

А. М. ИНШАКОВ, технический директор ООО «Габбионы Маккаферри СНГ»
И. А. КУКЛО, директор по маркетингу ООО «Габбионы Маккаферри СНГ»

ПАРАПРОДУКТЫ: УНИКАЛЬНЫЕ ГЕОРЕШЕТКИ МАККАФЕРРИ

Применение геосинтетических решеток в Российской Федерации приобретает все более широкие масштабы, что обусловлено в первую очередь снижением финансовых затрат на строительство сооружений, в том числе в дорожной отрасли. Немаловажным фактором является также низкая, по сравнению с традиционными материалами и технологиями, трудоемкость укладки георешеток. В России за последнее время построен ряд крупных предприятий по выпуску подобной продукции, и рынок предлагает много разных решений. При этом на общем фоне выделяется группа уникальных высокопрочных георешеток под названием «парапродукты». Их производит компания «Оффичине Маккаферри».



MACCAFERRI

115088, Москва,
Шарикоподшипниковская, 13, стр.1,
Тел. +7 (495) 108-58-84
www.maccaferri.ru

Парапродукты решают проблему стабилизации насыпи в различных условиях:

- при наличии слабых или просадочных грунтов;
- при устройстве насыпи на свайных основаниях;
- при устройстве откосов с высоким углом заложения, вплоть до 70°;
- при формировании откосов, на которых необходимо предотвратить сползание (например, при устройстве свалок и хвостохранилищ);
- при возведении гравитационных подпорных стен любой конфигурации.

Парапродукты включают в себя три типа уникальных георешеток:

- Парагрид® — георешетка среднего класса прочности; обычно используется в армогрунтовых сооружениях;
- Паралинк® — ультрапрочная армирующая георешетка с разрывной нагрузкой от 200 кН/м до 1350 кН/м; используются для эффективного армирования оснований, для возведения насыпей на слабых и просадочных грунтах;
- Парадрейн® — материал, который совмещает в себе функции укрепления грунта и дренажа.

Уникальностью и эффективностью эти решения обладают благодаря полиэфирным жилам. Вкратце поясним суть технологии. Каждая полиэфирная жила состоит из тысяч полиэфирных нитей, обладающих низкой деформацией и химической стойкостью. В процессе производства полиэфирные жилы покрывают жидким полиэтиленом высокой плотности с помощью технологии вакуумной штамповки. Затем образовавшуюся ленту пропускают через специальные вальцы, чтобы сделать поверхность текстурированной. В итоге получается улучшенное сцепление материала с грунтом.

Парапродукты под брендом «Маккаферри» выпускаются с конца 1970-х гг., то есть прошли испытание

временем. Накопленный опыт их применения при этом позволяет, совершенствуя производство, предлагать новые эффективные решения.

ПАРАГРИД®: ДЛЯ АРМОГРУНТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Технологические особенности

Георешетка «Парагрид®» представляет собой плоскую одноосную структуру, образуемую двухмерным наложением композитных геосинтетических полос. Каждая отдельная лента имеет ядро, изготовленное из высокопрочных полиэфирных нитей, заключенных в полиэтиленовую оболочку (рис. 1).



Рис. 1. Георешетка «Парагрид®»

Кратковременная прочность георешетки составляет от 30 до 200 кН/м в продольном направлении.

Парагрид® — одна из наиболее испытанных и проверенных георешеток в мире. Наиболее широко применяется при возведении армогрунтовых конструкций и позволяет строить стены высотой более 10 м. Обеспечивает 120 лет эксплуатации и высокую эффективность. Прочная полиэтиленовая оболочка устойчива к физическому, химическому и биологическому воздействию. Нельзя не отметить и такое важное свойство материала, как способность противостоять механическим повреждениям при его укладке в грунты с различным размером частиц.

При определении долговременной проектной прочности (120 лет) общий понижающий коэффициент георешетки составляет всего лишь $K = 1,68$ при укладке в щебень. То есть при кратковременной прочности $R_p = 200$ кН/м долговременная про-

ектная прочность составит $R_{pp} = 200 \text{ кН/м} / 1,68 = 119,05 \text{ кН/м}$.

Для полиэтиленовой георешетки данный показатель может быть 2,59 и выше. Какую же выгоду дает Парагрид®? Если, например, по расчету армогрунтового сооружения на устойчивость необходим материал с определенной долговременной прочностью, то кратковременная прочность полиэфирной георешетки по сравнению с полиэтиленовой должна быть в 1,54 раза меньше, и ее стоимость также будет ниже.

Практический опыт

В процессе подготовки к Олимпиаде-2014 в Сочи модернизация транспортной инфраструктуры для обеспечения комфортного передвижения гостей Игр являлась одной из приоритетных задач государства. Наиболее крупный и сложный из построенных при этом объектов — совмещенная (автомобильная и железная) дорога Адлер — горноклиматический курорт «Альпика-Сервис». Она стала не только основной пассажирской магистралью Олимпиады, но и в целом важным звеном в развитии транспортной инфраструктуры региона.

При проектировании объекта сложности состояли в прохождении трассы по территории национального парка с уникальными видами деревьев, дефиците свободных территорий, высокой сейсмичности района строительства, оползневой опасности склонов, наличии тектонических разломов, разных видов грунтовых пород.

На одном из этапов специалисты проектного института «Сибгипротранс» столкнулись сразу с несколькими техническими проблемами. В частности, насыпь железнодорожного полотна должна было проходить



Строительство совмещенной дороги Адлер — горноклиматический курорт «Альпика-Сервис»



Рис. 2. Георешетка «Паралинк®»

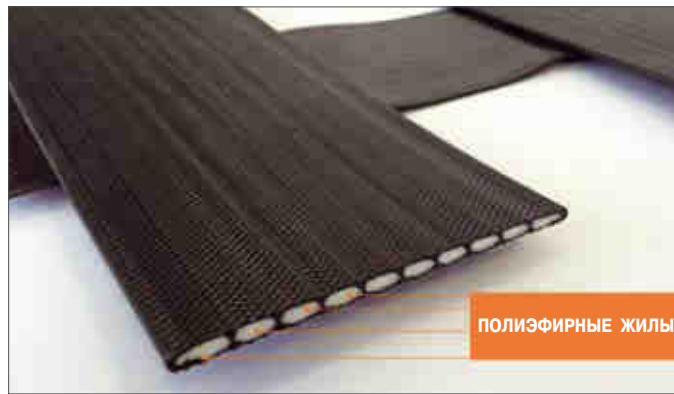


Рис. 3. Структура ленты георешетки «Паралинк®»

вплотную к левому берегу реки Мзымта и не выходить за границы землеотвода, ограниченного существующей железобетонной подпорной стенкой.

В процессе проектирования инженеры ОАО «Сибгипротранс» и ООО «Габियोны Маккаферри СНГ» совместно проработали около десяти различных вариантов конструкций. В итоге приняли решение о возведении подпорных стен с использованием армогрунтовой системы «Террамеш». Высота насыпи составила 15 м с двумя промежуточными бермами через 5 м по высоте; общая протяженность подпорной стены — 1048 м.

Послойное армирование насыпи высокопрочными композитными георешетками «ПараГрид» производилось с шагом 0,5 м, определенным в результате проведения комплекса расчетов специалистами обеих организаций.

Для оптимизации строительных процессов приняли решение использовать в лицевой грани блоки системы «Террамеш» 4×2×0,5 м, что обеспечило сокращение временных затрат при возведении насыпи и позволило вписаться в существующую полосу землеотвода. Кроме того, выбор в пользу применения габионных конструкций при строительстве объекта был сделан из соображений экологической безопасности.

ПАРАЛИНК®: УКРЕПЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ И ГРУНТОВ

Технологические особенности

Паралинк, как и Парагрид, изготавливается из полиэфирных нитей, заключенных в полиэтиленовую оболочку и соединенных в ленты, поверхность которых также текстурирована.

Однако у этой решетки есть одно немаловажное отличие. Ее кратковременная прочность в рабочем направлении значительно больше и находится в диа-

пазоне от 200 до 1350 кН/м. Соответственно, намного больше толщина лент, больше и ширина — варьируется от 85 до 91 мм (рис. 2, 3).

Долговременная проектная прочность Паралинка определяется аналогично Парагриду, а общий понижающий коэффициент для щебня имеет даже меньшую величину $K = 1,60$.

Благодаря высоким разрывным характеристикам композитные решетки «Маккаферри» снижают относительную просадку и ускоряют консолидацию связанных грунтов основания.

Паралинк® является по-своему уникальным продуктом. В силу своих прочностных характеристик он позволяет решать сложные геотехнические задачи, которые не под силу другим геосинтетическим материалам, а способность противостоять воздействию низких температур без потери прочности делает эту георешетку незаменимой в районах Сибири и Крайнего Севера, что, в частности, было доказано при возведении подпорной стены в Якутии на месторождении Гросс.

Паралинк® — одна из наиболее испытанных и проверенных георешеток в мире, она обеспечивает 120 лет эксплуатации и высокую эффективность армогрунтовых сооружений.

Практический опыт

Компания ООО «Габियोны Маккаферри СНГ» имеет богатый опыт применения парапродуктов. Например, композитными георешетками «Паралинк» и «Парагрид» армирована 30-метровая насыпь в районе дробильной установки Михеевского ГОКа. Подпорная стена выдерживает нагрузку от карьерных самосвалов весом до 330 т.

Георешетки подтвердили свою эффективность также в проектах армирования насыпей на просадочных грунтах. В частности, высокая разрывная характери-



Строительство резервуарного парка Каспийского трубопроводного консорциума

стика ПараЛинка обеспечила требуемые коэффициенты устойчивости при строительстве резервуарного парка Каспийского трубопроводного консорциума (КТК), где крупногабаритные нефтеналивные емкости были установлены на насыпи на слабых грунтах. КТК — магистральный трубопровод протяженностью более 1,5 тыс. км, являющийся важнейшим маршрутом транспортировки нефти в Каспийско-Черноморском регионе.

При строительстве крупногабаритных нефтеналивных емкостей (впервые в России объемом до 100 тыс. м³) генеральный подрядчик ЗАО «Трест Коксохиммонтаж» столкнулся с проблемой слабых грунтов в основании насыпей.

Специалистами технического отдела ООО «Габионы Маккаферри СНГ» было предложено послойно армировать возводимые насыпи георешеткой «Паралинк» 400 и 700, а отсыпанные склоны — защитить от поверхностной эрозии и обеспечить местную устойчивость с помощью геоматов «МакМат».

Применение георешеток с шагом армирования от 2 до 4 м (в зависимости от индивидуальных условий насыпей каждого резервуара) позволило значительно ускорить процесс консолидации грунта и стабилизировать осадку насыпей; увеличить угол заложения откосов насыпей, что, в свою очередь, обеспечило экономию времени и средств на земляных работах.

Высокая разрывная характеристика Паралинка, подобранная расчетным путем в специализированном программном комплексе MacStars[®]2000, обеспечила требуемые коэффициенты устойчивости.

ПАРАДРЕЙН[®]: ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ И ДРЕНАЖА

Технологические особенности

Парадрейн[®] — уникальный продукт, который представляет новое поколение георешеток и сочетает в себе функции закрепления и дренажа. Специально разработан для применения в условиях, когда укрепляемый грунт имеет очень низкие дренажные свойства (связные грунты).

Георешетки «Парадрейн[®]» имеют плоскую структуру, создаваемую из композитных лент, соединенных между собой полиэтиленовыми лентами. Продольная лента состоит из полиэфирных жил, заключенных в оболочку из черного полиэтилена высокой плотности. Имеет специальный дренажный канал, заполненный фильтрующим материалом, который изготовлен из высококачественного нетканого полипропиленового геотекстиля (рис. 4, 5).

Парадрейн[®] — георешетка средней прочности, способная выдерживать разрывные нагрузки от 50 до 200 кН/м в продольном направлении и от 5 до 15 кН/м в поперечном. Имеет высокое сопротивление деформации ползучести. Удлинение при максимальных нагрузках составляет не более 12%.

Как и Парагрид[®], используется для стабилизации слоев грунта на откосах, где необходимо предотвратить сползание (в частности, при устройстве свалок и хвостохранилищ).

Чтобы лучше понять, чем обусловлена эффективность георешетки «Парадрейн[®]», рассмотрим, что



Рис. 4. Георешетка «Парадрейн®»



PARADRAIN = АРМИРОВАНИЕ + ДРЕНАЖ

Рис. 5. Структура георешетки «Парадрейн®»

происходит с недренированным грунтом. При приложении нагрузки, например, к суглинкам: давление поровой воды увеличивается; это ухудшает несущую способность грунта и его осадочные характеристики; излишнее давление поровой воды уменьшает сопротивление грунта на сдвиг, а также сцепление между армирующими элементами и грунтом.

Один слой Парадрейна способен эффективно дренировать слой грунта толщиной до 50 см. Установлено, что рассеивание давления поровой воды происходит в первые 24–36 ч после установки, в это же время происходит осадка.

Объем воды, который необходимо удалить, относительно невелик, но и ее относительно небольшого количества достаточно для того, чтобы создать излишнее поровое давление, которое способно значительно ухудшить характеристики грунта.

Классическая схема создания укрепленного откоса подразумевает выемку местного грунта в зоне обратной засыпки и замену его привозным с улучшенными характеристиками, но такой подход зачастую очень дорог и экономически нецелесообразен, а порой и трудновыполним.

- Преимущества георешетки «Парадрейн®» (рис. 6):
- позволяет использовать местный грунт в качестве обратной засыпки;
 - рассеивает излишнее поровое давление и отводит влагу из тела насыпи;
 - дает армирующий эффект плюс эффект распределения нагрузок;
 - увеличивает несущую способность грунта, его сцепление с армирующей георешеткой и сопротивление сдвигающим напряжениям;
 - увеличивает сопротивление армирующей прослойки на вырыв (приблизительно на 45%) и уменьшает ее смещение;
 - значительно сокращает время, за которое происходит осадка грунта.

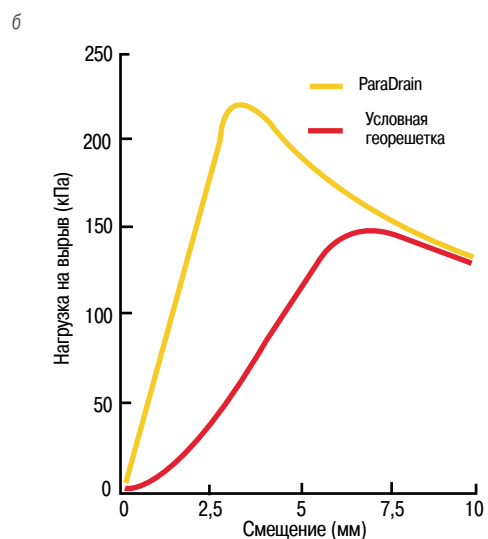
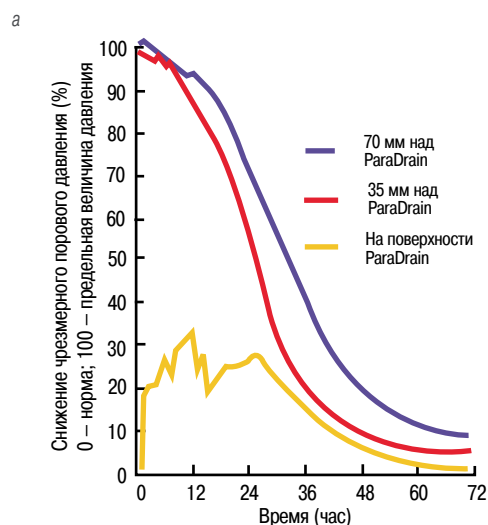


Рис. 6. Графики, подтверждающие эффективность георешетки «Парадрейн®»: а – рассеивание давления поровой воды, б – сопротивление на вырыв

В конечном счете применение таких георешеток позволяет создать полнофункциональное сооружение с меньшими трудозатратами и экономией финансовых средств.

Практический опыт

Еще для одного объекта Олимпийского Сочи, горнолыжного комплекса «Альпика-Сервис», инженерами компании «Маккаферри» был разработан проект по устройству технологического пруда, основное назначение которого — обеспечение резервной аккумуляции подземных вод и атмосферных осадков для последующей подачи к установкам искусственного оснежения лыжных трасс.



Армирование дамбы искусственного пруда для горнолыжного комплекса «Альпика-Сервис»

Площадка под строительство была выбрана на гребне и склонах горного хребта Псехако на высоте 1340–1410 м неподалеку от села Эсто-Садок. Эта территория принадлежит Сочинскому национальному парку. Строительство объекта предполагало применение комплексных технических решений: помимо локализации воды для оснежения и противопожарных мероприятий, гидроузел должен был выполнять функции рекреационной зоны. Прилегающие к водоему территории, соответственно, следовало благоустроить.

Для того чтобы повысить надежность конструкции гидроузла, проект предусматривал строительство земляной насыпной плотины. Для ее сооружения было необходимо учесть следующие геологические и гидрогеологические факторы: высокую сейсмичность района (9 баллов из 12); процессы, связанные с действием поверхностных вод (плоскостная и линейная эрозия, подтопление и затопление). Оптимальное решение по армированию удалось найти с помощью георешетки «Парадрейн®».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокое качество парапродуктов «Маккаферри» подтверждено сертификатом British Board of Agrément (BBA). Кроме того, они прошли проверку NTPRP (Национальная программа оценки транспортной продукции в Америке) и стандартизированы в ISO 9001 и ISO 14001.

Образцы продукции проходят долговременные тесты на деформацию ползучести и тесты на разрыв в соответствии с британским стандартом EN ISO 13431:1999.

Материалы испытываются на протяжении периодов, превышающих 10 тыс. часов, в различных температурных режимах. Например, образцы геокompозитов, изготовленные еще в 1967 году, продолжают исследовать на деформацию в естественных условиях и без перерыва тестирования.

Исходя из описанных выше свойств, парапродукты могут рассчитывать на более широкое применение при возведении сложных геотехнических объектов в России, что позволит не только осуществлять уникальные технологические решения, но и получать экономический эффект, уменьшая затраты и сокращая сроки строительства. ■

