

*Я.И. Червинский, к.т.н., с.н.с.
В.Д. Шуминский, к.т.н., доцент
О.В. Шидловская, аспирантка
С.В. Степанчук, инженер*

Государственное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций», г. Киев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ГРУНТА НА ПОДЗЕМНЫЕ ЧАСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА СКЛОНАХ

Рассмотрены методы определения расчетного значения силы давления, которое действует на подземные части зданий и сооружений в условиях строительства и эксплуатации на плотно застроенных территориях у подножия склона.

Ключевые слова: *оползневое давление грунта, активное давление грунта, давление грунта в состоянии покоя, склон, ограждение котлована.*

*Я.І. Червинський, к.т.н., с.н.с.
В.Д. Шуминський, к.т.н., доцент
О.В. Шидловська, аспірантка
С.В. Степанчук, інженер*

Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ

ВИЗНАЧЕННЯ ТИСКУ ҐРУНТУ НА ПІДЗЕМНІ ЧАСТИНИ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ПРИ БУДІВНИЦТВІ НА СХИЛАХ

Розглянуто методи визначення розрахункової величини сили тиску ґрунту, який діє на підземні частини будівель та споруд в умовах будівництва та експлуатації на щільно забудованих територіях біля підніжжя схилу.

Ключові слова: *зсувний тиск ґрунту, активний тиск ґрунту, тиск ґрунту в стані спокою, схил, огороження котлована.*

*Ya.I. Chervinsky, Dr-Ing.
V.D. Shumynsky, Reader, Dr-Ing.
O.V. Shydlovska, post-graduate student
S.V. Stepanchuk, engineer*

State Enterprise «State Research Institute of Building Structures», Kiev

DETERMINATION OF SOIL PRESSURE FORCE ACTING TO UNDERGROUND BUILDINGS AND STRUCTURES ON SLOPES

Methods for determination of calculation value of soil pressure force acting to underground building and structures harts in construction and operation conditions in dense built-up territories close to slope foot are presented in paper.

Keywords: *landslide pressure, active earth pressure, earth pressure at rest, slope, diaphragm wall of deep excavation.*

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными практическими заданиями. Отличительной особенностью строительства в современных условиях является, прежде всего, стремление к освоению подземного пространства застраиваемых территорий при строительстве подземных паркингов, инженерных и транспортных сооружений, торговых и культурно-развлекательных комплексов. В стесненных условиях плотной городской застройки в процессе устройства глубоких

котлованов и проведения мероприятий по защите существующих зданий и сооружений от негативного влияния нового строительства на склонах имеет большое значение фактор изменение устойчивости склонов.

Одним из способов устройства подземной части является выполнение ограждения котлована до его отрывания. Затем разрабатывается котлован под защитой ограждения и начинается возведение фундамента здания и подземной его части. В этом случае вертикальные элементы такого ограждения воспринимают горизонтальное давление грунта. При значительных горизонтальных нагрузках от грунта ограждение котлована служит также и несущей конструкцией подземной части, что позволяет часть горизонтальной нагрузки от грунта передавать на подземную часть зданий и сооружений, возводимых на склонах. Это позволяет уменьшить горизонтальное давление грунта, способствующее потере устойчивости склона (сдвигающие силы).

Анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение проблемы. Методика определения оползневое давление грунта на подземные части зданий и сооружений при строительстве на склонах приведена в работах [1, 2].

Выделение не решенных ранее частей общей проблемы, которым посвящается статья. При достаточно хорошей изученности вопроса существуют проблемы с определением расчетного значения силы давления, которое действует на подземные части зданий и сооружений в условиях строительства и эксплуатации на плотно застроенных территориях у подножия склона.

Поэтому за **цель работы** принято на реальном примере строительства показать методику расчета оползневое давление на подземную часть здания.

Изложение основного материала исследований. Для того чтобы правильно запроектировать конструкцию ограждения котлована, необходимо определить тип и величину давления грунта. В практике проектирования в настоящее время определяют давления грунтов, влияющих на устойчивость склона:

1. Оползневое давление грунта [1].
2. Активное давление грунта [2].
3. Давление грунта в состоянии покоя [2].

Определение оползневое давление грунта в условиях возможного образования оползневое тела имеет большое значение. Расчетное оползневое давление определяется как разность между сдвигающими силами F , умноженными на коэффициент запаса устойчивости последствий (ответственности) для конкретного класса сооружения K_{st} , и удерживающими силами R , состоящими из сил трения и сцепления грунта по намеченной поверхности смещения (ДБН В.1.1-3-97):

$$E_{on} = K_{st} \cdot F - R \quad (1)$$

Величина оползневое давление определяется по методике Г.М. Шахунянца при коэффициенте надежности по ответственности, равном 1,1 [1]. Сила оползневое давление на ограждение котлована E_{on} приложена в центре тяжести массива грунта и направлена под углом к ограждению котлована, равному углу наклона плоскости сдвига в месте ее пересечения с ограждением котлована. Силу оползневое давление необходимо учитывать при расчете ограждения котлована в эксплуатационный и строительный периоды.

Под активным давлением понимают предельное давление грунта на сооружение в условиях, когда грунт за сооружением перешел в состояние предельного равновесия, т. е. при бесконечно малом увеличении нагрузки произойдет обрушение грунта за сооружением.

Активное давление σ_{ah} грунта на глубине z определяется по формуле [2]

$$\sigma_{ah} = \gamma \cdot z \cdot \lambda_a, \quad (2)$$

где γ – расчетное значение удельного веса грунта, кН/м³;

λ_a – коэффициент активного давления грунта, определяющий по формуле

$$\lambda_a = \left[\frac{\cos(\varphi - \alpha)}{\cos \alpha \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \rho)}{\cos(\alpha + \delta) \cos(\alpha - \rho)}} \right)} \right]^2, \quad (3)$$

где ρ – угол наклона поверхности грунта к горизонту, принимаемый со знаком плюс при отклонении этой поверхности от горизонтали вверх: $|\rho| \leq \varphi$.

Эпюры активного давления треугольные. Сила активного давления E_a приложена в центре тяжести эпюры активного давления массива грунта предполагаемой призмы обрушения и направлена перпендикулярно к ограждению котлована. Силу активного давления необходимо учитывать при расчете ограждения котлована в эксплуатационный и строительный периоды.

В случае неподвижного ограждения котлована деформации грунта в зоне, ближайшей к стенке, происходят без возможности бокового расширения и поэтому при действии только собственного веса грунта можно принять

$$\sigma_x = \xi \sigma_z = \xi \gamma_p z, \quad (4)$$

где ξ – коэффициент бокового давления грунта.

Вертикальное нормальное напряжение σ_z от собственного веса грунта определяется по формуле [2]

$$\sigma_z = \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i, \quad (5)$$

где n – число слоев грунта, расположенных выше рассматриваемой глубины;

γ_i – удельный вес грунта i -го слоя;

h_i – толщина i -го слоя грунта.

В качестве расчетного давления грунта принимается наибольшее из трех полученных значений.

Рассмотрим вариант определения типа давления грунта, которое должно восприниматься ограждением котлована со стороны склона на примере строительства офисного центра со встроенными и пристроенными помещениями и учреждениями общепита с подземным и надземным паркингами со сносом существующих зданий и сооружений по ул. Сергея Струтинского, 13-15, в Печерском районе г. Киева.

Площадка проектируемого строительства расположена у склона Старонаводнической балки. Склоны балки задернованы, поросшие в основном фруктовыми деревьями, имеют умеренную крутизну, частично террасированы, видимые оползневые проявления не наблюдаются. На склонах и у подножия склонов построены одно- и двухэтажные индивидуальные жилые дома. Видимых деформационных трещин в зданиях не наблюдается. Абсолютные отметки поверхности земли изменяются в пределах 138,50...160,00 м [3 – 7].

Генеральный план площадки строительства показан на рисунке 1.

Ограждение котлована предполагается выполнять из буросекущих свай разной длины, диаметром 1020 мм.

Для обеспечения устойчивости ограждения котлована при устройстве подземного паркинга его разработку предполагается выполнять способом «сверху вниз». Максимальная глубина котлована составит 18,0 м с нагорной стороны. План ограждения котлована показан на рисунке 2.

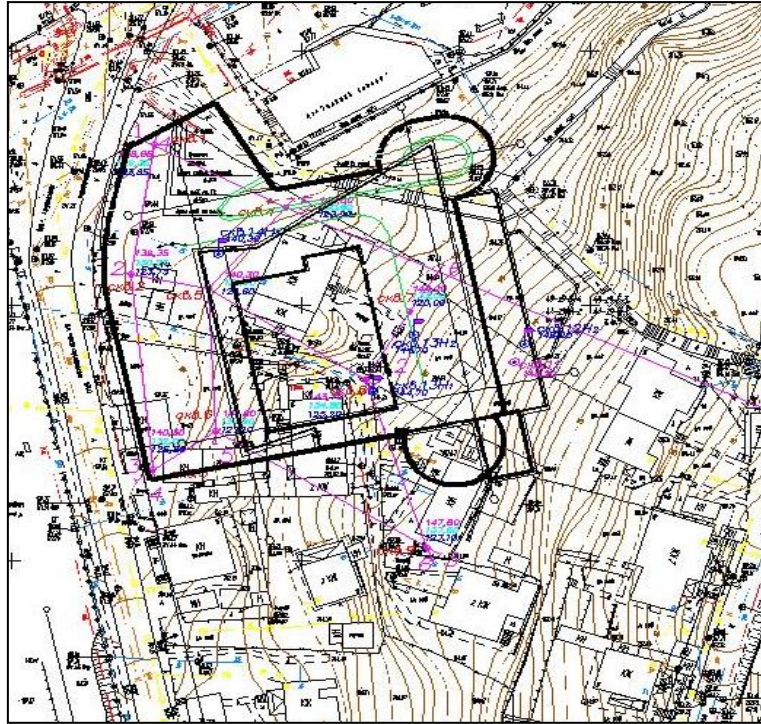


Рисунок 1 – Генеральный план участка строительства

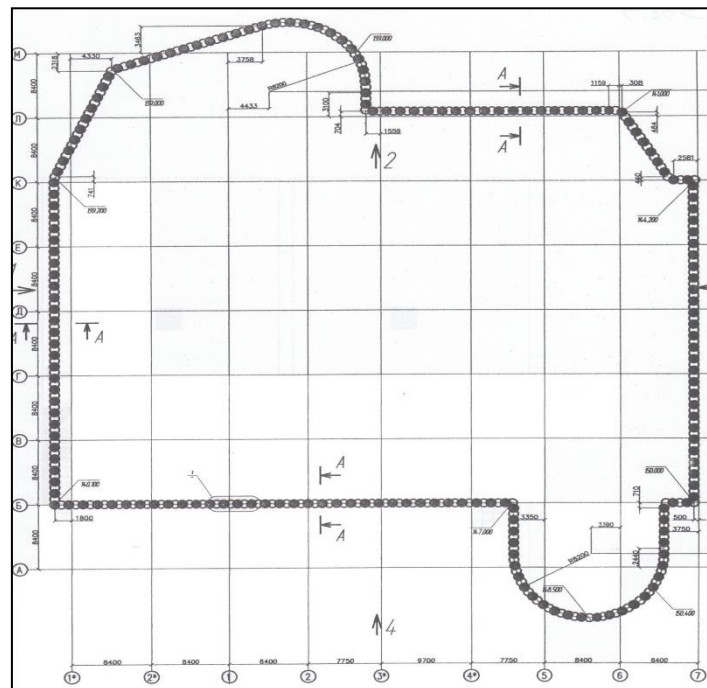


Рисунок 2 – План ограждения котлована

Для определения давления грунта на ограждение котлована по оси «7» в осях «Б» – «К» выполнялись расчеты для двух случаев:

- 1) эксплуатационный случай;
- 2) строительный случай.

Для эксплуатационного случая выполнялись расчеты для пониженных характеристик грунтов ($0,6c_{ест}$, $\varphi_{ест}$). Для строительного случая принимались характеристики грунта в естественном состоянии ($c_{ест}$, $\varphi_{ест}$).

Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчета давления, которое действует на ограждение котлована

Период	Сила давления, т/п.м.		
	Оползневое давление	Активное давление	Давление покоя
Эксплуатационный ($0,6c_{ест}$; $\varphi_{ест}$)	194,0	137,9	140,4
Строительный ($c_{ест}$; $\varphi_{ест}$)	151,8	120,0	

На рисунке 3 показаны эпюры давления на ограждающие конструкции.

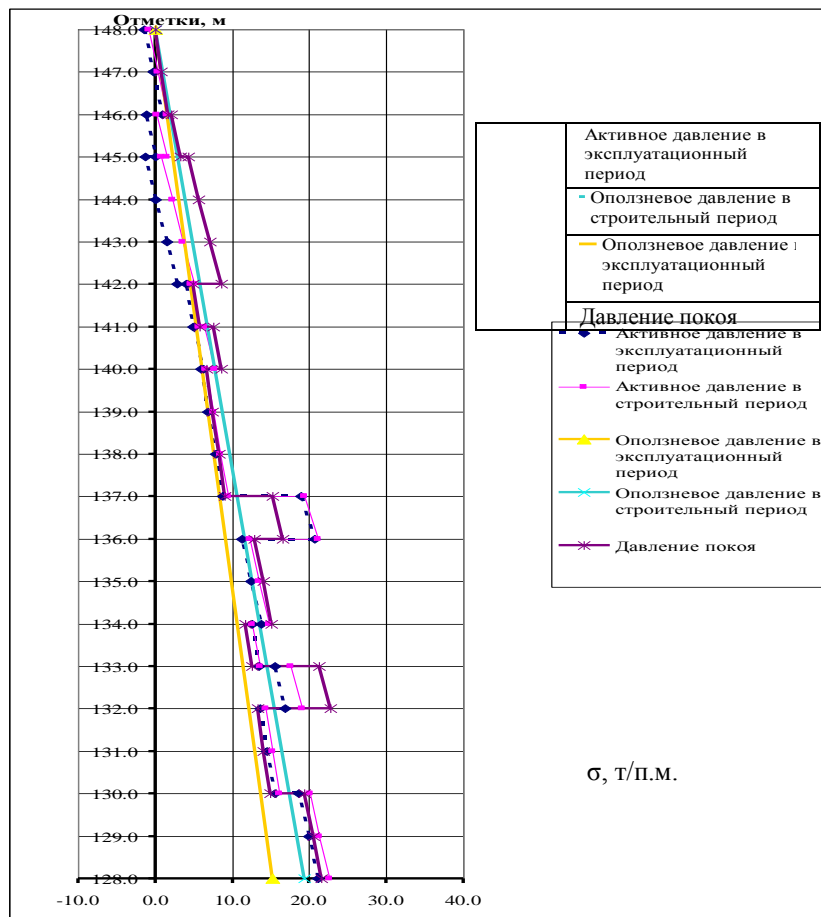


Рисунок 3 – Эпюры давления грунта

Выводы. В результате расчетов по определению нагрузок на ограждение доказано, что ограждение котлована по оси «7» в осях «Б» – «К» следует рассчитывать на оползневое давление, которое оказалось наибольшим по сравнению с активным давлением грунта (151,8 т/п.м.) и давлением грунта в состоянии покоя (140 т/п.м.). Это связано с тем, что склон находится в предельно устойчивом состоянии и нуждается в проведении мероприятий по повышению его устойчивости. Сила давления –194 т/п. м.

Литература

1. Рекомендации по комплексным мерам защиты зданий и сооружений на оползнеопасных склонах / НИИСК Госстроя СССР. – Киев: НИИСК, 1989. – 295 с.
2. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика. – Москва: Стройиздат, 1985. – 421 с.

3. Отчет об инженерно-геологических изысканиях под перспективное строительство на пересечении бул. Дружбы Народов и ул. Струтинского в Печерском районе г. Киева. Стадия ТЭО. – Киев: ООО «ВКП «Мегабуд», 2009. – 50 с.

4. Отчет об инженерно-геологических изысканиях под офисный центр с встроенными и пристроенными помещениями и объектами общественного питания с подземным и надземным паркингом со сносом существующих зданий и сооружений по ул. Сергея Струтинского, 13-15, в Печерском районе г. Киева. Стадия РД. – Киев: ООО «ВКП «Мегабуд», 2009. – 42 с.

5. Технічний звіт про інженерно-геологічні вишукування для будівництва офісно-торгового комплексу з підземно-наземним паркінгом по вул. С. Струтинського в Печерському районі м. Києва. – Київ: ТОВ «ВКП «Мегабуд», 2006. – 62 с.

6. Звіт про інженерно-геологічні вишукування на ділянці будівництва по вул. Мічуріна. – Київ: Акціонерне товариство «Київпроект», 1997. – 25 с.

7. Архивные материалы инженерно-геологических изысканий территории, прилегающей к земельному участку на пересечении улицы Струтинского и бульвара Дружбы Народов в Печерском районе г. Киева. Стадия проектирования – предпроектные проработки. – Киев: ООО «Интегра-Холдинг», 2009. – 28 с.

Надійшла до редакції 10.10.2012

© Я.И. Червинский, В.Д. Шуминский, О.В. Шидловская, С.В. Степанчук