

# УЧЕТ СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ СВАЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В АНАЛОГИЧНЫХ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ

И.В. Носков

В августе 2006 г. по заданию ООО ТМ «Призма» были проведены проверочные расчеты существующего свайного фундамента по ул. Путиловская №20-Г в городе Барнауле на предмет возможности их использования в качестве фундаментов под 16-ти этажный жилой дом со встроенными объектами общественного назначения и подземной автостоянкой.

На основании полученной документации были проанализированы инженерно-геологические условия строительной площадки, данные по испытанию свай статической нагрузкой и выполнены проверочные расчеты несущей способности существующих свай и ростверка.

В первоначальном варианте был запроектирован 9-ти этажный жилой дом II уровня ответственности, размером в плане 40 x 70 м, фундамента свайные глубиной заложения от поверхности земли 10,0 м, нагрузка 40-50 т на сваю; глубина подвала 3,5 м.

В геологическом строении площадки на изученную глубину 17,0 м принимают участие:

1. Современные отложения (IV), представленные насыпным грунтом и залегают до глубины 1,0 – 2,6 м.

2. Верхнечетвертичные субаэральные отложения (sall), представленные супесью лессовидной просадочной до глубины 9,8-10,3 м, мощностью 7,6-9,3 м.

Залегание повсеместное под современными отложениями.

3. Нижне-среднечетвертичные отложения красnodубровской свиты (krdl-II), которые представлены суглинком лессовидным и песком мелким.

Суглинки подстилают просадочные отложения и залегают до глубины 15,8-16,5 м мощностью 5,5-6,7 м. Ниже залегает песок мелкий, вскрытой мощностью 0,5-1,2 м.

В пределах изученной глубины 17,0 м на момент изысканий подземные воды не были встречены. Участок проектируемого строительства сроком на 15 лет при критическом подтопляемом уровне 5 м для зданий II уровня ответственности является потенциально неподтопляемым.

В результате исследования свойств грунтов в лабораторных условиях, с учетом геологического строения, литологических особенностей в пределах изученной глубины 17,0 м выделено 5 инженерно-геологических элементов:

Элемент 1. Насыпной грунт представлен супесью со строительным мусором до 30%. Слежавшийся, отсыпан сухим способом.

Элемент 2. К этому элементу отнесены супеси, слагающие верхнюю часть разреза. Грунты желто-бурого цвета, лессовидного облика, с прослойками суглинка, карбонатизированные, ожелезненные, твердые.

Нормативное значение природной влажности грунта составляет 0,110 при влажности на границе текучести 0,22, на границе раскатывания 0,17. Среднее число пластичности 0,05. Плотность грунта при природной влажности 1740 кг/м<sup>3</sup>, в сухом состоянии 1580 кг/м<sup>3</sup>. Коэффициент пористости 0,70, т.е. грунты низкопористые. Структура грунта обуславливает просадочные свойства, которые проявляются при замачивании под нагрузкой. Относительная просадочность при нагрузке 0,30 МПа изменяется от 0,010 до 0,063 МПа, начальное просадочное давление от 0,10 до 0,30 МПа. Тип грунтовых условий по просадочности первый.

Модуль деформации по компрессионным испытаниям грунтов природной влажности при нагрузке 0,1-0,2 МПа равен 14,0 МПа, при полном водонасыщении 7,5 МПа. Прочностные характеристики грунтов в условиях консолидированного среза при полном

Элемент 3. Этот элемент представлен суглинком лессовидным непросадочным. Грунт желто-бурого цвета, неоднородный: с прослоями песка мелкого и супеси твердой.

Нормативное значение природной влажности грунта 0,167 при влажности на границе текучести 0,25, на границе раскатывания 0,17. Среднее число пластичности 0,08. Плотность грунта при природной влажности 1900 кг/м<sup>3</sup>, в сухом состоянии 1630 кг/м<sup>3</sup>. Коэффициент пористости 0,65. Модуль деформации по компрессионным испытаниям грунтов природной влажности при нагрузке 0,1-0,2 МПа равен 14,0 МПа при полном водонасы-

щении 9,5 МПа. Прочностные характеристики грунтов в условиях консолидированного среза при полном водонасыщении составляют: угол внутреннего трения  $24^\circ$ , удельное сцепление 15 кПа.

Элемент 4. К этому элементу отнесен суглинок лессовидный непросадочный желтобурого цвета, с прослоями песка мелкого и супеси, от тугопластичной до мягкопластичной.

Нормативное значение природной влажности грунта 0,189 при влажности на границе текучести 0,25, на границе раскатывания 0,16. Среднее число пластичности 0,09. Плотность грунта при природной влажности  $1980 \text{ кг/м}^3$ , в сухом состоянии  $1660 \text{ кг/м}^3$ . Коэффициент пористости 0,63. Модуль деформации по компрессионным испытаниям грунтов природной влажности при нагрузке 0,1-0,2 МПа равен 9,0 МПа.

Прочностные характеристики грунтов в условиях консолидированного среза при полном водонасыщении составляют: угол внутреннего трения  $24^\circ$ , удельное сцепление 15 кПа.

Элемент 5. Этот элемент представлен мелким песком (по гранулометрическому составу частицы крупнее 0,1 мм составляют более 75 %), с прослоями песка средней крупности, плотный ( $e = 0,54$ ). Грунт желтобурого цвета, маловлажный. Плотность грунта при природной влажности равна  $1830 \text{ кг/м}^3$ .

Прочностные и деформационные характеристики по СНиП 2.02.01-83\* составляют: модуль деформации 38 МПа, угол внутреннего трения  $36^\circ$ , удельное сцепление 4 кПа.

В тоже время на соседней площадке по ул. Путиловской №20 были проведены испытания свай статической нагрузкой.

Опытные работы по испытанию свай на площадке проектируемого многоэтажного жилого дома по ул. Путиловской №20 в г. Барнауле проведены ОАО «АлтайТИСИЗ».

Испытуемые сваи длиной 9,0 м и сечением  $0,35 \times 0,35$  м забиты на 8,6 м от поверхности дна котлована, глубина которого составляет 3,7 м. Анкерные сваи забивались в количестве 6 штук на каждый куст. Головка опытной сваи имела превышение над поверхностью земли 0,4 м, а анкерных – 0,8 м.

Для уточнения инженерно-геологического разреза около кустов свай пробурены по одной контрольной скважине глубиной 11,0 м. Бурение производилось вдавливающим способом диаметром 146 мм с отбором проб грунта ненарушенной струк-

туры на определение плотности при природной влажности.

Испытания проводились при локальном замачивании околосовайного грунта. Для замачивания были пробурены по 3 дренажные скважины для каждого куста глубиной 7,0 м из траншеи, отрытой на расстоянии 1 м по периметру от испытываемой сваи. Траншеи и дренажные скважины засыпались гравием.

Для контроля степени замачивания было пробурено еще по две скважины глубиной 11,0 м для отбора образцов грунтов на определение влажности.

После достижения степени замачивания ( $S_r = 0,8$ ) произведено испытание свай согласно ГОСТу 5686-94.

Нагрузка на испытываемую сваю передавалась ступенями при помощи гидравлического домкрата «ДГ-200», который устанавливался на головку опытной сваи и упирался в балки, соединенные с анкерными сваями. Величина ступени нагрузки составляла 50 кН. Отсчеты по приборам для измерения осадки (прогибомер 6 ПАО) снимались после каждой ступени нагрузок до условной стабилизации, принятой за скорость осадки сваи на данной ступени 0,1 мм за последний час наблюдений.

Результаты испытаний свай статическими вдавливающими нагрузками оформлены в виде графиков зависимости осадки сваи от нагрузки и изменение осадки сваи во времени.

По данным испытаний определены значения предельных сопротивлений свай для многоэтажного жилого дома (8-10 этажей), предельно допустимая величина средней осадки фундаментов которых составляет 30 и 31 мм.

Проведенные испытания показали, что значения предельных сопротивлений свай, опорным горизонтом которых являются суглинки непросадочные элемента 3, колеблются от 800 до 950 кН. Несущая способность свай на объекте «Многоэтажный жилой дом по ул. Путиловской №20 в г. Барнауле» составляет 800 кН.

На последующем этапе проектирования была поставлена задача по проведению проверочных расчетов существующего свайного фундаменты по ул.Путиловская №20-Г в городе Барнауле на предмет возможности их использования в качестве фундаментов под 16-ти этажный жилой дом со встроенными объектами общественного назначения и подземной автостоянкой.

## УЧЕТ СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ СВАЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В АНАЛОГИЧНЫХ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ

Расчет существующего свайного фундамента выполнен в соответствии со СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты».

При расчете свайных фундаментов использованы отчеты о инженерно-геологических изысканиях на площадке: «Жилой дом со встроенными помещениями и подземные гаражи по ул. Путиловской в г. Барнауле», объект 10752, АлтайТИСИЗ, 2000 г, арх.18698, «Жилой дом со встроенными нежилыми помещениями и подземными гаражами по ул. Путиловской 20 Г в г. Барнауле», шифр 11911, АлтайТИСИЗ, 2004 г.

В соответствии с проектом дома по ул.Путиловская №20-Г в г. Барнауле, выполненном ООО ТМ «Призма» под здание забиты сваи С10-35, длиной 10 м, с поперечным сечением 350х350 мм.

Толщина слоев грунта принята из отчета о инженерно-геологических испытаний от низа ростверка:

- супесь лессовидная просадочная (элемент 2) - толщина слоя-3,5 м.
- суглинок лессовидный непросадочный (элемент 3) – толщина слоя –3,8 м.
- суглинок лессовидный непросадочный (элемент 4) – толщина слоя -2,0 м.
- песок мелкий плотный (элемент 5) – толщина слоя > 1,0 м.

В соответствии с вышеперечисленными данными свая по работе висячая и опирается нижним концом на грунты элемента 3 – суглинок непросадочный. Заделка сваи в ростверк жесткая (300 мм), о чем свидетельствует выполненная срубка голов сваи для оголения арматуры сваи для соединения с арматурой ростверка

Под ростверк выполнена бетонная подготовка, толщиной 100 мм из бетона В-7.5.

Общая длина сваи воспринимающая нагрузку от вышележащих конструкций составляет 9,6 м.

Несущая способность сваи определялась по СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты» в соответствии с п. 4 (4.6) «Расчет несущей способности сваи» и п.8 (8.6) «Особенности проектирования свайных фундаментов в просадочных грунтах».

Несущая способность сваи С-9-35 составила-  $F_d = 1250$  кН (125 тонн). Несущая способность сваи С-10-35 составила  $F_d = 820$  кН (82 тонны).

Выполнив расчеты по определению несущей способности сваи в существующем свайном фундаменте, опираясь на представленные выше результаты испытания свай статической нагрузкой и используя положение СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты» (п.8.8, в грунтовых условиях I типа при наличии опыта строительства на застраиваемых территориях и результатов, ранее выполненных статических испытаний свай в аналогичных условиях испытания свай допускается не проводить) принимаем несущую способность сваи С 10-35 – 800 кН (80 тонн), как минимальную из всех результатов приведенных выше.

В результате выполненных расчетов несущая способность сваи увеличилась с 400 кН (исходный проект) до 800 кН, что позволило использовать существующий свайный фундамент, выполненный под 9-ти этажный дом в качестве фундамента под 16-ти этажный жилой дом со встроенными объектами общественного назначения и подземной автостоянкой.

Выполненные расчеты показали, что существующий свайный фундамент удовлетворяет требованиям нормативных документов и не требует усиления.