

ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОГО ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ 2-Й ПОЛОВИНЫ XX СТОЛЕТИЯ

Чарнышевич Е.В., Соломко Н.И., Филипович А.С.

(Научный руководитель – Баранов Н.Н.)

Белорусский национальный технический университет

В течение многих столетий в основе строительства лежал только человеческий опыт. В начале 20 столетия при возведении сооружений устраивались опускные колодцы (известны более 2500 лет), кессоны (1841 г.), буронабивные сваи (1893 г.), а также фундаменты в открытых котлованах (ленточные, отдельные сплошные плиты).

Важным шагом в технологическом развитии явилось изобретение (1942) и широкое внедрение в практику, начиная с 50-х годов, инъекции грунтов через манжетные трубки с обтюраторами. Вместо забивных инъекторов в предварительно пробуриваемые скважины устанавливались стационарные манжетные трубки, позволяющие работать как по восходящей, так и нисходящей схемам, а при необходимости - выполнять повторное нагнетание.

Дальнейший прогресс связан с внедрением в строительную практику метода “стена в грунте” (50-е годы 20 столетия). Узкие глубокие траншеи в грунтовой толще разрабатывались под защитой тиксотропной глинистой суспензии и заполнялись глинистым материалом (противофильтрационные завесы) или бетоном (подземные конструкции сооружений).

Эти две технологии в 70-е годы нашли широкое применение при устройстве строительных котлованов. Уникальные ограждения устраивались методом “стена в грунте”, а горизонтальные днища – путем инъекции через манжетные трубки (по типу водонепроницаемой ванны).

Параллельно с внедрением траншейных стенок развивалось их анкерование. В конструктивном отношении грунтовый анкер включает голову, тяж и корень. Система предназначена для передачи растягивающих усилий (тяж) на глубокие слои грунта (корень).

Распространение получил буровой способ устройства скважин с последующим устройством инъектируемого анкера.

С целью увеличения несущей способности (до тысяч килоньютонов) нашли применение глубокие буровые опоры. Диаметр такой набивной сваи достигал 1–1,6 м, с уширением в нижней части до 3,5 м, а глубина – десятков метров. Стенки полости во время разработки удерживаются глинистой суспензией или обсадными трубами.

В 60-х годах сначала во Франции, а затем и в других странах, применяют армирование грунтов. В настоящее время их применение становится все более интенсивным. Для армирования употребляют материалы из металла и геотекстилей (ткани и сетки).

В связи с развитием виброметода в строительстве с 50-х годов начали изменять сборные железобетонные элементы (оболочки), изготавливаемые методом центрифугирования. Тонкостенные оболочки диаметром до 3 м, погружаются в грунт с помощью вибрационного оборудования (погружатели и молоты). Эта конструкция потеснила опускные колодцы и кессоны.

Во многих странах мира в настоящее время реализуется струйная геотехнология (СГТ). Ее физическую основу составляют взаимосвязанные процессы размыва и удаления размывого грунта (гидротранспортировка в виде пульпы) с одновременным ее замещением твердеющим раствором.

Разрушающая способность напорной гидромониторной струи впервые была применена в 70-х годах прошедшего столетия в Японии для цементации массивов грунтов. СГТ реализуется с помощью специализированного оборудования (буровые станки с гидроприводом, растворные узлы для приготовления глинистых и цементных смесей, насосы и коммуникации высокого давления, мониторы с размывающими струйными насадками). Скважинный гидромонитор является устройством, обеспечивающим формирование и перемещение струи и включает корпус, в котором монтируются боковые насадки, подводящие трубы и гибкие рукава для подвода рабочих компонентов, а также вертлюг, когда необходимо обеспечивать вращение вокруг вертикальной оси.

На практике реализуются три схемы:

– Однокомпонентная, в которой для подачи размываемой жидкости (цементного раствора) используется собственный вертлюг

бурового станка. Вращающийся монитор медленно поднимают, часть размытого струей грунта перемешивается с раствором и в грунтовом массиве образуется цилиндрическая размытая полость, заполненная грунторастворной смесью.

– Двухкомпонентная, когда в мониторе наряду с боковой насадкой устанавливается саосная с ней воздушная насадка. Через нее одновременно с подачей жидкости подается сжатый воздух, создающий искусственный газовый поток вокруг струи жидкости. Размытый грунт выносится по кольцевому зазору скважины в потоке аэрированной смеси (водогазогрунтовая смесь).

– Трехкомпонентная схема получается, когда размыв грунта производится водяной струей в искусственном воздушном потоке. Вынос размытого грунта происходит через скважину в составе водовоздушной пульпы. Цементный раствор подают в виде отдельной струи через насадку, расположенную ниже саосных размывающих насадок.

СГТ в Беларуси была применена для устройства строительного котлована глубиной 4,3 м, при реконструкции здания Госцирка в 2009-2010гг. Боковое ограждение котлована глубиной 3,2 м было выполнено в виде двухрядной стенки из цементогрунтовых свай. С целью улучшения водонепроницаемости с внешней стороны стен методом СГТ была выполнена противофильтрационная завеса, глубиной 3,0 метра. Днище котлована толщиной было выполнено также из грунтоцементных свай в количестве 469 штук.