

УДК 630\*383:625.7/.8

П. А. Лыщик, проф., канд. техн. наук;  
Е. И. Бавбель, доц., канд. техн. наук;  
А. И. Наumenко, ст. преп., канд. техн. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## **ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ГРУНТОВО-ЦЕМЕНТНЫХ СМЕСЕЙ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ ФИБРОВОЛОКНА**

Одним из новых перспективных методов усиления грунта в условиях дорожного строительства является фибровое армирование. Оно представляет собой создание композитного материала путем равномерного распределения армирующих волокон в массиве грунта. Фибра представляет собой натуральное, минеральное или синтетическое волокно. Фибра классифицируется по материалу, по длине и диаметру волокна, по сопротивлению на разрыв, по плотности и прочим критериям. Материалами для фибры могут служить базальт, полипропилен и другие. Фибра имеет большое сопротивление разрыву и совместно с грунтом хорошо работает на сдвиг, что приводит к улучшению прочностных характеристик композита. Армирование оказывает влияние на следующие параметры: прочность на сдвиг, сжимаемость, плотность, водопроницаемость и др.

Основной целью укрепления грунтов в дорожном строительстве является повышение устойчивости и несущей способности земляных сооружений, а также уменьшение боковых деформаций.

Фиброармированный грунт определяется как массив, содержащий случайно распределенные дискретные элементы – волокна, которые обеспечивают улучшение механических характеристик грунта. Усиленный дискретными волокнами грунт ведет себя как композитный материал, в котором волокна, имея относительно высокую прочность, работают на разрыв. Волокна также гасят сдвиговые напряжения путем собственного растяжения. Это придает грунту дополнительную прочность. Использование случайно распределенных дискретных эластичных волокон имитирует поведение корней растений и способствует устойчивости грунта, усиливая также приповерхностные слои.

В процессе применения возникают сложности при смешивании волокон с грунтом. Главной проблемой является запутывание волокон и неравномерное их распределение. Если адекватные методы смешивания фибры и грунта не будут разработаны, то подобное армирование не будет возможным. В основном существует два метода, которые могут быть рассмотрены при исследовании процедуры подготовки фиброгрунта. Фибра может смешиваться с грунтом как вручную, так и механизированным способом с помощью специальных устройств. Меха-

нические устройства можно разделить на три категории: роторные рыхлители, миксеры для бетона, барабанные смесители.

Армирование грунта полипропиленовыми волокнами положительно сказывается на поведение грунта при сейсмических нагрузках. Эта технология активно применяется в Японии и реализуется двумя методами. Первый метод подразумевает внедрение непрерывных армирующих волокон в массив несвязного грунта. В этом случае волокна смешиваются с мелким песком при определенной влажности путем струйного перемешивания. Второй метод заключается в использовании коротких дискретных волокон.

Волокнистые материалы конкурентоспособны по сравнению с другими материалами. В отличие от известки, цемента и других химических инъекций, дорожное строительство с использованием дискретных полипропиленовых волокон является экологически более безопасным и не зависит от климатических условий. Материалы, которые могут быть использованы для создания волокнистой арматуры являются широкодоступными.

Включение фибры в грунт предотвращает образование трещин из-за растяжения, увеличивает водопроницаемость и прочность, снижая теплопроводность и вес строительных материалов, уменьшает «ломкость» грунта.

Однако короткие волокна полипропилена в составе массива грунта по-прежнему являются относительно новой технологией в инженерно-геологических проектах и требуют интенсивного развития и внедрения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лыщик П. А., Игнатенко В. В., Бавбель Е. И., Науменко А. И. Обоснование структуры и состава дорожной цементогрунтовой смеси на основе математической модели // Труды БГТУ. – 2015. – № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. – С. 39–43.
2. Лыщик П. А., Бавбель Е. И., Науменко А. И. Состав минерального вяжущего для укрепления дорожных грунтов // Труды БГТУ. 2014. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 33–36.
3. Лыщик П. А., Науменко А. И. Механизмы структурообразования дорожных грунтов, укрепленных минеральными вяжущими // Труды БГТУ. 2014. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 42–44.