

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ГЕОТЕХНИКА БЕЛАРУСИ: НАУКА И ПРАКТИКА

(г. Минск, БНТУ — 23–25.10.2013)

УДК 691.32.008.6

**ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА
СВАЙНО-ПЛИТНОГО ФУНДАМЕНТА
ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ПРАВОСЛАВНОГО ХРАМА
АРХИСТРАТИГА БОЖЬЕГО МИХАИЛА, Г. МИНСК**

**Нестеренок А.С., Таненя Г.Н.*,
Никитенко М.И.**, Сернов В.А.****

ООО «СОМСТРОЙ», г. Минск, Республика Беларусь

**ЗАО «Проектинжстрой», г. Минск, Республика Беларусь*

***Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

В статье отражен опыт применения свайно-плитного фундамента в сложных инженерно геологических условиях при строительстве православного храма в г. Минске.

The experience of use piled-raft foundation in complicated geological conditions in the site of Orthodox Church in Minsk is described.

Строительные площадки г. Минска характеризуется сложным геологическим строением и разнообразием инженерно-геологических условий. Часто, при наличии прочных грунтов у поверхности, на глубине 5–10 м встречаются линзы и прослойки слабых, в том числе торфов и иных биогенных грунтов. Нередко выполняется планировка территории подсыпкой. Традиционно, в таких случаях применяются длинные (12–24 м) забивные сваи, передающие нагрузку на глубокие прочные слои грунта. Альтернативным вариантом в подобных грунтовых условиях являются свайно-плитные

фундаменты из коротких конических свай. Наклонные боковые поверхности таких свай способствуют максимальному уплотнению грунта в межсвайных промежутках. Фундаментная плита, опирающаяся на такой грунт, имеет большее сопротивление, чем в случае свай с постоянным поперечным сечением. Основная часть нагрузки от сооружения передается на верхние слои основания, а напряжения рассеиваются, не достигая прослойки слабого грунта.

Результаты испытаний фрагментов свайно-плитных фундаментов на ряде строительных площадок в г. Минске [1] показали их высокую эффективность. Прочностные характеристики насыпного грунта значительно улучшаются за счет уплотнения. Наклон боковых поверхностей стволов конических свай исключает развитие отрицательных сил трения, а уплотненное основание между сваями становится несущим и для фундаментной плиты.

На площадке строительства православного храма во имя Архистратига Божия Михаила (рис. 1) в микрорайоне 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.



Рис. 1. Главный фасад храма во имя Архистратига Божия Михаила

Первоначально для храма был запроектирован фундамент, состоящий из 480 забивных свай с длинами 12 м и 14 м при поперечных сечениях $0,3 \times 0,3$ м и $0,35 \times 0,35$ м. Сваи, пронизывая слои лесовидных супесей с суглинками и заторфованных грунтов с торфами, погружались в несущий слой песка. Согласно исходному проекту было забито 32 сваи сечением $0,3 \times 0,3$ м с длинами по 12 м.

В связи с отсутствием у подрядной организации свай сечением $0,35 \times 0,35$ м заказчик обратился на кафедру с вопросом о возможности их замены на сваи сечением $0,3 \times 0,3$ м.

Анализ инженерно-геологических условий строительной площадки выявил неэффективность фундамента из длинных забивных свай. Хотя три сваи были испытаны статическим нагружением, но произошла их поломка за счет превышения прочности стволов по материалу при ничтожном погружении. В данном случае вдоль стволов сопротивление сдвигу оказывали все слои грунта, а отрицательное трение не возникало, поэтому нельзя было оценить его долю, как и сопротивление под нижними концами. В то же время при забивке свай атмосферный воздух попадет в слои торфа, что приводит к интенсивному разложению органических веществ, осадке грунта и развитию сил отрицательного трения.

С учетом всего этого и исходя из имевшегося в то время у кафедры опыта был предложен альтернативный более рациональный вариант фундамента в виде монолитного железобетонного ростверка по контуру стен с короткими коническими сваями. Это обеспечивает передачу нагрузки от здания на верхние относительно прочные слои грунтов. Расчет фундаментов в соответствии с [2] показал, что в данных грунтовых условиях фундаментная плита способна воспринимать около 40 % всей нагрузки. Остальную часть нагрузки воспринимают конические выштампованные сваи длиной 3 м с диаметрами от 0,5 м в голове до 0,3 м на нижнем конце. Схема расположения конических свай в составе ростверка приведена на рис. 2. Общее количество свай составило 285 конических длиной 3 м и 32 ранее погруженных составных забивных длиной 12-14 м.

Стоимость (в ценах 1991 г.) фундамента с забивными сваями составила 372,186 (315,508 – свайное поле и котлован, 56,678 – плита ростверка) тыс. руб., второго с короткими коническими – 200,756

(147,01 – свайное поле и котлован, 53,746 – ростверк) тыс. руб. Экономический эффект составил 171,43 тыс. руб. при снижении стоимости фундаментов почти в 2 раза.

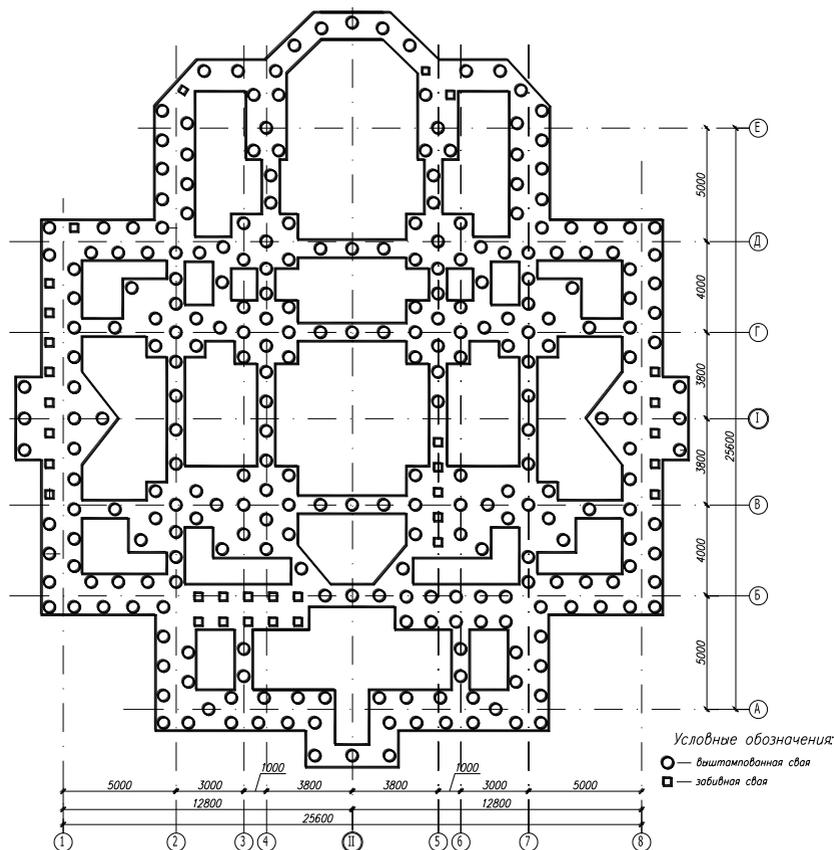


Рис. 2. Свайно-плитный фундамент под храм
 во имя Архистратига Божия Михаила в г. Минске

В связи с финансовыми проблемами сваи изготавливались с большими интервалами при смене субподрядных организаций (сначала ЧУП «Специнжстрой», затем СУМ-96), что обусловило некоторые особенности. Поскольку в отрытом котловане не была спланирована поверхность его дна, после выштамповывания полос для свай их головы оказывались ниже поверхности, поэтому за

счет атмосферных осадок происходило затопление котлована и заполнение возникших лунок водой (рис. 3) с ухудшением свойств глинистого грунта вокруг стволов свай. Это отрицательно сказалось на результатах напрасно проведенных статических испытаний одиночных свай, хотя и без этого были очевидны неудовлетворительные их результаты.



Рис. 3. Затопление котлована с неспланированной поверхностью дна при устройстве конических выштампованных буронабивных свай

После осушения котлована свойства верхнего слоя лессовидных супесей и суглинков улучшились, что было установлено при контрольном зондировании грунта по всей площадке. Проведенные затем испытания фрагментов фундаментов статической нагрузкой подтвердили способность их воспринимать проектные нагрузки в соответствии с результатами ранее выполненных расчетов (рис. 4).

В итоге после решения финансовых вопросов строительство храма было завершено (см. рис. 1).



Рис. 4. Устройство бетонной подготовки и ростверков с горизонтальной гидроизоляцией после осушения котлована

Литература

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. Рекомендации по расчету свайных фундаментов с несущими ростверками : Р5.01.015.05. – Минск, БНТУ, 2005. – 24 с.