



<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr05-01-005>

DOI: 10.30889/2523-4692.2018-05-01-005

УДК 69.05(075.8)

## SHORING FOR EXCAVATION UNDER THE CONDITIONS OF DENSE BUILT ENVIRONMENT

## ВОЗВЕДЕНИЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ КОТЛОВАНА В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Shumakov I.V. / Шумаков И.В.

*D.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

Mikautadze R.I. / Микаутадзе Р.И.

*Ph.D.student / аспирант*

*Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kharkiv, Sumska 40, 61002*

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков,*

*ул.Сумская 40, 61002*

**Аннотация.** В статье рассматриваются организационно-технологические и конструктивные решения устройства ограждающих конструкций котлована в стесненных условиях городской застройки центральной части г. Киева. Выполнена идентификация осложняющих факторов оказывающих влияние на параметры принимаемых решений. Выявлено, что комплекс осложняющих факторов при строительстве диктует применение комбинаций различных методов устройства ограждающих конструкций котлована.

**Ключевые слова:** ограждение котлована, продолжительность строительства, оптимизация, городская среда.

**Вступление.** Современные мировые тенденции в строительной отрасли показывают, что строительные проекты с каждым годом становятся все более сложными. Динамичное освоение подземного пространства в Украине на фоне возрастающего дефицита свободных площадок для строительства в центральных районах крупных областных центров приводит к освоению территорий со сложными гидрогеологическими, геологическими и геоморфологическими условиями. В таких случаях вопрос выбора эффективных конструктивных и технологических решений формирования ограждающих конструкций котлована выходит в число первоочередных.

Несмотря на то, что строительство в данной области регулируется государственными строительными нормами и, как правило, подлежит научному сопровождению [1], не во всех случаях участники строительства уделяют должное внимание данному этапу строительства. Как правило, это приводит к непредвиденным, а в некоторых случаях и трагическим последствиям. Так, в феврале 2018 г. в Подольском районе Киева при проведении свайных работ в котловане на глубине 6 м произошло обрушение бетонных блоков, выполняющих роль ограждения котлована, в результате чего погиб рабочий.

Следует отметить, что внедрение в данном сегменте строительства новых методик и технологических инноваций является актуальной проблемой для Европейского союза. Подтверждением этому является, например, то, что в период 2005÷2009 гг. ЕС финансировал программу по преобразованию европейского подземного строительства в высокотехнологичную,



высокодоходную отрасль деятельности с перспективой сокращения аварийности на 50% и продолжительности строительства на 30 %, выделив на исследовательские задачи в этой области более 25 млн. евро [2].

**Цель статьи:** На практическом примере объекта строительства в условиях плотной застройки г. Киева проанализировать конструктивные и организационно-технологические решения устройства ограждения глубоких котлованов; выявить и сгруппировать факторы, влияющие на параметры принимаемых решений.

### **Основная часть.**

Участок строительства расположен на Правобережной нагорной части г. Киева в Печерском районе в центральной планировочной зоне города. Стройплощадка расположена в пределах левого склона Крещатицкой балки, рельеф площадки крутой и характеризуется абсолютными отметками поверхности земли 185,50÷169,20. С запада, востока и севера строительная площадка вплотную граничит с жилыми и административными зданиями. С юга к площадке примыкает интенсивно эксплуатируемая автодорога.

Проектом предусмотрено строительство 15-этажного каркасно-монолитного жилого дома высотой около 50 м, с двухуровневым подземным паркингом. Объем подземной части составляет 78825 м<sup>3</sup>. Строительство было начато в 2011 г.

Сложности в принятии проектных и производственных решений были обусловлены значительной степенью неопределенности будущих условий осуществления работ и условий эксплуатации, а также возможной противоречивостью сравнительных оценок альтернативных вариантов.

В рамках данного проекта были проведены расчеты нагрузок, передаваемых на ограждение котлована для стадии возведения здания и для стадии эксплуатации здания в связи с изменяющимися абсолютными отметками поверхности земли, а также разными отметками фундаментной плиты. На стадии возведения здания контур временного ограждения котлована был разделен на 10 основных и 5 дополнительных сечений, а на стадии эксплуатации здания данный контур был разделен на 10 основных и 3 дополнительных сечения, по которым производились расчеты. Для каждого расчетного сечения предоставлялась результирующая эпюра давления грунта и воды, совмещенные с приведенной эпюрой давления для расчета каркаса здания и перекрытий на стадиях возведения и эксплуатации.

Первоначальный вариант конструктивных решений ограждения котлована предусматривал устройство временного его ограждения из буросекущихся свай диаметром 880 и 1020 мм по всему периметру. Данное решение было обусловлено необходимостью обеспечения водонепроницаемости, так как заглубление подземной части комплекса значительно ниже уровня отметки грунтовых вод. Крепление данного варианта ограждения планировалось выполнить грунтовыми анкерами в части, где предусматривалось устройство открытого котлована.

В части котлована, где предполагалось строительство методом «top-down», также предполагалось крепление ограждения грунтовыми анкерами с целью



уменьшения габаритов конструкции ограждения и армирования. Выполнение ограждения котлована с креплением грунтовыми нагелями «Soil Nailing» предусматривалось в высотной части склона в связи с невозможностью установки на склоне тяжелой буровой установки, требуемой для устройства свай необходимого сечения.

Окончательный вариант ограждения котлована был определен с учетом комплексного обоснования рациональных для данных условий строительства методов, технологических решений и организационно-технологических моделей.

В окончательном варианте возведение подземной части проводилось открытым методом. Ограждение котлована было выполнено методом «стена в грунте» за исключением наименее глубокой части котлована, ограждение которой выполнялось из буронабивных свай в комбинации с джет-сваями объединенными ростверком. Крепление ограждающих конструкций выполнялось распорными элементами из стальных труб и грунтовых анкеров.

В связи со значительным перепадом абсолютных отметок поверхности земли строительной площадки с отм. 184,30 в верхней нагорной части и до отм. 168,50÷175,35 в нижней подземная часть комплекса была условно разделена на 3 блока – А, В и С (рис.1).



**Рис.1 Производство работ по ограждению котлована в блоке В:  
а) план котлована; б) вид А;**

Комплекс работ по возведению подземной части здания делился на 10 технологических периодов. В пределах каждого периода в соответствующем блоке предусматривалось поэтапное устройство ограждения котлована, монтаж грунтовых анкеров и конструкций распорок с подкосами.

Уровень запроектированных мероприятий по безопасности строительного производства и последующей эксплуатации объекта имел научную основу, следовательно строительство подземной части было завершено в строго отведенные сроки. Возведенные конструкции ограждения котлована обеспечили восприятие существенных горизонтальных нагрузок, одновременно



сведя к минимуму негативное влияние на прилегающие к участку строительства сооружения. В настоящее время ведется строительство надземной части сооружения.

В результате обработки данных, полученных на этапах проектирования и возведения ограждающих конструкций, появилась возможность выделить следующие дестабилизирующие факторы, оказывающие влияние на параметры принимаемых решений:

– сложная конфигурация котлована: стройплощадка расположена в пределах левого склона Крещатицкой балки, рельеф площадки крутой и характеризуется перепадом абсолютных отметок более 16 м;

– сложная геология участка: в общей толще отложений, учитывая литологию и физическое состояние грунтов, выделен 21 инженерно-геологический элемент;

– гидрогеологические условия участка: наличие двух повсеместно распространенных водоносных горизонтов с резко изменяющимся режимом под влиянием природных и техногенных факторов;

– высокая коррозийная активность грунтовых вод и грунтов;

– остатки ранее расположенных на строительной площадке зданий и сооружений, подлежащих демонтажу: подземная часть трехэтажного жилого дома, тепловыделитель, подвал двухэтажного здания;

– стесненные условия строительства: наличие прилегающих жилых и административных зданий;

– большой объем выемки грунта при глубине котлована свыше 20 м;

– интенсивно эксплуатируемая автодорога вблизи площадки строительства.

#### **Выводы.**

В ходе исследований проанализированы принятые решения устройства ограждения котлована. Рассмотрены схемы использования средств механизации. Проведена идентификация факторов, оказывающих влияние на выбор оптимальных конструктивных и технологических решений ограждения стен котлована. Выявлено, что комплекс дестабилизирующих факторов при возведении данного объекта ведет к применению вариативности методов устройства ограждающих конструкций котлована. Предусмотрено провести исследования по оптимизации продолжительности устройства ограждений котлованов с учетом степени влияния стесненности строительной площадки, сложной конфигурации котлована и степени механизации работ.

#### **Литература:**

1. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів: ДБН В.1.2-5:2007. – [Чинні від 2008-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 16 с. – (Будівельні норми України).

2. Technology innovation in underground construction: [Электронный ресурс] Community Research and Development Information Service. – Режим доступа : [http://cordis.europa.eu/project/rcn/74844\\_en.html](http://cordis.europa.eu/project/rcn/74844_en.html) Дата доступа: 30.10.17.

**References:**

1. Naukovo-tekhnichnyi suprovid budivelnykh ob'ektiv [Scientific and technical support of construction objects]. (2007). DBN B.1.2- 5:2007 from 1st January 2008. – Kyiv: Minregionbud. of Ukraine [in Ukrainian].
2. Technology innovation in underground construction: Community Research and Development Information Service. – Available at: [http://cordis.europa.eu/project/rcn/74844\\_en.html](http://cordis.europa.eu/project/rcn/74844_en.html) Accessed: 12 August 2018.

**Abstract.** *The article explores organizational, technological, and structural solutions for shoring excavation pits under the conditions of the dense built environment in the central part of Kyiv. The authors single out the complicating factors that influence the parameters of the decisions taken. It is discovered that a combination of complicating factors during the construction requires various methods of shoring for excavation.*

**Key words:** *shoring for excavation, construction time, optimization, urban built environment.*