

Практически во всех опытах (даже при  $L=7,5d$ ) отмечается наложение пиковых и рабочих напряжений (заштрихованные области), благодаря чему и происходит дополнительная осадка  $S_{12}$  ранее нагруженной сваи С-1 в процессе вдавливания и нагружения сваи С-2.

Если увеличение уровня нагрузки на сваю С-1 мало влияет на распределение горизонтальных напряжений, то на увеличение вертикальных под ее пятой - существенно.

Таким образом, при реконструкции или новом строительстве необходимо учитывать негативное влияние друг на друга двух самостоятельно рядом работающих свай. При этом, дополнительная осадка  $S_{12}$  зависит не только от расстояния между сваями, а и уровня их нагрузки, свойств грунтов.

1. Карпюк И.А., Новский А.В. Использование математической теории планирования эксперимента в исследовании несущей способности свай и их взаимодействия с окружающим грунтом // Сб. тр. 4-й Украинской науч.-техн. конф. по механике грунтов и фундаментостроению. – К., 2000. – С.430-433.

2. Карпюк И.А. Взаимное влияние моделей призматических свай в процессе очередного их вдавливания и нагружения // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Вип.4. – Одеса: Астропринт, 2001. – С.283-288.

3. Баходдин Б.В., Ястребов П.И. Анализ результатов комплексных экспериментальных исследований взаимодействия грунта с забивными сваями // НИИОСП им. Н.М.Герсеванова – 70 лет: Труды института. – М.: НИИОСП Н.М.Герсеванова, 2001. – С.100-110.

*Получено 18.05.2002*

УДК 624.159.1

Л.И.КОЛЕСНИКОВ, канд. техн. наук, Р.М.КОДРЯНОВА  
Одесская государственная академия строительства и архитектуры  
Д.Д.ХОЛЮДОВ, А.И.ШАПОВАЛОВ  
ОАО "Черноморгидрострой", г.Одесса

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСТРОЙСТВА ФУНДАМЕНТОВ НА ПИРАМИДАЛЬНЫХ СВАЯХ В УСЛОВИЯХ ЗАЛЕГАНИЯ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ПЕСЧАНО-ИЛИСТЫХ ГРУНТОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ**

Приведены результаты натурных экспериментальных исследований несущей способности пирамидальных свай в сложных грунтовых условиях Пересыпи в г.Одессе и схема устройства свайно-ребористого фундамента, конструкция которого исключает возможность проявления "плитного" эффекта.

Конструктивное решение склада сахара-сырца предусматривает устройство в нижней его части монолитного железобетонного поддона, днище которого имеет размеры в плане  $36 \times 66$  м и является фундаментом здания. В основании залегают лиманно-морские отложения

четвертичного периода до глубины 40 м. Они подстилаются сарматскими глинами.

При рассмотрении возможных вариантов устройства фундаментов и оценке физико-механических свойств грунтов основания все напластования можно подразделить на три яруса (см. рис.1).

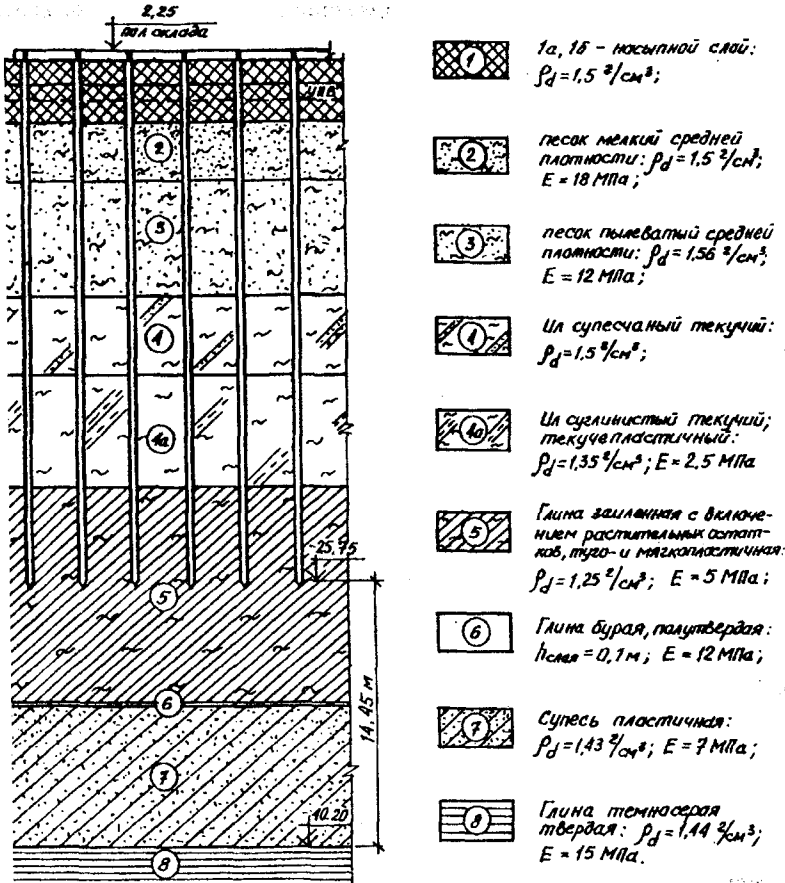


Рис. 1 – Инженерно-геологический разрез стройплощадки и схемы вариантов свайного фундирования

К первому ярусу относятся ИГЭ-2; 3 – пески мелкие и пылеватые, водонасыщенные, средней плотности. Их суммарная мощность – 10-11 м. Как грунты среднесжимаемые, они могут служить естественным основанием.

Второй ярус (ИГЭ-4; 4а; 5 и 7) – это слабые водонасыщенные глинистые грунты. Вследствие низких деформативных характеристик и специфических свойств (наличие органики), они не могут обеспечить достаточно высокую несущую способность забивных или буронабивных свай. Общая мощность грунтов этого яруса 29-30 м.

Третий ярус (ИГЭ-8) – глина твердая, имеет значительную мощность. Она могла бы служить основанием сваяч свай ( $E=15$  МПа), но этот слой грунта находится на глубине более 40 м от поверхности, и его применение в указанном выше качестве нецелесообразно с технико-экономической точки зрения.

В процессе проектирования было рассмотрено два варианта фундаментов: первый вариант – сплошная фундаментная плита на естественном основании и второй вариант – та же плита на призматических сваях С 28-35. Анализ проектных вариантов фундаментов, выполненный сотрудниками кафедры оснований и фундаментов ОГАСА, показал следующее.

Под фундаментной плитой, в соответствии с закономерностями развития напряженно-деформированного состояния грунтов основания, глубина сжимаемой толщи, обусловленная значительными размерами фундамента, достигнет слоя ИГЭ-8, и в активную зону будут вовлечены все слои сильносжимаемых грунтов. Расчетная осадка составит 41,1 см, хотя опыт показывает, что фактическая ее величина может достигать 60 см и более.

При устройстве фундаментов на призматических сваях длиной 28 м их пята будет находиться в слое ИГЭ-5, заиленной глине с модулем деформации  $E=5$  МПа, и условия совместной работы основания свай и фундаментной плиты будут характеризоваться следующими процессами:

а) осадки свайного фундамента достигнут величины  $S=24$  см, а их разность при односторонней загрузке склада значительно превысит предельно допускаемые значения;

б) т.к. фундаментная плита-ростверк даст осадку, равную осадке свай, то под ней сформируется сжимаемая зона, включающая в себя илы (ИГЭ-4; 4а) и нижележащие слои до глубины 40 м;

в) давление под подошвой плиты увеличится на 10-15% только за счет массы "повешенных" к ней свай, а осадки слоев грунта, находящихся в межсвайном пространстве, неизбежно, при перемещении их вниз, вызовут негативное трение по боковой поверхности свай, которые вследствие этого дадут еще большую осадку.

Анализ инженерно-геологических условий площадки строитель-

ства склада сахара-сырца показывает, что приемлемый вариант фундаментов должен соответствовать условиям, при которых напряженно-деформируемая зона будет располагаться только в пределах грунтов первого яруса. Этому соответствует применение фундаментов из отдельно работающих пирамидальных свай, которые характеризуются следующими, только им присущими, особенностями совместной работы с основанием:

а) пирамидальная форма свай обеспечивает при их погружении значительное уплотнение даже слабых грунтов вдоль всей длины свай;

б) при передаче на пирамидальные сваи нагрузок ее боковые грани передают на уплотненный грунт нормальные к грани давления, вследствие чего значительная часть вертикальной нагрузки гасится за счет деформаций уплотнения не только в вертикальном, а и в горизонтальном направлении. Эта особенность пирамидальных свай обуславливает также и тот, установленный многими исследователями факт, что "срывов" у пирамидальных свай не наблюдается даже при их осадках 6-8 см;

в) в результате особенностей формирования напряженно-деформированной зоны грунта вокруг пирамидальных свай глубина этой зоны ниже их подошвы не превышает 0,3...0,5 м, а удельная грузоподъемность этих свай, даже для очень слабых грунтов, оказывается в 2-3 раза выше в сравнении с другими видами свай;

г) пирамидальные сваи, имеющие небольшую длину, при расстоянии между их осями не менее двух размеров свай в их головах, работают, как одиночные, благодаря чему "кустовой" эффект в основании таких свайных фундаментов не возникает.

Разработанный вариант фундаментов из пирамидальных свай, который был обоснован экспериментально, конструктивно выполняется следующим образом (рис.1 и рис.2).

Пирамидальные сваи марки ПС-4-60, несущая способность которых в полтора-два раза выше передаваемой на них нагрузки от сооружения, располагаются с шагом 2 м в поперечном направлении и 3,0 м — в продольном, что полностью исключает возможность возникновения "кустового" эффекта. По головам пирамидальных свай устраивается монолитное железобетонное днище, опирающееся на сваи в местах пересечения ребер и расположенное на 40 см выше поверхности грунта, что исключает возникновение "плитного" эффекта.

При проведении исследований забивка опытных пирамидальных свай производилась дизель-молотом с весом ударной части 25 кН. Загрузка свай выполнена стальными заготовками, массой около 8 т каж-

дая. Их тарировка производилась краном "КАТО", снабженным динамометром.

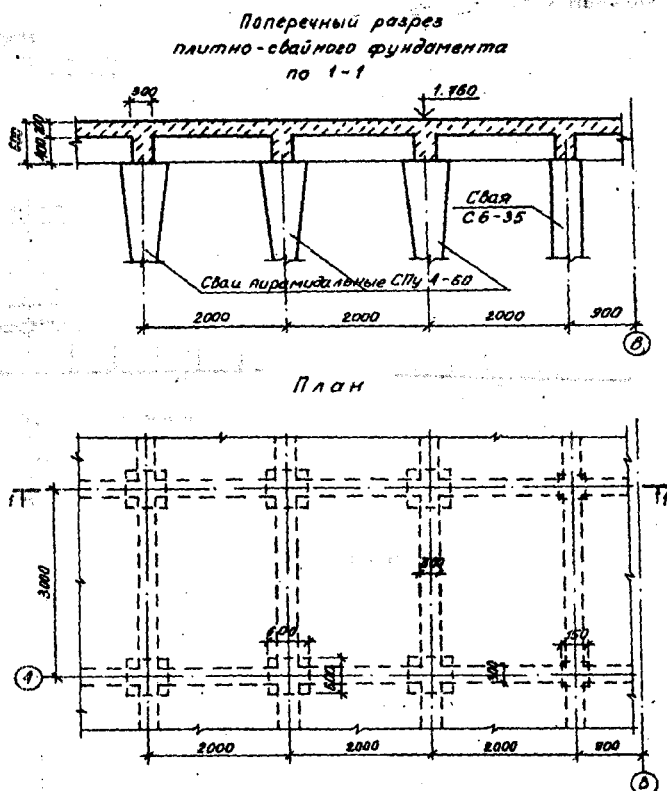


Рис. 2. – Конструктивное решение плитно-ребристого фундамента на пирамидальных сваях

На каждой ступени нагрузка выдерживалась до стабилизации, условная величина которой принята 0,1 мм/ч. На последних четырех ступенях нагрузка выдерживалась до условной стабилизации, равной 0,1 мм/сутки. По результатам испытаний были построены графики зависимости осадки от нагрузки и графики зависимости осадки сваи во времени.

Длительность процесса стабилизации зависела от величины на грузки: при первых ступенях стабилизация наступала через 1,5-2,0 ча са, при последних ступенях – от 3-х до 26-ти часов.

На рис.3 приведены результаты испытаний сваи марки ПС 4-80, величина расчетной нагрузки на которую составила  $N = 2444 \text{ кН}$ , при объеме сваи  $V=0,76 \text{ м}^3$ .

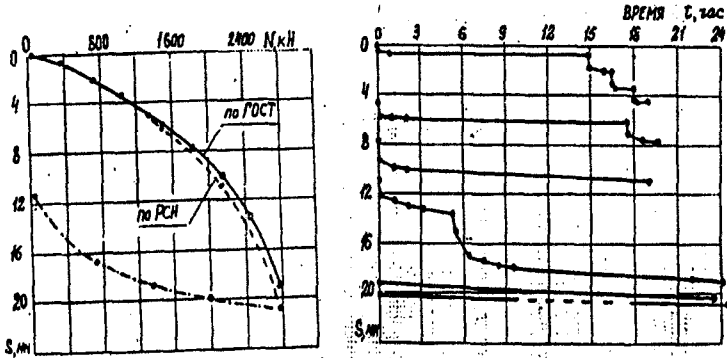


Рис. 3 – Результаты испытаний пирамидальной сваи ПС4-80

Расчетная нагрузка на сваи марки ПС-3-60 составила  $N=1404 \text{ кН}$  при объеме сваи  $V=0,57 \text{ м}^3$ .

Так как в проведенных исследованиях ни в одном опыте осадка свай не достигла предельного значения, то за предельную нагрузку принимали нагрузку на последних ступенях.

Таким образом, проведенные исследования в самых различных грунтовых регионах бывшего Союза подтвердили надежную работу всех зданий и сооружений, возведенных на фундаментах из таких свай. Результаты натурных испытаний пирамидальных свай на стройплощадке склада сахара-сырца в г.Одессе дают полную гарантию обеспечения нормальной и безопасной эксплуатации рассматриваемого объекта, фундаментами которого будут служить пирамидальные сваи.

Получено 18.05.2002

УДК 696 : 621.64

А.С.ТРЕГУБ, канд. техн. наук

Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій, м. Запоріжжя

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДРОБЛЮВАНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ТА ОБОЛОНОК КОМПЕНСАТОРІВ

Компенсатори – це надійний засіб для захисту підземних сталевих мереж від температурних перепадів та деформаційних впливів середовища на підроблюваних територіях або просадкових грунтах. Досліджувані протягом 30 років у натурних умовах