

КИЛЬВАНДЕР ЭВАЛЬД ЯКОВЛЕВИЧ
Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом частного предприятия "Институт КРЫМГИИНТИЗ", г. Симферополь
E-mail: krgiintiz@polustrov.net

СИЛЬЧЕНКО КОНСТАНТИН ВАСИЛЬЕВИЧ
Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом частного предприятия "Институт КРЫМГИИНТИЗ", г. Симферополь

ШАРИКОВ ВЛАДИМИР ВЛАДИМИРОВИЧ
Ведущий инженер частного предприятия "Институт КРЫМГИИНТИЗ", г. Симферополь

КАЛЮХ ЮРІЙ ІВАНОВИЧ
Доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией, Государственного предприятия "Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций", г. Киев
E-mail: kalyukh2002@yahoo.com

КЛИМЕНКО ОЛЕГ АНАТОЛЬЕВИЧ
Научный сотрудник Института телекоммуникаций и глобального информационного пространства Национальной академии наук Украины, г. Киев

УДК 624.131

УКРЕПЛЕНИЕ КОТЛОВАНА В СТЕСНЁННЫХ УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОРГОВО-ОФИСНОГО ЦЕНТРА В г. ЯЛТА

Ключевые слова: оползень, противооползневое сооружение, землетрясение, мониторинг.

У статті розглядаються технічні рішення укріплення котловану у стиснених умовах міської забудови на ділянці будівництва торгово-офісного центру в м. Ялта

В статтє рассматриваются технические решения укрепления котлована в стесненных условиях городской застройки на участке строительства торгово-офисного центра в г. Ялта.

The article focuses on technical solutions to strengthen the pit in cramped urban conditions at the construction of retail and office center in Yalta

Новое строительство в условиях плотной застройки г. Ялты сопряжено с необходимостью учитывать помимо природных факторов окружающие объект существующие здания и сооружения, зелёные насаждения, коммуникации. Причем значение имеет не только их наличие, а и состояние, историческая и культурная ценность. К природным факторам, усложняющим строительство проектируемых объектов, можно отнести склоновый рельеф территории, геологические и гидрогеологические условия, повышенная сейсмическая нагрузка, наличие оползней.

На последней конференции по механике грунтов и геотехническому строительству, которая состоялась в Париже в сентябре 2013г. в секции "Устойчивость оползней в инженерной практике" в пределах 208 технического комитета было рассмотрено много докладов по проблеме математического и экспериментального моделирования НДС оползней и движения склонов. На секции "Фундаменты и подпорные сооружения" в пределах 207 технического комитета "Взаимодействие

грунта с сооружениями и подпорные стены" было рассмотрено 49 докладов, 37 из которых посвящены экспериментальным и теоретическим исследованиям подпорных стен [1]. Остановимся только на некоторых из них [2-5]. В докладе "Влияние изменчивости колебаний грунта на неопределенность сейсмических деформаций" Strenk P.M. та Wartman J. проведен анализ чувствительности на идеализированном оползне. Для этого оползнь исследовано влияние неопределенности на сейсмические деформации склона с помощью метода Ньюмарка с учетом изменчивости в движении грунта [2]. В докладе Paci E, Cullufi H., Dervishaj A. "Стабильность склона вдоль новой дороги "Drisht-Drisht замок" исследована устойчивость новой дороги, которая проходит через распределенную тектоническую зону с крайне бедными горными породами. Активная поверхность склонов очень нестабильна из-за попадания воды, особенно во время сейсмических событий. Склоновые деформации проанализированы прямым динамическим расчетом НДС оползня [3]. В докладе [4] Guler E., Osmanoglu U., Кос М. "Пример из практики 3D анализа глубоких экскаваций, прилегающих к туннелю" исследуется численными методами пространственного анализа НДС подпорной стенки и прилегающего грунтового массива с тоннелем в условиях плотной городской застройки г. Стамбул. Максимальная глубина экскавации грунта - 23 м. в соответствии с 7 ярусами. Двухмерное и трехмерное численное моделирование позволило оценить взаимодействие двух тоннелей, вертикальной шахты с круговым сечением и глубокого котлована [4]. В выступлении Nakajima S., Shinoda V., Abe K. "Инспекция технического состояния существующих железнодорожных подпорных стен" рассмотрены методы их технического диагностирования, включающие ударные и вибрационные тесты для определения собственных частот сооружений. Проанализированы типичные деформации подпорных стен и их взаимосвязь с данными измерений [5].

При посадке зданий на склоновый рельеф возникает необходимость в значительных подрезках, которые для безопасного строительства требуется защитить сооружениями укрепления котлована. Широкое распространение в Крыму получили сооружения в виде свайно-анкерных конструкций. На выбор конструктивного решения сооружения при проектировании укрепления котлована в условиях плотной городской застройки большое влияние оказывают габариты бурового оборудования. Так не всегда представляется возможным применить более эффективные тяжёлые станки BAUER, Casagrande и др., которые могут выполнять буронабивные сваи высокой несущей способности диаметром более 600 мм. Это связано с необходимостью устройства для работы таких станков широких ровных площадок зачастую не вписывающихся в границы участка, ограниченностью в маневрировании около объекта, вибрацией, а так же приближение новой застройки к старой. В этих условиях использование малогабаритных буровых станков типа KLEMM массой до 20 тс позволяет выполнить работы по устройству таких сооружений с применением свай малого диаметра до 300 мм и буроинъекционных анкеров.

На практическом примере объекта строительства в условиях плотной застройки г. Ялты рассмотрим выполнение конструкций укрепления котлована. Участок проектируемого строительства торгового-офисного цен-

тра находится в г. Ялте, на территории Приморского парка, в районе Колоннады. Колоннада Приморского парка выполнена в 1954 г. Она представляет собой сооружение в классическом стиле с капителями коринфского ордера и состоит из трех объемов: двух квадратных в плане беседок, расположенных симметрично с двух сторон пяти пролетной колоннады. Общие габариты колоннады в плане 31,75×5,7 м. С юго-востока и северо-востока территория ограничена подъездными дорогами, а с северо-запада ул. Коммунаров.

Участок в процессе освоения подвергался перепланировке. Условно его можно разделить на две части, с превышением в 4 м одной относительно другой. Северо-западная часть занята Колоннадой, к которой примыкает обзорная площадка, закрепленная подпорной стеной высотой до 1,5 м, сложенной из бутового камня. Юго-восточная часть представляет собой слабонаклонную асфальтовую площадку с крутизной поверхности до 3-5°. К южной части участка примыкает парковая зона с многолетними редкими деревьями, которые не подлежат вырубке или пересадке.

В геоморфологическом отношении исследуемый участок расположен в пределах центральной части «Желтышевского» оползня № 59 согласно кадастру оползней АР Крым. Размеры оползня № 59 следующие: длина по оси движения 210 м, длина по фронту 400 м, площадь 8,4 га. В пределах оползня зафиксированы оползни более высокого порядка. Кроме того, выше головной части «Желтышевского» оползня, вдоль ул. Коммунаров была выделена оползнеопасная территория длиной 220 м и шириной 120 м, в пределах которой наблюдались деформации на зданиях и сооружениях.

По данным инженерно-геологических изысканий на исследованную глубину до 35,0 м в геологическом строении участка принимают участие: техногенные образования, современные и верхнечетвертично-современные оползневые отложения, подстилаемые породами Таврической серии в коренном залегании. Грунты, слагающие участок проектируемого строительства, относятся ко II категории по сейсмическим свойствам, согласно ДБН В.1.1-12:2006 [6].

Гидрогеологические условия площадки характеризуются наличием водоносного горизонта на глубине 3,8 - 8,4 м. Базисом разгрузки является Черное море. Питание подземных вод происходит за счет подтока трещинно-карстовых вод с вышерасположенного склона и инфильтрации атмосферных осадков.

На площадке планируется строительство трехэтажного здания торгового-офисного центра, примыкающего к существующей колоннаде Приморского парка, полукруглой формы в плане, у которого нижний и цокольный этажи заглублены. Размеры здания в осях 23,7×15,61 м, высота этажей – 3,5 м. Конструктивная схема здания – монолитный каркас с несущими элементами в виде железобетонных стен и колонн. Фундамент – железобетонная плита толщиной 0,4 м. Под фундаментом устраивается пластовый дренаж. Кровля плоская, на которой предусмотрена смотровая площадка с выходами на колоннаду.

Котлован под строительство имеет замкнутую, сложную конфигурацию в плане со значительным перепадом высот необходимой подрезки от 6 м до 10,7 м. Расстояние между существующим сооружением Колоннады и стеной проектируемого здания торгового-офисного центра в месте примыкания незначительное

Таблиця 1. Смещения грунтового массива и элементов сооружения

Этапы возведения	Глубина экскавации (отметка)	Максимальные смещения		
		Грунтового массива	Элементы сооружения	
			Z	Свая по X
		м	мм	мм
I	3,5 (33,50)	-1,245	2,1	1,07
II	7,0 (30,00)	-3,883	6,17	5,11
III	9,5 (27,50)	-5,867	9,14	8,13
IV	10,85 (26,15)	-6,519	10,04	9,24

напряженно-деформированного состояния системы «основание-фундамент-сооружение», где оценивалось состояние основания существующей Колоннады с учетом поэтапного устройства глубокого котлована (рис. 4).

Вид данного расчета требуется в соответствии с [8]. Расчетная схема включает разделение по этапам строительства, моделирование грунтов на подрезке по слоям в виде соответствующей жесткости конечного элемента «физически нелинейной балки стенки», задание элементов сооружения и Колоннады. В результате расчета получены численные значения полного смещения грунтового массива и элементов сооружения на различных этапах возведения глубокого котлована. Эти значения сведены в таблицу 1.

Анализ проведенных геотехнических расчетов напряженно-деформированного состояния системы в программном комплексе ЛИРА показал, что прочность и жесткость сооружения достаточна для восприятия давления грунта при разработке котлована на различных этапах, а максимальные вертикальные деформации грунтового массива основания Колоннады не превышают 6,5 мм.

В результате анализа данных двух этапов расчетов проектируемого сооружения получены следующие максимальные значения параметров:

1. Изгибающий момент в сваях не превышает 7 т м.
2. Перемещение сооружения не превышает 21 мм.
3. Усилие в анкере не превышает 43 тс.

На локальном участке сооружения в осях проектируемого здания 1 Д Г устройство свайного ряда заменено на четыре яруса анкерных вертикальных плит размерами 1,95×2,5×0,4 м, закрепленных грунтовыми анкерами TITAN 52/26 длиной 9-20 м, расположенными под наклоном к горизонту 20°. Это замена выполнена из-за возможности повреждения кроны ценного дерева парковой зоны направляющей бурового станка при вертикальном бурении. Бетонирование анкерных плит выполняется в распор к грунту по задней грани.

В 2012 г. объект полностью выполнен и в настоящее время успешно эксплуатируется. При строительстве за окружающей территорией велось наблюдение. Марки, установленные на конструкциях существующей Колоннады, за время строительства не имели деформаций. Деревья парковой зоны сохранены. На рис. 5 показаны основные этапы строительства объекта.

В результате анализа проектного решения сооружения укрепления котлована рассматриваемого строительства и выполненных расчетов можно сделать

ВЫВОДЫ:

1. Комплекс ограничений при устройстве котлована диктует применение различных методов его защиты в виде свайно-анкерной или плитно-анкерной конструкциями, выполняемых одним комплектом бурового оборудования.
2. Расчетный анализ напряженно-деформированного состояния системы «основание-фундамент-сооружение» на примере проектируемого строительства показал, что представленные конструкции могут иметь малые величины деформаций приемлемые для окружающей застройки.
3. Использование малогабаритной техники позволяет при строительстве в условиях плотной городской застройки выполнять конструкции укрепления котлована значительной несущей способности с учётом оползневых нагрузок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bilfinger W. General report of TC 207 Foundations and Retaining Structures // Proceedings of the 18th International Conference on Soil mechanics and Geotechnical Engineering "Challenges and innovations in geotechnisc". - Paris 2013. - P.1915-1922.
2. Strenk P.M., Wartman J. Influence of ground motion variability on seismic displacement uncertainty // Proceedings of the 18th International Conference on Soil mechanics and Geotechnical Engineering "Challenges and innovations in geotechnisc". - Paris 2013. - P.2261-2264.
3. Paci E., Cullufi H, Dervishaj A. Slope stability along a new road "Drisht- Drisht castie // Proceedings of the 18th International Conference on Soil mechanics and Geotechnical Engineering "Challenges and innovations in geotechnisc". - Paris 2013. - P.2233-2236.
4. Guler E., Osmanoglu U.,Koc M. A case study of 3D analysis of a deep excavations adjacent to a tunnel // Proceedings of the 18th International Conference on Soil mechanics and Geotechnical Engineering "Challenges and innovations in geotechnisc". - Paris 2013. - P.1195-1198.
5. Nakajima S., Shinoda V., Abe K. Inspection of structural health of existing railway retaining walls // Proceedings of the 18th International Conference on Soil mechanics and Geotechnical Engineering "Challenges and innovations in geotechnisc". - Paris 2013. - P.2059-2062.
6. Проектирование подпорных стен и стен подвалов / ЦНИИПромзданий. – М. : Стройиздат, 1990. – 104 с. – (Справ. Пособие к СНиП)
7. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування : ДБН В.1.1-24:2009. – Вид. офіц. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 69 с. – (Державні будівельні норми України).
8. Основи та фундаменти будинків і споруд : ДБН В.2.1-10-2009. [Чинний від 2009-07-01]. – Вид. офіц. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 104 с. – (Державні будівельні норми України).

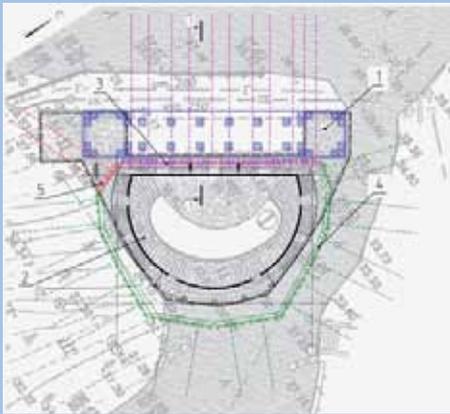


Рис. 1. Ситуационный план:

1 – существующая колоннада; 2 – проектируемое здание; 3 – проектируемое противооползневое сооружение; 4 – проектируемое подпорное сооружение укрепления вертикальных откосов котлована; 5 – участок устройства анкерных плит.

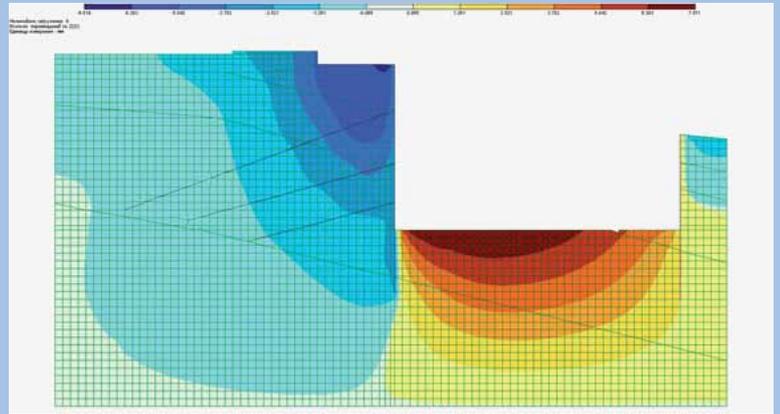


Рис. 3. Изополя перемещений по оси Z второго этапа расчётов.

а)



б)



Рис. 5. Этапы строительства объекта:

а – котлован на уровне фундамента; б – отделочные работы по зданию.

РИСУНКИ К СТАТЬЕ Г.Р. Розенвассера, С.В.Маликова, А.В.Дуванского «ТОННЕЛИ МЕТРОПОЛИТЕНОВ В ГРУНТОВЫХ МАССИВАХ С ТЕКТОНИЧЕСКИМИ НАРУШЕНИЯМИ»

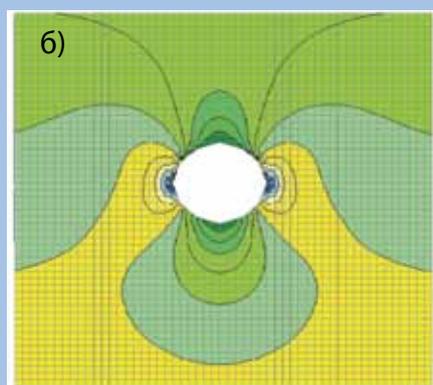
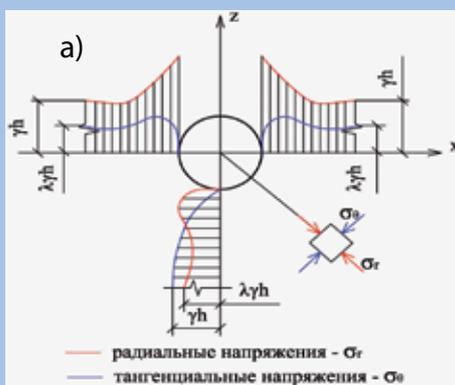


Рис. 4. Упругая модель массива: а– теоретическая; б – поля напряжений в программном комплексе Scad Украина).

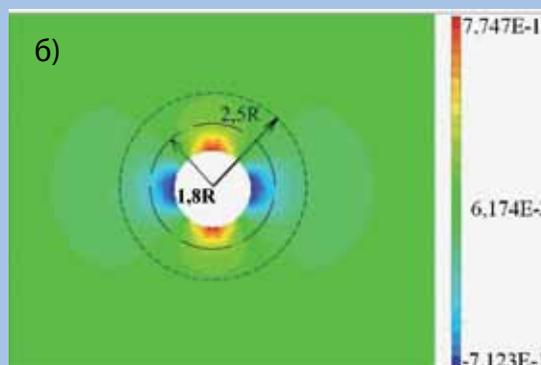
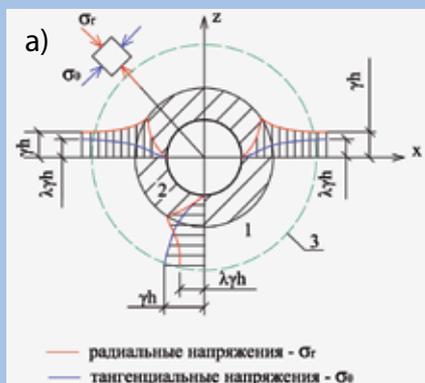


Рис. 5. Упругопластическая модель массива: а– теоретическая в задаче Лабасса– Рупенейта; б – «свода обрушения» в ненарушенном массиве и массиве с нарушением надвиг в программном комплексе GeoSoft (Россия).