

РАСЧЕТ КРЕПЛЕНИЙ ОТКОСОВ КОТЛОВАНОВ И ГРУНТОВОГО МАССИВА В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Ельчанинов С.Н., студент гр. ЗПГС-602М. Научный руководитель -
Гришин А.В., д.т.н., проф.

Приведены некоторые современные сведения о назначении, расчете и возведении котлованов рядом с существующими сооружениями.

В настоящее время в городах часто ведется новое строительство за счет уплотнения старой застройки. Рядом с существующими сооружениями, снос которых нежелателен, строятся новые здания повышенной этажности или возводятся сложные подземные комплексы различного назначения, как например, показанный на рисунке 1. Это наблюдается и в Одессе. На рисунке 2 изображено строительство подземного паркинга на Греческой площади. Такие сооружения часто возводятся в открытых котлованах значительной глубины с наклонными (рис. 3) и вертикальными (рис. 4) откосами. Устройство котлована первого типа является наиболее простым и экономичным решением, однако применение этого способа встречает ряд ограничений. Так при увеличении глубины заложения сооружений существенно возрастает занимаемая площадь и объемы вынутого из котлована грунта. Чтобы избежать обрушения откосов, и, следовательно, разрушения рядом стоящих зданий, их приходится укреплять, что является довольно сложной задачей. Причина состоит в том, что конструкции существующих зданий со временем становятся очень чувствительными к неравномерным осадкам, которые зависят от конструктивных схем, возраста и физического износа материала сооружений, т. е. от их технического состояния. На способы крепления откосов котлованов также влияют геологические, гидрологические, климатические и сейсмические свойства окружающих грунтов. Так как грунты являются существенно нелинейной средой, то их напряженно-деформированное состояние очень сильно зависит от пути и времени нагружения и технологии выполнения строительных работ.

Многочисленные наблюдения показывают, что сооружение котлованов вблизи существующих зданий без принятия необходимых эффективных мер по недопустимости деформаций их откосов может

привести к различным аварийным ситуациям вплоть до разрушения как самих котлованов, так и расположенных рядом с ними зданий. На рисунках 5 и 6 приведены примеры разрушений котлованов. Многие различные случаи аварий с их анализом приведены, например, в следующих работах [1, 2, 3].



Рис. 1. Подземное строительство в городе Москве



Рис. 2. Строительство подземного паркинга в городе Одессе

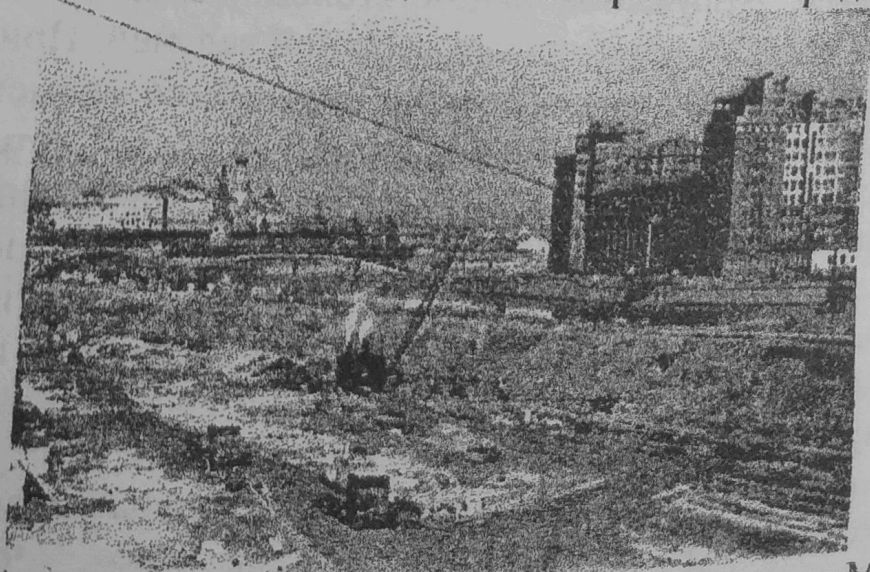


Рис. 3. Сооружение котлована под Дворец Советов в Москве, 1938 г.

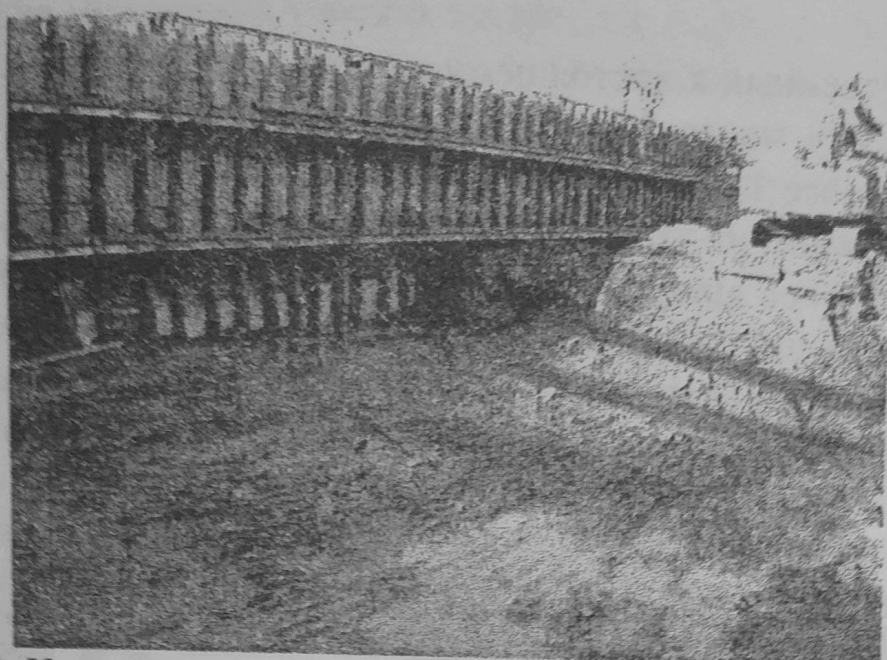


Рис. 4. Котлован с вертикальными укрепленными откосами

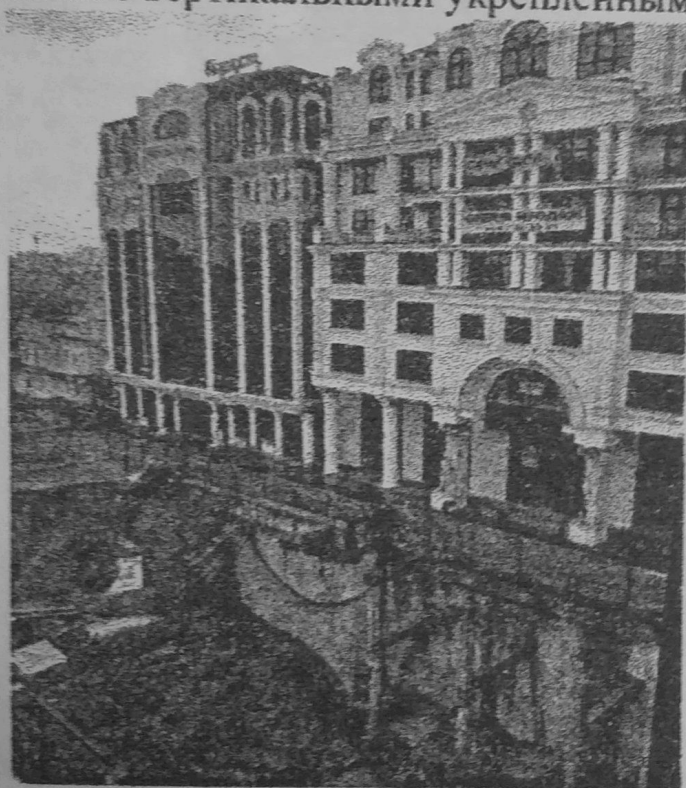


Рис. 5. Обрушение стенок котлована на Греческой площади в Одессе

В данной статье будут рассмотрены котлованы только с вертикальными откосами, которые укреплены от разрушения. В настоящее время для крепления стен котлованов, в основном, принимаются следующие конструкции [4, 5]: <стена в грунте>, шпунтовые ограждения и стенки из сплошного или разреженного с забиркой ряда свай. В зависимости от глубины котлованов такие стенки могут работать по консольной или балочной расчетной схеме. В качестве опор во втором случае могут использоваться анкерные устройства или другие удерживающие конструкции. Как показал

анализ возведенных к настоящему времени котлованов [6], 18% из них имеют глубину менее 5 м, 52% – 5-10 м, 23% – 10-15 м и остальные остальных более 15 м. Использовались ограждения: <стена в грунте> 37%, ограждение из труб 47%, буронабивные сваи 10% и остальные 6%. Применялись крепления: распорки 38%, подкосы 28%, грунтовые анкеры 16% и другие 18%. Невозможно в одной статье рассмотреть расчеты всех применяемых стенок и креплений котлованов, поэтому здесь будут рассмотрены только железобетонные стенки типа <стена в грунте> с грунтовыми анкерами, расположенными в один или несколько ярусов. Современное оборудование позволяет создавать стенки этого типа глубиной до 70 м и шириной от 0,4 м до 1,2 м.



Рис.6. Обрушение котлована в Загребе в 2007 г.

Отметим преимущества и недостатки таких креплений. Наблюдения показывают, что откосы котлованов обычно деформируются, и поэтому вокруг них происходит разуплотнение грунтов. Оно и вызывает осадки сооружений, находящихся вблизи котлованов. Применение предварительно-напрягаемых анкеров позволяет прижать стенку к грунту до того, как он разуплотнится и этим предупредить осадки сооружений построенных рядом с котлованом. Следовательно, анкерные крепления не должны разрушать расположенные рядом с котлованом ранее построенные здания и инженерные коммуникации, а также не препятствовать возможному строительству новых сооружений. Анкера могут

располагаться за пределами участка застройки, поэтому должны быть получены юридические согласования с хозяевами этих земель или расположенных на них сооружений.

Установлено, что возникающие деформации ползучести в анкерах являются незначительными и регламентируются нормами проектирования. Крепления в виде рассматриваемых стенок широко используются при слабых водонасыщенных грунтах и при высоких отметках уровня подземных вод. Они способны воспринимать не только давление грунта, но и гидростатическое давление грунтовой воды, являясь одновременно противофильтрационной завесой. Обычно анкерные крепления наиболее эффективны для больших котлованов и при их глубине более 6-7 м.

По способу устройства анкеры подразделяются на буровые, завинчиваемые, задавливаемые, забивные и комбинированные. Они устанавливаются по периметру котлована с шагом по горизонтали, обычно, 0.8–2.5 м под углом наклона к горизонту до 30–40°. Корни анкеров должны располагаться вне призмы активного давления грунта на стенку. При расположении оголовков анкеров ниже уровня подземных вод необходимо обеспечить их гидроизоляцию. Для более равномерной передачи усилий от анкеров на ограждающую стенку устраивают распределительные пояса. Анкера могут удаляться после возведения в котловане планируемого сооружения, способного воспринимать давление грунтовой среды, или они остаются не извлекаемыми.

При расчете котлованов с креплениями считаем, что грунтовая среда и материал конструкций крепления могут находиться в упругопластическом состоянии. Это отвечает их реальной работе во время строительства и эксплуатации. Используется теория пластического течения с упрочнением, по которой напряженно-деформированное состояние (НДС) системы, состоящей из грунтового массива, ранее построенных около котлована сооружений, ограждающих котлован конструкций и подземное сооружение, можно определять в зависимости от пути ее нагружения [7, 8]. При этом, этапы расчета могут соответствовать последовательности технологии выполнения строительных работ. Для решения таких задач может применяться программный комплекс Plaxis, работа с которым подробно описана в книге [9].

Вывод. Анализируя данные, полученные в результате расчетов, можно отметить следующее. От действия ранее построенных сооружений и собственного веса грунта происходит его поднятие внутри котлована, которое уменьшается с увеличением глубины.

Левая крайняя точка фундаментной плиты ранее построенного слева от котлована здания опустилась после окончания строительства дополнительно на 4см, а правая только на 1см, поэтому здание совместно с его фундаментной плитой наклоняется влево. Во втором слое грунта вблизи боковых стенок крепления котлована возникают пластические деформации.

Литература

1. Еремин В. Я. Крепление бортов глубоких котлованов // E-mail: kv@rita.com.ru
2. Сотников С. Н. Проектирование и возведение фундаментов вблизи существующих сооружений. – М.: Стройиздат, 1986. – 96 с.
3. Колыбин И. В. Уроки аварийных ситуаций при строительстве котлованов в городских условиях. – М.: НИИОСП, 2012. – 72 с.
4. Современные методы устройства котлованов // Стройметалл, №2(21). – 4с.
5. Петрухин В. П., Колыбин И. В., Разводовский Д.Е. Ограждающие конструкции котлованов, методы строительства подземных и заглубленных сооружений. – М.: НИИОСП, 2012. – 17 с.
6. Знаменский В. В., Чунюк Д. Ю., Морозов Е. Б. Опыт применения распорных и подкосных креплений ограждающих конструкций котлованов // Геотехника, №3, 2010. – с. 6 – 11.
7. Гришин В. А., Дорофеев В. С. Нелинейные модели конструкций, взаимодействующих с грунтовой средой. – Одесса, Зовнішрекламсервіс, 2006. – 242 с.
8. Гришин В. А., Дорофеев В. С. Некоторые нелинейные модели грунтовой среды. – Одесса: Внешрекламсервес, 2007. – 309 с.
9. Гришин В. А. и другие. Определение напряженно-деформированного состояния склонов и откосов в системе Plaxis. – Киев, МП Леся, 2012. – 218 с.