

Фокин Евгений Юрьевич

техник–геодезист

ООО Проектсервис

г. Уфа, Республика Башкортостан

Юсупов Булат Равилевич

инженер

ООО Промгражданпроект

г. Уфа, Республика Башкортостан

Галеев Ренат Григорьевич

канд. техн. наук, доцент кафедры АД и ТСП

ФГБОУ ВПО УГНТУ

г. Уфа, Республика Башкортостан

УСИЛЕНИЕ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ ИНЬЕКЦИЕЙ ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ В УСЛОВИЯХ СЛАБЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Аннотация: в статье рассматриваются актуальные вопросы усиления оснований и фундаментов существующих зданий и сооружений в условиях ослабленных грунтов. Авторы приводят пример одного из наиболее известных методов – "Геокомпозит", позволяющий улучшать прочностные и деформационные свойства любых сжимаемых дисперсных грунтов.

Развитие негативных процессов в основании зданий и сооружений возникает и под влиянием техногенных факторов, связанных с жизнедеятельностью человека. На изменение прочностных свойств грунтов и нарушение их структуры оказывается подтопление застроенных территорий. Железобетонные конструкции находятся под действием агрессивной среды подземных вод. Все эти факторы существенно сказываются на устойчивости зданий и безопасности их эксплуатации.

В связи с этим усиление оснований и фундаментов существующих зданий и сооружений в условиях ослабленных грунтов является актуальным вопросом. Усиление оснований различными инъекционными методами получило большое распространение в настоящее время. Плюсы этих методов являются техническая простота, небольшое время выполнения работ, а так же применения в стесненных условиях. Основными недостатками инъекционных методов является сложность контроля качества работ, прогнозирования характеристик грунтового массива после усиления основания, прогнозирование осадок и несущей способности усиленных фундаментов.

Сущность цементации состоит в том, что через пробуренные скважины в грунт под давлением нагнетают цементный раствор, который после твердения придает прочность грунту. Первоначально область применения этого метода ограничивалась только проницаемыми грунтами – макропористыми, крупнобломочными и трещиноватыми. Каких-либо сведений о возможности применения метода цементации для закрепления связанных водонасыщенных грунтов не было. Связанные грунты являются практически непроницаемыми для раствора, поскольку их проницаемость настолько мала, что не позволяет ввести какой-либо раствор. Среди критерии, определяющих применимость данной технологии, основными являются гранулометрический состав грунта и его проницаемость.

В настоящее время технологии добились выполнения так называемую разрывную инъекцию, которая позволяет заполнять раствором как природные, так и образующиеся при инъекции трещины и разрывы. Наиболее доступным является применение цементно-песчаного раствора. Используют специальные добавки для регулирования скорости процесса твердения. При этом технология позволяет цементно-песчаному раствору не растекаться в массиве, а удерживаться и накапливаться в зоне инъектирования. Преимущество метода напорной инъекции являются: возможность ведения работ в неблагоприятных грунтовых и стесненных условиях, экологическая чистота всех технологических процессов.

В последнее время широко рекламируются различные технологии выполнения усиления оснований, в основе которых лежит метод НИ (напорной инъекции). Одним из наиболее известных является метод "Геокомпозит", позволяющий улучшать прочностные и деформационные свойства любых сжимаемых дисперсных грунтов [1]. В данном методе предлагается путем инъекции раствора под высоким давлением устраивать последовательно вертикальную экран–стенку по периметру закрепляемой толщи массива из уплотненного грунта, затем создать в массиве "каркасно–ячеистую структуру" с одновременным обжатием грунта до требуемой плотности. Кроме того, по технологии "высоких давлений" рекомендуется устраивать в грунте полости заданных размеров с одновременным заполнением их твердеющим раствором.

Целью исследования является определение оптимальных схем закрепления основания под подошвой фундаментов мелкого заложения. На рисунке 1 представлены наиболее распространенные конструктивные схемы усиления грунтов основания фундаментов инъекцией растворов [3]. Но при послойном залегании глинистых грунтов с разными физико–механическими характеристиками, а именно со слабыми несущими грунтами, усиление грунтового массива требует дополнительных знаний и расчетов. В экспериментальной части исследований разрабатывался план численных исследований по оптимизации схем размещения закрепленного основания с послойным залеганием глинистых грунтов. При проведении численных исследований с использованием программного комплекса SCAD office 11.5 было выявлено что за-

Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс»

крепление грунтового массива под подошвой фундамента не всегда уменьшает его осадку. При послойной залегании грунтов, когда слабый грунт находится ниже несущего слоя, после закрепления происходит перераспределение напряжений на слабый нижележащий слой, что приводит к увеличению высоты сжатой зоны и может увеличить осадку фундамента.

Были выполнены численные исследования по определению оптимальных зон закрепления для разных напластований грунтов имеющих различные физико-механические свойства.

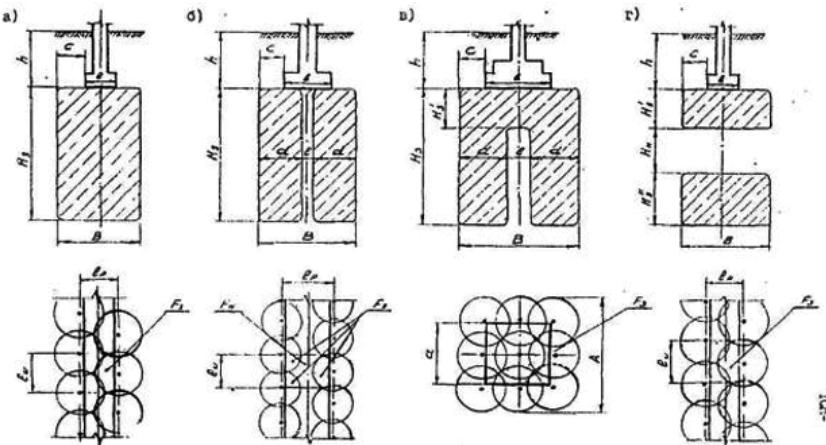


Рис. 1. а) сплошное закрепление; б) с разрывом по вертикали; в) стаканного типа;
г) с разрывом по горизонтали

Для получения более полного представления о напряженно-деформированном состоянии основания укрепленного цементной инъекцией, было выполнено численное моделирование работы закрепленного массива грунта с использованием программы SCAD office 11.5

Основными параметрами используемой модели являются:

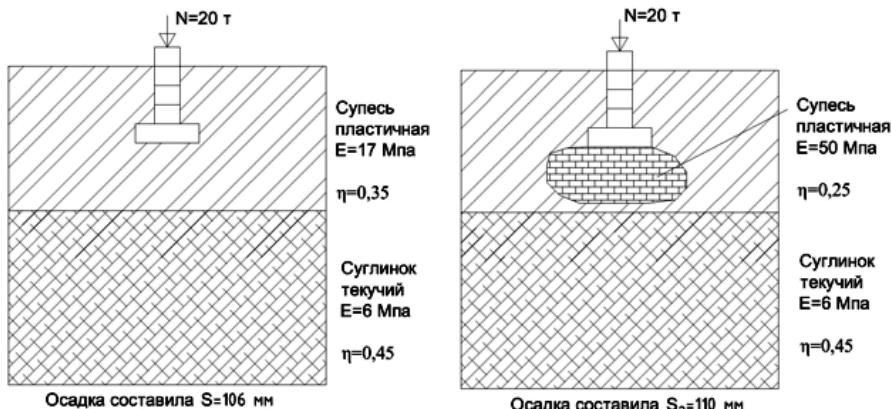
- модуль деформации грунта E , МПа,
- коэффициент Пуассона ν .

Диапазон изменений характеристик глинистых грунтов для выполнения численных исследований по приложению Б из [2].

Зона закрепленного грунта учитывалась путем введение цементной инъекции в массив, вследствие чего происходило изменение физико-механических характеристик закрепленного грунта. Экспериментальные данные взяты из результатов испытаний статического зондирования на разных объектах после укрепления грунтов методом "Геокомпозит" [1].

В расчет приводим экспериментальную зависимость "нагрузка-осадка" для не закрепленного и закрепленного массива грунта.

На рисунке 2 представлены грунтовые модели, которые использовались в расчете. Как видим осадка с усилением составила 110 мм, что больше осадки фундамента без укрепленного массива. Делаем вывод: что усиление грунтового массива, под которым находится слабый текущий грунт, не уменьшает осадку фундамента.



а) незакрепленный грунт

б) закрепленный грунт

Рис. 2

Список литературы

1. Электронный ресурс: <http://stroyprofile.com/>.
2. СП 22.1330.2011.
3. ТСН 50-306-2005 Основания и фундаменты повышенной несущей способности.