

Согласно нормам СНиП площадь машиноместа составляет 2,3 х 5 м ($S = 11,5 \text{ м}^2$), следовательно на 1 уровне можно разместить около 170 машин, а общая вместимость подземной парковки может составить до 500 автомобилей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Умнов В.А., Харченко А.В. Проблемы развития городской подземной транспортной инфраструктуры. – М.: МГГУ, 2004. – 126 с.

УДК 622.692.24

Солодянкин А.В., д.т.н., доц., Андронович Е.В., студ., каф. СГМ, НГУ, г. Днепрпетровск, Украина

РАЗРАБОТКА РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ПРОЕКТИРУЕМОГО И СУЩЕСТВУЮЩЕГО ЗДАНИЙ

Введение. Концепция развития городов Украины предполагает увеличение жилой и гражданской застройки с повышением эффективности использования земель населенных пунктов. Строительство зданий в пригородных, удаленных от центра территориях, приводит к значительным затратам земельных ресурсов, потере природных зеленых зон, росту затрат на транспортные и инженерные коммуникации. Поэтому учреждения и инвесторы заинтересованы в поиске территорий в пределах существующей застройки центральной части города. Однако, в настоящее время практически все центральные части крупных городов застроены. Один из путей разрешения этой проблемы заключается в повышении эффективности эксплуатации застроенных площадей путем реконструкции, надстройки, уплотнении существующей застройки [1].

В качестве примера рассмотрим проект реконструкции первого корпуса Национального горного университета. Здание было построено в 1920-х годах и изначально было рассчитано на обучение небольшого количества студентов. С развитием университета, не смотря на появление целого ряда корпусов, существует необходимость увеличения числа лекционных и лабораторных аудиторий, помещений для книгохранилищ, читальных и компьютерных залов, конференц-зала и прочих. Поэтому в настоящее время рассматривается проект сооружения многоэтажного здания во внутреннем дворе первого корпуса, площадь которого на данный момент используется не эффективно.

Разработка проектов такого типа и их реализация на практике достаточно сложны. Недостаточная обоснованность принимаемых решений, не учет некоторых факторов при проектировании приводят к просадкам, деформациям несущих конструкций зданий и даже к их разрушениям.

В связи с этим актуальной задачей при рассмотрении таких проектов является создание модели проектируемого здания и исследование взаимного влияния и напряженно-деформированного состояния толщи грунтов в районе предполагаемого строительства.

Цель работы – обоснование параметров строительства многоэтажного здания во внутреннем дворе первого корпуса Национального горного университета (г. Днепропетровск).

Для достижения цели поставлены следующие задачи исследований:

- анализ горно-геологических и гидрогеологических условий строительства в районе НГУ;
- анализ методов расчета взаимного влияния фундаментов;
- разработка численной модели для решения задачи о взаимном влиянии фундаментов;
- исследование взаимного влияния проектируемого многоэтажного здания на свайном фундаменте и существующего трёхэтажного на ленточном фундаменте и анализ результатов.

Объектом исследования является напряженно-деформированное состояние основания фундаментов.

Предмет исследования – параметры взаимного влияния фундаментов.

Идея работы состоит в использовании численной модели для учета влияния проектируемого здания на существующее в конкретных горно- и гидрогеологических условиях строительства.

Исходные данные. Первый корпус НГУ – трехэтажное здание с подвалом, построено в 1904-1920 годах. Несущие стены выполнены из кирпича, кровля – из кровельного железа на деревянных стропилах, перекрытия – железобетонные монолитные, фундамент - ленточный бутобетонный.

Состояние конструкций здания хорошее.

Проектируемое здание (корпус №11): несущие конструкции – каркасно-монолитные железобетонные, фундамент – свайный. На свободном пространстве между корпусами предусматривается устройство атриума. В корпусе №11 предполагается размещение лекционных и лабораторных аудиторий, конференц-зала, книгохранилищ.

Здание №11 проектируется достаточно близко к существующему и его строительство не должно привести к деформациям основания и повлиять на целостность соседнего, поэтому важным вопросом является оценка взаимного влияния фундаментов зданий.

Существующие методики расчета зданий в основном построены на упрощенной расчетной схеме и, как следствие, имеют существенные погрешности в расчете и не позволят учесть многих параметров, как самого фундамента, так и окружающего грунта. В связи с этим предлагается провести численные исследования взаимного влияния фундаментов.

Анализ горно-геологических и гидрогеологических условий.

Основание фундаментов складываются следующие грунты:

Слой № 1. Насыпной слой-суглинок, тёмно-серый, с обломками железа, битым кирпичом, мелкой щебенкой. Мощность 0,2-0,5 м.

Слой № 2. Почвенно-растительный слой – представлен суглинком темно-серым, рыхлым, с корнями растений и ходами землероев, мощностью 0,2-0,4 м.

Слой № 3. Лесс светлый, макропористый, твердый, мощностью 16,4-16,7 м.

Слой № 4. Суглинок лессовый, буровато-желтый, макропористый, карбонативированный, твердый. Максимальная вскрытая мощность суглинков составляет 7,0 м.

Слой № 5. Лесс светло-желтый, водонасыщенный от твердой до текучей консистенции. Полная мощность лессов не пройдена.

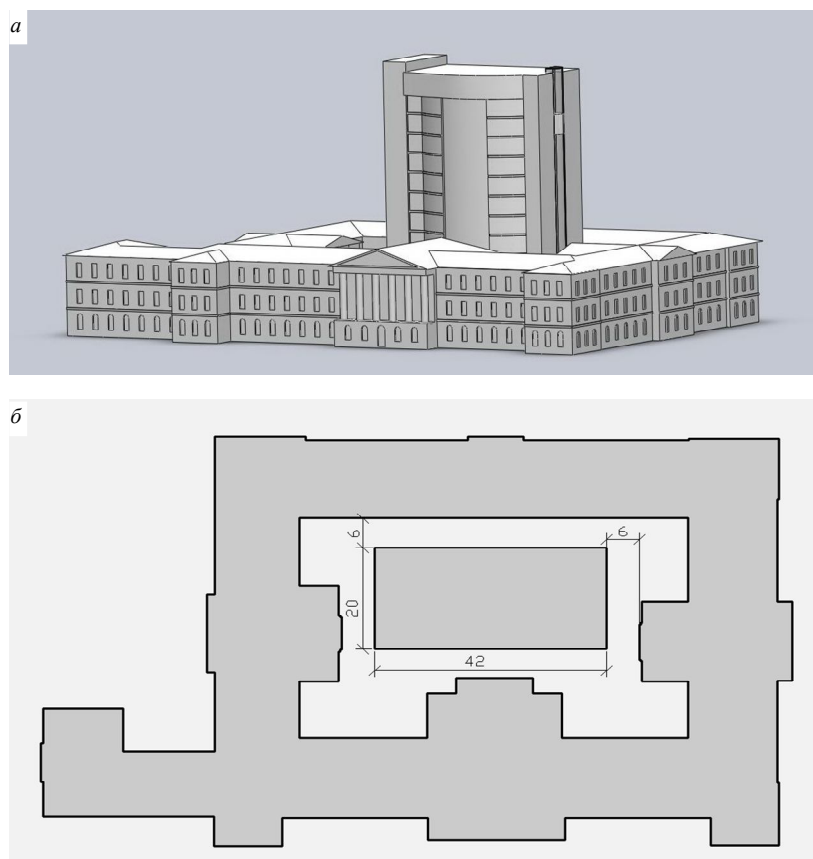


Рис.1. Проект строительства корпуса №1: а – общий вид; б – план зданий

Результаты прессиометрических испытаний грунтов.

1. Характеристика просадочности толщи.

Вскрытая толща лессовых грунтов (слой № 3) в пределах исследуемой площадки проявляет просадочные свойства от замачивания под нагрузкой $2,5 \text{ кг/см}^2$ с глубиной 0,5 м (от подошвы почвенно-растительного слоя) и до глубины 8,0 м. Самопросадочных свойств грунты не проявляют.

Мощность просадочной толщи от подошвы почвенно-растительного слоя до непросадочного грунта составляет 7,5 м. Суммарная величина просадки от замачивания под нагрузкой $2,5 \text{ кг/см}^2$ при величине относительной просадочности 0,006-0,145, по дудке №1, составляет 54,06 см.

По величине самопросадочности исследуемая площадка относится к первому типу грунтовых условий по просадочности.

2. Результаты прессиометрических испытаний грунтов.

Результаты проведенных испытаний позволяют оценить однородность исследуемой толщи грунтов по величинам полученных модулей деформации. Диапазон изменения анализируемых величин $235-373 \text{ кг/см}^2$ (для слоя № 3), что свидетельствует о сравнительной однородности светло-желтых лессов. При этом следует отметить, что до глубины 11,0 м наблюдается закономерное увеличение модуля деформации с глубиной, а затем некоторое его снижение.

3. Результаты статического зондирования.

По величине удельного сопротивления грунта проникновению конуса, плотность исследуемой толщи грунтов и ее сопротивляемость внедрению конуса характеризуется следующим образом.

До глубины 3,0 м до поверхности земли наблюдается закономерное увеличение удельной сопротивляемости грунта и затем стабилизации последнего на величине порядка 60 кг/см^2 в интервале глубин 3,0 – 4,5 м.

Затем до глубины 5,5 м от поверхности земли вновь наблюдается увеличение удельной сопротивляемости грунта до величины $80,0 \text{ кг/см}^2$.

В интервале глубин 6,0 – 7,5 м отмечен прослой грунта с максимальной плотностью, характеризующийся удельным сопротивлением $110 - 120 \text{ кг/см}^2$, а затем наблюдается некоторое снижение плотности.

Грунты, залегающие в интервале глубин 7,5 – 14,5 м от поверхности земли, характеризуются сравнительно однородной плотностью при средней величине удельного сопротивления порядка $90-110 \text{ кг/см}^2$. Эта толща может быть использована естественным основанием свайных фундаментов.

На основании выполненных инженерно-геологических, лабораторных и опытных работ можно сделать следующие выводы.

1. В качестве естественного основания проектируемого сооружения могут служить грунты слоев № 3-5.

2. Основанием свайных фундаментов могут быть использованы грунты слоя № 3-4, ниже глубины 8,0 м от поверхности земли, т.е. ниже подошвы просадочного слоя до глубины 20,0 м.

3. На декабрь месяц 1972 г на исследуемой площадке был вскрыт безнапорный водоносный горизонт на глубине 24,5-24,9 м.

4. По результатам исследований, выполненных в последующие годы, уровень грунтовых вод находится на отметке – 12 м от поверхности [2].

5. По данным химического анализа, согласно РСН-249-63 водсреда не обладает агрессивными свойствами по отношению к бетонам.

Учитывая вышеизложенное, глубина заложения свай принимается равной 10 м.

Предлагаемые решения конструкции фундаментов

Учитывая горно-геологические и гидрогеологические условия строительной площадки, предлагается два варианта фундаментов:

1. Свайный фундамент.

Устраивается буронабивными сваями с уширением на концах, сваи устраиваются на глубину 10 м.

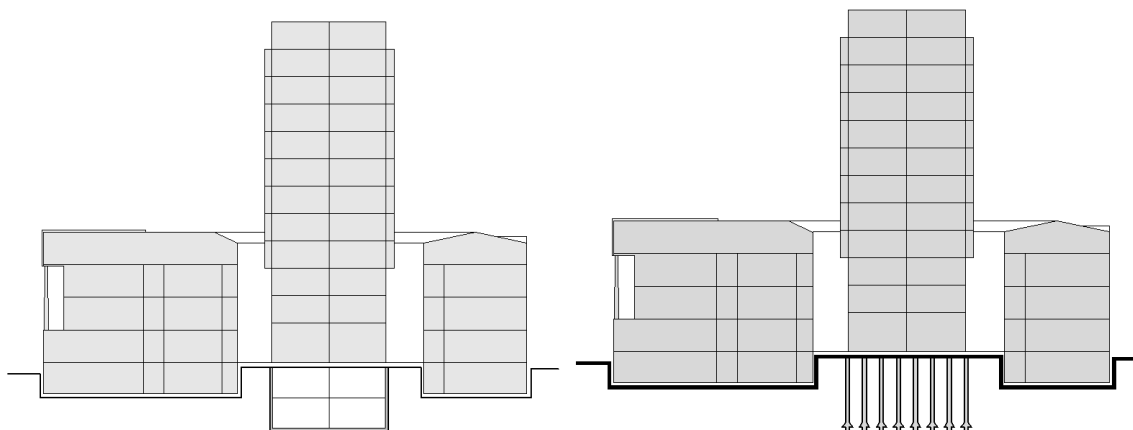


Рис. 3. Монолитный плитный фундамент

Рис. 2. Свайный фундамент

2. Устройство монолитной фундаментной плиты.

Плита заглубляется до отметки - 10 м, устраивается методом «стена в грунте». Основное преимущество этого варианта - возможность сооружения двух-трех подземных этажей (рис. 3)

Учитывая стесненные условия строительства, необходимость его проведения в сжатые сроки, целесообразно принять свайный фундамент.

Расчет свайного фундамента с учетом его влияния на соседний ленточный.

Расчеты напряженно-деформированного состояния неоднородного слоистого основания выполнены с использованием программного комплекса Solid Works, который основан на методе конечных элементов.

При построении модели и её расчете приняты следующие условия:

1. Основание является линейно-деформируемой средой. Все напряжения и деформации определяются как для линейно-деформируемого полупространства. Деформационные свойства среды определены модулем деформации и коэффициентом Пуассона слоев грунта. Так как давление под подошвой фундаментов должно быть меньше расчетного сопротивления грунта, то развитие пластических деформаций не учитывается. Решение проводится по «упругой схеме» [3].

2. Размеры расчетной области – массива грунта, приняты из условия: глубина - более значения мощности сжимаемой толщи; ширина расчетного массива грунта - более ширины и влияния фундаментов на 10 м.

3. Нагрузка на фундаменты - равномерно распределенная.

На основании вышесказанного получена модель вида (рис. 4):

В результате расчета получаем величину деформации грунта под подошвой ленточного фундамента, она сравнивается с дополнительными допустимыми осадками [1]:

$$S_{\text{доп}} \geq S_{\text{max}}, \quad (1)$$

где $S_{\text{доп}}$ – допустимая дополнительная осадка, S_{max} – максимальная величина деформаций под подошвой ленточного фундамента.

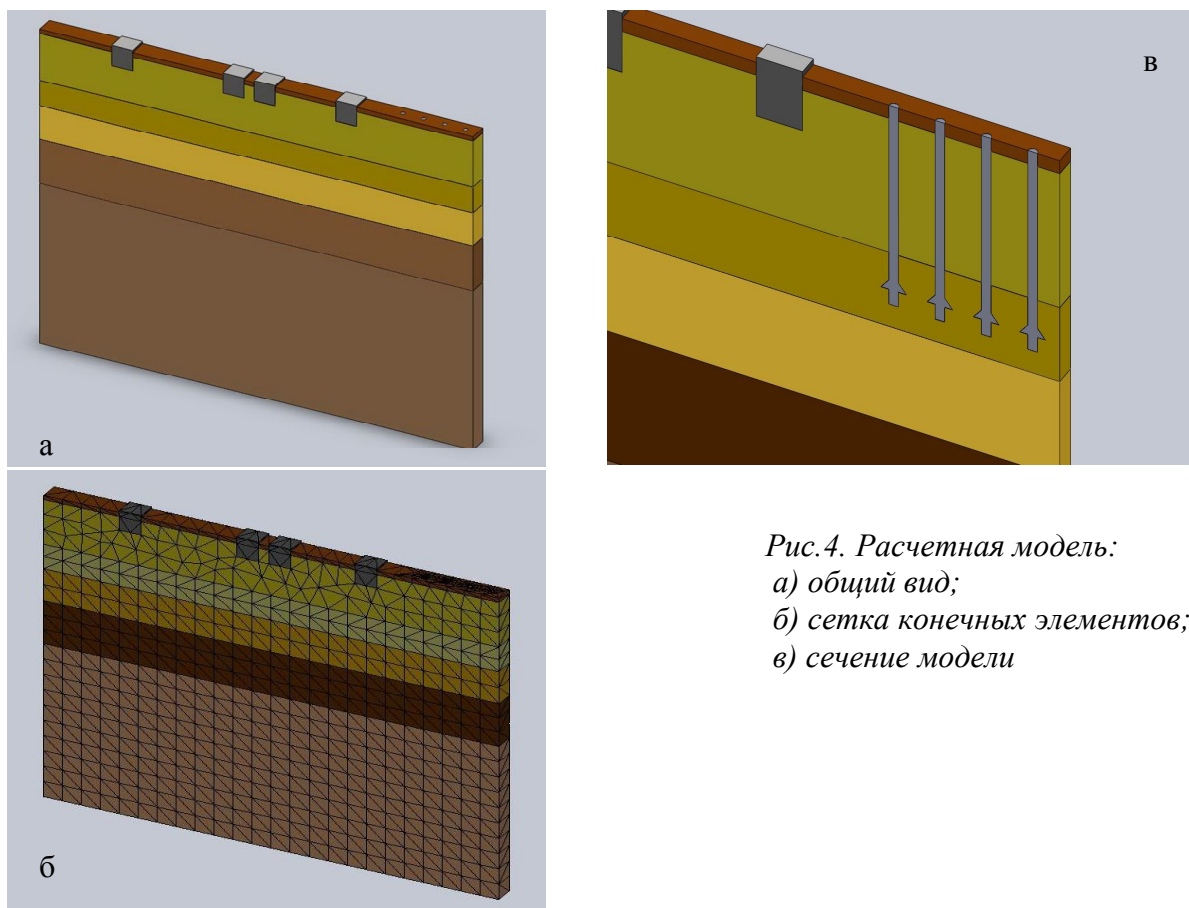


Рис.4. Расчетная модель:
 а) общий вид;
 б) сетка конечных элементов;
 в) сечение модели

Нагрузка на свайный фундамент, определяемая количеством этажей проектируемого здания, подбирается так, чтобы условие 1 выполнялось.

Выводы

1. Разработана расчетная схема нагруженного свайного фундамента и ленточного, для расчета с использованием МКЭ, позволяющая учитывать взаимное влияние фундаментов в конкретных горных и гидрогеологических условиях строительства.

2. Определены тип фундаментов и параметры проектируемого здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Присяжнюк В.Ф. Містобудівні аспекти реконструкції міських територій // Матеріали ІV міжнар. виставки-конференції «Реконструкція житла – 2002» . Київ, 2002. – С. 3-5.

2. Пустовойтенко В.П., Садовенко И.А., Тимощук В. И. Исследования геотехнических процессов при проведении выработок под сооружением // Науковий вісник НГА України. -2001. - № 5.

3. Цытович Н.А. Механика грунтов. М.: 1963. – 636 с.

4. Далматов Б. И. Проектирование фундаментов зданий и подземных сооружений. СПб.: СПбГАСУ, 2001. – 440 с.