
МОНИТОРИНГ УСТОЙЧИВОСТИ ЗДАНИЙ И ОГРАЖДЕНИЯ ГЛУБОКОГО КОТЛОВАНА ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА ВРЕМЕННОЙ ПРИОСТАНОВКИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Мустакимов В. Р.

*кандидат технических наук, доцент, член РОМГГиФ и IGS
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1.*

АННОТАЦИЯ

В работе приводятся результаты расчетно-теоретических исследований и инструментального геодезического мониторинга за устойчивостью существующих зданий и ограждения глубокого котлована после длительного периода временной приостановки строительства

Ключевые слова: многоуровневая подземная автостоянка, устойчивость, зона взаимовлияния, «стена в грунте», сваи, ростверк, геодезический мониторинг, расчетная модель, скольжение.

MONITORING OF STABILITY OF BUILDING AND PROTECTION OF DEEP FOUNDATION PIT AFTER THE PROTRACTED PERIOD OF TEMPORAL HALT OF BUILDING

Mustakimov V.R.

*candidate of technical science, assistant professor, member RSSMGFE and IGS
Kazan State University of Architecture and Engineering
Address of organization : 420043, Russia, Kazan, street Green, d. 1.*

ANNOTATION

Results over of calculation-theoretical researches and instrumental geodesic monitoring are In-process brought after stability of existent building and protection of deep foundation pit after the protracted period of temporal halt of building

Keywords: multilevel underground parking place, stability, zone of взаимовлияния, "wall in soil", pileases, grillage, geodesic monitoring, calculation model, shute

В древней Казани осуществляется интенсивное строительство и реконструкция зданий и сооружений в его исторической зоне. В связи с этим, строителям приходится решать сложные геотехнические задачи, связанные с исключением взаимовлияния вновь возводимых современных объектов с глубокими котлованами на существующие здания и сооружения, включая объекты со статусом объектов культурного наследия (ОКН). В 2017 году, на одной из плотно застроенных территорий города, вблизи от крутого берега реки Казанки, выполнен комплекс научно-исследовательских работ перед возведением современного многоэтажного здания «Бизнес центра» в глубоком котловане, который был вскрыт еще в 2006 году. Эскавация грунта котлована была произведена на неполную глубину 6,0-8,0 м (при 0,000=81,850 м (БС) с проектной отметкой дна котлована 15,330 м=66,250 м (БС), глубиной $H_k = 80,270 - 66,250 = 14,02$ м). Таким образом,

инструментально освидетельствованная глубина котлована с комплексом выполненных инженерных геотехнических мероприятий по удержанию стен котлована в устойчивом равновесии, составляет $H_k = 14 - 15$ м.

Котлован в открытом виде (без строительной консервации) в течение 10 лет подвергался негативным природно-климатическим воздействиям и атмосферным осадкам (рис. 1). Перед возобновлением строительно-монтажных работ, после длительного перерыва, с отметки пионерного котлована (75,52 (БС), проведен комплекс полевых геотехнических инструментальных исследований. Исследования проведены с целью установления фактической прочности остовов группы эксплуатируемых по назначению многоэтажных зданий и устойчивости, расположенных вблизи контура глубокого котлована, а также стен ограждения котлована [1].



Рис. 1. Общий вид пионерного котлована, по состоянию на 2017 г., вскрытого в 2006 г. на глубину 6-8 м и удерживающих стен из БНС для вновь возводимого здания «Бизнес центра»

В 2015г в зоне исследований, проведен комплекс уточняющих инженерно-геологических изысканий со вскрытием грунтовых шурфов вблизи от фундаментов существующих объектов. Изученный до глубины 42,0 м неоднородный грунтовый массив, представлен 11-тью инженерно-геологическими элементами. Кровлей насыпных грунтов НС мощностью более 2м, являются супеси твердые ИГЭ-4а ($h=2,5\text{м}$, $\gamma=19,1\text{кН/м}^3$, $\varphi=24^\circ$, $c=12\text{кПа}$, $E=17\text{МПа}$), которые подстилаются: суглинками полутвердыми ИГЭ-3а ($h=6\text{м}$, $\gamma=19,9\text{кН/м}^3$, $\varphi=24^\circ$, $c=32\text{кПа}$, $E=18\text{МПа}$); чередующимися прослойками глин полутвердых ИГЭ-2а и неогеновых ИГЭ-N2а ($h=1,5\text{м}$, $\gamma=19,5\text{кН/м}^3$, $\varphi=16\dots 19^\circ$, $c=54\dots 64\text{кПа}$, $E=21\dots 31\text{МПа}$); песками мелкими ИГЭ-6, ИГЭ-6а и средней крупности ИГЭ-7а насыщенными водой ($\Sigma h=13\text{м}$, $\gamma=18,7\dots 19,9\text{кН/м}^3$, $\varphi=24^\circ$, $c=32\dots 37\text{кПа}$, $E=24\dots 41\text{МПа}$). Уровень подземных вод $WL=17,5\text{м}$, определенный по состоянию на март-апрель 2015г зафиксирован на абсолютных отметках 53,02...55,58м (БС). Изыскания подтвердили исследования [2].

Проектные решения по устройству конструкции стен ограждения глубокого котлована «Бизнес центра» разрабатывались различными проектно-

изыскательскими организациями республиканского и федерального уровня, в разное время с перерывом в 8-10 лет. В связи этим основные решения существенно отличаются по расчетно-конструктивной схеме. Предлагалась консольная система удерживающих стен из одного ряда буронабивных железобетонных свай $d_{БНС}=900\text{мм}$, длиной $l_{БНС}=25\text{м}$ с обвязочным поясом без грунтовых анкеров, которая не была реализована по расчетно-технологическим соображениям. В результате вариантного проектирования и сравнения по приведенным затратам, в качестве основного был принят вариант ограждающей стены по схеме «стена в грунте» из двух рядов БНС с грунтовыми анкерами для одной из стен [3, 4, 5, 6]. Для удержания стен глубокого котлована в статическом равновесии от действия горизонтальных сил бокового давления массива грунта пригруженного фундаментами существующих зданий, расположенных на бровке котлована, по проекту ОАО «Нью Граунд» (г. Пермь), возведены вертикальные стены из одного ряда буронабивных железобетонных свай $d_{БНС}=900\text{мм}$, длиной $l_{БНС}=15\text{м}$, объединенных на уровне их оголовков железобетонной обвязочной балкой (рис. 2).

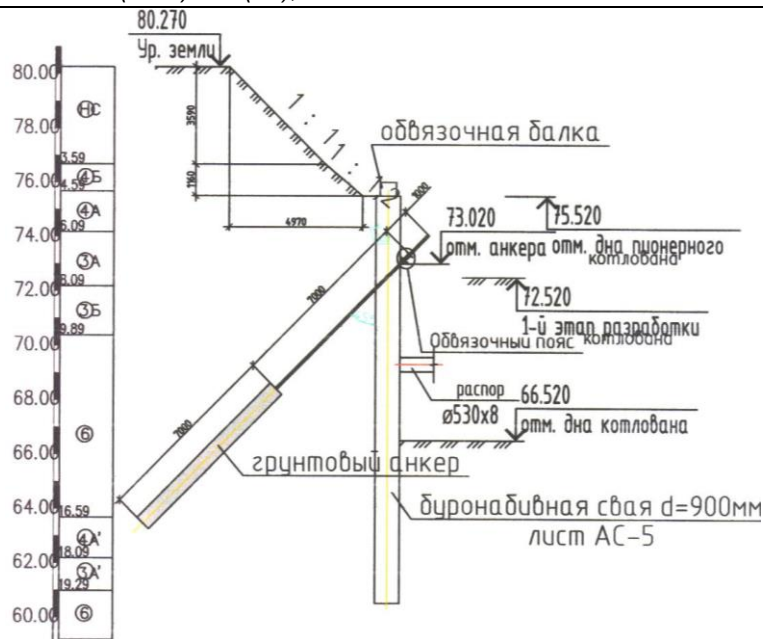


Рис. 2. Конструктивная схема ограждения глубокого котлована системы «Стена в грунте», выполненной из одного ряда БНС с грунтовыми анкерами

Устойчивость основной ограждающей стены котлована обеспечивается удерживающими грунтовыми анкерами общей длиной $L_{анк.} = 14,0\text{м}$ с рабочей частью анкеров длиной $L_{анк.} = 7,0\text{м}$. Угол наклона грунтовых анкеров по отношению к вертикали, составляет 45° . Крепление и натяжение стержневой части грунтовых анкеров к удерживающей стене из БНС со стороны открытого котлована, осуществлено через распределительный пояс, выполненный из стальных прокатных профилей. С целью снижения

горизонтальных усилий от сдвиговых воздействий, возникающих при формировании кругло-цилиндрических поверхностей скольжения на основную ограждающую конструкцию котлована, между зданиями и основным ограждением стен котлована, выполнена еще одна вспомогательная вертикальная стена из одного ряда буронабивных железобетонных свай диаметром 600мм, длиной от 6,50м до 11,00м, с объединяющим оголовки железобетонным поясом (рис. 3).

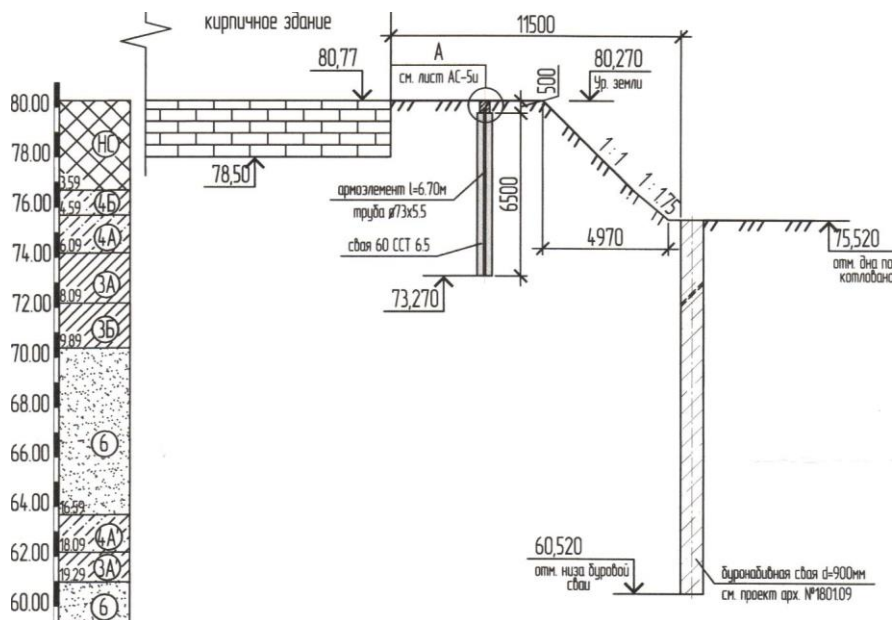


Рис. 3. Общая конструктивная схема ограждения глубокого котлована системы «Стена в грунте», выполненной из двух рядов БНС, включая отсекающую и основную стену с грунтовыми анкерами

Вспомогательная ограждающая стена выполнена с отметки поверхности рельефа бровки котло-

вана и выполняет «отсекающую» функцию от сдвиговых воздействий по кругло-цилиндрической поверхности скольжения.

Продолжение строительства в 2017 году с дополнительными инженерными мероприятиями по укреплению стен котлована и его углублению до проектной отметки, осуществляет турецкая строительная фирма. С учетом сложного проектно-строительного инвестиционного процесса по техническому заданию организации заказчика, до начала продолжения строительно-монтажных работ, группой специалистов под руководством автора были проведены комплексные исследования и установлен инструментальный мониторинг за устойчивостью зданий и сооружений.

Для оценки технического состояния несущего остова зданий и сооружений ограждения котлована, в соответствии с требованиями СП 13-102-

2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений», проведено инструментальное освидетельствование прочности бетона и кирпичной кладки методами неразрушающего контроля. По результатам механических и геофизических освидетельствований, установлены прочностные свойства материалов и армирование железобетонных конструкций. Для установления достоверности полученных данных, при осуществлении геофизических освидетельствований, проведены мероприятия по выборочному вскрытию арматуры БНС и обвязочных балок (рис. 4).



Рис. 4. Освидетельствование технического состояния конструкций удерживающей стены с отметки пионерного котлована (а) и вскрытие железобетонной конструкции обвязочной балки и БНС (б, в)

Определенные на основании инструментального освидетельствования физико-механические характеристики и геодезические обмеры, были использованы для расчетно-теоретического исследования с моделированием НДС при выполнении поверочных расчетов на комплексах «*Micro Fe*» и «*Plaxis*» для сложной пространственной конструктивной системы здание-фундамент-грунт основания в глубоком котловане с реалистичным взаиморасположением относительно друг к другу.

С целью установления инструментального геодезического мониторинга за возможными вертикальными и горизонтальными перемещениями зданий и стен ограждения котлована, в соответствии с

требованиями СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений», выполнены работы по установке осадочных марок на уровне цокольной части объектов и геодезических мини-призм марки *DVR07* с *L*-держателем на карнизной их части. На боковую поверхность кирпичных стен, в которых были выявлены сквозные трещины с разной степенью их раскрытия от волосяных до 0,5мм, в соответствии ГОСТ 24846-2012. «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений», были установлены гипсовые маяки. Мониторингу подверглись три существующих многоэтажных жилых здания под №28а, №78 и №13 (рис. 5).

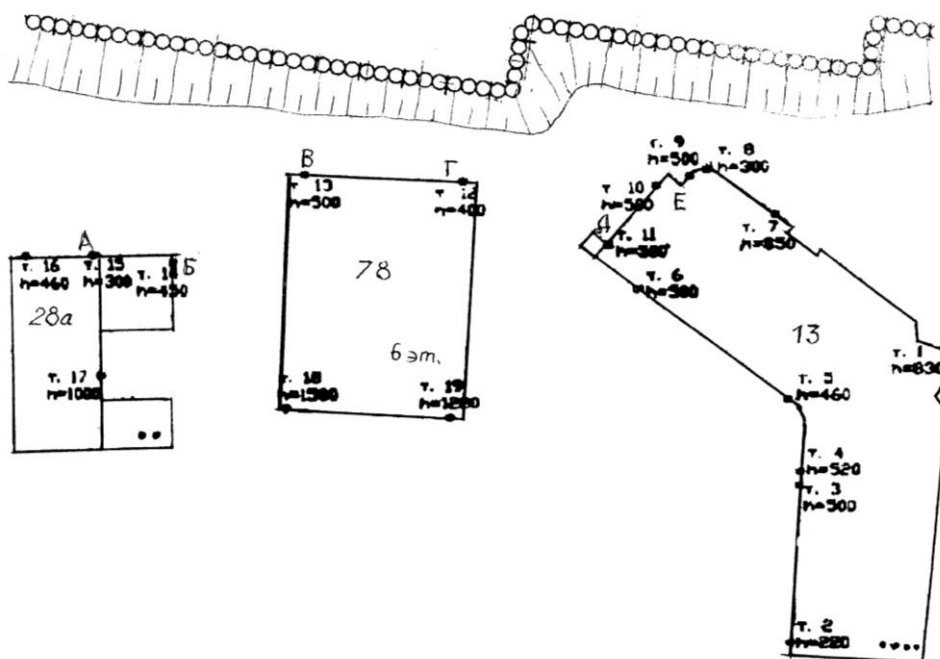


Рис. 5. Относительное расположение стены ограждения котлована и зданий №28а, №78, 13 с местами установки осадочных марок №1...№19 и мини-призм DVR07с L-держателем на карнизной их части № А, Б (№28а), В, Г (№78), Д, Е (№13)

Таким образом, в результате инструментального геодезического мониторинга, проведенного в течение всего периода возведения подземной и надземной части многоэтажного каркасного здания с глубоким котлованом, можно констатировать, что предусмотренный проектом и успешно реализованный комплекс геотехнических

и инженерных мероприятий можно оценить, как достаточным. Взаимное влияние вновь возведенного здания «Бизнес центра» и расположенных вблизи (в пределах зоны влияния) существующих и эксплуатируемых объектов, за счет устройства системы отсекающего шпунтового ограждения, было полностью исключено (рис. 6).



Рис. 6. Завершающий этап инструментального геодезического мониторинга и возведения несущих конструкций каркасного остова вновь возводимого многоэтажного здания «Бизнес центра» (на фото справа), расположенного вблизи от существующих многоэтажных зданий №13, №78, №28а

Выводы

На основании проведенных комплексных расчетно-теоретических исследований и полевых инструментальных мониторинговых наблюдений за устойчивостью существующих зданий и сооружений, расположенных вблизи от глубокого котлована с удерживающими стенами после длительного периода временной приостановки строительства, можно сделать следующие выводы:

1. Для широкомасштабной, с высокой степенью достоверности, оценки устойчивости ограждающих стен глубокого котлована и установления напряженно-деформированного состояния (НДС) несущих остовов различных зданий и сооружений, расположенных в зоне взаимовлияния, возникает необходимость в инженерном и геотехническом исследовании предыстории формирования и развития НДС во времени. Практика и опыт исследований позволяет констатировать, что для установления НДС в грунтовой массе и остове объектов следует применять комплексно-технологический подход с использованием системы: расчет - численное моделирование – инструментальное освидетельствование - геодезический мониторинг, которые взаимно дополняют и обогащают друг друга.

2. Опыт и результаты расчетно-теоретических исследований НДС при помощи современных расчетных программных комплексов «Plaxis» и «Micro Fe» для сложной пространственной конструктивной системы здание-фундамент-грунт основания с глубоким котлованом с реалистичными вариантами численного моделирования его работы на разных этапах строительства и эксплуатации, позволяют принять ответственное решение, с учетом физического износа, по надежным методам

устройства глубоких котлованов в тесной городской застройке современного города.

Литература

1. В. Р. Мустакимов, С. Н. Якупов (ИММ КазНЦ РАН), А. В. Мустакимов (архитектор). Исследование технического состояния зданий и мониторинг за устойчивостью ограждения глубокого котлована по ул. Пушкина и М. Красная в г. Казани // Тезисы докладов Международной научной конференции №70 по проблемам архитектуры и строительства, КГАСУ, Казань, 2018.
2. Мустакимов В. Р. Проблемы геотехники в современном строительстве и реконструкции зданий и сооружений Казани // Известия КГАСУ. 2006. №2 (6). с. 66-68.
3. Ильичев В.А., Коновалов П.А., Никифорова Н.С. Итоги работ по геотехническому мониторингу урбанизированных территорий при строительстве подземных сооружений // Реконструкция городов и геотехническое строительство. СПб., 2003. №5. с.44-47.
4. Алексеев С.И. Геотехническое обоснование мансардных надстроек и углублений подвалов существующих зданий // СПб.; М.: Изд-во АСВ, 2005.-76 с.
5. Шашкин А.Г. Геотехнические критерии при проектировании сложной реконструкции и нового строительства в условиях городской застройки // Реконструкция городов и геотехническое строительство. СПб., 2003. №5. с.48-54.
6. Paramonov V. FEM Analysis of Large Strains in Soft Soils. Computer Methods and Advances in Geomechanics. Proc. IX Int. Conf. Wuhan, A. A. Balkema // Rotterdam/ Brookfield, 1997. с. 307 - 311.

UDC 004

“EVENTMAP” MOBILE APPLICATION

*Nuralinov A.M., Assainova A.Zh., Abykenova D.B., Toraighyrov S.
Pavlodar State University
Pavlodar, Kazakhstan*

The terms “mobile technologies”, “mobile applications” and “mobile learning” are increasingly found in the last decade. Introduction of mobile technologies makes it possible to bring the sphere of human activity to a qualitatively new and modern level.

Wireless technologies and applications for mobile devices have experienced an incredible evolution over the past 10-15 years. For many researchers, mobile technologies have become one of the main areas of research. Today, in the light of the “Digital Kazakhstan” State program mobile technologies are a strategic direction for the innovative development of Kazakhstani society [1].

UNESCO defines mobile technologies as hardware, operating systems, networks and software, including content, training platforms and applications. What is more, both mobile phones and tablets, and

pocket PCs, MP3-players, memory cards, e-book readers and smartphones are classified as mobile devices [2].

The British scientist A. Kukulska-Hulme shares the same opinion. The scientist classifies mobile phones (cell phones), mp3 / mp4 players, tablet computers, netbooks and small laptops to mobile learning devices [3].

It should be noted that the list of mobile devices increases every day. Game consoles, digital voice recorder, e-book readers, electronic dictionaries, as well as various auxiliary devices for students with disabilities can be included in this list.

Today, an important aspect for students and Master's students in the field of computer science is not only the use of finished mobile applications, but also the ability to develop a mobile application independently.