

УДК.622.831

Солодянкин А.В., д.т.н., проф., Рубан Н.Н., аспирант, Ермоленко Л.С., магистр, каф. СГМ, Государственный ВУЗ «НГУ», г. Днепрпетровск, Украина

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СПОСОБА ОХРАНЫ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Развитие крупных городов-мегаполисов в настоящее время при остром дефиците свободных территорий для строительства на поверхности, плотной городской застройке невозможно без освоения подземного пространства.

Особенность этого направления состоит в комплексной застройке пригодных для этого территорий, как в сложившейся части города, так и в развивающихся его районах, в функциональной, социальной и архитектурно-композиционной взаимосвязи с поверхностной планировкой и застройкой.

Зарубежный опыт показывает, что для обеспечения устойчивого равновесия и комфортного проживания в мегаполисе доля подземных сооружений от общей площади вводимых объектов должна составлять 20-25%. В Москве же эта цифра не превышает 8%, в Киеве не более 6%, еще меньше в других городах СНГ [1].

На современном этапе город Днепрпетровск является сложившимся мегаполисом с многочисленными памятниками исторического наследия, развитой промышленностью, культурными и научно-образовательными центрами.

В настоящее время в структуре развития Днепрпетровска существует безусловная диспропорция. Преобладающим является строительство объектов на поверхности, среди которых основной объем занимают торгово-развлекательные комплексы, супермаркеты, гостиницы и здания офисного типа.

Примером комплексного подхода при развитии центральной части города с освоением подземного пространства могут служить оригинальные архитектурно-планировочные решения в некоторых городах Германии. Так, в подземном культурном комплексе у кафедрального собора в старой части Кельна размещены ряд крупных объектов: два музея, концертный зал Кельнской филармонии и подземная автостоянка. Подземный комплекс, примыкающий к железнодорожному вокзалу в Штутгарте, дал возможность изолировать друг от друга потоки людей и автотранспорта, предоставив свободный проход пассажирам в близлежащий парк, к автостоянкам, остановкам трамвая, станциям метро и железной дороги. В просторных подземных помещениях размещены многочисленные торговые точки и пункты питания [2].

В связи с этим, одной из важных направлений в стратегии развития города Днепрпетровска является планирование комплексов, объединяющих

объекты как наземные, так и подземные. Такие комплексы позволят снять «напряженность» в деловых кварталах города, районах, насыщенных транспортными линиями и пассажиропотоками и т.д. На наш взгляд, эффективность и целесообразность развития подземной инфраструктуры города заключается в комплексном использовании таких подземных объектов, как:

- торгово-развлекательные комплексы;
- культурные и спортивные центры;
- механизированные стоянки для легковых автомобилей;
- проходные тоннели для инженерных сетей;
- автодорожные транспортные тоннели,

расположенных в центрально-городской застройке Днепропетровска, и соединенных подземными переходами с линиями общественного транспорта и общественными объектами.

В качестве примера подобного объекта может быть рассмотрен многофункциональный комплекс в районе Нагорного рынка по пр. Гагарина (рис. 1), между домами №21 (жилой, многоэтажный) и № 29 (торговый центр). Назначение данного объекта, учитывая находящиеся рядом многоэтажные студенческие общежития НГУ, НМетАУ и УДХТУ – культурно-развлекательный центр с многоярусным подземным гаражом (паркингом). Наличие последнего весьма актуально, поскольку рядом расположен огромный торговый центр «Нагорный», супермаркет АТБ и ряд других торговых центров, учреждений и офисных помещений.

Однако, при проектировании и строительстве таких сооружений, необходимо учитывать их влияние на фундаменты существующих зданий. Для снижения степени влияния необходимо проведение дополнительных защитных мероприятий.

Целью исследований, результаты которых изложены в статье, является определение рациональных параметров защитных мероприятий, предупреждающих опасные деформации фундаментов существующих зданий при строительстве многофункционального культурно-развлекательного комплекса с подземным гаражом по адресу: пр. Гагарина, 23/27. Решение этой задачи было выполнено с применением численного метода исследований.

Идея работы заключается в определении дополнительных осадок



Рис. 1. Общий вид строительного участка

фундаментов существующих зданий от нового строительства с учетом горно-геологических условий и параметров ограждающих конструкций.

Подземный гаражный комплекс представляет собой трехэтажное сооружение с монолитными железобетонными стенами и перекрытием, фундамент – плитный железобетонный, закладываемый на глубине 12 м. Минимальная вместимость – 150 автомобилей.

Строительная площадка сложена в верхней части насыпным и почвенно-растительным слоем, мощностью 80 см. Далее, до глубины 17 м залегает лесс, ниже – суглинок. Уровень грунтовых вод находится на глубине 12-13 м.

Предельно допустимая величина осадок фундаментов существующих зданий составляет 4 см, предельный крен 0,004. Для учета нагрузок на фундаменты существующих и строящегося здания был выполнен сбор нагрузок.

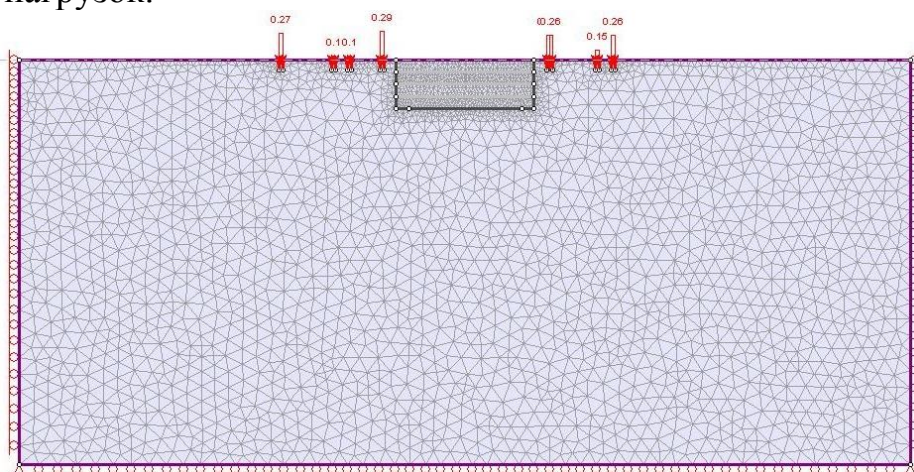


Рис. 2. Численная модель участка строительства

Разработанная численная модель представляет собой участок породного массива, включающего существующие здания и строящийся подземный комплекс (рис. 2). Породный массив представляется

весомой линейно-деформируемой средой. Все виды нагрузок, действующие на массив, приведены к статическим силам и приложены в узловых точках. На внешнем контуре области массива заданы поверхностные силы. Деформационные свойства среды описываются модулем деформации и коэффициентом Пуассона.

Для решения поставленной задачи использовался программный продукт Phase 2, реализующий метод конечных элементов. Исследуемая область аппроксимировалась треугольными элементами.

При разработке модели были введены некоторые упрощения:

1. Для решения задачи принята плоская модель, которая находится в наиболее опасном сечении котлована.
2. Рассматривается необводненный массив.
3. Разработка котлована и строительство подземного гаража рассматриваются поэтапно.

На первом этапе моделировалось последовательное раскрытие котлована и возведение гаража с оценкой НДС породного массива и находящихся рядом зданий. Осадка фундаментов зданий и деформации котлована оценивались величиной вертикальных и горизонтальных смещений (рис. 3).

В результате было установлено, что величина дополнительных осадок оснований существующих зданий при строительстве подземного объекта превышает допустимые значения для рассматриваемого класса зданий при глубине котлована свыше 6 м. В условиях неравномерных осадок фундаментов, существующие здания могут испытывать крен, значение которого также выше максимально допустимого значения.

Таким образом, для защиты фундаментов существующих зданий от влияния нового строительства должны быть предусмотрены защитные мероприятия.

В качестве такового была принята технология струйной цементации грунтов (рис. 4). Преимуществом этой технологии является возможность производства работ без динамических нагрузок на близко расположенные здания. Кроме того, устройство ограждения котлована из грунтобетонных свай позволяет выполнить работы с высокой производительностью и в короткие сроки.

Для проведения исследований и оценки эффективности способа защиты фундаментов от нового строительства в разработанную ранее численную модель введены элементы усиления в виде грунтоцементных колонн, расположенных под ближайшими к котловану участками фундаментов. Угол наклона свай от вертикали принят равным 80° – для удобства бурения скважин у стен зданий.

В качестве исследуемых параметров приняты глубина заложения основания колонны от поверхности и диаметры грунтоцементных колонн 120 и 160 см.

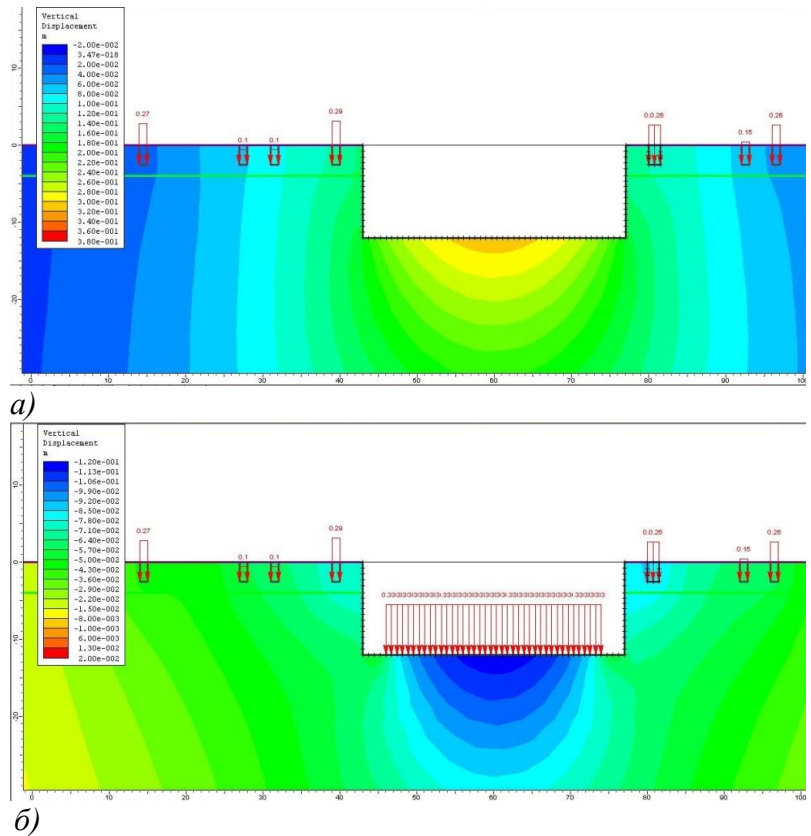


Рис. 3. Вертикальные перемещения в подошве фундаментов существующих домов и стенах котлована: а - разработка котлована на глубину 12 м; б - сооружение подземного комплекса

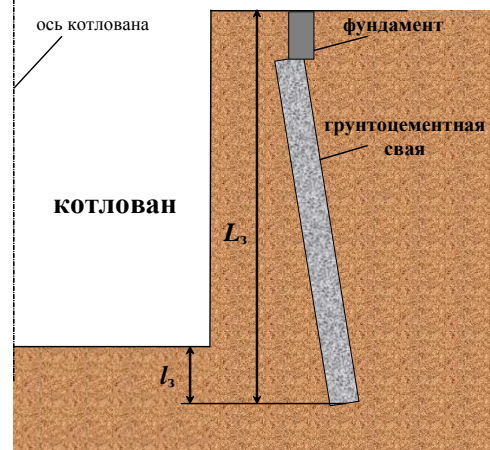


Рис. 4. Схема расположения свай под фундаментом здания

Степень эффективности применяемых колонн определялась разностью между смещениями крайних точек фундаментов домов №21 и №29 и горизонтальными смещениями верхних точек котлована. Эти значения определялись при разработке котлована на полную глубину 12 м. В качестве контрольных значений приняты результаты исследований предыдущей модели №1.

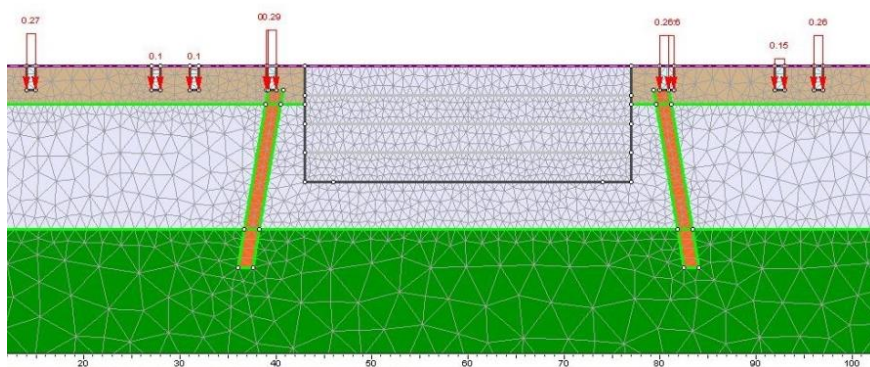


Рис. 5. Расчетная схема задачи с грунтоцементными сваями длиной 21 м и диаметром 1,6 м (модель б)

Для определения степени эффективности применяемых грунтоцементных свай был рассмотрен ряд моделей с различными параметрами свай. При моделировании грунтоцементных свай, имеющих длину свыше 17 м, возникла необходимость введения в численную модель еще одного слоя – суглинка, имеющего более высокие прочностные свойства, чем залегающий выше лесс (рис. 5).

Сравнение результатов моделирования приведено на рис. 6. Оно показало, что наиболее эффективной схемой повышения устойчивости грунтового массива является модель № 7. Глубина заложения колонны составляет 21 м; диаметр 120 см; угол наклона к вертикали 80°. Такие колонны обеспечивают выполнение требований допустимой осадки фундаментов, крена зданий и снижают деформации стен котлована. При этом нужно учитывать, что снижение осадок фундамента зависит также от прочности массива, который является основанием грунтоцементной колонны. Результаты моделирования позволили установить зависимости величины смещений породного массива U (см) (рис. 7):

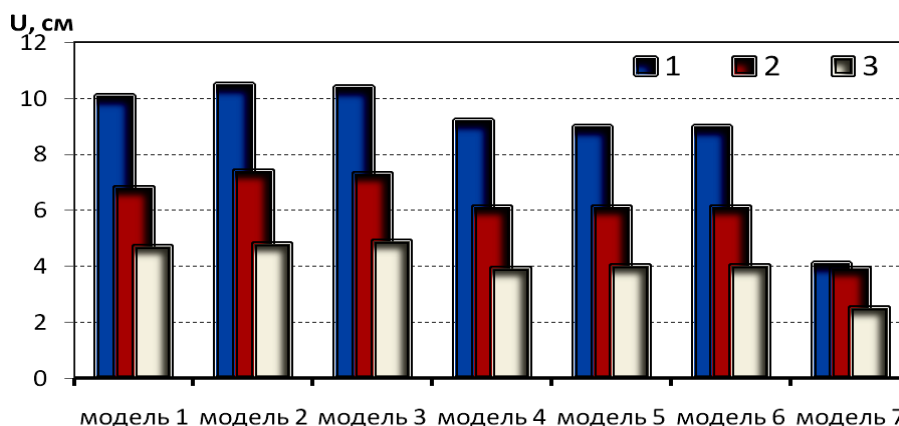


Рис. 6. Сравнение результатов моделирования различных схем
 1 – разность вертикальных оседаний между точками фундамента дома № 21,
 2 – разность вертикальных оседаний между точками фундамента дома № 29,
 3 – величина горизонтального смещения верхней точки котлована

печивают выполнение требований допустимой осадки фундаментов, крена зданий и снижают деформации стен котлована. При этом нужно учитывать, что снижение осадок фундамента зависит также от прочности массива, который является основанием грунтоцементной колонны. Результаты моделирования позволили установить зависимости величины смещений породного массива U (см) (рис. 7):

– от глубины заложения грунтоцементной колонны L_3 :

$$U = 0,55L_3^2 - 2,8 L_3 + 9,8; \quad (1)$$

– от модуля Юнга пород, являющихся основанием грунтоцементной колонны E
:

$$U = 0,25E^2 - 2,05 E + 8,0. \quad (2)$$

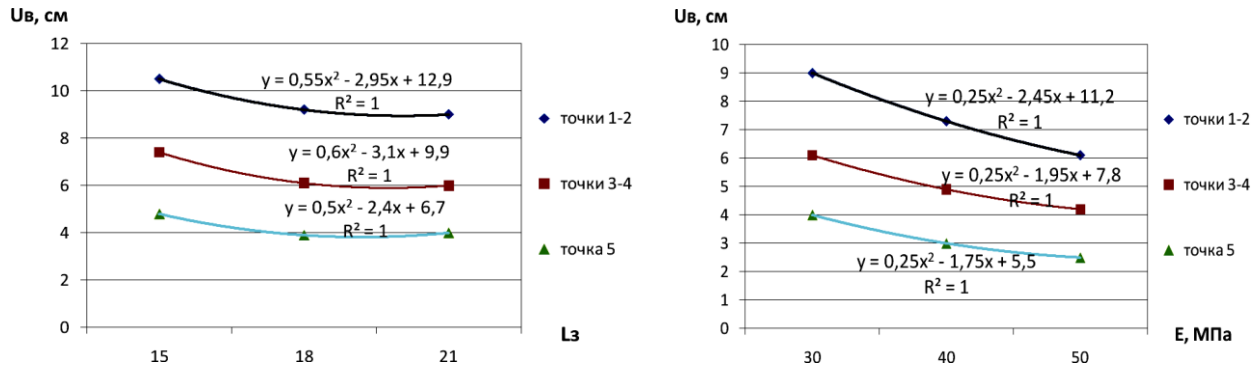


Рис. 7. Зависимости величины смещений породного массива от: а - глубины заложения грунтоцементной колонны; б - прочности породного массива

Полученные результаты, могут быть использованы при проектировании параметров строительства и обосновании защитных мероприятий в условиях плотной городской застройки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подземная урбанизация. Закономерный этап развития крупных городов // www.stroygorhoz.ru.
2. Лернер В.Г., Петренко Е.В. Систематизация и совершенствование технологий строительства подземных объектов. – М.: ТИМР, 1999. – 188 с.