

УДК 624.154.04:624.156.04]:624.131.213

**НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФРАГМЕНТОВ СВАЙНО-ПЛИТНЫХ
ФУНДАМЕНТОВ ИЗ КОНИЧЕСКИХ СВАЙ**

**FIELD OBSERVATION OF PILED-RAFT FOUNDATION FRAGMENTS
WITH CONIC PILES**

Сернов В.А., к.т.н. (Белорусский национальный технический университет,
г. Минск)

Sernov V.A., candidate of technical sciences, (Belorussian National Technical
University, Minsk)

**В статье приведены результаты натурных исследований фрагментов
свайно-плитных фундаментов из конических свай. Установлены
основные факторы влияющие на сопротивление грунта в основании
фундаментной плиты.**

**The results of field observation of piled-raft foundations with conic piles are
given in the article. The basic factors which affect the soil resistanse in the
base of raft are ascertained.**

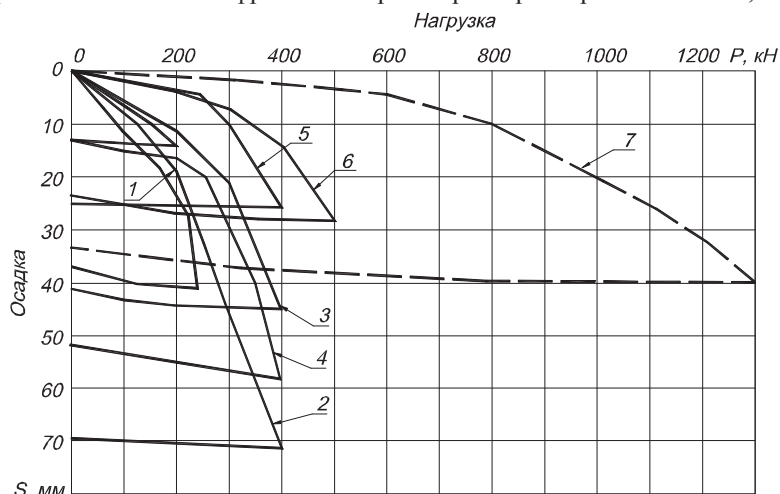
Введение. В настоящее время наметилась тенденция увеличения этажности зданий. В связи с этим возрастают и нагрузки, передаваемые на основание. Эти факторы приводят к более широкому применению свай, даже при благоприятных грунтовых условиях, при залегании у поверхности сравнительно плотных грунтов. В этих случаях, как показали теоретические и экспериментальные исследования, при наличии контакта плиты ростверка с грунтом часть внешней нагрузки передается на основание через ее подошву. Разработка методики расчета свайных фундаментов с учетом сопротивления грунта под фундаментной плитой – один из путей более полной реализации несущей способности основания, позволяющий уменьшить количество свай в фундаменте, сократить сроки его возведения, снизить стоимость нулевого цикла, что в конечном итоге значительно повышает эффективность капиталовложений в строительство.

Целью наших исследований является снижение стоимости свайных фундаментов за счет совершенствования методики расчета несущей способности и деформативности оснований при включении в работу фундаментной плиты. Одной из основных задач для достижения указанной цели являются натурные исследования фрагментов свайно-плитных фундаментов.

Натурные исследования фрагментов свайно-плитных фундаментов.

Для оценки эффективности свайно-плитных фундаментов из коротких конических свай 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 залегают суглинки прочные и средней прочности, а на глубине более 10 м пылеватые суглинки с прослойками торфа. Существовало 2 альтернативных решения: устройство свай длиной свыше 12м, 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 – 4м 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 0,5м, понизу 0,25м, длиной 3м и пары свай совместно с фрагментом ростверка с размерами в плане 0,9х1,8м.



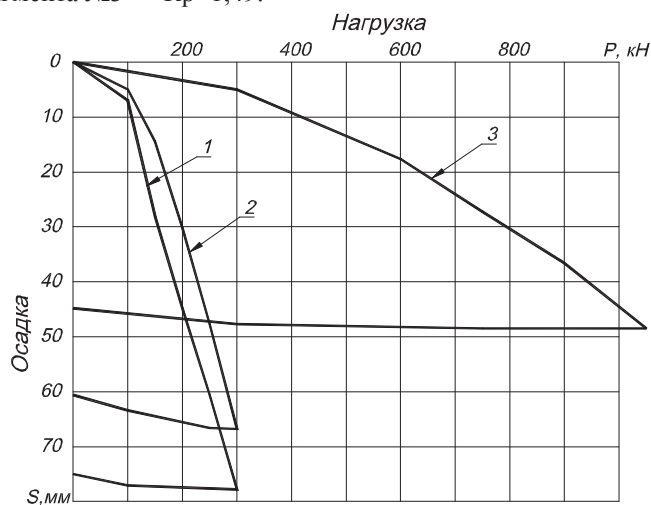
1, 2 – испытания свай без уширенных пят; 3, 4 – то же после устройства уширенных пят; 5, 6 – испытания после твердения бетона в составе пят; 7 – испытания свай с фрагментом ростверка

Рис. 1. Результаты статических испытаний конических свай с уширенной пятой, в том числе по две с фрагментами ростверка на ул. Бельского

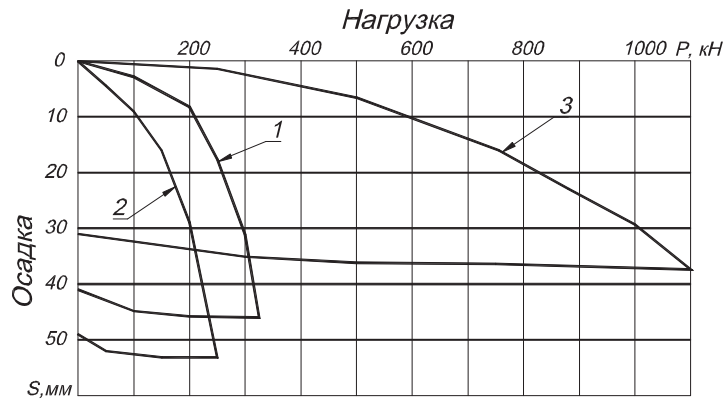
По данным инженерно-геологических изысканий в пятне застройки здания в районе улиц Притыцкого-Бельского в г. Минске, основание строительной площадки неоднородно, сложено глинистыми грунтами и

песками мелкозернистыми различной прочности с линзами и прослойками торфа (рис. 2, 3, 4). Поскольку, у поверхности залегал мощный слой насыпного грунта (до 4м), 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.

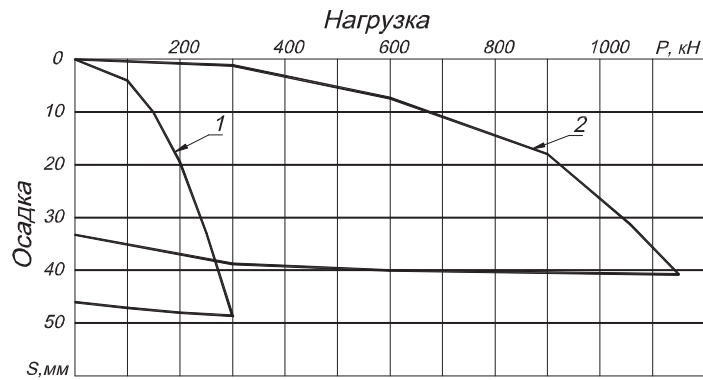
Всего на данном объекте испытано три фрагмента ростверка с двумя и тремя сваями под каждым. Для оценки влияния ростверков предварительно испытывались одиночные сваи, а затем совместно с фрагментом ростверка. Первый фрагмент ростверка выполнен по головам двух свай №55 и №58 с длинами по 4м и диаметрами на верхних концах по 0,43м и на нижних — по 0,28м. Второй фрагмент ростверка выполнен по головам двух свай №741, №743 длиной 4м при диаметрах на верхних концах по 0,53м и на нижних — по 0,3м. Третий фрагмент ростверка выполнен по головам двух свай №375, №377 длиной 3м и диаметрами поперечных сечений на верхнем и нижнем концах 0,43х0,28м. У всех свай выполнены уширения пят от втрамбовывания сухой бетонной смеси в объемах по 0,2м². 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
Рис. 2 - Результаты испытаний фрагмента 1



1 - свая №58, 2 - свая №55, 3 - фрагмент из двух свай с ростверком
Рис. 3. Результаты испытаний фрагмента 2



1 - свая №375, 2 - фрагмент из двух свай с ростверком
Рис. 4. Результаты испытаний фрагмента 3

По данным изысканий на площадке строительства православного храма во имя Архистратига Божия Михаила в м-не Сухарево г. Минска (рис. 5) под подошвой фундаментной плиты залегают следующие грунты:

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



Рис. 5. Главный фасад храма во имя Архистратига Божия Михаила в м-не Сухарево в г. Минске.

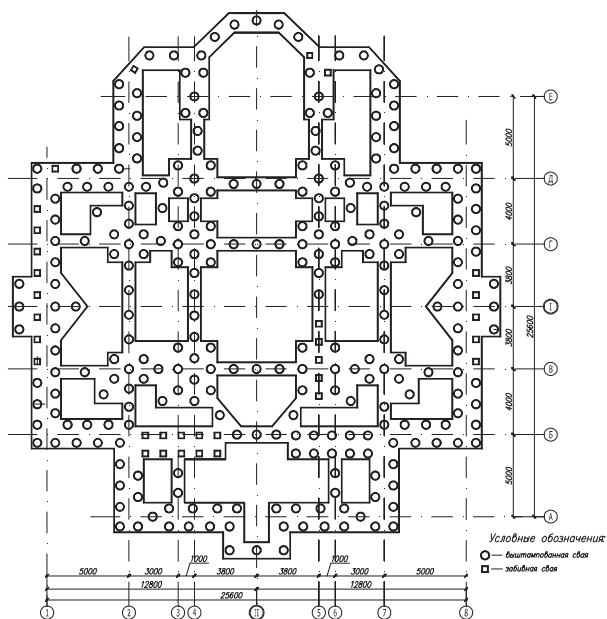


Рис. 6. Свайно-плитный фундамент под храм во имя Архистратига Божия Михаила в м-не Сухарево в г. Минске.

Первоначально был выполнен проект фундамента, состоящего из 480 забивных свай длиной 12 и 14м с поперечным сечением 0,3 и 0,35м. Сваи

пронизывали слои заторфованных грунтов и погружались в несущий песчаный слой [1].

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.

Наиболее рациональным решением, в данном случае, является передача всей нагрузки от здания на верхние, относительно прочные, слои основания. Расчет фундаментов в соответствии с [2] показал, что в данных грунтовых условиях ростверк способен воспринимать около 40% нагрузки от здания. Остальную часть нагрузки воспринимают конические выштампованные сваи длиной 3м и диаметром от 0,5м в голове до 0,3м нижнего конца сваи. Схема расположения конических свай в составе ростверка приведена на рис 6. Общее количество свай составило 285 конических длиной 3м и 32 забивных (погруженных ранее) длиной 12-14м.

Стоимость первого варианта фундамента из длинных забивных свай составила 372,186 (315,508 - свайное поле и котлован, 56,678 - ростверк) тыс. руб. (в ценах 1991г.), второго, из коротких конических — 200,756 (147,01 - свайное поле и котлован, 53,746 - ростверк) тыс. руб. (в ценах 1991г.). Экономический эффект внедрения разработки составил 171,43 тыс. руб. (в ценах 1991г.). Стоимость фундаментов снижена почти в 2 раза.

Проведенные впоследствии испытания фрагментов фундаментов статической нагрузкой подтвердили результаты выполненных расчетов.

1. Sernov, V.A. The increase of bearing capacity of pile foundations taking into account soil-raft interaction / V.A. Sernov // Modern Building Materials, Structures and Techniques: The 10th International Conference. – Lithuania, 2010. – S. 1153–1160. 2. P5.01.015.05 «Рекомендации по расчету свайных фундаментов с несущими ростверками» Минск, БНТУ, 2005 — 24 с.