

К основным преимуществам технологии виброудавливания свай можно отнести следующие:

- оборудование свайного фундамента или шпунтов без выемки грунта;
- контроль вдавливающих усилий и действие вибрации на каждую погружаемую сваю в зависимости от необходимой скорости;
- мобильность технологи, экологически чистый и достаточно бесшумный метод;
- возможность проведения работ в стесненных условиях внутри или вблизи зданий;
- возможность включения сваи в работу фундамента или ограждения непосредственно сразу после производства работ.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савинов О.А., Лускин А.Я. Вибрационный метод погружения свай и его применение в строительстве. Л.: Госстройиздат, 1960.
2. Баркан Д.Д. Виброметод в строительстве. М.: Госстройиздат, 1959.
3. Васенин В.А. Расчетная оценка параметров колебаний грунта при ударном погружении свай // Реконструкция городов и геотехническое строительство. СПб. 2001. № 4.
4. Вибрация в технике: Справочник./ Ред. Совет: В.Н. Челомей .- М.: Машиностроение, Том 4., 1981.
5. Минеев С.П., Сахненко А.Л., Обухов С. А. Вибрационное и волновое рыхление агрегированной сыпучей массы. – Днепропетровск: Днепро, 2005.

УДК 622.25.(06)

### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ГЛУБИНАХ

*Дмитриенко В.А., к.т.н., Бадалян Г.Г., асп., ШИ(ф)ЮРГТУ (НПИ), г. Шахты*

В целях совершенствования проходки вертикальных выработок в неустойчивых грунтах, выполнен комплекс аналитических и экспериментальных исследований для разработки методики проектирования параметров экрана из инъекционных свай. В процессе аналитических исследований получено уравнение описывающее процесс расширения полости передовой скважины нагруженной внутренним давлением при установке грунтовых впрессовываемых свай вокруг выработки. Анализ полученного решения позволил установить, что существенное влияние на формирование полости закрепления сваи имеют: коэффициент сцепления и угол внутреннего трения

грунта, а также боковое давление пород. Таким образом, для расчетов деформаций, оценки прочности закрепления и надежности грунтовых свай необходимо знать характеристики механических свойств уплотненных давлением грунтов.

Необходимость этих исследований обусловлена двумя факторами. Во первых - в условиях объемного сжатия грунтов, его предельное состояние с ростом глубины измерений будет изменяться, так как увеличивается гидростатическое и соответственно боковое давление грунта. Во вторых – при расширении передовой скважины приконтурный слой грунта уплотняется под воздействием давления цементного раствора, что также увеличивает сопротивление грунта смещениям. Учет этих факторов позволит более точно определить величину давления нагнетания цементного раствора, необходимого для преодоления предела текучести  $\tau_c$  грунта и соответственно развития полости требуемых размеров, в которой формируется зона заделки.

Поскольку при накоплении пластических деформаций, в процессе смещения стенок передовой скважины, сдвиговой механизм (взаимное смещение частиц и агрегатов), как при сдвиговом, так и при объемном деформировании является основным, то процесс уплотнения происходит за счет более плотной упаковки частиц в единице объема. Это означает, что в процессе предварительного уплотнения неводонасыщенный глинистый грунт приобретает дополнительное сцепление, которое также будет пропорционально углу внутреннего трения и нормальным напряжениям.

Применительно к рассматриваемой задаче нормальные напряжения будут определяться величиной давления нагнетания цементного раствора. Что же касается коэффициента пропорциональности, характеризующегося тангенсом угла внутреннего трения, то однозначного его значения получить нельзя, так как зависимость предела прочности грунта на сдвиг от приложенного нормального напряжения уплотнения имеет нелинейный характер. Следовательно, величина угла внутреннего трения может зависеть от принятого к расчету интервала испытаний. Таким образом, необходима экспериментальная проверка механических характеристик грунтов в диапазоне давлений нагнетания составов при установке свай.

Так как процесс формирования полости закрепления происходит в массиве подверженном объемному напряженному состоянию пород, и необходимо учитывать сопротивление процессам деформирования, то компрессионная схема в наибольшей степени будет приближена к естественному НДС массива вблизи контура «впрессованного тела» свай, поскольку стенки обоймы препятствуют горизонтальным смещениям. В этом случае наиболее простой схемой определения прочностных характеристик является схема одноплоскостного сдвига. В природных условиях схема одноплоскостного сдвига в наибольшей степени соответствует смещениям прилегающих к стенке скважины слоев грунта под действием сил от давления нагнетания.

Для определения характеристик механических свойств грунтов важное значение имеет режим испытаний, прежде всего характер нагружения образцов. В большинстве случаев испытания проводятся при статическом нагружении, заключающемся в медленном изменении прикладываемых к образцу отдельными ступенями нагрузок, имитирующем процесс строительства сооружения. При этом каждая следующая ступень нагрузки прикладывается после стабилизации деформаций от предыдущей ступени.

Поскольку основными недостатками сдвиговых испытаний являются неполная определенность напряженного состояния образца, разброс значений нормальных  $\sigma$  и сдвигающих  $\tau$  напряжений в процессе сдвига из-за неоднородности грунта в образце, а также изменение площади разрушения в процессе смещения частей кольца относительно друг друга, то требуется дублирование испытаний одинаковых образцов до получения требуемой точности измерений. Так как в этом случае необходимо большое количество образцов грунта, то испытания проводились непосредственно на строительных площадках в Каменском, Миллеровском и Октябрьском районах Ростовской области. Это позволило выбрать ИГЭ с достаточно близкими характеристиками и отбирать на любой глубине необходимое количество проб для получения принятой точности измерений 10%.

Отбор образцов грунта для экспериментов, на глубинах от 0,7 до 6 метров, проводился с помощью полевой лаборатории Литвинова (ПЛЛ-9) предназначенной для ускоренных исследований строительных свойств структурно устойчивых и макроскопических грунтов в полевых условиях. Образцы природного сложения на глубинах до 1 м отбирались непосредственно



Рис. 1. Отбор образцов грунта

на дне траншей в грунтоотборные гильзы, погружаемые в породы с помощью специального направляющего цилиндра, исключающего перекосы и уплотнение грунта в гильзах (рис. 1).

На глубине 4 и 6 метров отбор образцов осуществлялся со дна скважин, предназначенных для устройства буронабивных свай, с помощью керноотборника диаметром 150 мм. Для этого забой скважины очищался от разрушенного грунта и на него

посредством сборной штанги опускался заостренный цилиндр, который вдавливался в грунт на 12 – 15 см нагрузкой прикладываемой к штанге через рычажную систему. После отрыва от массива керн поднимался на поверхность

и извлекался из керноотборника. В зависимости от состояния грунта из керна методом режущего кольца изготавливалось 6 – 12 образцов для испытаний на срез.

Компрессионные и сдвиговые испытания образцов проводились с помощью прибора П10-С, который относится к категории односрезных приборов. Он отличается тем, что плоскость разреза частей обоймы, по которой производят срез исследуемого образца, расположена не параллельно направлению перемещения подвижной части прибора, а под небольшим углом, это позволяет уменьшить ошибки из-за неоднородности грунта в плоскости среза. Каждый образец испытывался на двух-трех ступенях нагрузки. После шести испытаний на одной ступени проводилась оценка точности измерений, в случае необходимости опыты повторялись до получения ошибки менее 10%. Интервал нормальных напряжений для испытаний был принят 0,15 – 1,0 МПа. Для каждой из шести серий образцов по указанному диапазону построены графики зависимости сопротивления сдвигу грунтов, отобранных на глубине 1,0, 4,0 и 6,0 м, от давления уплотнения.

Анализ полученных результатов показал, что наиболее точно данные исследований аппроксимируются параболической зависимостью, однако в диапазоне 0,2 – 0,65 МПа целесообразнее использовать линейную функцию, позволяющую определять сцепление и угол внутреннего трения с учетом уплотнения, необходимые для расчета параметров закрепления свай. Уровень достоверности описания при этом сохраняется (рис. 2 и 3).

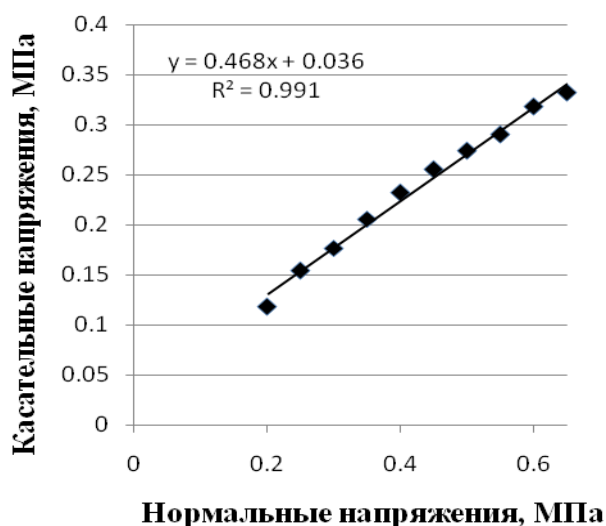


Рис. 2 Зависимость сопротивления сдвигу от уплотняющей нагрузки (глубина отбора проб 1,0 м)

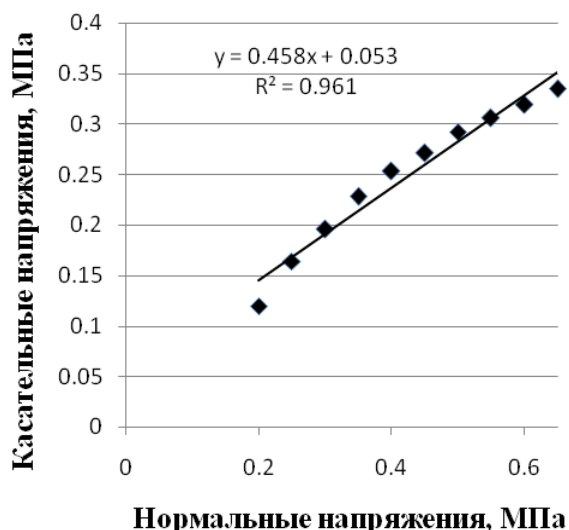


Рис. 3 Зависимость сопротивления сдвигу от уплотняющей нагрузки (глубина отбора проб 6,0 м)

Таким образом, полученные результаты позволят определять изменяющиеся с увеличением глубины характеристики уплотненного грунта в требуемом интервале давления нагнетания при установке грунтовых свай.