Интернет-журнал «Науковедение» ISSN 2223-5167 http://naukovedenie.ru/

Том 8, №6 (2016) http://naukovedenie.ru/vol8-6.php

URL статьи: http://naukovedenie.ru/PDF/124TVN616.pdf

Статья опубликована 31.01.2017

Ссылка для цитирования этой статьи:
Самофеев Н.С., Гареева З.А., Гареев Т.Р. Оценка возможности реализации комбинированных свайных фундаментов в проекте строительства производственного объекта в условиях города Ноябрьска Ямало-Ненецкого автономного округа // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №6 (2016) http://naukovedenie.ru/PDF/124TVN616.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 624.151

Самофеев Никита Святославович
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Россия, Уфа[1]
Институт Экономики
Кафедра «Экономики и управления на предприятии нефтяной и газовой промышленности»
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: volvita@inbox.ru

Гареева Земфира Анисовна
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Россия, Уфа
Институт Экономики
Кафедра «Экономики и управления на предприятии нефтяной и газовой промышленности»
Кандидат экономических наук, доцент
E-mail: volvita@inbox.ru

Гареев Тимур Ренатович
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Россия, Уфа
Архитектурно-строительный институт
Кафедра «Автомобильные дороги и технология строительного производства»
Магистр
E-mail: volvita@inbox.ru

Оценка возможности реализации комбинированных свайных фундаментов в проекте строительства производственного объекта в условиях города Ноябрьска Ямало-Ненецкого автономного округа

Аннотация. Современные условия строительства в сложных грунтовых условиях требуют разработки новых вариантов узлов и элементов зданий и сооружений. Фундаменты относятся к одним из самых важных и сложных элементов зданий, к ним постоянно повышаются требования по надежности, долговечности, уровню затрат.

Традиционно сложившиеся в практике фундаментостроения конструктивные решения постоянно совершенствуются в силу их адаптации к новым видам грунтов, условий строительства, распределения нагрузок. Многократные совместные успешные полигонные испытания комбинированных свайных фундаментов на различных объектах в г. Уфа

[1] 450062, Республика Башкортостан, Уфа, Космонавтов ул., 1

(Республика Башкортостан) показали высокую надежность и эффективность такой конструкции в местных условиях строительства.

Предложенная авторами конструкция комбинированных свайных фундаментов достаточно успешно решает комплекс проблем проектирования фундаментов каркасного производственного здания в сложных инженерно-геологических условиях строительной площадки г. Ноябрьска.

В работе показано, что реализация предложенного варианта конструкций фундамента позволит сократить в 1,5-2 раза объем бетонной смеси, а также обеспечить лучшие, относительно классического варианта конструктивного решения на основе свайного поля, показатели по трудозатратам, характеризующим время производства работ и значительное превосходство над вариантом фундаментов мелкого заложения по уровню приведенных затрат - до 2 раз и могут быть рекомендованы для проектирования и строительства объектов в сложных грунтовых условиях.

Ключевые слова: свайные фундаменты; проектирование фундаментов для каркасных зданий; комбинирование свайных фундаментов; жесткое защемление оголовков свай; сложные грунтовые условия; слабые и ослабленные грунтовые основания; эффективность конструктивных решений; приведенные затраты вариантов конструктивных решений

Возможности современного фундаментостроения позволяют подобрать различные варианты решений распределения нагрузок от здания на основание. Однако, ввиду недостаточно хорошо изученного поведения системы «основание-фундамент-здание» в сложных геологических условиях некоторых регионов России требуются более рациональные варианты фундаментов, обеспечивающие соблюдения одновременных условий по прочности, надежности и их экономической целесообразности.

Современная территория г. Ноябрьска ЯНАО РФ представлена площадками со сложным рельефом, отягчающиеся высоким уровнем горизонта грунтовых вод, строительством объектов с высокой этажностью, увеличением сложности и размеров зданий и сооружений, а также увеличением объемов работ по освоению подземного пространства. Очевидно, что для территорий, где в достаточной степени освоены грунтовые основания с достаточной несущей способностью и остались лишь слабые (как правило, подстилающие, насыпные или карстовые) и ослабленные, например, оврагами, косогорами, склонами и т.п. грунты, то для таких условий варианты устройства фундаментов с использованием свай имеют технико-технологическое и экономическое преимущество перед фундаментами мелкого заложения.

Надежность оснований и фундаментов, уменьшение стоимости работ по их возведению - во многом зависят от умения правильно оценивать свойства грунтов оснований, совместную работу системы «сооружение - фундамент-основание».

Общеизвестно, что рациональность проектирования свайных фундаментов зависит от правильного определения несущей способности и числа свай, схемы их размещения в плане. Удачное решение этих задач позволяет учитывать взаимовлияние ростверка и свай друг на друга, определять деформации фундамента, усилия в сваях и контактные напряжения [1, 7].

Комбинированные свайные фундаменты (КСФ) получены путем проведения удачных совместных натурных, численных экспериментов и теоретических исследований специалистами ГУП БашНИИстрой и УГНТУ. Исследования по апробации КСФ проводились в полевых условиях строительных площадок объектов в городе Уфа и показали их высокую надежность и эффективность [2, 3, 4].

Предложенный вариант конструкции комбинированных свайных фундаментов, безусловно, является перспективным направлением в фундаментостроении, который в полной мере обеспечивает повышенную несущую способность грунтов основания; представляет собой надёжную конструкцию фундамента; снижает материалоёмкость; уменьшает объём опалубочных и земляных работ.

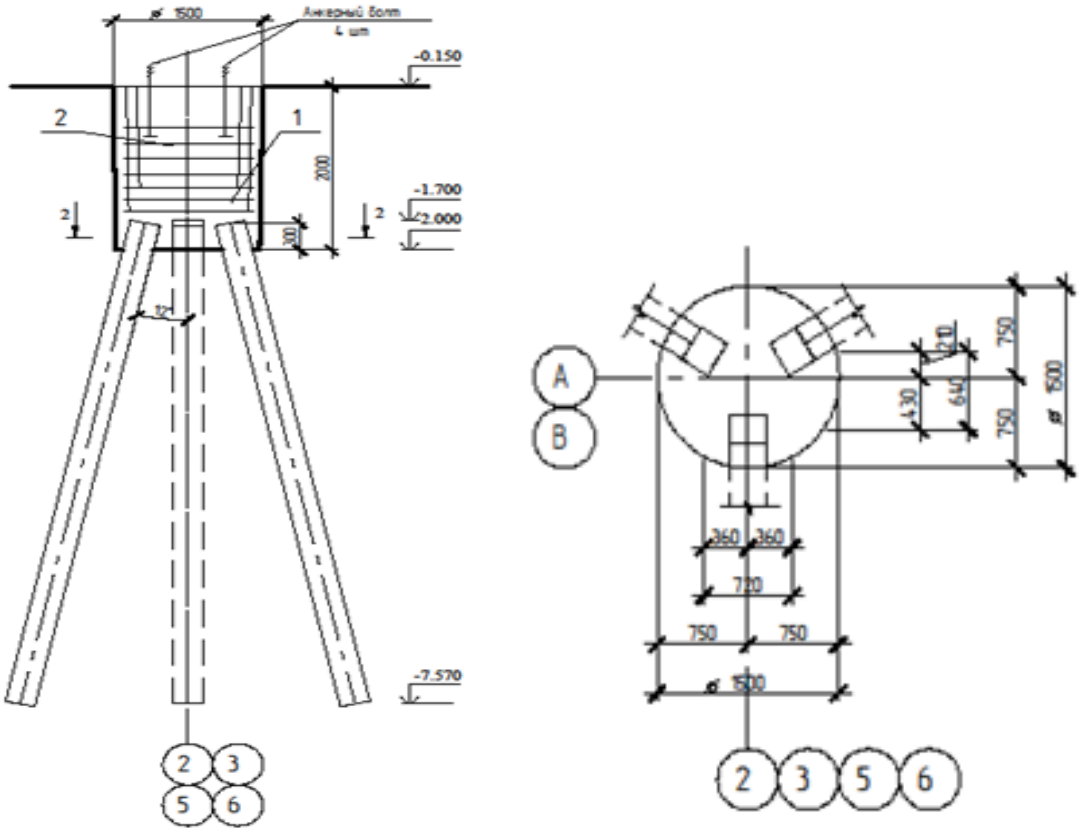
Составные элементы конструкции КСФ включали: вертикальные (наклонные) сваи, ростверк - подколонник (рис. 1). Благодаря тому, что КСФ состоит из нескольких составляющих, следовательно, каждый, отдельно взятый элемент имеет несущую способность [8], а составные части, включенные в работу, являются несущими по грунту. При устройстве такого вида фундамента необходимо учитывать некоторую конструктивную особенность, которая заключается в весьма близком расположении оголовков свай в скважине (ближе допустимых норм 3d). Поэтому сваи забиваются наклонно, так чтобы их концы в грунте были разведены на достаточно большое расстояние, исключив тем самым их взаимовлияние и снижение несущей способности фундамента [5, 8].

На основании многочисленных удачных исследований в разных грунтовых условиях строительства в г. Уфа комбинированные свайные фундаменты были предложены как вариант фундирования реального объекта «Производственно-бытового комплекса» ЯНАО в городе Ноябрьск в условиях Крайнего Севера (рис. 1).

Конструктивная схема здания - каркасная рамно-связевая. В поперечном направлении жесткость каркаса обеспечивается рамами (сборными), а в продольном - связями. Узлы колонн с фундаментами имеют жесткое соединение, ферм с колоннами - шарнирное на болтах нормальной точности, такое же соединение имеют связи рам, конструктивно выполненные из уголков. Нижний пояс ферм опирается на опорные столики - через них передается поперечная сила. Тип и размер фундаментов выбирался с учетом суровых климатических условий, мерзлотного состояния грунтов, и технических характеристик здания, которые учитывались при проектировании объекта [6].

Фундаменты данного объекта изначально были запроектированы в варианте забивных призматических свай длиной (6-8) м, с железобетонным монолитным ростверком. Инженерно - геологические изыскания показали, что на участке, где проводятся строительные работы, присутствуют факторы, отрицательно влияющие на эксплуатацию здания - сезонное промерзание и морозное пучение. Во избежание сезонного промерзания грунта по наружному периметру здания выполнено утепление отмостки плитами «Пеноплэкс».

Предложенная конструкция монолитного КСФ включала пирамидальный стакан диаметром 1,5 м и высотой 2,0 м, вертикальные и наклонные сваи длиной 8 м., технически обоснованный угол наклона свай - 12°.



Краткое описание конструкции КСФ:
1 - пирамидальный стакан диаметром 1,5 м и высотой 2,0 м;
2 - арматурный каркас.
Длина свай 8 м, угол наклона - 12°.

Рисунок 1. *КСФ с монолитным ростверком - подколонником (разработано автором)*

По данным проекта строительства площадка представлена двумя элементами грунтов: первый - грунт насыпной: h = 2,1 м; второй - мощность грунта не вскрыта, супесь пластичная со слоями песка γ_{II} = 19,1 кН/м^3; C_{II} = 9,3кПа; φ_{II} = 22°; E = 21,0 мПа; I_L = 0,36.

Нормативная глубина сезонного промерзания в городе Ноябрьске - 2,45 м. Уровень грунтовых вод - 124,25 м. Грунтовые воды обладают слабой степенью агрессии по отношению к бетону марки W 4. Расчетная несущая способность грунта основания сваи согласно данным статистического зондирования грунта принята для сваи L=8,0 м (38,7 т (без учета собственного веса свай). Отметка забивки верха свай - 1,7 м. За относительную отметку 0,000 принята отметка чистого пола первого этажа, что соответствует абсолютной отметке 126,65 м.

Технико-технологические особенности и порядок устройства свайного поля связаны с проектным расположением несущих конструктивных элементов будущего объекта и определяются данными проекта производства работ (техкартой), отчетом инженерно-геологических изысканий и возможностей сваепогружающего оборудования [9].

Комплексная технико-экономическая оценка применения КСФ для условий проекта строительства объекта «Производственно-бытовой комплекс» в г. Ноябрьск в условиях Крайнего Севера опиралась на различные факторы, учитывающие: геологические условия площадки строительства, технические особенности свай и конструкции ростверка-подколонника.

Отметим, что альтернативные решения относительно КСФ при устройстве фундаментов для данного объекта учитывали возможность их реализации в вариантах мелкого заложения и «традиционного» свайного поля [7]. Для объективной оценки затрат и сравнения вариантов были приняты одинаковые условия данных [11] нагрузок от здания и грунтовые условия (табл. 1).

Таблица 1

Параметры фундаментов для вариативного сравнения (составлено автором)

Показатель	Высота фундамента, м	Характеристика грунта	Размер подошвы фундамента, м
Фундамент мелкого заложения (ФМЗ)	2,4	супесь пластичная $J_L = 0,36$	1,8 х 1,8
Свайный фундамент (СФ)	1,5		1,5 х 1,6
Комбинированный свайный фундамент (КСФ)	2,0		1,5 х 1,5

В табл. 2 приведены технические показатели фундаментов из расчета на один фундамент.

Таблица 2

Технические показатели фундаментов (составлено автором)

Показатель	ФМЗ	СФ	КСФ
Объем бетона, $м^3$	7,776	5,4	3,53
Расход арматуры, кг	295,64	702	942

Приведенные затраты по основным и альтернативным вариантам реализации конструкций фундаментов для данных условий проектируемого объекта учитывали комплекс факторов традиционного сравнительного анализа - единовременные затраты в объеме сметной стоимости строительно-монтажных работ, включая в т.ч. стоимость сопряженных работ, времени эффективного использования основного оборудования и оценки амортизационных затрат на обслуживание, капитальные и текущие ремонты [10].

С целью упрощения подбора рационального оборудования для устройства КСФ в данных грунтовых и условиях строительства, обеспечивающих соблюдение конструктивных, технологических и других условий для данного объекта была рекомендована установка СП-49 ДМ с навешиваемым дизель-молотом (Hera HAMMER D 19-42, Голландия), опыт применения которой был весьма успешен в полигонных испытаний в условиях г. Уфа.

Конструктивные решения по альтернативным вариантам фундаментов предусматривали:

- для фундаментов мелкого заложения: монолитная железобетонная конструкция с подколонником v-образной формы;
- для свайного фундамента: свайный куст из полнотелых вертикально-забивных свай прямоугольного сечения и монолитный железобетонный ростверк с подколонником v-образной формы.

В таблице 3 приведены результаты анализа удельных приведенных затрат по предлагаемым решениям вариантов фундамента для данного объекта строительства, приведенные для удобства анализа в текущий уровень цен (по состоянию на 2 квартал 2016) в действующей сметно-нормативной базе и ценам в условиях Республики Башкортостан.

Таблица 3

Данные анализа приведенных затрат по сравниваемым вариантам в условиях РБ (составлено автором)

Вариант фундамента	Габариты констр. элемента, м	Объем штуки, $м^3$	Сметная стоимость СМР (в т.ч. сопряженных), тыс. руб.	Затраты времени, год	Эффективная стоимость применяемых ОПФ, тыс. руб.	Общий уровень эксплуата-ционных затрат, тыс. руб.	Удельные приведенные затраты, тыс. руб./ед.
Фундамент мелкого заложения (ФМЗ)	1,8×1,8	7,78	8,50	0,017	2 866	11,82	**27,62**
Свайные фундаменты (СФ)	1,5×1,6	5,4	7,21	0,027	33,71	10,02	**17,37**
КСФ	**1,5×1,5**	**3,53**	**5,68**	**0,023**	**56,83**	**5,83**	**11,71**

Проведенная комплексная оценка показывает, что вариант реализации фундаментов для данных условий объекта «Производственно-бытовой комплекс» в городе Ноябрьск имеет большую эффективность в предложенном авторами варианте комбинированных свайных фундаментов, для которого характерны более низкие (в 1,5-2,3 раза) значения удельных приведенных затрат на единицу фундамента.

Отметим, что данный вариант (КСФ) успешно решает прочностные и технические требования по приему и распределению нагрузок здания в достаточно сложных грунтовых условиях г. Ноябрьска в Ямало-Ненецком автономном округе и, безусловно, может быть рекомендован и для других объектов, проектируемых в близких или подобных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисов, О.Л. Комбинированные свайные фундаменты. Конструкции и технология / О.Л. Денисов, О.В. Князева // Актуальные вопросы образования и науки: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., 30 сент. 2014 г., - Тамбов, 2014. Ч. 8. С. 58-60.
2. Денисов, О.Л. Новая технология возведения свайных фундаментов / О.Л. Денисов // Механизация строительства. 2007. №7. С. 2-3.
3. Денисов, О.Л., Конструктивные и технологические решения свайных фундаментов для каркасных зданий и сооружений / О.Л. Денисов, Р.Г. Галеев // Механизация строительства, №10 (760), 2007. С. 15-17.
4. Козлова, О.Е. О комбинированном свайном фундаменте / О.Е. Козлова, Н.П. Стовбыра, Н.Э. Урманшина // 62-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ: Сб. материалов конф. УГНТУ, Уфа, 2011. Кн. 2. С. 154-155.
5. Оценка несущей способности комбинированных свайных фундаментов по данным динамических испытаний / О.В. Галимнурова, Н.Б. Гареева, Б.В. Гончаров // Актуальные проблемы проектирования и строительства в условиях в условиях городской застройки: тр. междунар. науч.-практ. семинара. Пермь, 2005. Т.1. С. 32-35.

6. Денисов О.Л. Комбинированные свайные фундаменты каркасных зданий и сооружений / О.Л. Денисов // Энергетическое строительство, №1, 1987. - С. 31-33.

7. Догадайло, А.И., Механика грунтов, основания и фундаменты / А.И. Догадайло, В.А. Догадайло // Учебное пособие: 2-е изд., испр. и доп. Москва. 2011. 192 с.

8. Патент на изобретение №2486315 Российская Федерация, МПК E02D5/62 (2006/01) RU 2486315 C2. Способ возведения комбинированной сваи и ее конструкция / И.З. Харисов, Д.С. Бабич, Р.Р. Латыпов. Заявка 2011133142/03, 05.08.2011; опубл. 27.06.2013.

9. Готман, А.Л., О численных исследованиях работы комбинированных свайных фундаментов на горизонтальную и моментную нагрузку / А.Л. Готман, Н.Э. Урманшина // Труды международного семинара по механике грунтов, фундаментостроению и транспортным сооружениям. Москва, 2000. С. 145-147.

10. Самофеев, Н.С. Подходы к выбору эффективных решений в жилищном строительстве Республики Башкортостан / Н.С. Самофеев // Экономика и управление: научно-практический журнал, 2014. №3 (119). С. 72-76.

11. Бабков В.В., Самофеев Н.С., Хайруллин В.А., Клявлина Я.М., Князева О.В. Технико-экономическое обоснование внедрения вариантов решений сборных и сборно-монолитных керамзитобетонных покрытий и перекрытий в проекты жилищного строительства Республики Башкортостан // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №1 (2015) http://naukovedenie.ru/PDF/86TVN115.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/86TVN115.

Samofeev Nikita Svyatoslavovich
Ufa state petroleum technological university, Russia, Ufa
E-mail: volvita@inbox.ru

Gareeva Zemfira Anisovna
Ufa state petroleum technological university, Russia, Ufa
E-mail: volvita@inbox.ru

Gareev Timur Renatovich
Ufa state petroleum technological university, Russia, Ufa
E-mail: volvita@inbox.ru

The assessment of the feasibility of combined pile foundations in the construction of a production facility in the city of Noyabrsk of the Yamalo-Nenets Autonomous district

Abstract. Modern conditions of construction in difficult ground conditions require the development of new versions of the components and elements of buildings and structures. Foundations are one of the most important and complex elements of buildings, they are constantly increasing requirements on reliability, durability, the level of costs.

Traditionally established in the practice of foundation engineering structural solutions are constantly being improved because of their adaptation to new soil types, conditions, construction, load distribution. Experience of multiple successful field tests of combined pile foundations at various sites in the city of Ufa (Republic of Bashkortostan) have shown their high reliability and efficiency of this design to local conditions of construction.

Proposed design of combined pile foundations successfully enough solves complex design problems of the foundations of frame industrial buildings in complex geological engineering conditions of the construction site of the city of Noyabrsk.

It is shown that implementation of the proposed options for the construction of the Foundation will reduce in 1,5-2 times the volume of the concrete mixture, and provide the best in comparison with the classical variant of constructive solutions on the basis of the pile field, indicators of work describing the process and a significant advantage over the option of shallow foundations on the level above costs in 2 times and can be recommended for design and construction in difficult ground conditions.

Keywords: pile foundations; design of foundations for frame buildings; the combination of pile foundations; hard pinched end walls of piles; difficult ground conditions; weak and weakened soil base; the effectiveness of design solutions; taken into account the costs of design decisions