

Применение инновационных микроцементных растворов для закрепления грунтовых оснований

М.С. Елуферьев

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Обоснование. В настоящее время в большинстве крупных городов РФ в условиях плотной городской застройки остается все меньше площадок с хорошими инженерно-геологическими условиями. Нередко приходится прибегать к улучшению свойств грунтов оснований специальными методами. Одним из таких традиционных методов является цементация, суть которой состоит в закачивании в грунт под давлением цементного раствора. Способ проверенный, но он имеет ряд недостатков. Наиболее значимый из них — это слабая проникающая способность достаточно вязкого цементного раствора в поры грунта, особенно при низкой водопроницаемости. На современном этапе развития индустрии стройматериалов появились инновационные тонкодисперсные микроцементы. Из-за своих высоких прочностных характеристик, быстрой скорости твердения и хорошей проникающей способности микроцементные растворы могут быть эффективны в укреплении грунтов, как при реконструкции, так и при новом строительстве в сложных инженерно-геологических условиях. Поэтому исследования актуальны.

Цель — провести аналитический обзор современных технологий и материалов для того, чтобы оценить возможность дополнения и улучшения проверенного временем метода инъекционного усиления грунтового основания традиционным портландцементом.

Методы. Дать сравнение растворов микроцементов с прочими растворами, применяемыми при цементации грунтового основания. Выявить достоинства и недостатки традиционных и инновационных цемента. Найти производителей микроцементов в РФ.

Результаты. *Микроцемент* представляет собой тонкоизмельченный цементный материал с размером частиц от 5 до 20 микрон, что значительно меньше, чем у обычного портландцемента. В состав инъекционных растворов могут входить: тонкодисперсный цемент, микрокремнезем, зола-унос, химические добавки (пластификаторы, ускорители твердения). Основная химическая реакция, которая происходит в грунте — гидратация, с образованием мелкодисперсного цементного камня. Твердение цементного раствора в порах, пустотах и трещинах грунта, повышает его сцепление и внутреннее трение (т. е. прочность), уменьшает деформации и фильтрацию. Сравнительный анализ по основным механическим параметрам и области применения различных цементных растворов представлен в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение основных цементных растворов, используемых для усиления грунтового основания

Тип раствора	Прочностные характеристики растворов	Проникающая способность раствора	Грунты, в которых целесообразно применить раствор
Обычный портланд-цемент	Высокая прочность (20–40 МПа после 28 дней твердения)	Низкая	Песчаные, гравийные, крупнообломочные
Цемент с добавлением песка	Средняя прочность (15–30 МПа). Песок снижает усадку, но может уменьшить прочность	Низкая	Крупнозернистые
Цемент с добавлением глины	Средняя прочность (10–25 МПа). Глина улучшает адгезию, но снижает прочность	Средняя	Песчаные, глинистые
Цемент с химическими добавками	Высокая прочность (25–50 МПа). Добавки улучшают свойства раствора	Средняя (зависит от типа добавок)	Песчаные, глинистые, гравийные
Цемент с доменным шлаком	Средняя прочность (15–35 МПа). Шлак замедляет твердение, но повышает долговечность	Низкая	Песчаные, гравийные

Тип раствора	Прочностные характеристики растворов	Проникающая способность раствора	Грунты, в которых целесообразно применить раствор
Цемент с золой-уноса	Средняя прочность (10–30 МПа). Зола улучшает текучесть, но может снизить прочность	Средняя	Песчаные, пылевато-глинистые
Цемент с бентонитом	Низкая прочность (5–20 МПа). Бентонит улучшает стабильность, но снижает прочность	Средняя	Песчаные, пылевато-глинистые
Микроцемент	Очень высокая прочность (30–60 МПа). Тонкий помол и добавки обеспечивают высокую прочность	Очень высокая	Песчаные, пылевато-глинистые

Выводы. На сегодняшний день микроцементные растворы зарекомендовали себя на целом ряде строительных объектов РФ как высококачественные. Они могут использоваться не только для закрепления крупнообломочных и песчаных, но и тонкодисперсных глинистых грунтов. Основной минус микроцементов — они дороже и требуют специального оборудования для нагнетания в грунт. Пока экономически это не всегда выгодно. Но с развитием отечественной промышленности можно уверенно сказать, что микроцементные растворы будут широко применяться для закрепления грунтов.

Ключевые слова: инъекционное закрепление грунтов; цементация; портландцемент; микроцементные растворы; прочность грунтов; проницаемость грунтов; сравнительный анализ цементных растворов.

Сведения об авторе:

Михаил Станиславович Елуферьев — студент, группа 21-ФПГС-104, факультет промышленного и гражданского строительства; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: meluferjev@yandex.ru

Сведения о научном руководителе:

Андрей Валентинович Мальцев — кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры строительной механики, инженерной геологии, оснований и фундаментов; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: geologof@yandex.ru