

*В.Л. Седин, д.т.н., профессор,
Е.М. Бикус, м.н.с., ассистент, А.О. Дюльдев, магистрант
ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»
А.М. Мельник, главный инженер проектов
ООО «Гидроспецстроймонтаж», г. Днепропетровск*

ВНЕДРЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПЛИТНО-СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА В УКРАИНЕ НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНОГО ПАРКИНГА В Г. ОДЕССА

Затронуты проблемы внедрения комбинированного плитно-свайного фундамента в Украине на примере строительства подземного паркинга. Рассмотрен случай аварийного обрушения котлована. Выполнен анализ причин разрушения ограждающей стены паркинга. Изложено поэтапное осуществление проекта по недопущению повторения аварийных ситуаций с применением комбинированного плитно-свайного фундамента.

Ключевые слова: комбинированный плитно-свайный фундамент, буронабивные сваи.

*В.Л. Сєдін, д.т.н., професор
К.М. Бікус, м.н.с., асистент, А.О. Дюльдев, магістрант
ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»
А.М. Мельник, головний інженер проектів
ТОВ «Гідроспецбудмонтаж», м. Дніпропетровськ*

УПРОВАДЖЕННЯ КОМБІНОВАНОГО ПЛИТНО-ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ В УКРАЇНІ НА ПРИКЛАДІ БУДІВНИЦТВА ПІДЗЕМНОГО ПАРКІНГУ В М. ОДЕСА

Порушено проблеми впровадження комбінованого плитно-пальового фундаменту в Україні на прикладі будівництва підземного паркінгу. Розглянуто випадок аварійного руйнування котловану. Виконано аналіз причин руйнування огорожувальної стіни паркінгу. Викладено поетапне здійснення проекту з недопущення повторення аварійних ситуацій із застосуванням комбінованого плитно-пальового фундаменту.

Ключові слова: комбінований плитно-пальовий фундамент, бурові ескіційні палі.

*V.L. Siedin, Dr. Sci. (Techn.), Professor
K.M. Bikus, Junior Research, A. Dyuldyev, Graduate
Prydneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture
A. Melnyk, Chief Project Engineer
GYDROSPECSTROYMONTAZH LTD, Dnepropetrovsk*

COMBINED PILE-RAFT FOUNDATIONS IMPLEMENTATION IN UKRAINE: UNDERGROUND PARKING DEVELOPMENT IN ODESSA AS AN EXAMPLE

Problems of combined pile-raft foundations implementation in Ukraine are shown in the article, underground parking development being an example. An excavation walls' collapse is regarded. The case analysis of parking boundary wall destruction is given. Phased implementation of the CPRF project to prevent a recurrence of accidents is demonstrated.

Keywords: combined pile-raft foundations, CFA pile.

Введение. Решение проблемы рационального проектирования фундаментов является важной задачей современных проектировщиков и геотехников. Данная тема имеет первоочередное научное, теоретическое и практическое значение в области современного фундаментостроения.

Основной задачей проектирования фундаментов зданий является уменьшение осадок и разницы этих осадок между конструкциями одного сооружения и соседних зданий. Для решения этих задач был разработан комбинированный плитно-свайный фундамент (КПСФ).

Обзор последних источников исследований и публикаций. Обзор отечественных и зарубежных литературных источников, а также изучение строительной практики позволяет утверждать, что по данной проблематике существует значительное количество публикаций и работ.

Но, несмотря на значительную заинтересованность этой проблемой многих специалистов и ученых из ведущих стран мира, до сих пор остаются не решенными много вопросов в этой области геотехники. Очевидная перспективность и многолетний опыт успешного применения КПСФ в странах Европы не способствуют их распространению в Украине и странах СНГ. Проектирование таких фундаментов сдерживается отсутствием надежных нормативных методов расчета и официальных нормативных документов для возможности их применения[3].

Выделение не решенных ранее частей общей проблемы. Пример внедрения КПСФ в Украине покажем на проекте строительства подземного паркинга на площади Греческой в г. Одесса, выполненного специализированной строительной организацией ООО «Гидроспецстроймонтаж». В статье рассматривается случай аварийного обрушения котлована. Целью работы является анализ причин разрушения ограждающей стены паркинга, представление рекомендаций по ликвидации последствий разрушения ограждающей стенки, определение первоочередных мероприятий возобновления разрушенных конструкций, недопущение дальнейшего развития возможных деформаций сооруженных конструкций на данном объекте, а также проектирование КПСФ, численное моделирование в программном комплексе PLAXIS 3D и строительство объекта в целом.

Основной материал и результаты. Обводнение застенного грунтового массива поверхностными водами, а также неправильная технология производства работ по углублению котлована, не учитывающая работы грунтового массива по выбранной расчетной схеме, привели к деформациям сооруженных конструкций на данном объекте и к разрушению ограждающей стены паркинга, как следствие, к аварийному обрушению котлована (рис. 1).



Рис. 1. Аварийное обрушение котлована, площадь Греческая, г. Одесса

Инженерно-геологические особенности участка. В геоморфологическом отношении участок строительства расположен в тальвеге верховья балки, которая тянется в сторону склона берега Черного моря. Геологический разрез до разведанной глубины 19 м сложен насыпными, чередующимися золово-делювиальными суглинками и супесями, красно-бурыми глинами.

В гидрогеологическом отношении площадка относится к потенциально подтопленной территории. Подземные воды на ней встречены на глубинах 5,5 – 4,8 м от поверхности земли.

По инженерно-геологическим условиям площадка относится к III категории сложности. Учитывая сложность геологического строения, наиболее целесообразным было выбрано применение свайных фундаментов, основанием для которых служат красно-бурые глины.

Проектирование фундаментов. Для устранения последствий аварии и разрешения сложившейся ситуации, согласно проектным предложениям, предлагаемыми другими строительными организациями, требовалось провести полный демонтаж всех строительных конструкций, уже выполненных и смонтированных на момент аварии. Такой вариант был не совсем подходящим, так как это влекло за собой значительные

экономические затраты и убытки владельцев компании-застройщика.

Для оптимизации проекта и снижения экономических потерь инженерами было предложено оригинальное решение с применением КПСФ, а также устройство упорно-опорной балки по периметру котлована, в связи с необходимостью устройства поддерживающих конструкций существующей стены его ограждения как на период углубления котлована и выполнения строительно-монтажных работ по сооружению конструкций каркаса паркинга, так и на период постоянной эксплуатации сооружения.

На первом этапе проектирования непосредственно под колоннами предусматривалось устройство отдельных свайных ростверков толщиной 850 мм, через которые предполагалось передать нагрузку на выполненные буринъекционные сваи длиной 10 м и диаметром 1,2 м, (рис. 2,3).

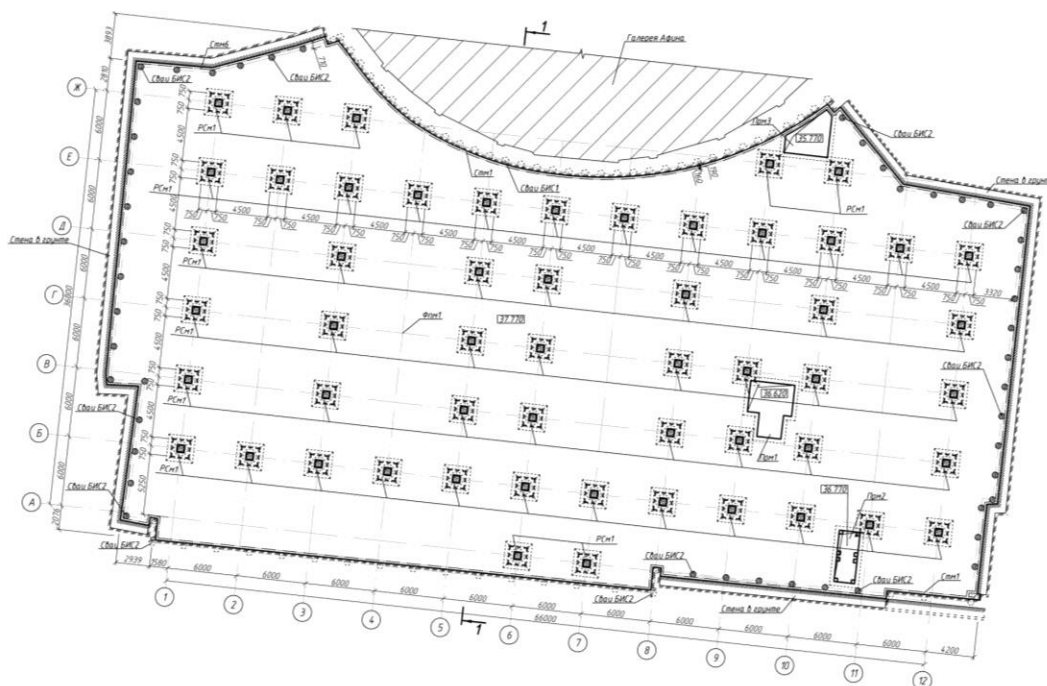


Рис. 2. Схема устройства фундамента

Но расчеты показали, что данная конструкция деформируется более допустимых перемещений, регламентированных нормативными документами [1], и не способна воспринимать расчетную нагрузку.

Для того чтобы уменьшить деформации сооружения и привести их к допустимым, было предложено решение устройства жестко присоединенной плиты толщиной 350 мм к отдельностоящим ростверкам. Плита по периметру сооружения отсоединена осадочными швами в местах примыкания к подпорной стене, которая представляет собой «стену в грунте» глубиной 14,0м и толщиной 800мм.

«Стена в грунте» была выполнена несколько лет назад и должна была выполнять функцию ограждающей конструкции подземного паркинга и являться одновременно гидроизолирующей конструкцией, предотвращающей

проникновение воды внутрь сооружения. Но так как стена была выполнена не очень качественно, то она не может являться гидроизолирующей конструкцией.

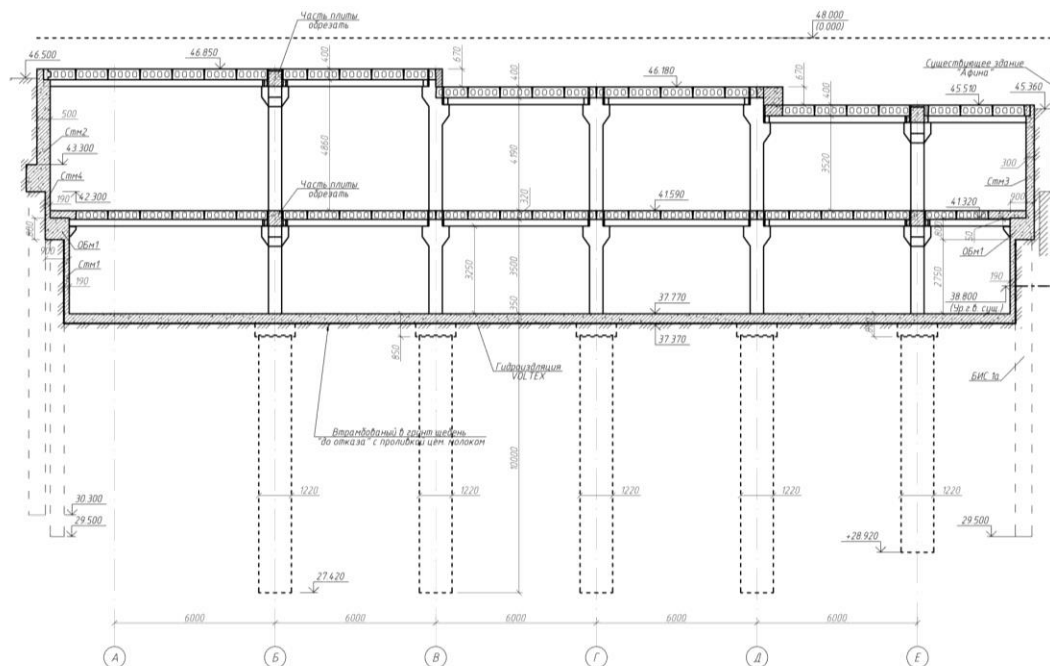


Рис. 3. Разрез 1-1

Под все ростверки и под монолитную плиту предусмотрено устройство щебеночного основания, втрамбованного в грунт «до отказа».

Все фундаменты и заглубленная часть нижнего этажа конструкций на высоту выше природного уровня грунтовых вод закрываются от окружающего грунта гидроизоляцией «Voltex».

Применение такой конструкции фундамента позволило снизить деформации до допустимых, однако сама плита и ее гибкость при оптимизации геометрических размеров требовала дополнительного армирования в элементах узлов на срез, что привело к удорожанию проекта.

Но, несмотря на дополнительные затраты по армированию, было получено оригинальное решение с применением КПСФ, в котором 60% общей нагрузки на основание удалось передать через плиты.

Численное моделирование работы КПСФ и расчет арматуры плиты были выполнены в программных комплексах PLAXIS 3D и SCAD (рис. 4).

Расчет и конструктивные особенности упорно-опорной балки по периметру котлована. На втором этапе проекта был выполнен проект упорно-опорной балки по периметру котлована, в связи с необходимостью устройства поддерживающих (распорных) конструкций существующей стены ограждения котлована как на период углубления котлована и выполнения строительно-монтажных работ по сооружению конструкций каркаса паркинга, так и на период постоянной эксплуатации сооружения.

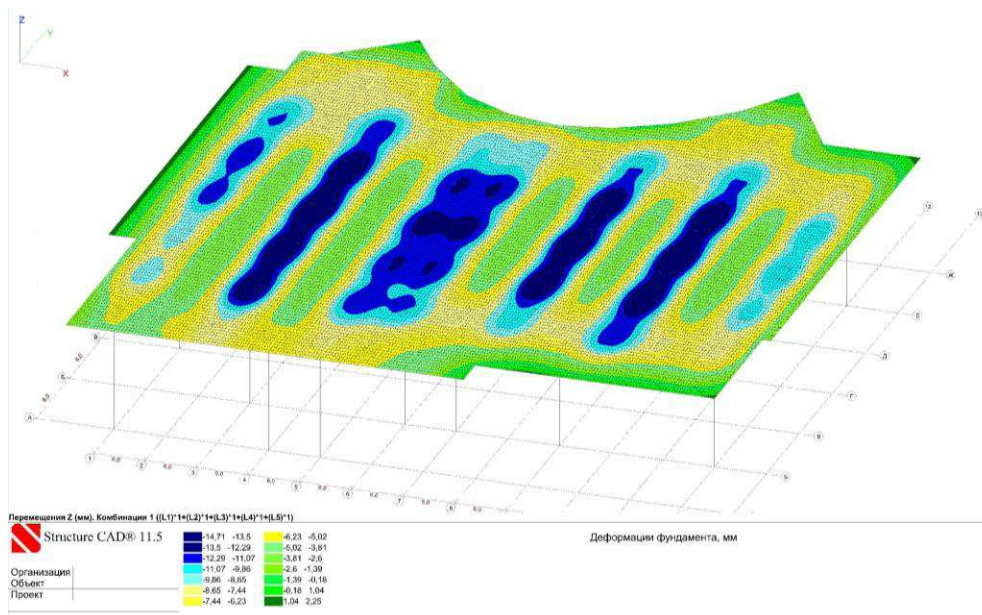


Рис. 4. Расчет плиты КПСФ: деформации

Существующая «стена в грунте» ограждения котлована выполнена глубиной 14 м. При углублении котлована заземление стены в грунте на величину 4,57 м не достаточное для консольной работы ограждающей конструкции котлована глубиной 9,13 м.

Восстановление участка разрушенных стен ограждения котлована выполнялось буроинъекционными сваями Ø 620 мм шагом 1000 и 1400 мм до сопряжения с существующей стеной ограждения котлована.

Затем по всему периметру стены ограждения котлована, внутри котлована были выполнены буроинъекционные сваи Ø 520 мм, по которым устраивалась обвязочная упорно-опорная балка с арматурными выпусками в её нижнюю зону, для последующего устройства защитной прижимной железобетонной стены гидроизоляции.

После устройства обвязочной балки выполнялось строительное водопонижение и после снижения уровня грунтовых вод до проектных отметок производилось углубление котлована заходками не более 6 м с одновременным устройством временных подпорных конструкций (угловых распорок и пролетных подкосов).

Строительное водопонижение предусматривало вакуумное понижение уровня грунтовых вод при помощи установок УВВ-3А-6КМ. Строительная организация ООО «Гидроспецстроймонтаж» имеет водопонижительное оборудование и успешно выполняет данного вида работы на протяжении 15 лет в Днепропетровске, Киеве, Запорожье и других городах Украины.

Учитывая то обстоятельство, что погружение иглофильтров производилось в суглинистые грунты, в проекте предусмотрен способ погружения иглофильтров гидроразрывом в предварительно пробуренные и засыпанные среднезернистым песком скважины Ø 420 мм. Погружение производилось непрерывно и равномерно с одновременной подачей через

иглофильтр небольшого количества воды. Все иглофильтры объединены в водособирующий коллектор Ø 150 мм, который затем подсоединен к водосбросному коллектору, а далее в городскую ливневую канализацию.

Для понижения уровня грунтовых вод проектом предусматривалась работа трех установок вакуумного водопонижения с суммарным количеством иглофильтров 150 штук и устройство 10-ти наблюдательных скважин из рядовых иглофильтров, расположенных по всей площади.

Угловые распорки выполнялись из трубы Ø 325×10 мм и крепились к закладным деталям, которые установлены в обвязочной балке (рис. 5).

Пролетные подкосы выполнялись из трубы Ø 325×10 мм и крепились к закладным деталям, которые установлены в обвязочной балке, и к металлическим опорам из пакета двутавров № 24 и № 30, в зависимости от усилия, передающегося на опору стеной ограждения котлована (рис. 6).



Рис. 5. Угловые распорки



Рис. 6. Стена ограждения котлована

После разработки котлована до проектных отметок устраивались сваи фундаментов паркинга, а затем и внутренние конструкции паркинга.

На сегодняшний день работы полностью выполнены. Согласно данным

работы [3], доминантой концепции надежности для КПСФ является обязательное применение метода наблюдения, и сейчас ведется геотехнический мониторинг. Фундамент оснащен измерительной аппаратурой для наблюдения за осадками, согласно основным требованиям к проектированию и надежной эксплуатации КПСФ.

Выводы. В результате осуществления проекта с применением КПСФ удалось избежать демонтажа существующих конструкций ограждения, недопущения повторения аварийных ситуаций и сохранения существующих зданий и сооружений, находящихся в непосредственной близости прямо у бровки котлована.

Практическая ценность работы состоит в том, что полученные результаты будут использованы для расчета и проектирования КПСФ, а также в дальнейшей научной и педагогической деятельности.

Проблема расчетов, проектирования и строительства КПСФ современна и актуальна, имеет направление дальнейшего развития; требует углубленного изучения, детального сбора экспериментальных данных, материалов по практическому применению для создания нормативных документов, которые дадут возможность проектировать и применять в практике строительства такие фундаменты.

Литература

1. ДБН В.2.1-10-2009. Зміна №1. Основи та фундаменти будинків і споруд. Основні положення проектування [Текст]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 54 с.
2. ДСТУ-Н Б EN 1997-1:2004. Єврокод-7. Геотехнічне проектування. Частина 1. Загальні правила (EN 1997-1:2004, IDT) [Текст]. – Чинний від 01.07.2013. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 190 с.
3. Федоровский, В.Г. К расчету комбинированных плитно-свайных фундаментов [Текст] / В.Г. Федоровский, С.В. Курило, А.Г. Скороходов. – М.: НИИОССП, 2010.

Надійшла до редакції 03.10.2013

© В.Л. Сєдін, К.М. Бікус, А.О. Дюльдеєв, А.М. Мельник