

Анализ взаимодействия плитного фундамента и грунта основания в виде коэффициента постели

В.Л. Щуцкий, В.В. Будник, И.В. Кондрик

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Рассматриваются актуальные проблемы расчетов железобетонных фундаментных плит. Проводится полный расчет железобетонной фундаментной плиты 17-ти этажного жилого здания на основе метода конечных элементов с помощью расчетного комплекса со сбором нагрузок в соответствии с СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия». Изучается зависимость распределения зон максимальной осадки плиты от формы здания и расположения нагрузок. По результатам расчетов выполнен анализ полученных результатов и сделаны выводы.

Ключевые слова: метод конечных элементов, коэффициенты упругого основания, максимальная осадка здания, SCAD 11.3, коэффициент постели.

Инновационные исследования в проектировании строительных конструкций ориентируются на опыт развития знаний об основных характеристиках грунта оснований. Наиболее важным, как это представляется авторам, является обмен опытом и информацией в процессе совершенствования технологий отрасли. Обобщив знания о зонах максимальной осадки, полученных с помощью различных методик расчета с отличающимися грунтовыми условиями возможно достичь новых взглядов на распределение участков для усиления основания [1].

Здание из линейных, плоскостных горизонтальных и вертикальных элементов в монолитном исполнении смоделировано в системе “SCAD 11.3”.

Расчетная схема здания и презентационная модель представлены на рис. 1.

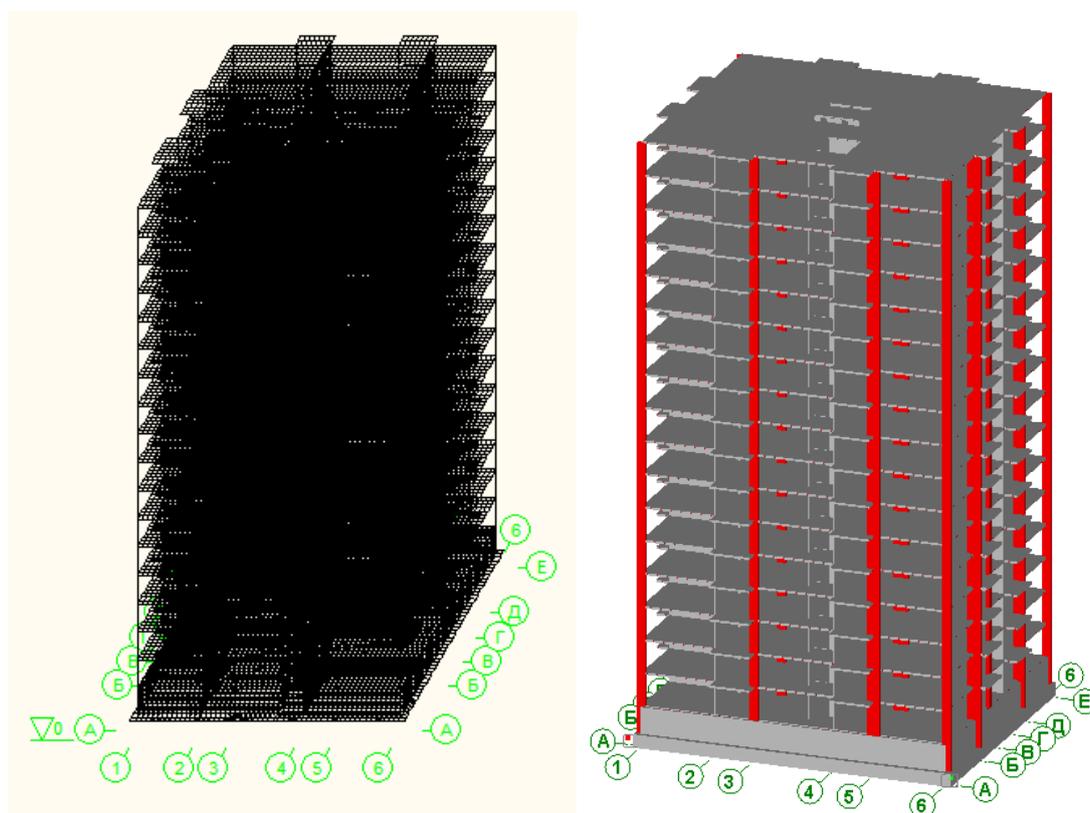


Рис. 1. – Расчетная схема здания. Презентационная модель

В основу расчета положен метод конечных элементов с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы. В связи с этим идеализация конструкции выполнена в форме, приспособленной к использованию этого метода, а именно: система представлена в виде набора тел стандартного типа (стержней, пластин, оболочек и т.д.), называемых конечными элементами и присоединенных к узлам [2-5].

Тип конечного элемента определяется его геометрической формой, правилами, определяющими зависимость между перемещениями узлов конечного элемента и узлов системы, физическим законом, определяющим зависимость между внутренними усилиями и внутренними перемещениями, и набором параметров (жесткостей), входящих в описание этого закона и др [8-10].

Глубина заложения плитного фундамента конструктивно принята 1,5 м. Толщина фундаментной плиты 0,9 м.

Размер фундаментной плиты в плане, конструктивно принятый на 0,5 м больше габаритных размеров здания на уровне цоколя с каждой стороны, составил 24,5x28,1 м.

Фундаментной плите были назначены коэффициенты упругого основания (согласно инженерно-геологическим данным), а так же наложены связи (X,Y). Коэффициенты упругого основания были вычислены в программе «Кросс», входящей в комплекс «SCADOffice» от комбинации нагрузок $L1 \cdot 1 + L2 \cdot 0.9 + L3 \cdot 0.9 + L4 \cdot 0.9 + L5 \cdot 0.9 + L6 \cdot 0.9 + L7 \cdot 0.9 + L12 \cdot 0.9 + L13 \cdot 0.9 + L18 \cdot 1 + L19 \cdot 0.9 + L20 \cdot 0.45$.

Таблица № 1

Характеристика грунтов основания

Наименование	Уд.вес, Т/м ³	Модуль деформации, Т/м ²	Модуль упругости, Т/м ²	Коефф. Пуассона	Давление переуплотнения, Т/м ²	Отметка верхней границы, м
суглинки тугопластичные	1,97	1315	10958,333	0,3	5	122,4
суглинки	2,05	1710	14250	0,3	5	124,75
глины	2	2640	22000	0,3	5	119,24
суглинки	2	2070	17250	0,3	2,5	117,72
пески	1,96	1430	11916,667	0,3	0	114,45
суглинки	2,05	1710	14250	0,3	5	112,09
суглинки полутвердые	2,07	2210	18416,667	0,3	5	107,99

Координаты расположения скважины №1 14,131;12,138. Нагрузка на фундаментную плиту $0,01\text{Т/м}^2$. Отметка подошвы фундаментной плиты 124,4 м. Нижняя отметка сжимаемой толщи определяется в точке с координатами: (0;0) м.

Результаты расчета представлены на рис. 2, 3.

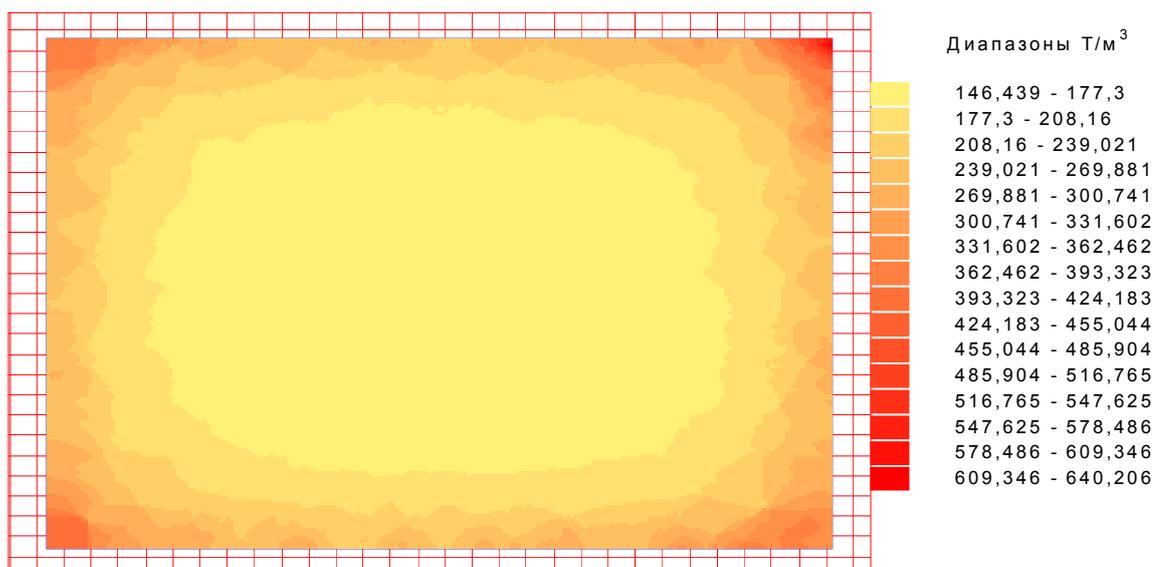


Рис.2. – Коэффициенты постели

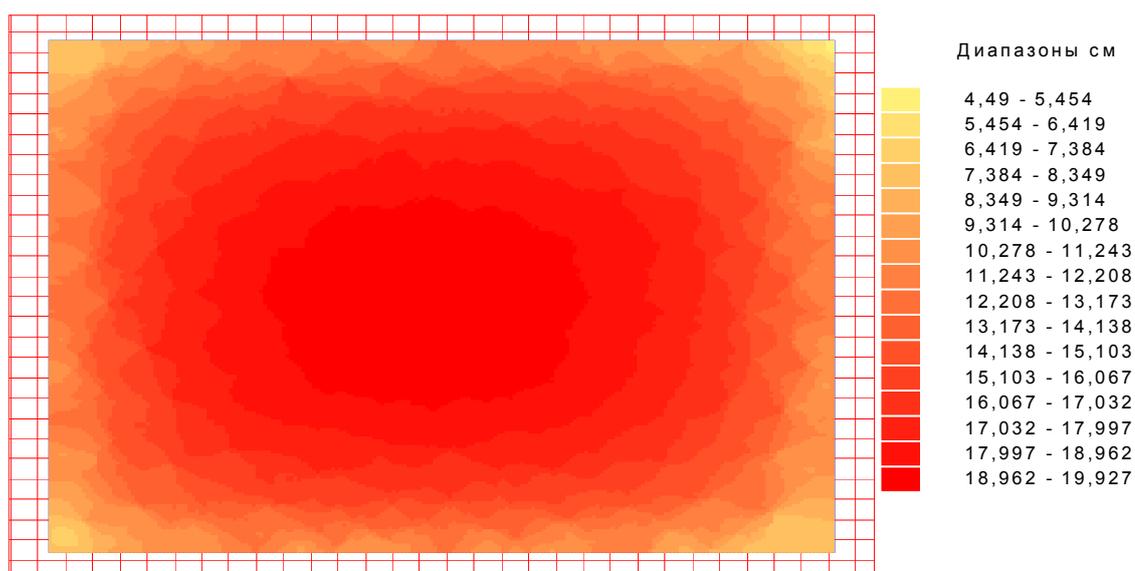


Рис.3. –Вертикальные перемещения фундаментной плиты в процессе осадки грунта основания

- 1) Минимальное значение коэффициента постели $146,439 \text{ Т/м}^3$;
- 2) Максимальное значение коэффициента постели $640,206 \text{ Т/м}^3$;
- 3) Среднее значение коэффициента постели $198,34 \text{ Т/м}^3$;
- 4) Среднеквадратичное отклонение коэффициента постели $0,012$.

Отметка сжимаемой толщи определялась в точке с координатами (0;0) м. Нижняя отметка сжимаемой толщи в данной точке $107,264$ м. Толщина слоя сжимаемой толщи в данной точке $17,136$ м. Крен фундаментной плиты $0,022$ град. Суммарная нагрузка $21037,432 \text{ Т}$.

Максимальная расчётная осадка плитного фундамента $S=19,927 \text{ см}$.

Предельная деформация основания в виде осадки согласно нормативной документации для многоэтажных зданий с полным железобетонным каркасом равна 15 см . Для зданий с фундаментами в виде сплошных плит предельные значения средних осадок допустимо увеличивать в $1,5$ раза: $[S]=15 \text{ см} \cdot 1,5=22,5 \text{ см}$ [7].

Так как, максимальная расчётная осадка плитного фундамента $S=19,927 \text{ см}$ меньше предельного значения средней осадки $[S]=15 \text{ см} \cdot 1,5=22,5 \text{ см}$, то расчёт по деформациям основания плитного фундамента выполнен успешно.

Анализируя результаты расчета основания, можно сделать вывод, что модель с использованием коэффициентов постели является достаточно простой в реализации и позволяет посредством деформированных схем с определенной точностью спрогнозировать поведение конструкции в реальных геологических условиях с заданными нагрузками [6].

Учет основания при моделировании железобетонных конструкций является важнейшим фактором, влияющим на напряженно-деформируемое состояние конструкции.

Литература

1. Кравченко Г.М., Коробкин А.П., Труфанова Е.В., Лукьянов В.И. Критерии оценки динамических моделей железобетонного каркаса здания «Журнал ScienceTime. Выпуск №12», Казань, 2014. С. 256-259.
2. Акопян В. Ф. и др. Новые виды свай //Инженерный вестник Дона, 2011, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/437.
3. Акопян В. Ф. Испытания моделей винтовых свай //Инженерный вестник Дона, 2012, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/620
4. Панасюк Л. Н. и др. Монолитная и сборно-монолитная разновидности винтовой сваи АКСИС //Инженерный вестник Дона, 2012, №4-2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1241.
5. Зотова Е. В., Хо Ч., Акопян В. Ф. Определение влияния вспомогательного ростверка на несущую способность свай усиления цокольного здания с учетом неравномерной осадки в г. Белово Кемеровской области // Инженерный вестник Дона, 2013, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1706/.
6. Акопян В. Ф., Четвериков А. Л., Конопацкий С. А. Экспериментально- теоретическое обоснование возможности использования ввинчиваемых свай в качестве армоэлементов //Перспективы науки. – 2012. – №. 2. – С. 67-69.
7. Акопян В.Ф. Армирование грунтового массива винтовыми бетонными элементами АКСИС// Механика грунтов в геотехнике и фундаментостроении: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2012. – с. 370-374.
8. Dilger W.H., Suru K.M. Steel stresses in partially prestressed concrete members.// Journal of Prestressed Concrete Institute. – 1986. – Vol. 31 №3. – pp. 88-112.



9. Lars S. Resistance analysis of reinforced concrete structures: Phaidon Press, 2012. — 416 p.

10. Jodidio P. Architecture in the Netherlands New York: PiXezm, 2006. — 310 p.

References

1. Kravchenko G.M., Korobkin A.P., Trufanova E.V., Luk'yanov V.I. Zhurnal Science Time. Vypusk №12, Kazan', 2014. pp. 256-259.

2. Akopyan V. F. i dr. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2011, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/437

3. Akopyan V. F. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/620

4. Panasyuk L. N. idr. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4-2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1241

5. Zotova E. V., Kho Ch., Akopyan V. F. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1706/

6. Akopyan V. F., Chetverikov A. L., Konopatskiy S. A. Perspektivy nauki. 2012. №. 2. pp. 67-69.

7. Akopyan V.F. Armirovanie gruntovogo massiva vintovymi betonnyimi elementami AKSIS [Reinforcement of the soil mass with screw concrete elements AKSIS]. Novocherkassk: YRG TU, 2012. pp. 370-374.

8. Dilger W.H., Suru K.M. Journal of Prestressed Concrete Institute. 1986. Vol. 31 №3. pp. 88-112.

9. Lars S. Resistance analysis of reinforced concrete structures: Phaidon Press, 2012. 416 p.

10. Jodidio P. Architecture in the Netherlands New York: PiXezm, 2006. 310 p.