

ЭКСПЕРТИЗА ГЕОПОДОСНОВЫ, ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ: РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УЧЁТА И ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Н. В. Купчикова

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия

Исследования в рамках экспертизы геоподосновы, оснований и фундаментов глубокого положения основаны на натуральных изысканиях по выявлению недопустимых деформаций в процессе эксплуатации с учётом региональных инженерно-геологических, гидрогеологических и климатических характеристик на примере объектов Астраханской области. Проведён анализ накопленного опыта в регионе по экспертизе, геоподосновы, оснований и свайных фундаментов. При отсутствии технической документации на сваи, проводят извлечение свай из грунтового массива, что является трудоёмким и дорогостоящим технологическим мероприятием. Применение спектрально-временного анализа в данных случаях позволяют не извлекать сваи из грунта, выявить размеры сечения, класс бетона и армирование сваи. Экспертиза геоподосновы, оснований и свайных фундаментов проводилась для рассмотренных в статье объектов с применением современных приборов спектрально-временного анализа и неразрушающего контроля, что и позволило наиболее полно выполнить оценку эксплуатирующего объекта и определить экономическую эффективность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или ликвидации.

Ключевые слова: *экспертиза геоподосновы, основания и фундаменты, свайные фундаменты, техническое обследование, деформации фундаментов и оснований.*

EXPERTISE OF GEOSCOPE, BASES AND FOUNDATIONS OF DEEP LOCATION: REGIONAL FEATURES OF ACCOUNTING AND ASSESSMENT OF DEFORMATIONS DURING OPERATION

N. V. Kupchikova

Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia

Research within the framework of the expertise of the geo-base, foundations and foundations of the deep position is based on full-scale surveys to identify unacceptable deformations during operation, taking into account regional engineering-geological, hydrogeological and climatic characteristics on the example of objects in the Astrakhan region. The analysis of the accumulated experience in the region on expertise, geo-bases, foundations and pile foundations was carried out. In the absence of technical documentation for piles, piles are extracted from the ground mass, which is a time-consuming and expensive technological event. The use of spectral-time analysis in these cases makes it possible not to remove piles from the ground, but to identify the cross-section dimensions, concrete class, and pile reinforcement. Examination of the geo-base, foundations and foundations of shallow foundations was carried out for the objects considered in the article using modern instruments of spectral-time analysis and non-destructive testing, which allowed the most complete assessment of the operating object and determine the economic efficiency of its further operation, reconstruction or liquidation.

Keywords: *geo-basis examination, foundations and foundations, technical inspection, deformations of foundations and foundations.*

Экспертиза геоподосновы, оснований и фундаментов, включая фундаменты глубокого заложения, в каждом конкретном случае требует учёта не только региональных инженерно-геологических условий, но и накопленного отечественного и зарубежного практического опыта.

Подробное описание состава работ и определение терминологии «экспертиза геоподосновы, оснований и фундаментов» встречается в учебном пособии профессора П. П. Грабового (2012 г.) [1] и более знакома для экспертов-строителей и изыскателей, имеющих производственный опыт в техническом обследовании, судебно-строительной и технических экспертизах.

Ранее в работах автора [2, 6] уже рассмотрены «некоторые особенности и характерные причины возникновения недопустимых деформаций оснований и фундаментов в процессе эксплуатации, выявленные в результате исследований с учётом региональных инженерно-геологических, гидрогеологических и климатических характеристик на примере объектов Астраханской области: ошибки проектирования; изменения напряжённо-деформированного состояния оснований, эксплуатируемых зданий; технологических воздействий при производстве строительных работ (вибрация при разработке котлована и погружении шпунта и свай, нарушение устойчивости откосов котлованов, промораживание грунта, суффозия, разрушение фильтрацией воды); недо-

учёта свойств основания в результате инженерно-геологических изысканий; непрофессионального подхода в проектировании систем текущего и капитального ремонта при эксплуатации зданий и сооружений и др.».

Анализ современных научных публикаций [2–20] по экспертизе геоподосновы, оснований и фундаментов глубокого заложения зданий и сооружений показывает более комплексное проведение исследований на стыке строительных и экономических наук и развитие, базирующееся как на старых проверенных общенаучных методах изысканий, так и на новых с применением современных приборов спектрально-временного анализа и неразрушающего контроля.

Экспертизу фундаментов глубокого заложения в грунтовом массиве проводят с измерением деформаций – их вертикальных перемещений (осадки, просадки, объёмы, перекосы), горизонтальные перемещения (сдвиги) и крены. Детальное обследование таких фундаментов проводят в открытых шурфах. При этом определяют материал и тип фундамента, его форму в плане, размеры и глубину заложения, выявляют ранее выполненные реконструкции; определяют толщину защитного слоя бетона, диаметр арматуры и её шаг; отбирают пробы материалов фундамента для лабораторных испытаний; устанавливают наличие гидроизоляции и химической защиты (для промышленных предприятий, работающих с агрес-

сивными веществами) и др. В данной статье из существующей классификации фундаментов глубокого заложения рассмотрены свайные.

С 2015 по 2019 г. кафедрой экспертизы осуществлялось проведение комплексных исследований эксплуатируемого жилого 5-этажного кирпичного здания, включая экспертизу геоподосновы, оснований и фундаментов глубокого заложения (свайный фундамент).

На обследуемом объекте было разработано 7 шурфов на наиболее характерных проблемных участках – в местах деформации и трещин стен и фундамента для исследования грунтового основания, прочностных характеристик фундамента и для определения его несущей способности. С правой стороны от главного фасада здания по периметру лоджий и торцевых стен разработаны 6 шурфов глубиной до 1,8 м. Размеры сечения шурфов 800×800 мм (см. рис. 1, 2). Один из шурфов разработан с применением экскаватора по осям 1-3 с левой стороны длиной 7500 мм и шириной 3000 мм в характерных местах трещин между осями А1 и А3 (см. рис. 3 и 4).

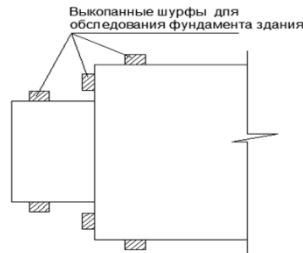


Рис. 1. Схема мест расположения шурфов в правой торцевой части здания

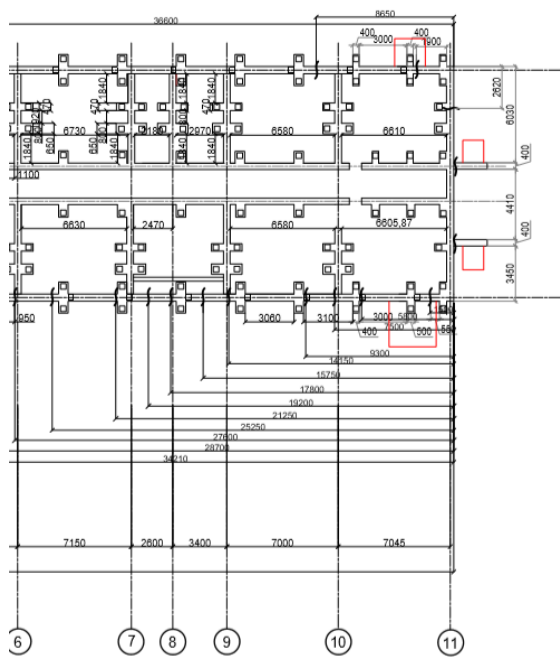


Рис. 2. Фрагмент графической части плана ростверка с расположением 6 шурфов (обозначены красным цветом)

По результатам разработки шурфов выявлено – под несущие стены здания ростверк бетонный

ленточного типа толщиной 500–550 мм и имеет с шагом от 2000 до 36000 мм вторую ступень в виде столбиков отстоящих друг от друга, которые выполнены шириной от 400 до 600 мм. Столбики расположены с двух сторон от ленты. Наглядно это можно увидеть на рис. 4. Фотофиксация их представлена на фото 1 и 2. В результате шурфования точно установлено, что в местах образования трещин в ростверке в надземной части, эти столбики в подземной части имеют трещины и «оторвались» от основного ростверка и не несут нагрузку от здания, а только нагрузку от собственного веса, передавая его на сваю.

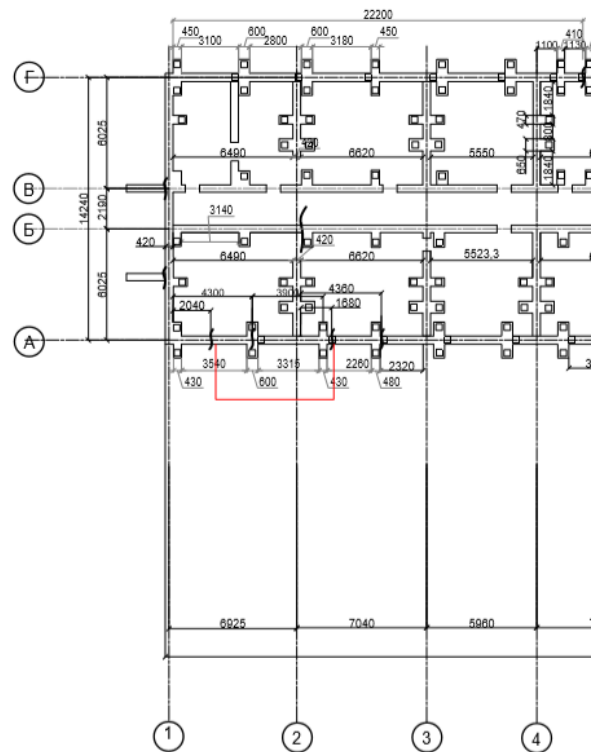


Рис. 3. Фрагмент графической части плана ростверка с расположением шурфа (обозначен красным цветом). Места трещин ростверка и цокольной части обозначены жирной волнистой линией

Установлено также, что в местах сопряжения столбиков примыкает практически вплотную с левой стороны свая сечением 350×350, расположенная под нижней подошвой ростверка (см. фото 2). Длину свай под столбиками определяли с помощью спектрально-временного анализа. В результате разрушающего контроля выяснено, что ростверк не армированный.

Вследствие отсутствия какой-либо проектной документации по данному объекту, одна из задач экспертизы состояла в определении марки свай и была решена с применением спектрально-временного анализа, позволяющего определять длину и дефекты в свае только на основе анализа рефлектограммы. Исследования для определения марки сваи в разработанных грунтовых шурфах и в подвале здания проводились с помощью прибора ПДС – МГ 4 (рис. 5).

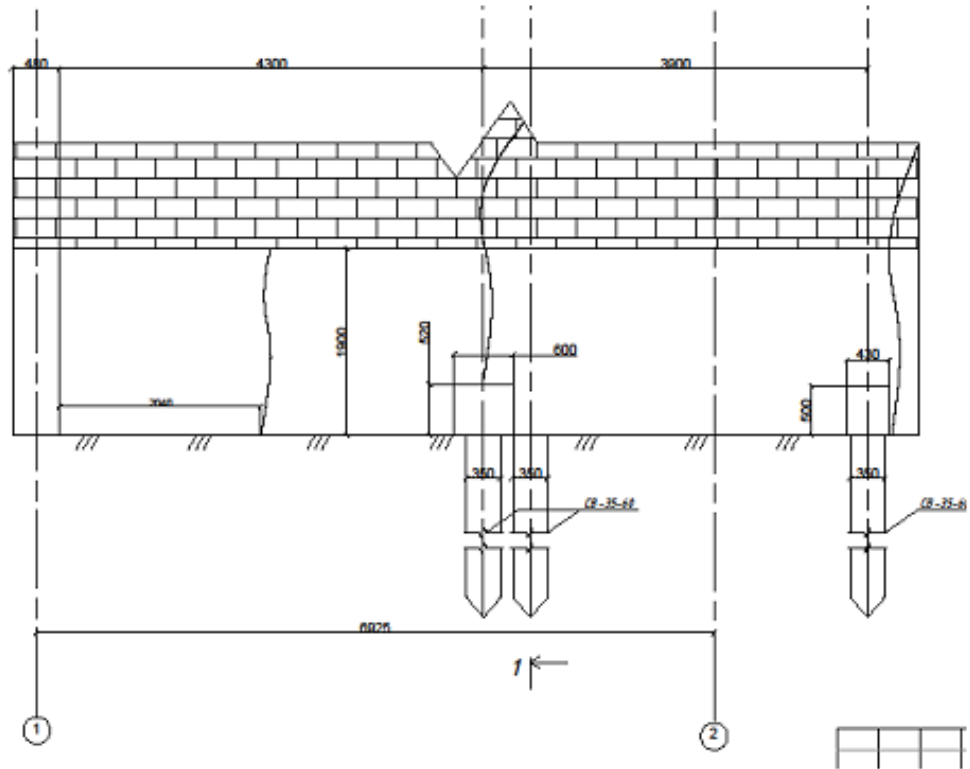


Рис. 4. Фрагмент ростверка в разработанных шурфах по осям А (1-3)



Фото 1. Столбики в нижней части ростверка в осях А2 и А3

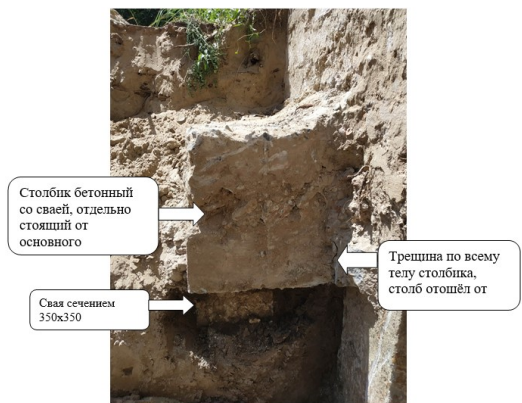


Фото 2. Столбик со свай, отдельно стоящего от основного фундамента здания

Акустический метод исследования, заложенный в принципе работы прибора, применяется только при постоянстве скорости распространения продольных волн и размеров сечения вдоль продольной оси сваи. Для определения скорости звука устанавливали два датчика на расстоянии не менее 1 м. Согласно [20] «амплитуда отраженного донного сигнала в свае в большой степени зависит от свойств и состава грунта, а также от величины сцепления боковой поверхности сваи с грунтом. Всплески амплитуды между началом сигнала и его донным отражением означают наличие дефектов в свае или какие-либо другие нарушения сплошности в теле сваи. В случаях, когда сцепление сваи с грунтом слабое, сигнал от источника распространения волн в свае (им является ударный упругий молоток) будет слабозатухающим, и наоборот. По графику сигнала и спек-

тру через программный комплекс, где происходит обработка данных из прибора, можно определить глубину забивки сваи, а также обнаружить нарушения сплошности в теле сваи, определить степень сцепления сваи с грунтом». В течение июня 2019 г. был проведен ряд экспериментов на сваях в откопанных шурфах обследуемого здания. Слабые затухания амплитуды колебаний волн при отражении данного сигнала от конца сваи свидетельствовали о слабом сцеплении сваи с грунтом в верхней ее части.

После обработки данной информации с прибора на компьютере на графике сигнала после удара молотка также определяется длина сваи (рис. 6, фото 3-5).

В испытаниях длина определялась для 6-ти свай, расположенных по осям А1, А2, А12, как с внешней стороны в шурфах, так и с внутренней со стороны подвала.

Для каждой сваи выполнялось 10 замеров согласно методике проведения исследований. Однако если свая находится в ростверке, как в нашем случае заделана в столбики, то акустический сигнал распространяется не только вдоль сваи, но и в элементы ростверка. В результате, поступивший на датчик сигнал, будет иметь сложную структуру и выделить из него донный сигнал очень сложно. Поэтому если свая находится в ростверке, то ростверк вокруг сваи для получения наиболее точного результата необходимо удалить. Однако применение отбойных молотков на данном объекте приводит к дополнительным вибрациям, а вследствие сотрясений конструкций и к их обрушению. Ввиду этого при получении 60-ти графиков «донного сигнала» были определены усреднённые три показателя длины свай – 3000, 4000 и 5000 мм, т. е. минимальная длина свай составляет 3 метра, а максимальная 5 метров. Все сваи имеют сечение 350×350 мм. Замеры физико-механических свойств грунтов на глубину до 2-х метров от нижней подошвы столбиков в шурфах показали, что под нижним концом ростверка на глубине 2,5–3 метра залегает песок мелкий однородный водонасыщенный средней плотности, а под нижней подошвой ростверка залегает на глубину 2,5–3 метра суглинок полутвёрдый с прослойками песка, т. к. песок является «кровельным» жёсткостным основанием для свай косвенно подтверждается применение коротких свай длиной 3, 4 или 5 м.



Рис. 5. Прибор ПДС-МГ 4 (предварительные натурные испытания на строительной площадке г. Астрахани)

Одним из примеров запроектированного фундамента с применением свай без учёта инженерно-геологических условий, прочностных факторов и выполнения раздела КР проектной документации являются проведённая в рамках судебных выездных исследований экспертиза фундаментов в августе 2019 г. Экспертом было установлено, что конструкцией фундамента под многоквартирные дома по ул. N... в домах 1, 3 и 5 Володарского района Астраханской области является фундамент глубокого заложения из буронабивных свай, возведённых методом погружения обсадных труб и по верху тела сваи соединённых железобетонным ростверком, не заглубленным в грунт (см. фото 6р). Стоит отметить,

что методика обследования фундаментов глубокого заложения из буронабивных свай в практике судебных строительно-технических экспертиз в значительной степени отличается от методики обследования фундаментов из железобетонных ростверков мелкого заложения, которые на данном объекте включали разработку обмерных чертежей фундаментов глубокого заложения с указанием их шага, количества, диаметра, составления ведомостей подсчёта объёмов строительно-монтажных работ и проведение спектрально-временного анализа в исследовании сплошности и глубины изготовления свай. При обследовании фундаментов и оснований в пределах вскрытого шурфа устанавливали тип фундамента, его форму в плане, размеры, глубину заложения, диаметр буронабивных свай и качество их возведения, а также ростверки и искусственные основания; отбирали пробы материала для лабораторных испытаний; устанавливали наличие гидроизоляции.



Рис. 6. График «Сигнал»



Фото 3 и 4.

Подготовка и проведение испытаний

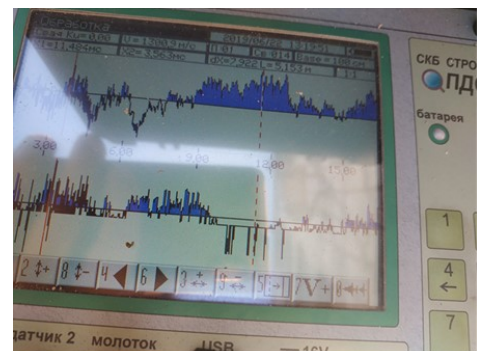


Фото 5. График «Сигнал» и его обработка, которая показывает среднюю длину сваи 5 метров без длины столба

Шурфы отрывали ниже подошвы фундамента на глубину 1,5–1,8 м. Длина обнажаемого фунда-

мента должна быть не менее 1 м. В исследовании длина шурфа выполнялась от 1 до 4,2 м.

Минимальный размер шурфов согласно СП-13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооруже-

ний». На рисунках 5 и 6 показаны разработанные обмерные планы исследуемого объекта с обозначением трещин в стенах, местах отбора проб материалов, мест разработки шурфов и расположения буронабивных свай.

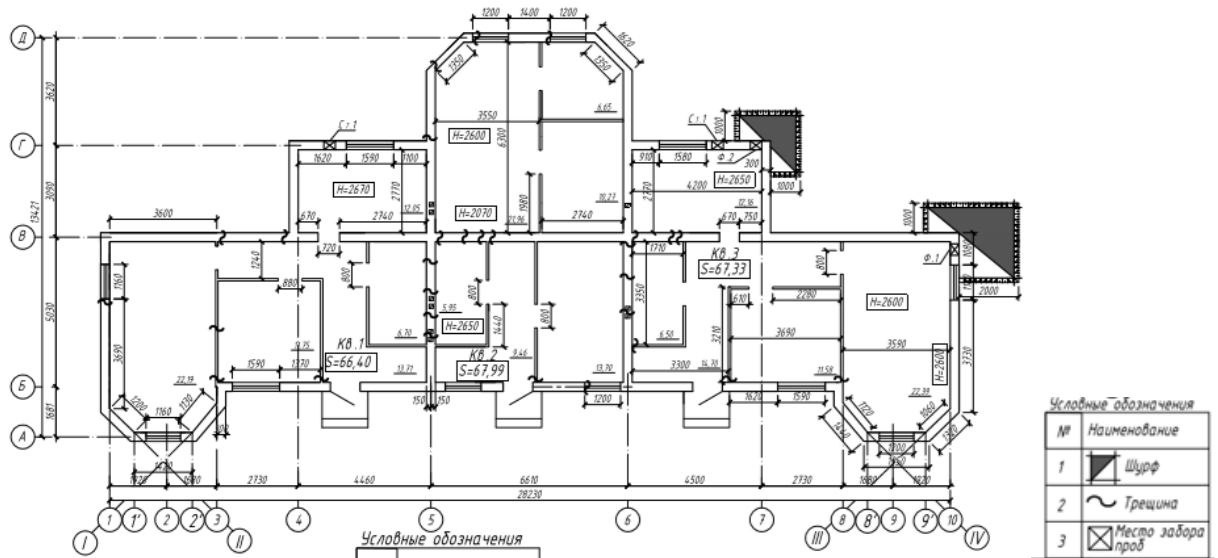


Рис. 5. Обмерный план здания с обозначением местоположения шурфов, деформаций и забора проб материалов

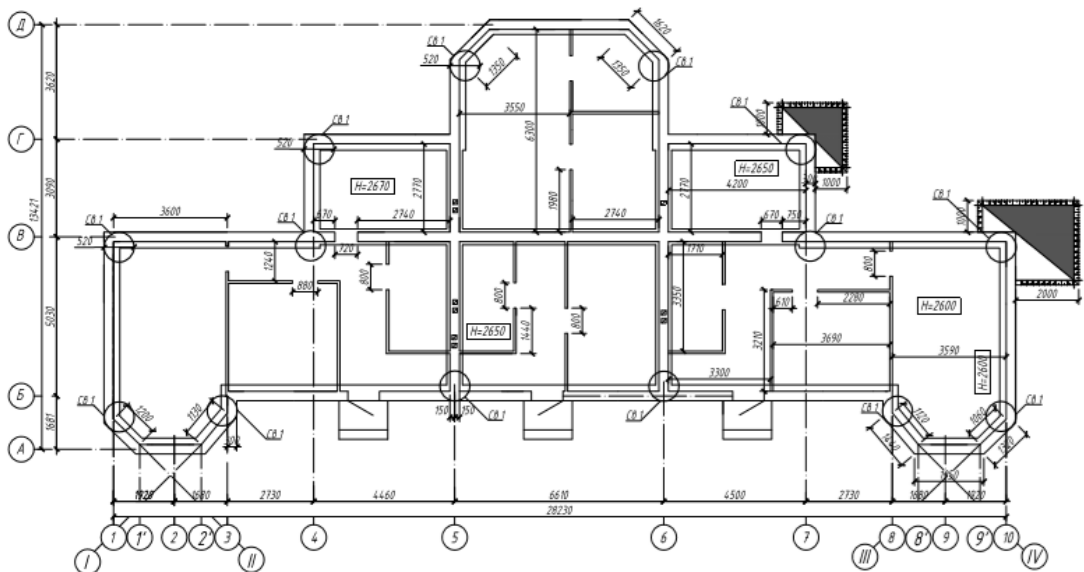


Рис. 6. Обмерный план здания с обозначением местоположения буронабивных свай и шурфов в грунтах

Более точное определение марки материала проводили в лабораторных условиях, для чего брали пробы материалов стен, ростверка и полов. На графической части на рис. 5 и 6 показаны места забора проб материалов.

Для каждой сваи выполнялось 10 замеров согласно методике проведения исследований. Ввиду этого при получении 420-ти графиков «донного сигнала» была определена усреднённая длина свай, который составил 2000 мм или 2 м. Все сваи имеют диаметр 500 мм. Длина свай два метра показывает, что данную конструкцию можно отнести к микро буронабивным сваям. На рис. 6 обмерного плана видно, что сваи разместили только по углам здания по наружным стенам. Выбор необоснованного конструктивного типа фундамента без выпол-

нения инженерно-геологических изысканий и расчётов по несущей способности и деформациям привёл к недопустимым деформациям стен и ростверка, после чего здание было признано непригодным к проживанию.

Одним из примеров экспертизы геоподосновы являются исследования, проводимые перед проектированием в отношении объектов, незавершенных строительством. Зачастую предполагается решение задач, связанных с желанием заказчика возвести на месте ранее выполненной забивки свайного поля объект с отличиями от первоначальных объемно-планировочными и конструктивными решениями. Как правило, проектная, рабочая и исполнительная документация отсутствуют. Заказчиком ставится задача максимальной застройки участка с учетом включения

существующих свай в конструктивную систему нового объекта. Объемно-планировочное решение объекта проектирования не соответствует ранее выполненному свайному полю.



Фото 6. Оголённое тело буронабивной сваи в шурфе под одноэтажный жилой дом

При отсутствии технической документации на сваи проводят извлечение свай из грунтового массива, что является трудоёмким и дорогостоящим технологическим мероприятием. Применение спектрально-временного анализа в данных случаях позволяют не извлекать сваи из грунта, выявлять размеры сечения, класс бетона и армирование свай. В процессе проведения подобной экспертизы и подготовки предпроектных изысканий в рамках обследования с помощью частотно-временного анализа с высокой точностью и в кратчайшие сроки можно определять сплошность материала конструкции и проанализировать состояние подземной конструкции на значительной глубине без необходимости бурения вблизи её специальной скважины (шурфов) и выполнения мероприятий по удержанию ее стенок, что увеличивает трудоёмкость и стоимость работ, а также нарушает сплошность работы конструкции с грунтом.

Список литературы

1. Грабовый П.Г. Экспертиза и инспектирование инвестиционного процесса и эксплуатации недвижимости: учебник/ под общ. научн. ред. П.Г.Грабового. – 2-е изд., перераб. и доп. – часть I. – Москва: Проспект, 2012. – 368с.
2. Купчикова Н.В. Экспертиза геоподосновы, оснований и фундаментов мелкого заложения: региональные особенности учёта и оценки деформаций при эксплуатации. Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2019. № 4 (30). С. 85-89.
3. Коновалов П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий/ Стройиздат. Москва.-1988.
4. Fedorov V.S., Kolchunov V.I., Pokusaev A.A., Naumov N.V. Calculation models of deformation of reinforced concrete constructions with spatial cracks. Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2019. № 4 (44). С. 6-27.
5. Kositsyn S.B., Fedorov V.S., Akulich V.Yu., Kolchunov V.I. Numerical analysis of a cylindrical shell and soil considering changes in a computational model over time. Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2019. № 4 (44). С. 82-91.
6. Kupchikova N. V. Determination of pressure in the near-ground space pile terminated and broadening of the surface. В сборнике: MATEC Web of Conferences 2018. С. 04062.
7. Dushko O.V., Voronkova G.V., Rekunov S.S. Optimization of piston compressor geometric size using the genetic algorithm method. Lecture Notes in Mechanical Engineering (см. в книгах). 2019. Т. Part F4. С. 1097-1105.
8. Савинов А.В., Бартоломей Л.А. Анализ изменений параметров грунтового основания здания на свайном фундаменте при длительной эксплуатации и аварийном техногенном воздействии // Интернет вестник ВолгГАСУ. Сер. : Политематическая.2013. Вы.2 (27).с.1-12.
9. Говоров Д.В., Говорова И.А., Зирка В.Г., Говоров В.А., Черняева Н.С. Экспертиза технического состояния и оценка остаточного ресурса конструкций зданий и сооружений // Интернет вестник ВолгГАСУ. Сер. : Политематическая.2013. Вы.2 (27).
10. Стасишина А.Н., М.И. Абу Махади. Некоторые аспекты реконструкции фундаментов // Вестник РУДН, серия Инженерные исследования. 2016. №2. с.82-90.
11. Паутов А.Б., Грабовый К.П. Некоторые подходы по обследованию фундаментов объектов капитального строительства при производстве строительно-технической экспертизы // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки №4 (20).2018.
12. Паутов А.Б., Грабовый К.П. Современная практика назначения судебной строительно-технической экспертизы при обследовании фундаментов зданий и сооружений // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки №4 (20).2018.
13. Zolina T., Strelkov S., Kupchikova N., Kondrashin K. Monitoring of the collapse of the shores of reservoirs and the technology of their surface and deep fixing. В сборнике: E3S Web of Conferences. Key Trends in Transportation Innovation, KTTI 2019. 2020. С. 02011.
14. Zolina T. Program implementation of methodology for calculating and estimating residual life of frame of single-storey industrial building. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Сер. "International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety - 3. Construction, Buildings and Structures" 2019. С. 033017.
15. Zolina T., Kupchikova N. Influence of vibration impacts from vehicles on the state of the foundation structure of a residential building. В сборнике: E3S Web of Conferences. Innovative Technologies in Environmental Science and Education, ITESE 2019. 2019. С. 03053.
16. Колчунов, В.И., Скобелева, Е.А., Купчикова, Н.В. Сравнительный анализ уровня реализации функции города «жизнеобеспечение» в центральном и южном федеральных округах РФ // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. - 2014. - № 1 (5). - С. 22-26.
17. Федоров, В.С., Ануфриев, Д.П., Купчикова, Н.В. Устойчивость развития функций «жизнеобеспечение» в областях центрального и южного федеральных округов РФ // Перспективы развития строительного комплекса. – 2014. – С. 339–345.
18. Ovsianikova, T., Nikolaenko, M. Sustainable urban built environment: Modern man-agement concepts and evaluation methods // AIP Conference Proceedings. – Volume 1800, Issue 1 10.1063/1.4973062 [Электронный ресурс]. – URL <http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.4973062>.
19. Гурова Е.В., Калашникова Ю.С. Михеева Т.А., Капитонова И.С. Социальные аспекты и градостроительные перспективы реконструкции промышленной застройки // Социально-экономические и технологические проблемы развития строительного комплекса региона. Наука. Практика. Образование. Материалы III Всероссийской научно-технической конференции. Волгоград. 2009. С.444-445.
20. Купчикова Н.В., Чумакова А.В. Рейтинговая оценка устойчивости среды обитания жилого комплекса по системе «Зеленое строительство» // Перспективы развития строительного комплекса. – 2014. С. 345.

© Н. В. Купчикова

Ссылка для цитирования:

Н. В. Купчикова. Экспертиза геоподосновы, оснований и фундаментов глубокого заложения: региональные особенности учёта и оценки деформаций при эксплуатации // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 3 (33). С. 63–68.