

СОВМЕСТНЫЙ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КРЕПЛЕНИЙ ОТКОСОВ КОТЛОВАНОВ И ГРУНТОВОГО МАССИВА

Гришин А.В., *д.т.н., проф.*, Сипливец А.А., *асп.*

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина*

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. Такие сооружения часто возводятся в открытых котлованах значительной глубины с наклонными и вертикальными 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. 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. Много различных случаев аварий с их анализом приведены, например, в следующих работах [1, 2, 3].

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.

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 напряжено-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 [6, 7]. 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 [8].

Порядок расчета котлована с креплениями откосов покажем на примере, расчетная схема которого приведена на рисунке 1. Котлован глубиной 10м и шириной 24м укреплен монолитной железобетонной стенкой высотой 16м и толщиной 0,5м с двумя ярусами анкеров. Слева от котлована расположено пятиэтажное каркасное здание, а справа сооружена железобетонная плита, на которую приложена распределенная нагрузка интенсивностью 50кН/м^2 . Фундамент здания выполнен в виде плиты. На нижнем этаже трехэтажного подземного гаража действует нагрузка интенсивностью 100кН/м^2 .

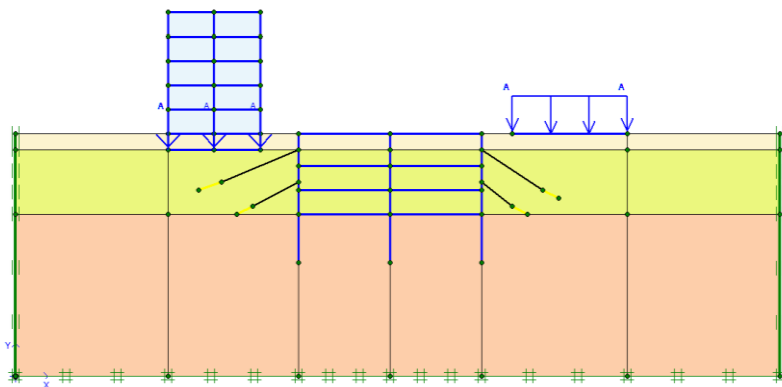


Рис. 1. Расчетная схема

Грунтовый массив состоит из трех слоев: песок, суглинок и глина. Приняты следующие этапы последовательности выполнения расчета котлована с креплением его откосов и трехэтажного подземного гаража по определению их НДС: 1, только от действия собственного веса

грунтового массива, т. е. будет учтено природное давление в грунте; 2, дополнительно от действия построенного здания и от приложенной на плиту нагрузки до возведения котлована; 3, дополнительно от сооружения стенок, ограждающих котлован, и выемки в нем грунта до отметки первого яруса анкеров; 4, дополнительно от установки анкеров первого яруса и от выемки грунта до отметки второго яруса анкеров; 5, дополнительно от установки анкеров второго яруса и от выемки грунта до отметки дна котлована; 6, дополнительно от временной нагрузки, действующей только на нижнем этаже подземного гаража. При этом, перемещения, полученные на первом этапе расчета обнуляются, а напряженное состояние сохраняется и учитывается на последующих этапах расчета. Следовательно, строительство котлована и подземного гаража начинается только на третьем этапе.

На рисунке 2 приведена в увеличенном масштабе деформация системы после второго этапа расчета, т. е. ее состояние к началу строительства котлована и подземного гаража. Наибольшая осадка системы находится под зданием, расположенным левее будущего котлована, и равна 3,04см. На этом же рисунке показаны деформируемые конечные элементы, на которые разбивается система.

На рисунке 3 приведена в увеличенном масштабе деформация системы после шестого этапа расчета, т. е. ее состояние после завершения строительства котлована, подземного гаража и действия временной нагрузки.

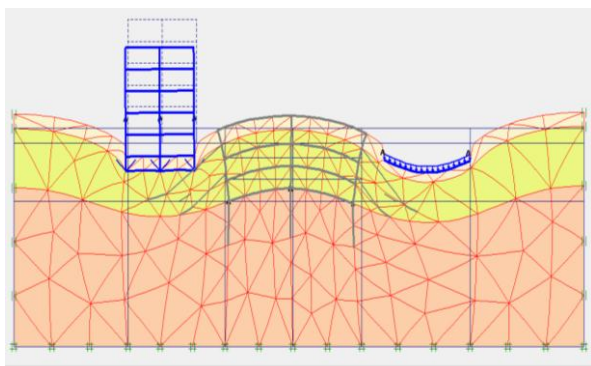


Рис. 2. Деформация системы в увеличенном масштабе после второго этапа расчета

На рисунках 4, 5 и 6 показаны соответственно эпюры перемещений, полных и касательных напряжений системы после шестого этапа расчета. Справа от эпюр приведены масштабные линейки, используя которые можно определить напряженно-деформируемое состояние в любой точке системы

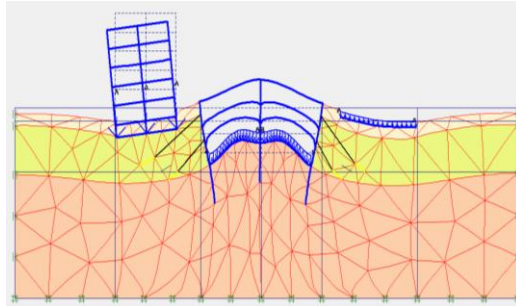


Рис. 3. Деформация системы в увеличенном масштабе после шестого этапа расчета

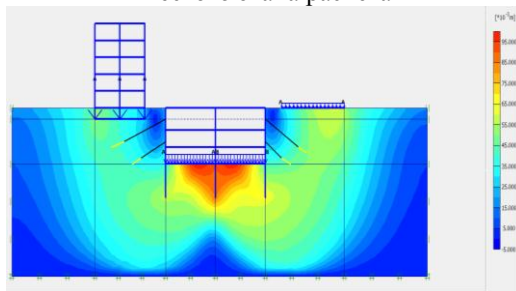


Рис. 4. Эпюра перемещений системы после шестого этапа расчета

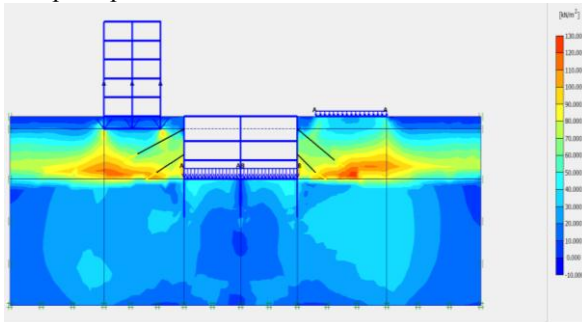


Рис.5. Эпюра полных напряжений в системе после шестого этапа расчета

Вывод

Анализируя приведенные выше рисунки, можно отметить следующее. От действия ранее построенных сооружений и собственного веса грунта происходит его поднятие внутри котлована и уменьшение с глубиной его ширины. 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.

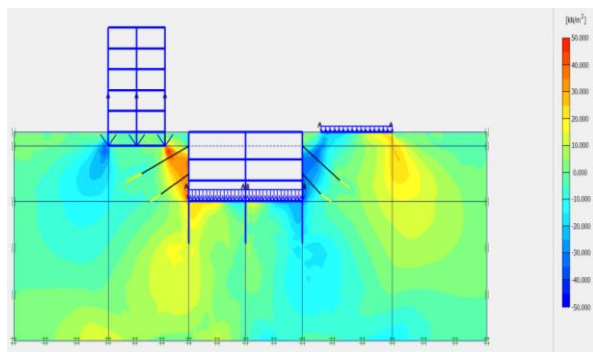


Рис.6. Эпюра касательных напряжений в системе после шестого этапа расчета

SUMMARY

Some modern information over is brought about setting and calculation of foundation pits next to existent building.

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. Гришин В.А., Дорофеев В.С. Нелинейные модели конструкций, взаимодействующих с грунтовой средой. – Одесса, Зовнішрекламсервіс, 2006. – 242 с.
7. Гришин В.А., Дорофеев В.С. Некоторые нелинейные модели грунтовой среды. – Одесса: Внешрекламсервес, 2007. – 309 с.
8. Гришин В.А. и другие. Определение напряженно-деформированного состояния склонов и откосов в системе Plaxis. – Киев, МП Леся, 2012. – 218 с.