

В. С. ПОЧТЕННАЯ, В. Е. ПЕТРОВСКИЙ
Научный руководитель Т. А. ПОЛЯКОВА
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Армирование грунтов георешетками все шире внедряется в практику дорожного строительства. Применение геосинтетики позволяет компенсировать недостатки свойств грунтов и дорожно-строительных материалов, повысить их физические и механические свойства, а иногда превратить их в совершенно новые типы материалов.

Георешетка является одним из высокотехнологичных изделий, которое позволяет улучшить качество строительных работ при уменьшении их трудоемкости и материалоемкости.

Являясь армирующим звеном, георешетка значительно уменьшает горизонтальный сдвиг материала, заполняющего ее ячейки при воздействии на него вертикальной сосредоточенной нагрузки. При этом замедляется деформация слоев дорожных одежд, насыпей, увеличивается срок их службы.

Применяя георешетку, можно уменьшить толщину слоя, не потеряв его прочности, или увеличить его несущую способность без увеличения толщины. Экономия получается за счет уменьшения объема привозного материала насыпи или слоя дорожного покрытия.

Георешетка представляет собой модульную сотовидную конструкцию из полос с высокой прочностью на растяжение.

Георешетки высотой от 50 до 300 мм и с различными размерами ячеек выпускаются разными производителями и свободно продаются. В конструкции георешеток используются гладкие или рифленые ленты из высокопрочного полиэтилена или другого синтетического материала, которые соединены между собой с помощью ультразвуковой сварки герметичным швом, что в ряде случаев затрудняет фильтрацию влаги в армируемом слое.

Был произведен сравнительный анализ наиболее часто используемых в дорожной отрасли георешеток V-cell (из полиэтиленовых полос), Eroc cell 25 (из геотекстильной ленты Terram 4000), КОМЕТА-2001 (из полиэфирного иглопробивного полотна толщиной 4,5 мм) по основным физическим характеристикам. Анализ георешеток показал, что наилучший предел прочности ленты при растяжении и наибольшая прочность шва у георешетки Eroc cell 25. А у георешетки КОМЕТА-2001 наибольшее удлинение ленты при максимальной нагрузке. Наименьшая прочность шва у георешетки V-cell.

Поскольку основным показателем считается прочность ленты при растяжении, можно сделать вывод, что георешетка Eroc cell 25 является наиболее прочной, но она же является и самой дорогой. Средняя по стоимости георе-

шетка V-cell. Георешетка КОМЕТА-2001 самая дешевая, но имеет очень хорошие показатели прочности, поэтому наиболее выгодна в применении.

Также было изучено взаимодействие георешетки с различными грунтами в зависимости от угла её раскрытия. Расчетным оценочным параметром был назначен модуль упругости композита. В расчете учитывались толщина ребра георешетки и размеры ячейки в плане, зависящие от угла ψ между двумя ребрами ячейки,

При оценке влияния георешеток на модуль упругости композита «грунт-георешетка» в расчётах исходили из теории армированных материалов и допускали, что грунт и материал георешетки являются линейно-упругими материалами.

По существующим зависимостям были определены модули упругости композита в различных направлениях:

– в направлении оси Z, перпендикулярной плоскости XOY:

$$E_x = E_r + k \cdot (E_p - E_r);$$

– в направлении оси Y:

$$E_y = \frac{E_r}{C_y} + \frac{\delta}{a} - (E_p - \frac{E_r}{C_y}) \cdot \cos\psi,$$

где $C_y = 1 - \frac{\delta}{b} \cdot (1 - \frac{E_r}{E_p}) \cdot \sin\psi$;

– в направлении оси X:

$$E_x = \frac{E_r}{C_x} + \frac{\delta}{b} \cdot (E_p + \frac{E_r}{C_x}) \cdot \sin\psi,$$

где $C_x = 1 - \frac{\delta}{a} \cdot (1 - \frac{E_r}{E_p}) \cdot \cos\psi$,

где E_r, E_p – модули упругости соответственно грунта и георешетки, МПа.

Переменными в данных расчётах выступали угол раскрытия георешетки ψ , модуль упругости грунта – E_r (по ТКП 45-3.03-112-2008).

За расчётную была принята георешетка «Комета2001», так как именно она применяется при возведении земляного полотна в Могилёвской области с углом раскрытия 45° . Кроме того, соотношение «цена-качественные показатели» для данной георешетки является наиболее приемлемым. Расчёт производился для песчаного, супесчаного и суглинистого грунта при различных углах раскрытия: от $11,25^\circ$ до $78,25^\circ$ с шагом $11,25^\circ$.

По результатам расчётов были построены графики зависимости модулей упругости E_x, E_y, E_z от угла раскрытия георешетки и вида грунта-заполнителя.

При усилении земляного полотна георешеткой можно варьировать толщиной и видом используемых материалов в слоях дорожной одежды.

Был произведен расчёт дорожной одежды по допускаемому упругому прогибу с учетом полученных результатов. Упругий прогиб дорожной одеж-

ды, являясь показателем жёсткости, характеризует также прочность дорожной одежды, которую можно оценить, сопоставляя фактический модуль упругости с требуемым модулем $E_{тр} = 230$ МПа. Прочность дорожной одежды по критерию упругого прогиба обеспечена при условии $E_{общ} \geq K_{пр} \cdot E_{тр}$, где $E_{общ}$ – общий модуль упругости дорожной одежды, МПа; $K_{пр}$ – коэффициент прочности, равный 0,95.

Для расчета была принята реально запроектированная конструкция дорожной одежды для дороги III технической категории, состоящая из следующих слоев: щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩСМц-1/2.2) на битуме БНД 90/130 толщ 4 см, асфальтобетон щебеночный крупнозернистый пористый I марки (ЩКПг-1) на битуме БНД 90/130 толщ 8 см, щебеночно-гравийно-песчаная смесь С5 толщ 30 см.

Наиболее дорогостоящим материалом в данной конструкции является асфальтобетон, поэтому именно его толщину и решили уменьшить без ущерба для прочности. Щебеночно-мастичный асфальтобетон является верхним слоем покрытия и к нему предъявляются особые требования. Поэтому в расчет был принят асфальтобетон щебеночный крупнозернистый пористый I марки.

Послойный расчёт конструкции проведён снизу вверх, начиная с подстилающей одежды георешётки КОМЕТА 2001.

По результатам расчётов по упругому прогибу, можно сделать вывод, что с введением георешетки КОМЕТА 2001 можно уменьшить толщину слоя асфальтобетона щебеночного крупнозернистого пористого с 8 см до 6,5 см. Используя нормы расхода материалов РСН сборник 27, определена потребность в материалах, необходимых для устройства нижнего слоя асфальтобетонного покрытия.

Согласно расчетов расход асфальтобетона щебеночного крупнозернистого пористого снижается на 18,75 %. Экономия составляет 357 т на 1000 м². Это ведёт к существенному снижению затрат на материалы и удешевлению строящейся дороги.