

Солодянкин А.В., д.т. н., проф., Рубан Н.Н., асп. ГВУЗ «НГУ», г. Днепрпетровск, Украина

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСНОВАНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ЗДАНИЯ

Введение. Численность населения земли постоянно увеличивается. При этом плотность населения весьма неравномерна. Отмечается стабильный рост численности населения крупных городов мира. В некоторых высокоразвитых странах (например, в Японии) доля городских жителей достигает 80 % общей численности населения.

В таких условиях резко обостряются многие проблемы развития мегаполисов, особенно такие, как дефицит новых площадей, создание транспортных сетей, структур жизнеобеспечения и др.

В настоящее время практически все центральные районы крупных городов плотно застроены. Удобных мест для строительства остается все меньше. Поэтому строить приходится в самых неудобных местах: на косогорах, подтопляемых территориях, в непосредственной близости от уже возведенных зданий и сооружений.

Многие из существующих сооружений, рядом с которыми ведется строительство, имеют фундаменты неглубокого заложения. Устройство новых фундаментов, котлованов, использование подземного пространства под паркинги и другие объекты нарушают равновесное напряженно-деформированное состояние (НДС) грунтового основания и, в большинстве случаев, негативно влияют на существующие конструкции зданий.

Важную роль при проектировании играет инженерное обоснование конструкции объектов, технологии их строительства, дополнительных (специальных) мероприятий, которые должны обеспечить минимальные изменения НДС основания и фундамента.

Существующие нормы и эмпирические зависимости при оценке влияния нового строительства на существующие конструкции, в основном построены на упрощенной расчетной схеме и, как следствие, имеют существенные погрешности в расчетах, что не позволяет учитывать многих параметров, как самого фундамента, так и окружающего грунта.

В последнее время в связи с развитием информационных технологий, вычислительной техники и программного обеспечения, широкое распространение для решения геотехнических задач получили численные методы. Наиболее часто для этих целей используются методы конечных (МКЭ) и граничных (МГЭ) элементов.

МГЭ и МКЭ позволяют решать геомеханические задачи, аналитическое решение которых представляет значительные математические трудности. Полученные при решении результаты обладают хорошей представительностью и, при использовании адекватных математических моделей, достаточной точностью.

В статье рассматривается возможность строительства нового учебного корпуса Национального горного университета на территории внутреннего двора уже существующего 1-ого корпуса (рис. 1).

Новое здание 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.

Таким образом **целью статьи** является оценка степени влияния нового строительства на существующее здание и обоснование параметров защитных мероприятий для предупреждения опасных деформаций фундамента.

Обоснование защитных мероприятий при строительстве нового учебного корпуса. На основании выполненных инженерно-геологических, лабораторных и опытных работ можно сделать следующие выводы (рис. 2):

1. Грунты слоев № 1 и № 2 насыпной и почвенно-растительный слой вследствие своей неоднородности, разрыхленности, остатков корней и растений, не могут быть использованы естественным основанием сооружения. Суммарная мощность не строительных грунтов 0,5...0,8 м.

2. Основанием фундаментов могут быть использованы грунты слоя № 3...4, ниже глубины 8,0 м от поверхности земли, т.е. ниже подошвы просадочного слоя до глубины 12,0 м.

3. Уровень грунтовых вод находится на глубине 12 м от поверхности.

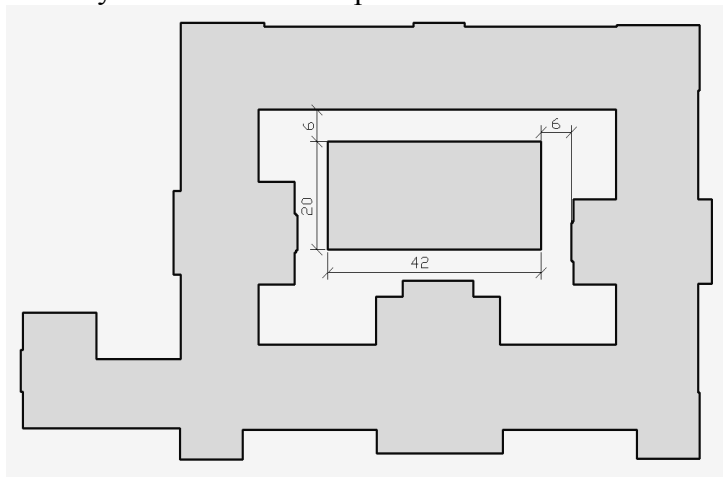
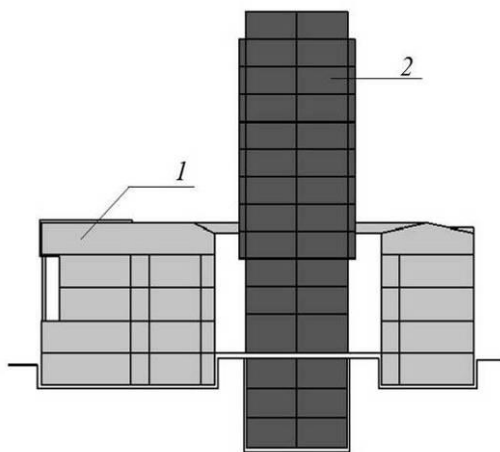


Рисунок 1 – Общий вид нового корпуса (а) и план расположения корпуса (б)

Учитывая геологические условия, для проектируемого здания принимается монолитный плитный фундамент, с заложением подошвы на глубине 10 м от поверхности.

Рассматривая условия строительства нового высотного здания во внутреннем дворе главного корпуса НГУ, в части выбора рационального способа ограждения стен котлована и защиты существующего задания от деформаций, необходимо отметить следующее.

Применение забивного шпунтового ограждения (например, шпунта Ларсена, как наиболее эффективного в сложных условиях) недопустимо из-за негативного воздействия ударных нагрузок на фундаменты близкорасположенных зданий.

Устройство ограждения котлована из труб большого диаметра часто сопровождается проблемами при бурении шнеком в техногенных грунтах, в которых встречаются остатки старых фундаментов, строительный мусор и пр.

Использование буронабивных свай в качестве ограждения котлована значительно увеличивает стоимость строящегося объекта.

Устройство «стены в грунте» траншейным способом в данных условиях неприемлемо из-за ограниченных объемов возведения ограждения, а также из-за невозможности применения громоздкого оборудования для устройства траншей и приготовления глинистого раствора.

Альтернативным вариантом является сооружение разделительной стены с применением технологии струйной цементации грунтов “jet-grouting”(рис.3). Основным преимуществом этой технологии [1] является возможность производства работ без ударных нагрузок на близко расположенные здания. Кроме того, устройство ограждения котлована из грунтобетонных свай позволяет выполнить работы с высокой производительностью, в сжатые сроки, что является особенно важным для инвестора с точки зрения эффективности затраченных финансовых ресурсов.

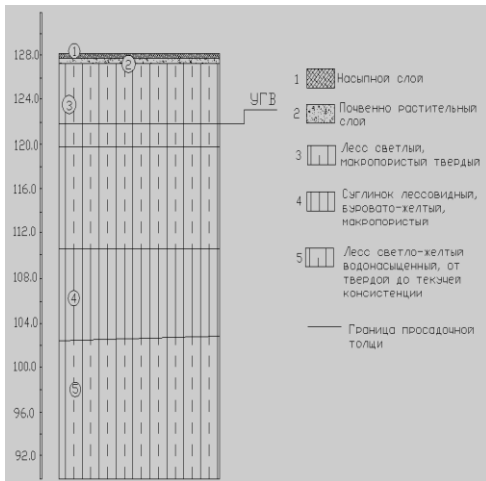


Рисунок 2 – Геологический разрез

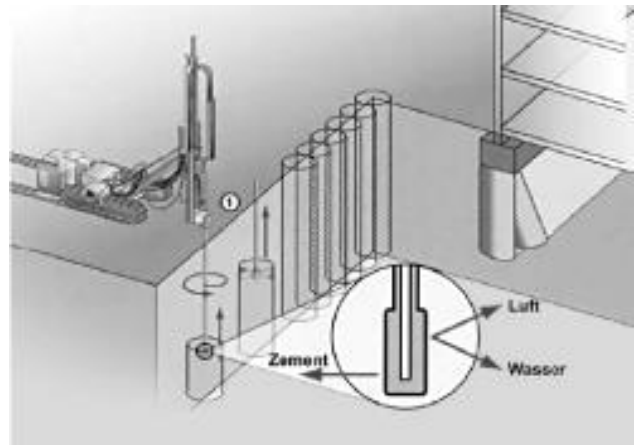


Рисунок 3 – Схема работы технологии "jet-grouting"

После затвердевания раствора вокруг скважины, в диаметре от 600 до 2000 мм, образуется новый материал – грунтобетон, обладающий высокими прочностными, деформационными и противофильтрационными характеристиками.

В качестве ограждения используют грунтоцементные вертикальные соприкасающиеся колонны, армированные стальными трубами.

Разработка численной модели и исследование НДС основания здания при строительстве близкорасположенного нового. Строительство нового здания рядом с существующим, ведет к перераспределению напряжений в основании. Для определения зависимости осадки здания от нагрузки на фундамент пристраиваемого с использованием разделительной стены, построена расчетная схема, представленная на рис. 4.

Рассматриваемый аналитический метод расчета имеет ряд существенных недостатков [2]:

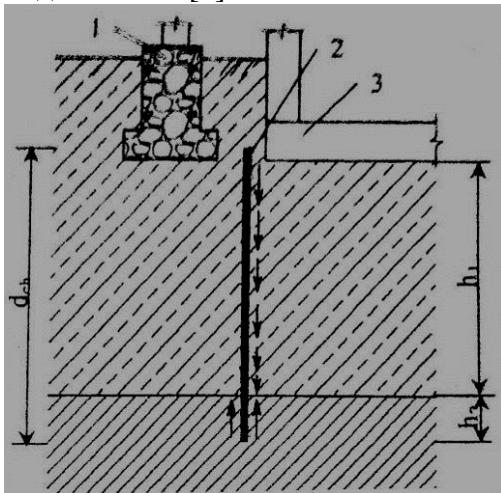


Рисунок 4 – Разделительная стена:
1-фундамент существующего здания; 2-разделительная стена; 3- фундамент нового здания

- при оценке несущей способности стены на вертикальное нагружение не полностью учитывается ее работа в зоне h_1 ;

- не учитывается вертикальное сопротивление за подошвой стенки;

- вертикальное давление, которое передается на стенку от новостроя, принимается как расчетное для каждого грунтового слоя без учёта его затухания с глубиной сжимаемой толщи;

- методом непосредственно не определяется осадка основы существующих сооружений от воздействия новостроя, т.е. не достигается главная цель проектирования стенки по деформациям – сравнение расчетных и граничных осадок;

- метод не позволяет учитывать техническое состояние существующего здания при проектировании разделительной стены.

Указанные выше недостатки существующего способа проектирования разделительной стенки можно преодолеть, если воспользоваться методикой математического моделирования напряженно-деформированного состояния системы «новострой – окружающие здания и сооружения». Математическая сторона моделирования реализуется путем решения

упругопластической задачи нелинейной механики грунтов МКЭ. Это не только позволяет оценить напряженно-деформированное состояние основания под конкретным сооружением, но и влияние разных факторов, в том числе этапов строительства и последующей эксплуатации нового здания. Процесс анализируется поэтапно от начала строительства и до определенного этапа эксплуатации новостроя.

Для получения величины дополнительной осадки на каждом этапе определялось перемещение в узлах подошвы ленточного фундамента (рис. 5). Для расчетов использовалась программа Phase.

На основании результатов пошагового моделирования были получены данные, позволяющие определить зависимость величины дополнительных осадок ленточного фундамента от нагрузки на плитный при использовании разделительной стены. Графическое представление результатов приведено ниже на рис. 6.

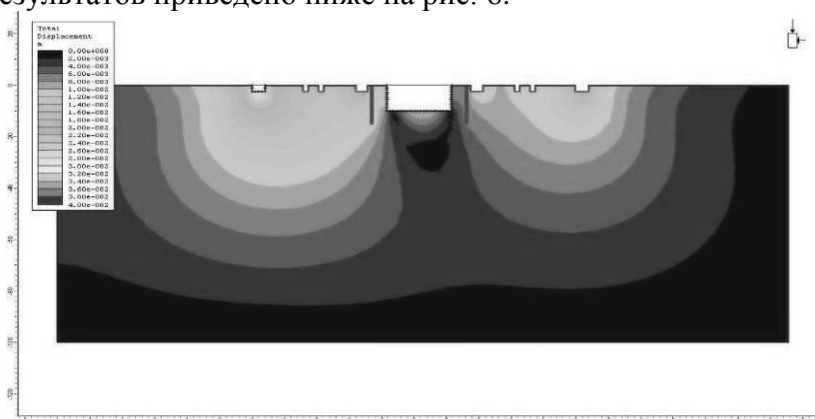


Рисунок 5 – Перемещение в узлах подошвы ленточного фундамента при строительстве здания в 12 этажной с применением разделительной стены глубиной 15 м и на расстоянии 1 м от фундамента старого здания

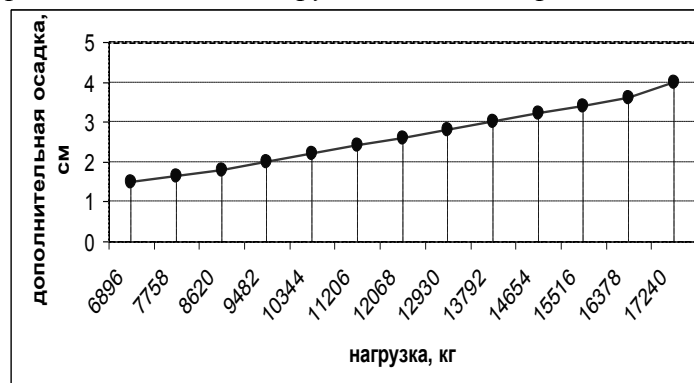


Рисунок 6 – Зависимость величины дополнительных осадок ленточного фундамента от нагрузки на ленточный фундамент с применением разделительной стены глубиной 15 м и на расстоянии 1 м от фундамента старого здания

Выполненные исследования позволили установить максимальную этажность нового здания при допустимых деформациях существующего для различных параметров разъединительной стены, значения которых приведены в табл. 1.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. Деформации фундамента существующего здания снижаются при уменьшении расстояния разделительной стены от здания по линейной зависимости, которая описывается уравнением:

$$S_{дон} = 0,2l + 1,6 \quad (1)$$

2. Деформации фундамента существующего здания снижаются при увеличении глубины разделительной стены по линейной зависимости, которая описывается уравнением:

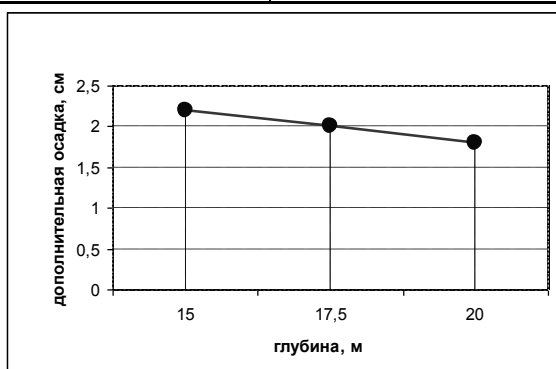
$$S_{дон} = - 0,2Н + 2,3 \quad (2)$$

Вывод. Зависимости, полученные в результате расчетов позволяют выбрать рациональные параметры разделительной стены для защиты существующего здания от деформаций при новом строительстве. В частности, в зависимости от технических возможностей принимаемого оборудования для создания разъединительных стен, можно рекомендовать минимальное расстояние от защитной стены до стен существующего здания.

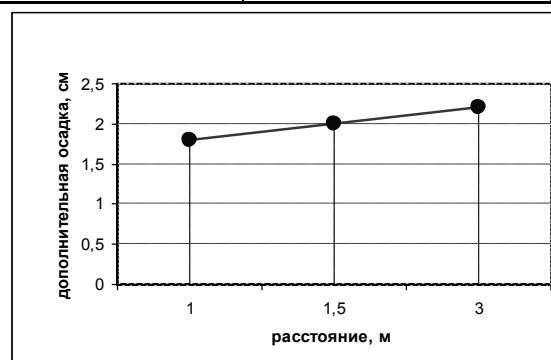
Таблица 1

Максимальная этажность нового здания при допустимых деформациях

Глубина стены, м	Расстояние до фундамента старого здания, м	Максимальная этажность	
		Всего	Наземной части
15	1	19	16
	1,5	18	15
	3	17	14
17,5	1	20	17
	1,5	19	16
	3	18	15
20	1	21	18
	1,5	20	17
	3	19	16



а)



б)

Рис. 7. График зависимости осадки фундамента от расстояния разделительной стенки от существующего здания (а); график зависимости осадки от глубины разделительной стенки (б)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Климович К. Технология "jet-grouting": основные принципы и возможности/ К. Климович// World Underground Spase. – 1997. – №6. – С. 20-24.
2. Зоценко М.Л. Эффективность разъединительных стенок в грунте при защите существующих сооружений от влияния новостроев/ М.Л. Зоценко, О.В. Борт//Бетон и железобетон в Украине. – 2007. – №6. – С.10-14.