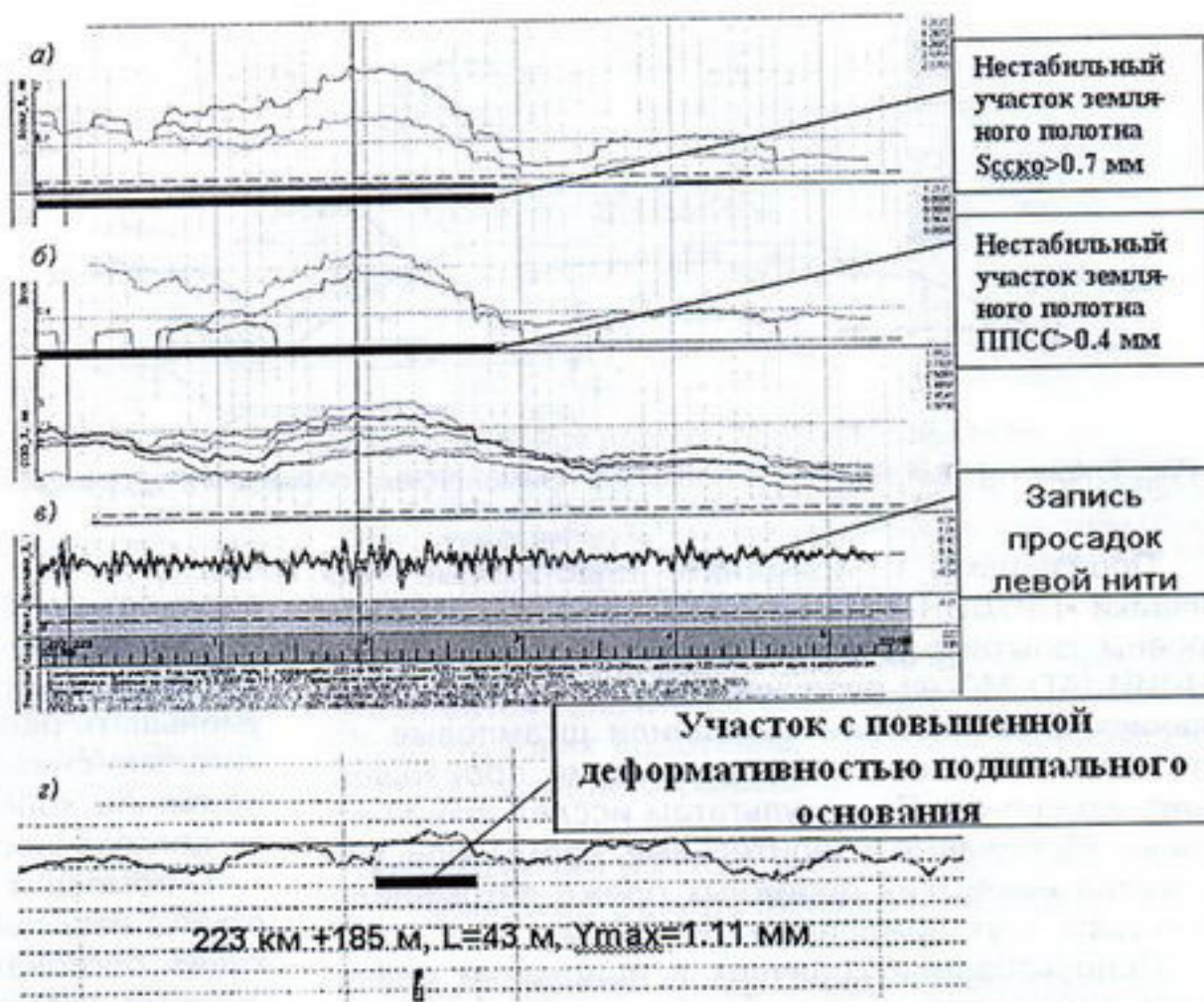


Рис. 6. Результаты статистической обработки записей просянок рельсовых нитей на 223 км I пути участка Серпухов—Орел:

а — график суммарного приращения скользящего среднеквадратического отклонения (ССКО) величины просянок; б — график положительного приращения ССКО от одного прохода путеизмерительного вагона к другому; в — график просянок левой нити; г — график упругих осадок подшпального основания по результатам прохода нагруженного поезда СПМ-18

поручил заместителям начальников железных дорог по путевому хозяйству и начальникам служб пути с 1 апреля 2009 г. приступить к реализации второго этапа внедрения Технологического регламента на сети железных дорог РФ с учетом недостатков, которые были выявлены в ходе проведения первого этапа. Особо отмечено, что последователь-

ная и квалифицированная работа специалистов в соответствии с требованиями Технологического регламента позволяет получать объективную информацию о состоянии земляного полотна, принимать решения об условиях его дальнейшей эксплуатации и адресно планировать необходимые ремонтные и реконструктивные мероприятия.

«ПРУДОН-494» в конструкциях

М.Ю. ТОЛЧЕНОВА, А.П. БАРАНОВ

ОАО «494 УНР» — официальный разработчик и собственник технологии изготовления и укладки объемных геоячеек «ПРУДОН-494» с начала 1990-х гг. активно разрабатывает, внедряет и применяет технологию объемного армирования грунтов при строительстве автомобильных и железных дорог. По мнению научных специалистов и строителей, данная технология уже дала ощутимые результаты.

Геоячейки «ПРУДОН-494» можно использовать для армирования следующих сооружений:

оснований железнодорожных насыпей;
откосов насыпных сооружений и естественных склонов;

конусов мостов и путепроводов;
подпорных стенок и армогрунтовых насыпей;
русел постоянных водотоков, берегов рек, каналов и др.

Конструкция геоячеек проста и технологична, допускает в широком диапазоне изменение размеров ячейки, выбираемых в зависимости от расчетной нагрузки и имеющихся в наличии строительных материалов. Применение геоячеек способствует решению целого ряда строительных задач. Геоячейки ограничивают сдвиговые деформации и укрепляют грунты, создавая единую структурную массу, которая выдерживает высокое давление.

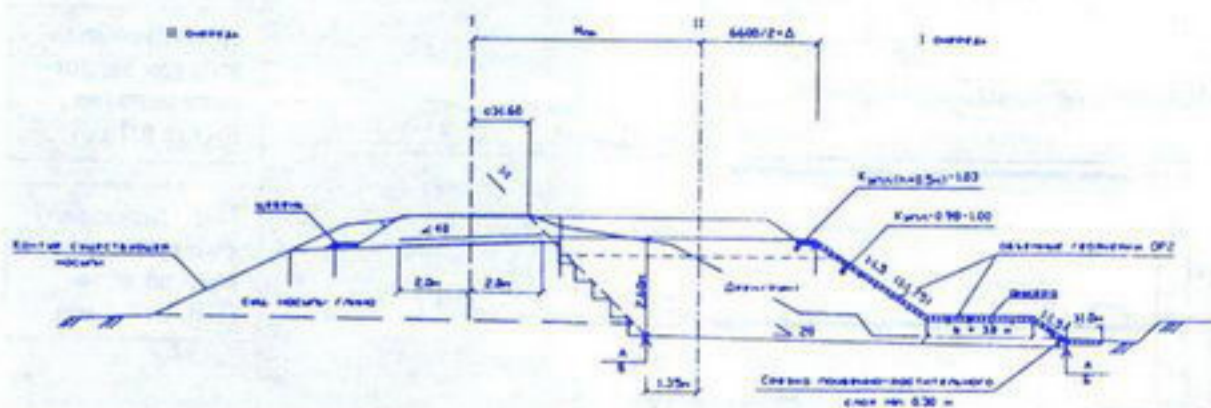


Рис. 1. Конструкции земляного полотна с применением геоячеек «ПРУДОН-494»

Производить и применять пластиковые геоячейки «ПРУДОН-494» начали в 1994 г. Были построены опытные участки автомобильной трассы НИИИ (АТ) МО на различных армированных основаниях. Впоследствии выполнили штамповые испытания и прогон техники, замерив произошедшие изменения. По результатам исследований изданы «Временные строительные нормы при устройстве нежестких дорожных одежд автомобильных дорог», утвержденные ЦНИИСоМ.

Использование геоячеек в основании позволяет армировать один из конструктивных слоев (рис. 1). В результате получается слой со значительно большим модулем упругости. Это, во-первых, дает возможность уменьшить толщину другого более дорогостоящего слоя основания, не снижая при этом суммарной прочности всей конструкции, что в конечном итоге приводит к значительному экономическому эффекту. Во-вторых, под нагрузкой слой, укрепленный геоячейками, работает как упругая гибкая плита на грунтовом основании. В этом случае материал засыпки воспринимает нормальные сжимающие напряжения, а геоячейки ограничивают боковые перемещения грунта. За счет кольцевого эффекта зона изгиба конструкции увеличивается, а ее деформации под нагрузкой уменьшаются. Таким образом достигается наиболее эффективное распределение нагрузки по всей поверхности, что значительно увеличивает межремонтный период при эксплуатации объекта. По такому же принципу работают армированные геоячейками площадки на слабых основаниях.

Другое направление использования геоячеек «ПРУДОН-494» — укрепление конусов мостов и путепроводов, а также откосов насыпных сооружений (рис. 2). Конструкция укрепления откоса



Рис. 2. Типовая схема укрепления откосов геоячейками (при необходимости применяются геоячейки с перфорированными стенками)

представляет собой сплошной ковер из геоячеек, заполненных растительным грунтом и покрывающих верхнюю и нижнюю части откосов, берму и русло водотока. Между собой геоячейки крепят Г-образными металлическими анкерами. Образуя устойчивый дерновой покров, геоячейки обеспечивают надежное закрепление грунта на откосах, препятствуют выносу его частиц ветром и водой, замедляют скорость течения поверхностных вод на быстротоках.

Эта перспективная технология по сравнению с традиционными способами укрепления позволяет уменьшать расход строительных материалов, значительно снижать расходы транспортные и на содержание конструкции укрепления, обеспечивать ее долговечность.

С помощью геоячеек «ПРУДОН-494» укреплены откосы насыпей и конусов путепроводов в следующих регионах России, отличающихся климатическими условиями, грунтами и используемыми материалами заполнения:

- на протяжении всей Московской кольцевой автодороги, в Белгородской, Калужской, Пермской и Новгородской (на Веребьинском направлении) областях, в республике Коми;
- в Ставропольском и Краснодарском краях;
- в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах (включая полуостров Таймыр);
- в Томской и Новосибирской областях;
- на Дальнем Востоке (во Владивостоке — откосы железных дорог, в Хабаровске — транспортные развязки).

Армогрунтовые подпорные стены и насыпи

Одно из перспективных направлений использования геоячеек «ПРУДОН-494» — строительство армогрунтовых подпорных стен и армогрунтовых насыпей (рис. 3). Необходимость их устройства возникает при возведении мостов, путепроводов и других сооружений в стесненных условиях, а также при укреплении неустойчивых крутых откосов, земляных подмываемых дамб и др. Подпорные стены из армированного грунта отличаются экономичностью и простотой, причем эффективность их применения возрастает с увеличением высоты. Податливость стен за счет деформативности грунта делает их нечувствительными к осадкам основания. Подпорные стены лучше приспособлены к неравномерным осадкам, компенсируют температурные и усадочные напряжения.

Армогрунтовая подпорная стена с «ПРУДОН-494» представляет собой многослойную конструкцию, в которой геоячейки расположены одна над другой со смещением на половину ширины ячейки. Последнюю заполняют, как правило, песчаным грунтом с добавлением каменных материалов (не более 15 %). Засыпка должна обладать хорошими дренирующими свойствами и иметь угол внутреннего трения не менее 25°.

Модули геоячеек, выполненные из гибких полиэтиленовых лент, позволяют возводить армогрун-

товые подпорные стены на местности с любым рельефом, различной конфигурации, а крутизна укрепляемого склона не ограничена, вплоть до вертикального. Кроме того, стены могут быть выполнены в несколько ярусов, за счет чего можно добиться наибольшей устойчивости склона и более рационального использования строительной техники, учитывая достаточную ширину яруса для ее размещения.

Водопропускные трубы

Экспериментальные исследования показали, что геоячейки «ПРУДОН-494» эффективны при всех рабочих диапазонах нагрузок на железнодорожную насыпь, в том числе на водопропускных трубах.

Благодаря большой несущей способности и сравнительно малой деформации их можно использовать в качестве несущих конструкций, в частности несущих стен водопропускной трубы на временных обходах барьерных мест. Это обусловлено тем, что геоячейки технологичны в работе, легко перевозятся, при строительстве не требуют высокой квалификации персонала, специальных машин, механизмов (рис. 4).

Сооружение водопропускных труб возможно при самых различных грунтах, даже без использования какой-либо техники, что очень важно при временном строительстве и восстановлении. Кроме того, геоячейки можно применять в различных климатических и инженерно-геологических условиях.

Испытания показали также, что геоячейки «ПРУДОН-494» полностью соответствуют требованиям, предъявляемым при строительстве труб. Сроки восстановления последних из геоячеек в 3 раза меньше, чем металлических гофрированных и в 6 раз, чем железобетонных. Трудозатраты намного ниже, поэтому геоячейки можно применять в качестве основного материала для временного и краткосрочного восстановления.

С помощью геоячеек «ПРУДОН-494» можно укреплять русла и берега рек, подтопленные склоны. В гидротехническом строительстве геосинтетические материалы незаменимы для гидроизоляции и дренажа, армирования и стабилизации откосов набережных, русел водотоков, защиты их от эрозии и размыва. Как показали исследования, их применение обеспечивает длительную защиту водоотводных каналов с заданной степенью жесткости и стабильности. Такие свойства, как пластичность и гибкость позволяют создавать укрепления, точно повторяющие конфигурацию существующих русел или водоотводных каналов.

В качестве заполнителя ячеек можно использовать различные материалы, которые выбирают в зависимости от интенсивности потока воды — растительный грунт или монолитный бетон.

При необходимости укрепления крутых склонов, подверженных интенсивному воздействию волн, или каналов, берега которых сложены из неустойчивых размываемых грунтов, целесообразен другой вариант укрепления, когда модули геояче-

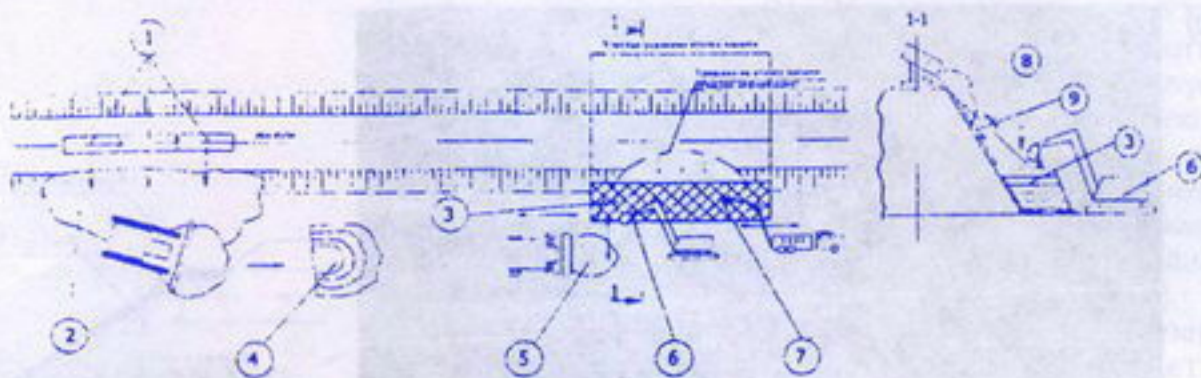


Рис. 3. Схема сооружения подпорной грунтовой стены:

1 — вагоны-думпкары; 2 — место выгрузки дренирующего грунта из вагонов-думпкаров; 3 — геоячейки «ПРУДОН-494»; 4 — место складирования грунта; 5 — транспортировка дренирующего грунта к месту работ; 6 — засыпка геоячеек дренирующим грунтом; 7 — уплотнение грунта засыпки поливом воды; 8 — уположение верхней части откоса дренирующим грунтом; 9 — геотекстиль

ек укладывают послойно друг на друга. При этом достигается значительно большая устойчивость русел глубоких водотоков. Крутизна укрепляемых откосов также не ограничена.

Конструкции из геоячеек «ПРУДОН-494» на участках Северо-Кавказской дороги

Линия Туапсе—Адлер Северо-Кавказской дороги тянется вдоль подножия Приморского склона южной и юго-западной экспозиций и располагается непосредственно у береговой линии Черного моря. На всем протяжении поверхность участка изрезана многочисленными крупными и мелкими эрозионными понижениями (балками). Кроме естественной изрезанности местности, природный облик склона видоизменен авто- и железными дорогами, устроенными в полувыемках-полунасыпях. Высота насыпей местами достигает 5 м.

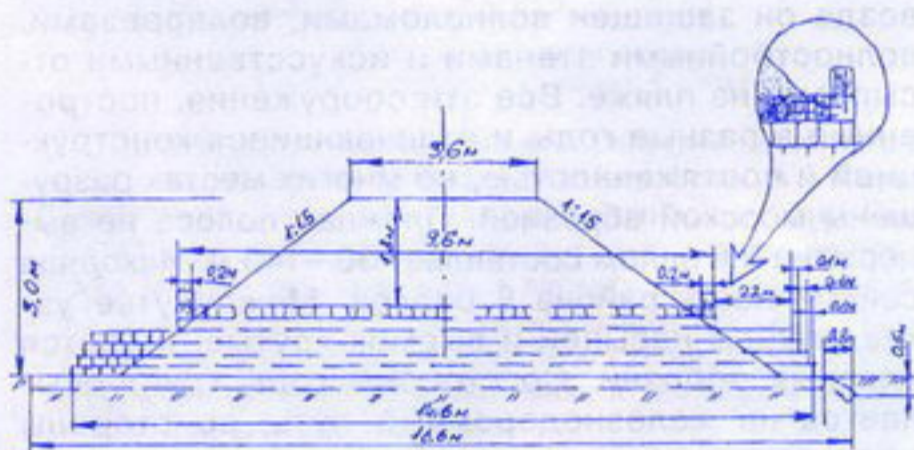


Рис. 4. Поперечный разрез водопропускной трубы из геоячеек «ПРУДОН-494»

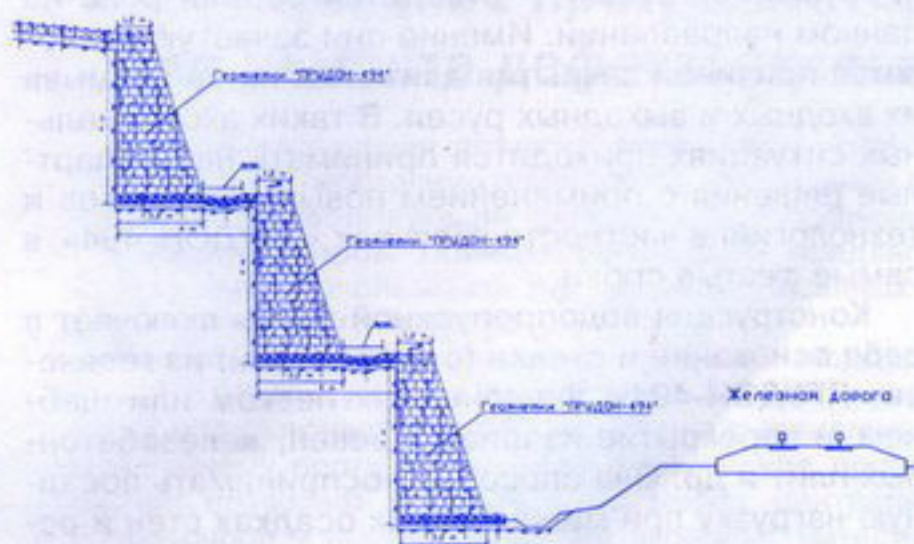


Рис. 5. Конструкция подпорной стены

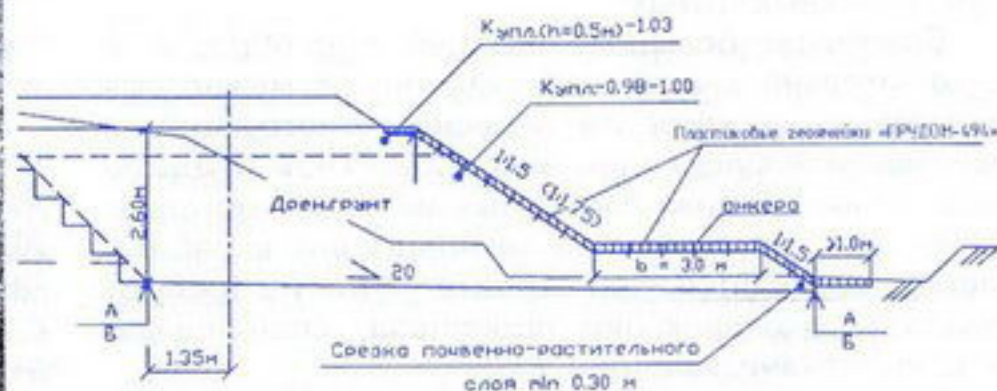
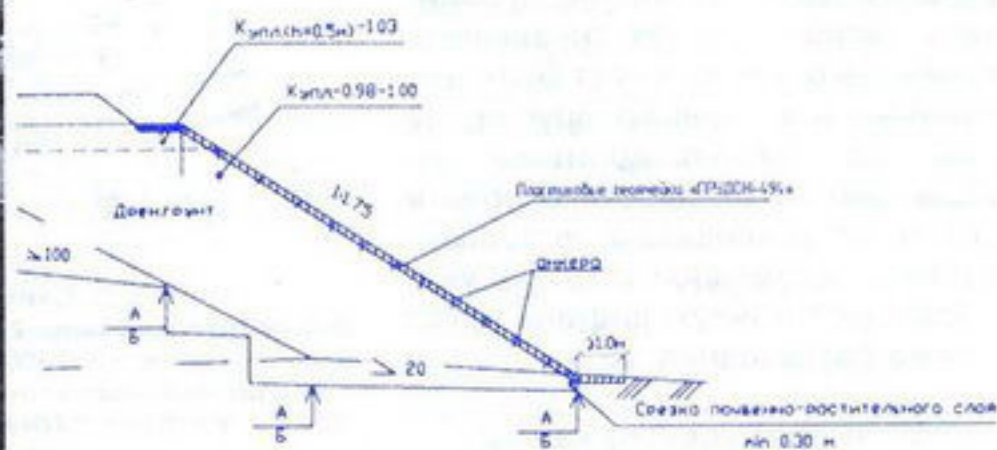


Рис. 6. Укрепление откосов на линии Туапсе—Адлер:
а — вариант 1; б — вариант 2

Морской берег, являющийся естественной границей участка с юго-запада, имеет в основном мягкоизвилистое очертание. Практически везде он защищен волноломами, волнорезами, волноотбойными стенами и искусственными отсыпками на пляже. Все эти сооружения, построенные в разные годы и отличающиеся конструкцией и протяженностью, во многих местах разрушены морской абразией. Пляжная полоса не выдержана и в целом составляет 30—140 м. Исходная сейсмичность района 8 баллов. Междупутье узкое, откосы насыпей и выемок крутые, имеются опасные оползни. Со стороны горы грунт осыпается на железнодорожный путь, со стороны моря волны размывают насыпи. Откосы железной дороги находятся в непосредственной близости к жилым зданиям и постройкам.

Малым искусственным сооружениям — водопропускным трубам — отводится особая роль на данном направлении. Именно они зачастую становятся причиной закрытия движения из-за размыва их входных и выходных русел. В таких экстремальных ситуациях приходится принимать нестандартные решения с применением новых материалов и технологий, в частности геоячеек «ПРУДОН-494», в самые сжатые сроки.

Конструкция водопропускной трубы включает в себя основание и стенки (с оголовками) из геоячеек «ПРУДОН-494», заполненных песком или щебнем, и перекрытие из шпал, бревен, железобетонных плит и др. Она способна воспринимать поездную нагрузку при минимальных осадках стен и основания и пропускать расчетный водный поток, не допуская размывов. Подобные трубы также можно

использовать в стесненных условиях, если отсутствуют подъезды к месту работ. При необходимости имеется возможность построить трубу с различной кривизной русла в плане и профиле без дополнительных мероприятий и затрат.

Состояние пути зависит от многих факторов, в том числе от прочностных и деформативных характеристик земляного полотна. На Северо-Кавказской дороге велика вероятность оползания откосов с горной стороны, в результате чего возможна засыпка железнодорожных путей. При защите откосов наиболее рациональным решением в стесненных условиях и с учетом рельефа местности является устройство подпорной стенки (рис. 5).

В данном случае речь идет об усилении участка однопутной (двухпутной) железнодорожной линии с деформированным откосом насыпи или уположением верхней части откоса высоких ($H \geq 12$ м) насыпей (грунты основания прочные). Технологию и организацию работ выбирают на основании характеристик участка деформации и основания насыпи.

Оползневые склоны, крутые откосы и обочины насыпей, полки берм укрепляют объемными геоячейками «ПРУДОН-494» типа ОР-2 (высота 75 мм, размеры 200x200 мм). Геоячейки заполняют щебнем твердых пород фракций 25—60 мм (рис. 6).

В заключение следует сказать, что технология объемного армирования грунтов «ПРУДОН-494» является весьма перспективной, ее можно использовать для усиления многих железнодорожных сооружений. Она достаточно проста, ее применение позволяет добиваться значительного экономического эффекта.