

механическим процессам деформирования образцов грунта в замкнутом объеме и грунтовых толщ бесконечной глубины.

– Основной причиной, порождающей неустойчивость грунтовых модулей деформации и переходного коэффициента $m(\sigma) = E_S(\sigma) / E_K(\sigma)$, является несоответствие напряженного состояния и деформативных моделей грунтов в разных опытах – компрессионных, штамповых и т.д. Поэтому модули деформации будут объективными и корректно сопоставимы только при условии, когда напряженное состояние грунта и характер его деформации в опытах и производственных условиях будут адекватными или близкими к ним. Очевидно, во всех случаях влажность грунтов должна учитываться в качестве важнейшего фактора, оказывающего существенное влияние на аналитический вид деформативной модели и соответственно величины модулей деформации ИГЭ [11].

Список цитированных источников

1. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости: ГОСТ 12248-96. – 64 с.
2. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости: ГОСТ 20276-99. – 54 с.
3. Кириллов, В.С. Основания и фундаменты. – М.: Транспорт, 1980. – 392 с.
4. Бартоломей, А.А. Механика грунтов. – М.: АСВ, 2004. – 304 с.
5. Костюкович, П.Н. Теория взаимосвязей между деформацией уплотнения $\varepsilon(\sigma)$ и сдвиговой прочностью $\tau(\sigma)$ дисперсных грунтов // Геотехника Беларуси: наука и практика: сборник статей Межд. научно-технич. конф. – Минск: БНТУ, 2008. – С. 142–162.
6. Костюкович, П.Н. Теория функциональных связей между деформативными и прочностными характеристиками дисперсных грунтов // Многообразие современных геологических процессов и их инженерно-геологическая оценка: труды Межд. научн. конф. – М.: МГУ, 2009. – С. 44–46.
7. Архангельский, И.В. Пути повышения качества исследований деформационных свойств грунтов // Инженерная геология. – 2008. – № 2. – 58–64.
8. Костюкович, П.Н. Деформативные и компрессионные функции сжимаемости грунтов // Геотехника Беларуси: наука и практика: сборник статей Межд. научно-технич. конф. – Минск: БНТУ, 2008. – С. 163–173.
9. Костюкович, П.Н., Крошнер, И.П. Нелинейно-затухающая модель компрессионного уплотнения грунтов и осадок геоснований // Актуальные научно-технические проблемы современной геотехники: междуз. тематич. сб. тр. – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2009. – Т. 2. – С. 192–201.
10. Костюкович, П.Н. Теоретические основы определения гидрогеологических параметров в условиях перетекания подземных вод и при формировании разрыва уровня на стенке возмущающей скважины: автореф. дис. ... д.т.н. – Минск: БПИ, 1996. – 37 с.
11. Костюкович, П.Н. Основные положения теории нелинейных и комбинированных фазовых моделей дисперсных грунтов // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: сборник статей XIV Междунард. научно-практич. семинара: в 2 т. – Минск: БНТУ, 2006. – Т. 2. – С. 229–235.

УДК 624.154.04:624.156.04]:624.131.213

ЭФФЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ С НЕСУЩИМИ РОСТВЕРКАМИ

Сернов В.А.

Введение. В настоящее время наметилась тенденция увеличения этажности зданий. В связи с этим, возрастают и нагрузки, передаваемые на основание. Эти

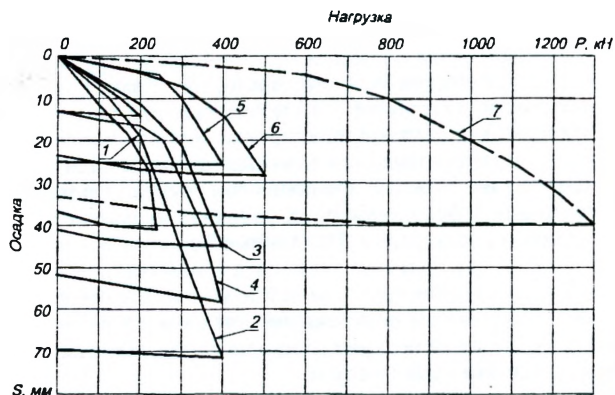
факторы приводят к более широкому применению свай. Строительные площадки г. Минска характеризуются сложным геологическим строением и разнообразием инженерно-геологических условий. Часто, при благоприятных грунтовых условиях у поверхности, на глубине 5–10 м встречаются линзы и прослойки слабых грунтов. Нередко выполняется планировка территории подсыпкой. Традиционно, в таких случаях применяются длинные забивные сваи (длиной 12–24 м) передающие нагрузку на глубокие прочные слои грунта. Альтернативным вариантом фундамента в подобных грунтовых условиях являются короткие конические сваи с несущими ростверками. Наклонные боковые поверхности свай способствуют максимальному уплотнению грунта в межсвайном пространстве. Ростверк, опирающийся на такой грунт, имеет большее сопротивление, чем в фундаменте из свай с постоянным поперечным сечением. Основная часть нагрузки от сооружения передается на верхние слои основания. Напряжения рассеиваются, не достигая прослойки слабого грунта.

Экспериментальные исследования. Результаты испытаний доказали эффективность таких фундаментов при мощной толще насыпного грунта у поверхности. Прочностные характеристики насыпного грунта значительно улучшаются за счет уплотнения. Наклон боковой поверхности исключает развитие отрицательных сил трения. Уплотненное основание становится несущим слоем, как для свай, так и для ростверка.

Для оценки эффективности свайных фундаментов из коротких конических свай с несущими ростверками на различных строительных площадках г. Минска были выполнены статические испытания, как отдельных свай, так и фрагментов фундаментов.

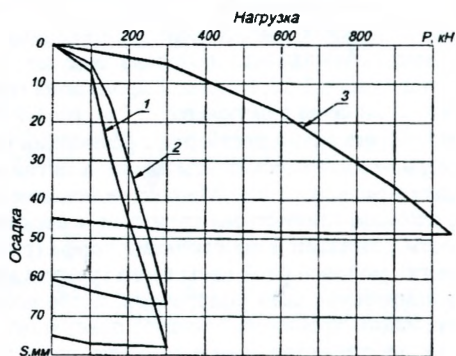
При строительстве дома по улице Бельского 48 в г. Минске у поверхности залегали суглинки прочные и средней прочности, а на глубине более 10 м пылеватые суглинки с прослойками торфа. Существовало 2 альтернативных решения: устройство свай длиной свыше 12 м, чтобы пройти эти слои, либо коротких свай, чтобы передать всю нагрузку от сооружения на поверхностные более прочные грунты. Был принят второй вариант: выштампованные конусные сваи уплотнения длиной 3–4 м с уширениями нижних концов и включением в работу ростверка. Это привело к значительному удешевлению проекта в сравнении с первым вариантом. Здесь сопротивляемость грунта сжатию была увеличена на 80% за счет уширений на нижних концах свай. При включении ростверка в работу несущая способность фундамента возросла еще на 30%. Коэффициент влияния ростверка составил $K_p = 1,30$. На рис. 1 приведены графики зависимости $S = f(N)$ для конических свай сечением поверху 0,5 м, понизу 0,25 м, длиной 3 м и пары свай совместно с фрагментом ростверка с размерами в плане 0,9×1,8 м.

По данным инженерно-геологических изысканий в пятне застройки здания в районе улиц Притыцкого-Бельского в г. Минске, основание строительной площадки неоднородно, сложено глинистыми грунтами и песками мелкозернистыми различной прочности с линзами и прослойками торфа (рис. 2, 3, 4). Поскольку, у поверхности залегал мощный слой насыпного грунта (до 4 м), были приняты выштампованные конические сваи уплотнения, позволяющие избежать воздействия сил отрицательного трения на боковую поверхность, и уплотнить основание в межсвайном пространстве. Такое решение привело к значительному снижению стоимости фундамента, однако испытания свай статической нагрузкой выявили их недостаточную несущую способность. В связи с этим, были выполнены испытания фрагментов свайных фундаментов совместно с ростверками.



1, 2 – испытания свай без уширенных пят; 3, 4 – то же после устройства уширенных пят; 5, 6 – испытания после твердения бетона в составе пят; 7 – испытания свай с фрагментом ростверка
Рисунок 1 – Результаты статических испытаний конических свай с уширенной пятой, в том числе по две с фрагментами ростверка на ул. Бельского

Всего на данном объекте испытано три фрагмента ростверка с двумя и тремя сваями под каждым. Для оценки влияния ростверков предварительно испытывались одиночные сваи, а затем совместно с фрагментом ростверка. Первый фрагмент ростверка выполнен по головам двух свай № 55 и № 58 с длинами по 4 м и диаметрами на верхних концах по 0,43 м и на нижних – по 0,28 м. Второй фрагмент ростверка выполнен по головам двух свай № 741, № 743 длиной 4 м при диаметрах на верхних концах по 0,53 м и на нижних – по 0,3 м. Третий фрагмент ростверка выполнен по головам двух свай № 375, № 377 длиной 3 м и диаметрами поперечных сечений на верхнем и нижнем концах 0,43×0,28 м. У всех свай выполнены уширения пят от втрамбовывания сухой бетонной смеси в объемах по 0,2 м². Коэффициенты влияния ростверков составили: для фрагмента № 1 – $K_p = 2,03$; фрагмента № 2 – $K_p = 1,3$; фрагмента № 3 – $K_p = 1,49$.



1 – свая № 55; 2 – свая № 58; 3 – фрагмент из двух свай с ростверком
Рисунок 2 – Результаты испытаний фрагмента 1

По данными изысканий на площадке строительства православного храма во имя Архистратига Божия Михаила в м-не Сухарево г. Минска под подошвой ростверка залегают следующие грунты:

1. Супеси пылеватые средней прочности — $E = 18$ МПа, $h = 4$ м;
2. Суглинки озерные мягкопластичные — $E = 6$ МПа, $h = 2$ м;
3. Суглинки с растительными остатками — $E = 10$ МПа, $h = 1,5$ м;
4. Заторфованные грунты и торф — $E = 3$ МПа, $h = 2,5$ м;
5. Пески средней прочности и прочные — $E = 25$ МПа.

Первоначально был выполнен проект фундамента, состоящего из 480 забивных свай длиной 12 и 14 м с поперечным сечением 0,3 и 0,35 м. Сваи пронизывали слои заторфованных грунтов и погружались в несущий песчаный слой.

Анализ инженерно-геологических условий строительной площадки выявил неэффективность фундамента из длинных забивных свай. При забивке свай атмосферный воздух попадет в слои торфа, что приведет к интенсивному разложению органических веществ, усадке грунта и развитию сил отрицательного трения.

Заключение. Наиболее рациональным решением, в данном случае, является передача всей нагрузки от здания на верхние, относительно прочные, слои основания. Расчет фундаментов в соответствии с [1] показал, что в данных грунтовых условиях ростверк способен воспринимать около 40% нагрузки от здания. Остальную часть нагрузки воспринимают конические выштампованные сваи длиной 3 м и диаметром от 0,5 м в голове до 0,3 м нижнего конца сваи. Схема расположения конических свай в составе ростверка приведена на рис. 5. Общее количество свай составило 285 конических длиной 3 м и 32 забивных (погруженных ранее) длиной 12–14 м. Стоимость первого варианта фундамента из длинных забивных свай составила 372,186 (315,508 – свайное поле и котлован, 56,678 – ростверк) тыс. руб. (в ценах 1991 г.), второго, из коротких конических – 200,756 (147,01 – свайное поле и котлован, 53,746 – ростверк) тыс. руб. (в ценах 1991 г.). Экономический эффект внедрения разработки составил 171,43 тыс. руб. (в ценах 1991 г.). Стоимость фундаментов снижена почти в 2 раза.

Список цитированных источников

1. P5.01.015.05. Рекомендации по расчету свайных фундаментов с несущими ростверками. – Минск: БНТУ, 2005 – 24 с.

УДК 624.131.1 (075.8)

О ЗОНАЛЬНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ТОЛЩ В БЕЛАРУСИ В СВЯЗИ С ОЦЕНКОЙ ИХ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ

Колпашников Г.А.

Введение. Плейстоценовые (четвертичные) отложения повсеместно развиты на территории Беларуси и являются основанием практически всех инженерных сооружений. Выделяются три характерные зоны по содержанию обломочных фракций – северная и средняя с валуносодержащими фракциями и южная, сложенная преимущественно песчано-глинистыми отложениями. Граница между этими зонами приближенно проходит на севере вдоль границы краевых образований позерского оледенения, на юге вдоль краевых образований сожского оледенения.