

ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ В НАСЫПЯХ НА ПОДХОДАХ К ИСКУССТВЕННЫМ СООРУЖЕНИЯМ

Преимуществами применения геосинтетических материалов перед традиционными технологиями являются их низкая чувствительность к присутствующим в грунте в нормальных концентрациях агрессивным веществам, простота в укладке и более низкая стоимость сооружений. Применение геосинтетических материалов в большинстве случаев позволяет использовать местный грунт и тем самым избежать замены его грунтом с более высокими физико-механическими характеристиками.

У конструкций с геосинтетическими материалами на подходах к искусственным сооружениям есть множество достоинств:

- простая технология производства работ;
- возможность использования в качестве основания в дорожной конструкции слабого грунта;
- исключение затрат по замене слабого грунта на дренирующий грунт;
- армогрунтовые конструкции конкурентоспособны по стоимости (по сравнению с традиционными проектными решениями).

Геосинтетические материалы в конструкциях на подходах к искусственным сооружениям используются в следующих целях:

- армирование тела насыпи на слабом основании (конструкции, дающие осадки);
- устройство армогрунтового ростверка на свайном основании (безосадочные конструкции);
- дренирование водонасыщенных грунтов основания насыпи;
- повышение устойчивости откосов высоких и подтопляемых насыпей;
- устройство подпорных стенок;
- защита откосов от ветровой и водной эрозии.

Определяющую роль при выборе геосинтетического материала для конструкций с длительным расчетным сроком службы играют два фактора: склонность полимеров к ползучести и наличие допустимых деформаций конструкции в процессе эксплуатации, что подтверждено как отечественным, так и зарубежным опытом эксплуатации различных конструкций (насыпей с крутыми откосами, насыпей на сваях и др.). Таким требованиям в наибольшей степени удовлетворяют материалы, изготовленные из высокомолекулярных волокон поляризованного полиэстера (полиэфира) — плетеные геосетки (типа Форттрак) и тканые по специальной технологии полотна (типа Стабиленки).

В конструкциях земляного полотна на слабых грунтах, где допускается осадка, устойчивость обеспечивается путем армирования основания геосинтетическими материалами. Проверка устойчивости выполняется по методу круглоцилиндрических поверхностей с нахождением положения самой невыгодной кривой скольжения, имеющей коэффициент устойчивости, по нашим нормам, не менее 1,3 (см. рис. 1).

В безосадочных насыпях устойчивость конструкции обеспечивается глубинным армированием слабого основания путем использования дискретных элементов — свай из различных материалов, а локализация возможной осадки между ними — гибким армогрунтовым ростверком с использованием геосинтетических материалов (фото 1).



Фото 1

При применении в конструкциях на слабом основании геосинтетических материалов с низкой ползучестью все деформации тела насыпи обычно компенсируются дополнительной подсыпкой грунта в строительный период, поэтому на поверхности насыпи перед устройством монолитных слоев дорожной одежды осадок не наблюдается. В противном случае при применении материалов, склонных к ползучести, изготовленных из полипропилена или полиэтилена, деформации ползучести, проявившиеся на поверхности покрытия в процессе эксплуатации дороги, будет крайне трудно скомпенсировать при проведении текущих ремонтов.

В конструкциях на слабом основании можно использовать анизотропные материалы, имеющие более высокие прочностные показатели в одном направлении, по сравнению с другим направлением. В случае, если прочностные характеристики геосинтетического материала более высокие вдоль длинной стороны рулона, полотна геоткани или геосетки раскатываются по слабому грунту в направлении, перпендикулярном к оси насыпи.

Стыковка полотен выполняется внахлестку с перекрытием стыков не менее чем на 0,5 м. В качестве дискретного заполнителя над геосинтетическим материалом используется крупнообломочный материал (щебень) или песок. Для того чтобы мелкий заполнитель не проникал в слабый грунт, на грунт укладывается нетканый геотекстиль

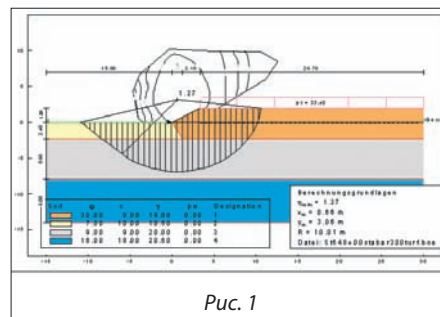


Рис. 1



Фото 2



(материал, имеющий небольшую прочность на разрыв при значительных относительных деформациях при разрыве).

Армирование откосов насыпей целесообразно при необходимости увеличения крутизны откосов (по сравнению с нормативными документами), например, при строительстве автомобильных дорог при ограниченной полосе отвода и в городских условиях. Перспективным направлением является армирование неустойчивых, склонных к оползанию, естественных откосов на косогорах с целью дальнейшего сооружения на полученных площадках дорог или других сооружений. Конструкции с армированными откосами крутизной до 90° (армогрунтовые стенки) являются альтернативным решением подпорным стенкам из камня или железобетона.

Применение геосинтетических материалов (сетчатых и тканых) для армирования откосов основано на совместной работе прослойки и грунта и частичном восприятии ею растягивающих напряжений, стремящихся вызвать оползание откоса. Используются тканые и сетчатые геосинтетические материалы в виде горизонтальных полос с выводом концов за пределы кривой скольжения и образованием разомкнутых обойм. Тип материала, его прочностные характеристики, расстояние между рядами и ширина заделки геосинтетических материалов в откос зависят от высоты откоса, требуемой его крутизны и расчетных характеристик грунта, прежде всего угла внутреннего трения и удельного сцепления. Все параметры конструкции определяются расчетом на местную и общую устойчивость по программе GGU Stabilitu, опробованной на ряде объектов Санкт-Петербурга и других регионов России. Армированный откос должен иметь коэффициент устойчивости не менее 1,3.

Облицовку откосов выполняют различным способом: укладывают бетонные блоки или габионы высотой 40–50 см, кратной расстоянию между рядами геосинтетического материала, устраивают облегченные бетонные стенки и т. д. Предлагаемые конструктивные решения эстетичны, легко поддаются озеленению и хорошо вписываются в ландшафт.

Наиболее сложным местом на подходе к искусственным соору-

жениям (мостам и путепроводам) является участок примыкания устоя путепровода или моста к подходной насыпи. Если насыпь заканчивается армогрунтовой стенкой (фото 2), то вследствие образования зазора между насыпью и шкафной стенкой происходит разгрузка стенки устоя от бокового давления грунта, что позволяет устроить устой облегченной конструкции. Переходная плита, опирающаяся на две опоры (устой и щебеночную призму), обеспечивает передачу нагрузки с насыпи на устой.

В таблице приведены основные требования к геосинтетическим материалам, выполняющим функцию армирующих прослоек. Требования разбиты на две группы: 1 — обязательные для армирующих материалов, 2 — имеющие второстепенное значение.

Если в конструкциях типа «плавающей» насыпи время завершения 90% от полной осадки, требуемой для устройства монолитных слоев дорожной одежды, превышает отведенные сроки строительства, для ускорения осадки применяются плоские ленточные дрены (Colbondrain CX1000 фирмы Colbond Geosynthetics; фото 3). Ленточная дрена состоит из z-образного сердечника, собранного из полиамидных путаных нитей, окруженного нетканым материалом. Максимальная водоотводящая способность дрены равна 158 куб. м в год при градиенте $i = 0,1$. Шаг между дренами подбирается в зависимости от требуемого времени завершения осадки насыпи. Плоские дрены имеют преимущества перед песчаными дренами: не заиливаются в процессе эксплуатации, просты в производстве работ (время устройства одной дрены колеблется от 7 до 10 мин.). Поверх выпусков дрена отсыпается горизонтальный пластовой дренаж из щебня фр. 25–60 мм толщиной не менее 15 см



для отвода отжатой воды. Затем на участках, где устойчивость обеспечена, укладывается геотекстиль в качестве разделительной прослойки, а на участках, где требуется повышение коэффициента устойчивости насыпи, — армирующая геоткань (стабиленка и др.). Для ускорения осадки насыпь над дренами отсыпается большей высоты, чем требуется, то есть создается пригрузка из грунта, излишки которого после завершения осадки перемещаются на смежные участки дороги.

Для защиты откосов от водной и ветровой эрозии применяют специальные геосинтетические материалы: полотна из путаной открытой структуры нити, заполняемые грунтом, обеспечивающие прочную корневую систему растений (типа энкамат), объемные геоматы сотовой структуры, заполняемые зернистым материалом и др. (фото 4).

Разработанные индивидуальные конструкции земляного полотна позволили на большинстве объектов Санкт-Петербурга и Ленинградской области, прежде всего при строительстве Санкт-Петербургской КАД, выполнить работы в сжатые сроки с обеспечением экологической безопасности объекта (без удаления слабых грунтов из основания насыпи). Как свидетельствует отечественный опыт, при применении армогрунтовых стенок уменьшаются трудозатраты и снижается стоимость строительства не менее чем в 1,5–2 раза.

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

| Наименование показателей | Рекомендуемые значения показателей |
|--|---|
| Номинальная прочность на разрыв (1) | не менее 20 кН/м |
| Относительное удлинение при разрыве (1) | не более 12–15 % |
| Прочность при 5 % удлинении (1) | не менее 10 кН/м |
| Длительная (долговременная) прочность (1) | не менее 10 кН/м |
| Деформация и прирост деформации при строительстве и эксплуатации (при расчетном обосновании) (1) | не более 0,5–1 % |
| Начальный модуль деформации (1) | не менее 50 кН/м |
| Сопrotивляемость местным повреждениям (1) | снижение прочности не более 5 % |
| Прочность на продавливание (2) | не менее 2 кН |
| Поверхностная плотность (2) | не менее 150 г/кв. м |
| Водопроницаемость перпендикулярно плоскости прослойки (2) | не менее 20 м/сут. |
| Погодостойкость, светостойкость, стойкость к химическим воздействиям (1) | Высокая светостойкость при воздействии солнечной радиации, биостойкость, стойкость к щелочной и кислотной среде |