

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОСНОВАНИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ ИХ УПРОЧНЕНИЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В. В. Рябуха, Р. Х. Курамин

Волгоградский государственный технический университет

Длительная эксплуатация объекта недвижимости вне зависимости от его функционального назначения предполагает разработку проекта по капитальному ремонту (реконструкции) объекта, мероприятий по усилению или восстановлению конструктивных элементов. Сказываются ошибки проектирования, строительства и эксплуатации, изменение геологических условий, динамические и сейсмические воздействия и т.п. Работам по реконструкции зданий и сооружений предшествует этап исследований, на котором выявляется состояние грунтов их оснований, фундаментов и надфундаментных конструкций, проведение поверочных расчетов объекта исследования.

Проведение поверочных расчетов, предполагает создание численной расчетной модели исследуемого объекта, с достаточной степенью точности отражающей характер работы элементов расчетной схемы. Неотъемлемой частью расчетов модели «сооружение-основание» (п. 4 ст. 16 [4]) является идеализация свойств материала, для этого в программных комплексах есть ряд различных методов моделирования процесса и задания характеристик материала.

Расчетные модели строительных конструкций и основания должны отражать действительные условия работы здания или сооружения, отвечающие рассматриваемой расчетной ситуации. При этом должны быть учтены:

- 1) факторы, определяющие напряженно-деформированное состояние;
- 2) особенности взаимодействия элементов строительных конструкций между собой и с основанием;
- 3) пространственная работа строительных конструкций;
- 4) геометрическая и физическая нелинейность;
- 5) пластические и реологические свойства материалов и грунтов;
- 6) возможность образования трещин;
- 7) возможные отклонения геометрических параметров от их номинальных значений.

Для вычисления коэффициентов постели C_1 и C_2 при построении модели здания в программном комплексе «Лира», широко используемом для определения напряженно-деформированного состояния строительных конструкций, реализованы 3 основных модели основания – модель Пастернака, модель Винклера – Фусса и модифицированная модель Пастернака.

В настоящей работе исследуется особенность моделирования основания эксплуатируемого объекта с учетом упрочнения основания при длительной эксплуатации. Закономерности по изменению модуля деформации грунтов основания длительно эксплуатирующихся зданий, были определены профессором д. т. н. П. А. Коноваловым. Выявлены закономерности по упрочнению оснований от эксплуатируемых зданий. Эти данные позволяют устанавливать связь между допускаемым давлением на грунт и сроком эксплуатации сооружения. Что в процессе моделирования эксплуатируемого объекта и особенности его численного моделирования оснований объекта может повлиять на значения осадок фундаментов и показатели несущей способности фундаментов. В большинстве случаев осадка под эксплуатируемыми объектами снижается, а несущая способность повышается. Также на дополнительные деформации зданий могут влиять конструктивные особенности зданий, технология производства работ по реконструкции и усилению объекта, влияние коммуникаций [3, 4].

Изменение пористости грунта и деформация его слоев происходит в результате приращения по глубине массива грунта от внешней нагрузки. Зона распространения напряжений в глубину массива грунта от нагрузки на его поверхности по теории упругости не ограничена и стремится к бесконечности. Однако на большой глубине напряжения от собственного веса грунта значительно превышают приращения напряжений по глубине массива от внешней нагрузки. Поэтому без большой погрешности можно допустить, что незначительное увеличение напряжений на определенной глубине практически не вызывает уплотнения грунта. В связи с этим глубину сжимаемого массива грунта под фундаментом в большинстве методов расчета осадок ограничивают тем слоем, в котором деформации грунта незначительные и поэтому могут не учитываться. Обычно эту глубину называют активной зоной основания или сжимаемой толщей основания.

Существует несколько различных приемов определения грунта сжимаемой толщи основания для получения наиболее достоверных данных об ожидаемых осадках основания. Все известные расчетные приемы глубины сжимаемой толщи грунта основания можно разделить на три группы. В первую группу включены способы, устанавливающие глубину сжимаемой толщи грунта из соотношения давлений на ее границе; во вторую – способы, устанавливающие глубину сжимаемой толщи из соотношения деформации слоев на ее границе; в третью группу – прочие способы, которые нельзя отнести к первым двум группам.

Изменение свойств грунтов под нагрузкой происходит, прежде всего, за счет увеличения их плотности. Величина изменения плотности грунта зависит от его начального коэффициента пористости (e), гранулометрического состава, типа грунта, величины уплотняющего давления и времени действия нагрузки. По данным П. А. Коновалова, при длительном действии в основании давления в диапазоне 0,15...0,3 МПа увеличение плотности достигает 5...15 % от начального значения, а при давлениях 0,3...1,0 МПа – 10...25 %.

На основе анализа результатов многочисленных исследований установлено, что уплотнение грунтов под фундаментами, которое может быть учтено в расчетах для дальнейшей реконструкции, распространяется на глубину $(1,7...2) b$ от подошвы шириной b . [2].

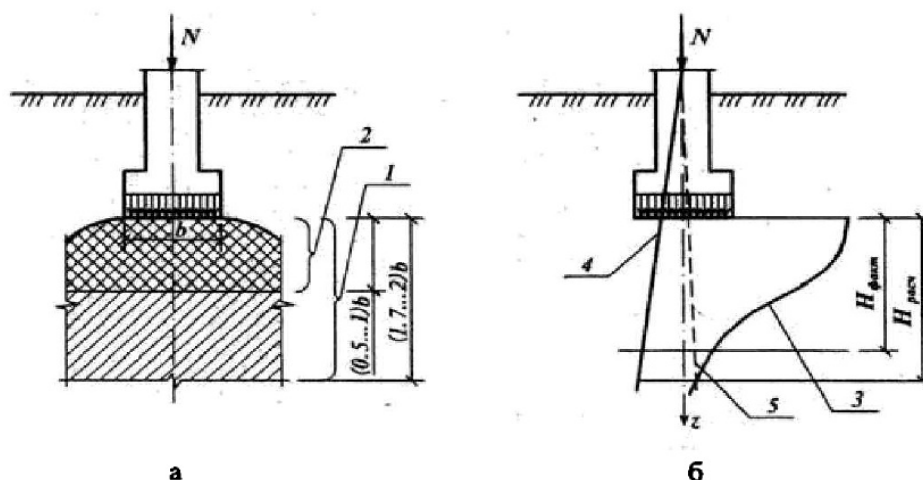


Рис. 1. Уплотнение грунтов в основании эксплуатируемых зданий:
а) уплотнение грунтов, б) глубина сжимаемой толщи основания; 1 – зона изменения плотности грунта; 2 – зона наиболее интенсивного изменения плотности грунта; 3 – эпюра осадочных давлений σ_{zp} ; 4 – эпюра природных давлений σ_{zg} ; 5 – эпюра $0,2 \sigma_{zg}$

Первая группа приемов, не учитывает в расчете осадок сооружений на сжатие тех слоев основания, где дополнительные вертикальные давления от нагрузок на фундаменты составляют ту или иную постоянную долю k от природного давления на кровле этих слоев. Согласно СП 22.13330.2016 при определении осадок методом послойного суммирования за сжимаемую толщу основания принимается такая толща, ниже которой дополнительное давление не превышает 20 % природного давления. Если нижняя граница сжимаемой толщи заканчивается в слое грунта с модулем деформаций $E < 5,0$ МПа, то в этом случае она ограничивается превышением в 10 %.

В ряде зарубежных стран широкое распространение получил способ, согласно которому граница сжимаемой толщи находится на глубине, где наблюдается следующее условие:

$$p_z \leq 0,1 p_0,$$

где p_z – дополнительное давление на глубине от подошвы фундамента;
 p_0 – дополнительное давление на уровне подошвы фундамента.

В. М. Веселовский при определении глубины сжимаемой толщи грунта рекомендует учитывать капиллярное давление в грунтах p_k . Как известно капиллярное давление по отношению к грунтовому скелету является внешней силой. Как правило, при учете влияния капиллярного давления в грунтах величина сжимаемой толщи грунта уменьшается.

Вторая группа приемов. Ввиду того, что сжимаемость грунтов, лежащих на основании, может резко различаться, Н. Н. Маслов (1961) предложил при установлении глубины сжимаемой толщи исходить из условия, что погрешность в определении осадки без учета сжатия глубокорасположенных горизонтов грунта не превышает 5 %, т. е.

$$\Delta S \leq 0,05S$$

где ΔS – пренебрегаемая часть общей осадки S . Однако способа определения этой погрешности автор не дает.

Третья группа приемов. И.А. Розенфельдом в основу предлагаемого приема определения глубины сжимаемой толщи грунта положена гипотеза, согласно которой модуль деформации увеличивается при увеличении напряжений в грунте вследствие упрочнения грунта. При этом принимается, что на определенной глубине приращение модуля деформаций E под действием дополнительного давления p_z настолько незначительно, что практически приближается к модулю деформаций при $p_z = 0$, то за величину сжимаемой толщи основания принимается такая условная глубина, на которой модуль деформации превышает 1 % его значение, определенное при $p_z = 0$. Исходя из указанных допущений, И. А. Розенфельд дает выражения для определения h_a с учетом деформационных характеристик грунтов оснований фундаментов:

$$\text{ленточных } h_a = 120 p_0 * b / k$$

$$\text{прямоугольных } h_a = 7,1B \sqrt{\frac{b(p_0 - 0,005k)}{k}}$$

где b – начальный параметр кривой распределения сжимающих напряжений в грунтовой толще для прямоугольных фундаментов, зависящий от отношения сторон, k – показатель кривизны компрессионной кривой, являющийся приближенной характеристикой сжимаемости грунтов; B – ширина фундамента.

Указанные особенности определения характеристик грунтового основания для эксплуатируемых объектов реализованы при формировании расчетной модели здания. Объект исследования - административно-жилое здание в Ворошиловском районе г. Волгограда, попадающее в зону проведения строительно-монтажных работ по возведению нового объекта капитального строительства. Здание построено в 1957 г., эксплуатируется и в настоящее время. В результате обводнения грунтов вследствие техногенных аварий реализовались просадка хвалыньских суглинков и супесей, доуплотнение техногенных накоплений в основании фундаментов. Задачей исследования ставилось проведение поверочных расчетов для разработки мероприятий по восстановлению эксплуатационной пригодности конструкций объекта.

Расчетная модель объекта исследования сформирована с учетом данных ранее выполненных технических обследований. Моделирование грунтового основания проведено с использованием стандартных методик (по

усредненным значениям модуля деформации и коэффициента Пуассона грунта; по формуле Винклера; по усредненным значениям модуля деформации и коэффициента Пуассона грунта с введением поправочного коэффициента). Кроме того, моделирование основания проведено с учетом использования методики определения коэффициента жесткости основания по [6, 7].

При исследовании было выявлено, что заложенный в СП критерий установления глубины сжимаемой толщи принят условно и не отражает фактического распространения деформаций грунта по глубине основания. В результате этого получают завышенные глубины сжимаемой толщи, а абсолютные значения перемещений грунта по глубине основания оказываются меньше расчетных. Кроме того, грунт наиболее сильно уплотняется в верхнем слое и рост осадки во времени при действии постоянной нагрузки происходит вследствие уплотнения верхнего слоя грунта.

Список литературы

1. Компьютерные методы проектирования и расчета : курс лекций. Лекция 1. URL: <http://docplayer.ru/29917700-Kurs-lekciy-kompyuternye-metody-proektirovaniya-i-rascheta.html>
2. Бедов А. И., Знаменский В. В., Габитов А. И. Оценка технического состояния, восстановления и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых сооружений. М., 2014.
3. Купчикова Н. В. Системный подход в концепции формообразования свайных фундаментов с уширениями // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 12 (111). С. 1361–1368.
4. Купчикова Н. В. Формообразование концевых уширений свай в поперечном сечении и методика их деформационного расчета // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 1 (48). С. 88–96.
5. Купчикова Н. В. Методика расчета свай с уширениями, основанная на свойствах изображений Фурье финитных функций // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 8. С. 24–26.
6. Коновалов П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий. 4-е изд. М., 2000.
7. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федеральный закон от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ.

УДК 336.7

ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНАЯ ПОЛИТИКА КАК ОДИН ИЗ АСПЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ НЕДВИЖИМОСТИ

О. В. Савина

Волгоградский государственный технический университет

Актуальность вопросов создания, развития объектов недвижимости и управление данными объектами в современных условиях развития экономики определяется тем, что недвижимость формирует основное звено во всей системе рыночных отношений. Формированию рыночных институтов и созданию требуемых рыночных условий для отношений между хозяй-