

КРЕПЛЕНИЕ СТЕН КОТЛОВАНОВ В СТЕСНЕННЫХ ЗАСТРОЙКОЙ УСЛОВИЯХ

Митинский В. М., Мишутин А. В., Бараник С. В.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Чепелев В. Т.

КП «Будова»

АННОТАЦИЯ: Рассмотрены конструктивные решения ограждения котлованов с использованием подпорно-распорных систем.

ABСТРАКТ: We consider constructive solutions fencing of pits using a system of supports and braces.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: котлован, сваи, распорка, подпорка.

В условиях выборочной реконструкции существующих кварталов подземные части новых или реконструируемых зданий, как правило, устраиваются практически вплотную к сохраняемым, причем зачастую значительно ниже уровня заложения подошвы существующих фундаментов. Сложность устройства глубоких котлованов в стесненных городских условиях характеризуют многочисленные аварийные ситуации, которые возникают в процессе строительства. Причины, которые вызывают аварии, разнообразны и могут быть скрыты на любой стадии разработки и реализации проекта. Залогом успешного завершения строительства является организация геотехнического мониторинга [1], начиная с этапа выбора площадки и заканчивая эксплуатацией подземного сооружения. В то же время, анализ причин возникших аварийных ситуаций [2], свидетельствует о недостаточной изученности работы основания в таких условиях.

В исторической части города Одессы реконструкция кварталов выполняется путем сноса ветхих и малоэтажных зданий и строительство на освободившейся площадке новых зданий. Это изначально

обуславливает стесненность площадки строительства, наличие на ее границах зданий, состояние которых, как правило, характеризуется наличием дефектов и повреждений, развитие которых может привести к ухудшению вплоть до аварийного состояния конструкций. Зачастую примыкающие здания являются памятниками архитектуры. Во всех перечисленных условиях освоение подземного пространства является сложной инженерной задачей. На некоторых площадках осложнение условий обусловлено наличием просадочных грунтов или высокого уровня подземных вод.

При строительстве заглубленных частей зданий и сооружений в стесненных условиях городской внутриквартальной застройки необходимы решения, которые, во-первых, обеспечат сохранность существующих строений, а, во-вторых, незначительно уменьшат площадь застройки. Одним из эффективных решений, отвечающим указанным критериям, является устройство ограждений котлованов в виде шпунтовых стен с поддерживающими подпорно-распорными системами. К преимуществам данного метода можно отнести сравнительно невысокую материалоемкость и себестоимость строительства, а также возможность корректировки работы удерживающих конструкций в процессе строительства [3]. В то же время наличие в «пятне» застройки распорных конструкций ограничивает выбор технологических решений при строительстве и возможность без ограничений использовать всю площадь стройплощадки на этапе устройства подземной части. Ниже рассматривается опыт устройства таких ограждений котлованов на некоторых стройплощадках.

Площадка строительства торгово-развлекательного центра по ул. Екатерининской. Здание запроектировано с двухуровневым подземным паркингом. Глубина котлована от уровня существующей дневной поверхности составила около 9,0м. Строительство осуществлялось в зоне исторической застройки центра города, на участке, вплотную примыкающем к зданиям различной этажности. С северной стороны к площадке (по оси «1»), примыкал 5-ти этажный жилой дом с двухуровневым подвалом. Расчетная нагрузка от здания в уровне подошвы фундамента составляла 430-500кН/м. С южной и восточной стороны к участку примыкали одно-, двухэтажные здания внутриквартальной застройки. Конструктивная схема – бескаркасные бесподвальные здания с несущими стенами в кладке из камня известняка-ракушечника. Нагрузка в уровне подошвы составляла 50-230кН/м. Схема котлована, совмещенная с инженерно-геологическим разрезом, приведена на рис. 1.

Инженерно-геологический разрез сверху вниз представлен следующими напластованиями. Слой-1 - насыпной грунт. ИГЭ-2 - суглинок лессовый, легкий, желто-бурый, твердый. ИГЭ-3 - супесь

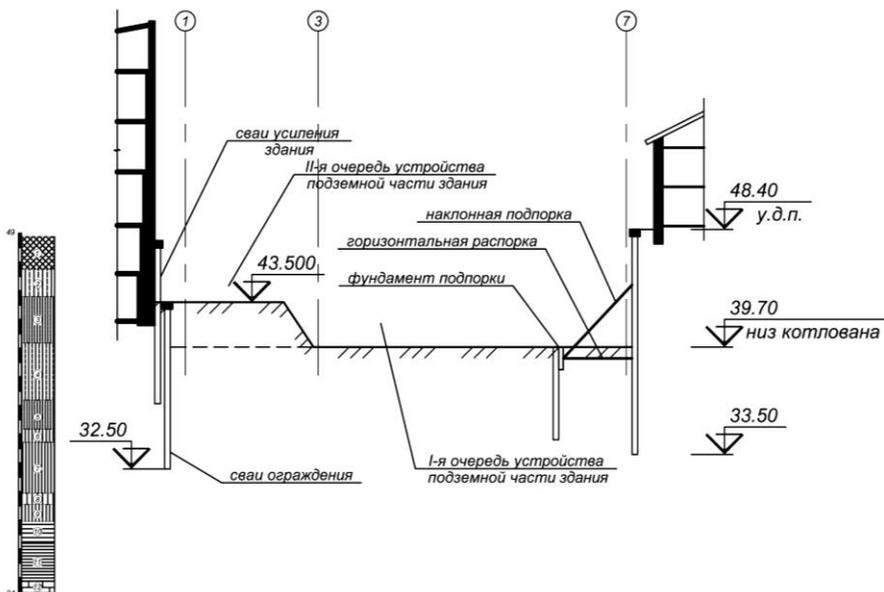


Рис.1. Поперечный разрез котлована

лессовая (лесс) серо-желтая, твердая. ИГЭ-4 - суглинок лессовый легкий, красно-бурый, тугопластичный. ИГЭ-5 - супесь лессовая (лесс) палевая, пластичная. ИГЭ-6 - суглинок лессовый средний, красно-бурый, полутвердый. ИГЭ-7 - суглинок лессовый тяжелый, красно-бурый, полутвердый. ИГЭ-8 - суглинок лессовый легкий, желто-коричневый, тугопластичный до мягкопластичного. ИГЭ-9 - суглинок лессовый тяжелый, красно-бурый, твердый до полутвердого. ИГЭ-10 - глина красно-бурая с включением карбонатов, твердая. ИГЭ-11 - глина серо-зеленая, с пятнами ожелезнения, с прослоями и линзами песка. ИГЭ-12 - известняк сильно выветрелый весьма низкой прочности.

Ограждение котлована принято из буронабивных свай $\varnothing 53,0$ см, которые располагались, в основном, однорядно. Сверху сваи объединялись монолитным железобетонным ростверком. На участках со значительными нагрузками от существующих зданий устойчивость свай и ограничение их горизонтального смещения обеспечивалось подпорками. Усилия от свай ограждения передавались на подпорки в уровне перекрытий нижнего яруса паркинга возводимого здания и воспринимались специально выполненными фундаментами, устроенными ниже уровня подошвы ростверков, рис. 2.



Рис. 2. Общий вид котлована на участке I-ой очереди строительства подземной части, ул. Екатериненская

Деформации грунтов основания этих фундаментов, возникающие от нагрузок, передаваемых шпунтовым ограждением, компенсировались за счет контролируемого преднапряжения подпорок. Оперативный контроль изменений усилий в подпорках с помощью тензодатчиков позволял определять необходимость и места установки дополнительных подпорок, определить последовательность их демонтажа при бетонировании ростверков возводимого здания и др.

Для защиты 5-ти этажного здания, примыкающего к площадке по оси «1», строительство подземной было разделено на две очереди. Однорядное свайное ограждение на этом участке было усилено горизонтальными распорками, устраиваемыми в уровне перекрытия с упором в выполненные конструкции I-ой очереди, рис. 3.

По результатам мониторинга состояния примыкающих зданий, включающего и высокоточное нивелирование по стенным маркам, негативного влияния возводимого здания на существующую застройку за весь период его строительства не выявлено.

Площадка строительства жилого дома по ул. Успенской, 39 располагалась внутри квартала в исторической части города. Жилой дом состоит из двух 8-и и 11-ти этажных отдельных корпусов, объединенных общей подземной частью, в которой устроен двухуровневый подземный



Рис.3. Устройство распорок при строительстве II -ой очереди

паркинг. С трех сторон к площадке строительства вплотную примыкали существующие здания: жилые дома № 41 (3 эт.), № 34 (2 эт.) и админздание (4 эт.). Дом № 41 является памятником архитектуры. Расстояние между наружными гранями стен существующих и возводимого зданий составляет: в зоне примыкания жилого дома №41 и админздания – 0,5м, в зоне примыкания жилого дома №34 – 2,5м.

Глубину заложения подошвы фундаментов от уровня дневной поверхности с учетом рельефа для возводимого здания составила от 6,8 до 9,0м. Фундаменты торцевых стен жилого дома №41 и админздания были усилены буронабъекционными сваями, одновременно служившими ограждением котлована при его отрывке на глубину устройства паркинга верхнего уровня. Из-за отсутствия доступа, фундаменты здания жилого дома № 34 не усиливались. Его сохранность обеспечивалась путем устройства со стороны площадки строительства шпунтовой стены из двухрядно расположенных буронабивных свай диаметром 40,0см. Важным вопросом при устройстве ограждения вблизи зданий являлось обеспечение ограничений смещения шпунтового ограждения в сторону котлована. Для

этой цели использовалась система распорок и подпорок, устанавливаемых в уровне ростверка, объединяющего головы свай, рис. 4.



Рис. 4. Ограждение котлована сваями с усилением распорками и подпорками, ул. Успенская

На протяжении выполнения работ по устройству подземной части здания выполнялся геотехнический мониторинг, который включал определение последовательности отрывки котлована, постоянный контроль качества выполнения работ, измерение горизонтальных перемещений ограждения котлована в уровне верха ростверков, наблюдения за осадками возводимых и примыкающих зданий. Получаемые в процессе мониторинга данные позволяли выполнять корректировку проектных решений в процессе устройства ограждений.

Горизонтальные перемещения ростверка во всех точках измерений развивались в сторону котлована. Максимальная величина горизонтального смещения была достигнута в ограждении расположенном со стороны жилого дома № 34 в точке, которая находилась на расстоянии одной трети длины ростверка от его угла, и составила около 9,0мм.

По данным результатов наблюдений за осадками марок, установленных на торцевых стенах, примыкающих к площадке зданий максимальная их величина не превысила 4,0мм. Видимых деформаций в конструкциях зданий не выявлено.

Конструктивными решениями шпунтового ограждения на период возведения подземного двухуровневого паркинга на ул. Литературной в г. Одессе предусматривалось устройство стального шпунта, раскрепленного подпорно-распорной системой. С северной стороны к строящемуся зданию примыкал 16-ти этажный жилой дом. Фундаменты существующего здания - свайные, что в значительной степени снижает нагрузки на шпунтовое ограждение от существующего здания. Одновременно с этим негативным фактором, усложняющим проектирование и строительство подземного паркинга, является наличие вблизи существующего здания напластования насыпных, неслегающих грунтов обратной засыпки. Кроме этого фактором, усложняющим строительство явилось наличие на площадке развитой сети подземных водонесущих коммуникаций.

Глубина котлована от уровня существующей дневной поверхности составила около 8,0м. Шпунтовые сваи выполнялись из прокатных швеллеров и двутавров, вдавливаемых в грунты основания с шагом 1.5м. Подпорно-распорная система была выполнена из стальных труб $\varnothing 133\text{мм}$ с передачей усилий на грунты основания посредством устройства дополнительных упорных фундаментов. Для исключения обтекания грунтом шпунтовых свай предусматривалось устройство заборки в виде сплошного дощатого наката, рис. 5.



Рис.5. Общий вид котлована, ул. Литературная

По результатам расчета шпунтового ограждения в программном комплексе PLAXIS необходимая глубина заделки шпунта ниже уровня дна котлована составила 4.0м. Расчетные деформации верха шпунтового ограждения составили 110мм. Поскольку критерием надежности

принимаемых решений не являлось ограничение деформаций, то столь значительное их развитие не снижало работоспособности шпунтового ограждения.

По результатам мониторинга при строительстве подземного паркинга максимальные перемещения верха шпунтового ограждения составили 125мм и были зафиксированы на участках котлована, примыкающих к зонам прокладки подземных водонесущих коммуникаций. Контроль деформаций шпунта в процессе строительства позволил объективно судить о соответствии расчетных предпосылок реальной работе конструкций.

По мнению авторов это связано, прежде всего, с повышенной влажностью грунтов на данных участках и наличием напластований насыпных неслежавшихся грунтов обратной засыпки. Для ограничения деформаций на данных участках в составе мониторинга были разработаны дополнительные мероприятия, заключающиеся в устройстве буронабивных анкерных свай за пределами бермы обрушения и установке оттяжек между шпунтом и анкерными сваями, а также установке дополнительных подпорок.

Аналогичные решения по устройству ограждения котлованов приняты и успешно реализованы и на других площадках, в частности, при устройстве подземных паркингов на улицах Генуэзская, Ясная, Адмиральском проспекте и др.

ВЫВОДЫ.

Опыт ограждений котлованов с использованием подпорно-распорных систем позволил значительно сократить сроки возведения подземных частей зданий и сооружений, снизить затраты и при этом в процессе строительства по результатам мониторинга обеспечить контроль надежности работы ограждения. Одновременно в стесненных условиях застройки обеспечивается снижение влияния строительства на сохраняемые здания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Улицкий В.М.. Геотехническое сопровождение развития городов. /Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г.. «Стройиздат Северо-Запад» – СПб, 2010. - 552с.
2. Колыбин И.В. Уроки аварийных ситуаций при строительстве котлованов в городских условиях. //Труды международной конференции по геотехнике. Развитие городов и геотехническое строительство. Т. 3. СПб, 2008. - С. 89-124.
3. Митинский В.М.. Обоснование конструктивных решений ограждений котлованов и мониторинг их работы. /Митинский В.М., Бараник С.В. //Міжвідомчий науково-технічний збірник.-К. НДІБК, 2011.