

РАСЧЕТ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА И ФУНДАМЕНТА МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

Болдырева Е.Г.

(Пензенский государственный университет архитектуры и строительства)

Аннотация. В статье приведены результаты расчета взаимного влияния существующего свайного и строящегося плитного фундаментов. Расчет напряженно-деформированного состояния основания выполнен с использованием программы ANSYS. Выполнена оценка взаимного влияния фундаментов.

Abstract. In article results of calculation of mutual influence existing pile and under slab foundation are resulted. Calculation of the stress strain state of the basis is executed with use of program ANSYS. The estimation of mutual influence of the bases is executed.

Ключевые слова: свайный и плитный фундаменты, численный расчет, программа ANSYS, взаимное влияние

Цель настоящего расчета оценить взаимное влияние фундаментов двух 9-этажных зданий на свайном основании и проектируемой 9-этажной вставки между ними на плитном фундаменте.

Инженерно-геологические условия площадки строительства показаны на рис. 1.

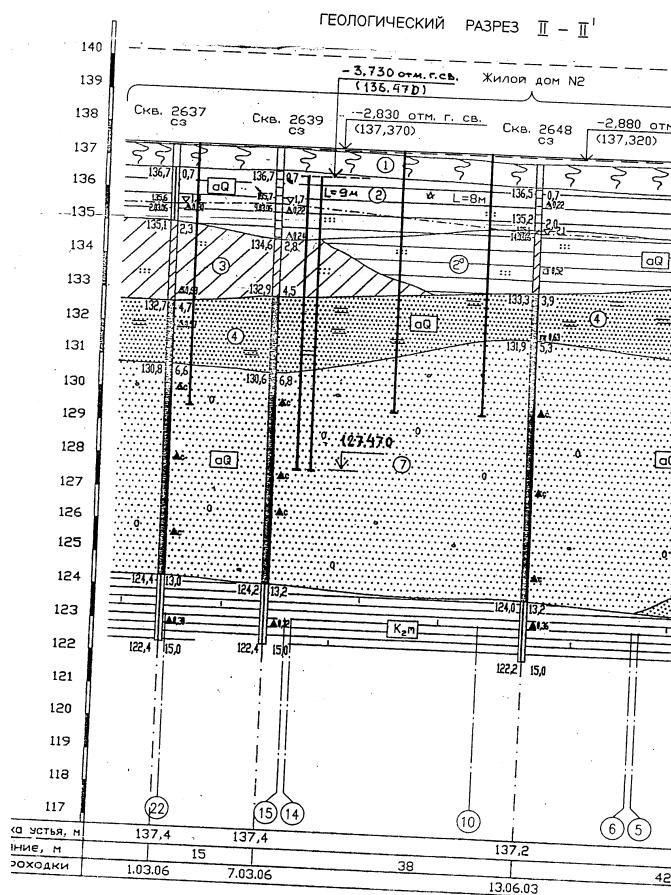


Рис. 1. Инженерно-геологический разрез

Принятые в расчете деформационные свойства грунтов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения модуля деформации слоев грунта

Наименование слоя грунта	Значения модуля деформации, МПа	
	Естественное основание	Модернизированное основание
ИГЭ-1. Насыпной грунт	4,0	-
ИГЭ-2. Глина аллювиальная тугопластичная	7,5	12,0
ИГЭ-3. Суглинок аллювиальный мягкопластичный	9,0	12,0
ИГЭ-4. Песок мелкий, водона- сыщенный	12,0	12,0
ИГЭ-7. Песок средней крупности, водонасыщенный	30,0	30,0

В табл. 1 естественное основание было использовано при проектировании свайных фундаментов жилого дома №2 с длиной сваи по оси М, равной 9 м.

При проектировании вставки между первым и вторым зданиями деформационные свойства аллювиальной глины были изменены путем устройства свай в раскатанных скважинах. Значение модуля деформации в 12 МПа после модернизации основания принято по аналогии с ранее проведенными испытаниями в г. Пензе на других строительных площадках. Фактическое значение будет получено после испытания штампом искусственно улучшенной аллювиальной глины.

Расчеты напряженно-деформированного состояния неоднородного слоистого основания выполнены с использованием программы ANSYS 11.0. Значения нагрузок на свайный фундамент дома номер 2 и блок-вставки приведены на рис. 2 и рис. 3.

Представленные ниже расчеты выполнены с использованием программы «ANSYS 11,0» (www.cadfem.ru), которая основана на методе конечных элементов. Задачи решались в трехмерной постановке. Расчеты выполнены с использованием расчетной схемы неоднородного линейно-деформируемого полупространства.

Расчет деформаций основания и внутренних усилий в плите фундамента выполнен как для линейно-деформируемого полупространства с глубиной сжимаемой толщи $H_c = 12,5$.

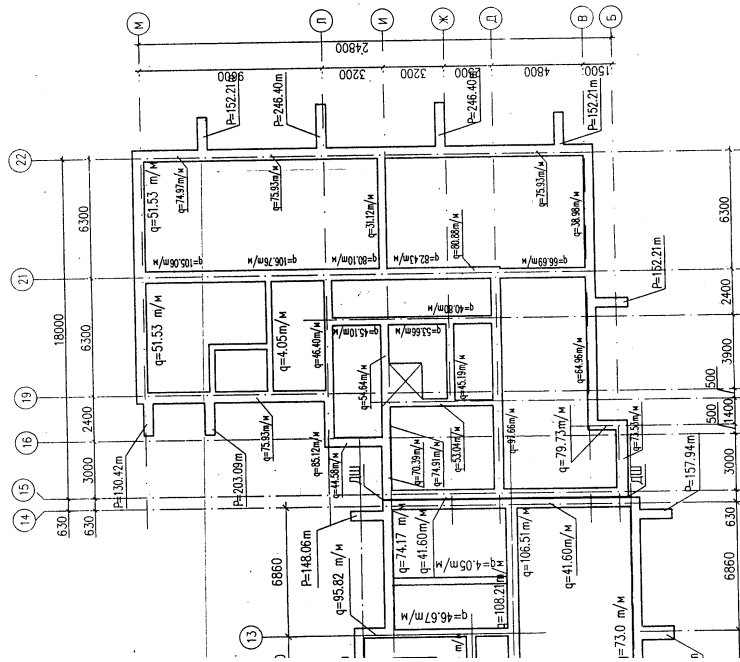


Рис. 2. Нормативные значения нагрузок на свайный фундамент

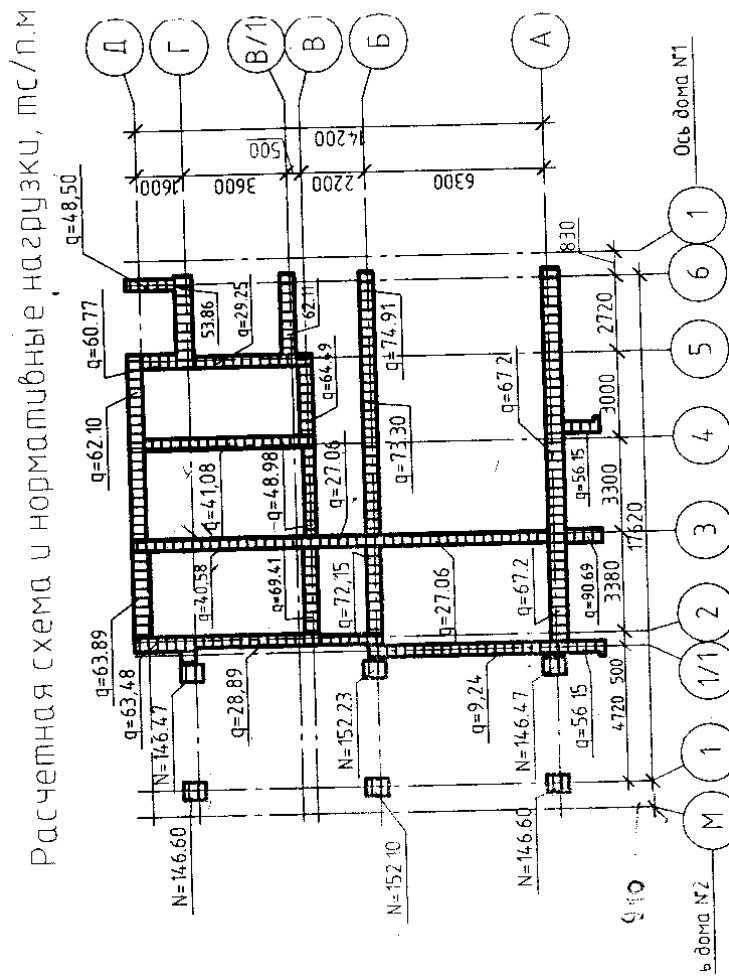


Рис. 3. Нормативные значения нагрузок на плитный фундамент вставки

В расчетах 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 (см. табл. 1).

Так как давление под подошвой плитного фундамента, менее расчетного сопротивления модернизированного грунта, то при определении деформаций возникновение и развитие пластических деформаций не учитывается. Решение проводится по «упругой схеме».

2. На поверхности контакта плитного фундамента, ростверка и свай с грунтом приняты условия полного «слипания». Касательные напряжения отсутствуют.

3. Размеры расчетной области – массива грунта приняты из условия: глубина равна значению мощности сжимаемой толщи; ширина и длина расчетного массива грунта более ширины и длины фундамента на 15 м, с каждой из сторон фундамента.

4. Нагрузка на фундамент равномерная погонная (рис. 2), приведенная к давлению на конечные элементы шириной 0,3 м при расчете свайного фундамента и виде сосредоточенных сил на плитный фундамент.

5. Материал фундамента, бетон класс В20 с модулем упругости $E = 27500$ МПа, коэффициент Пуассона $\nu = 0,2$.

6. Неоднородность основания учтена введением мощности различных ИГЭ в соответствии с рис. 1.

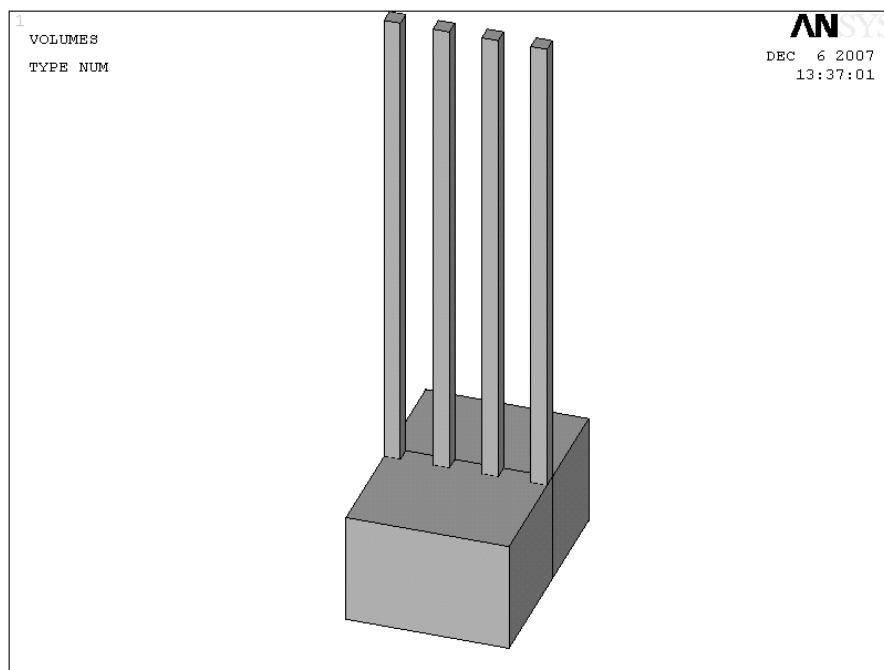


Рис. 4. Фрагмент модели свайного основания. Шаг свай 900 мм. Длина свай 9 м. Размер конечных элементов 30x30x30 см

На рис. 4 показана начальная стадия создания модели свайного основания по оси М (рис. 2). Решить задачу с моделированием всех свай по оси М не удалось из-за ограниченной мощности двухядерного персонального компьютера с объемом оперативной памяти 2 Гб. Принятая вначале модель основания показана на рис. 5.

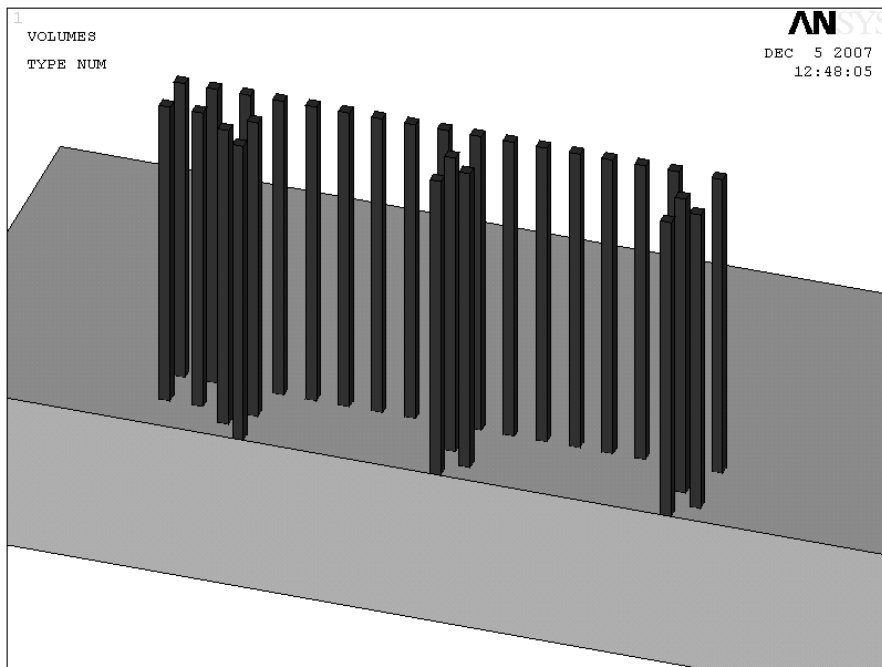


Рис. 5. Модель свайного основания по оси М и частично по осям 19, 21, 22

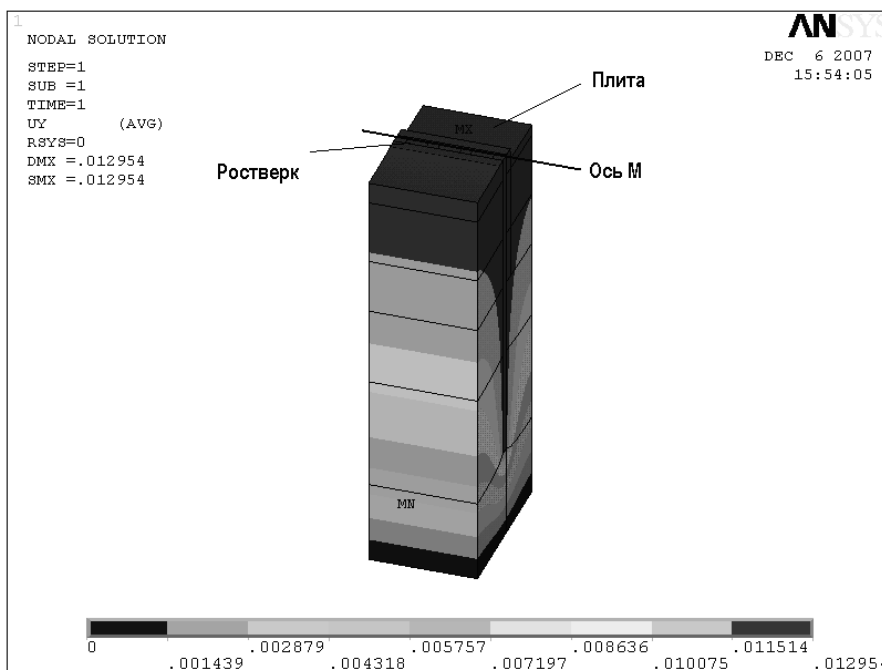


Рис. 6. Изометрия модели основания с включением 4 свай

Результаты расчетов показаны на рис. 6-7 для случая нагружения только свай, плитный фундамент вставки на данной модели отсутствует.

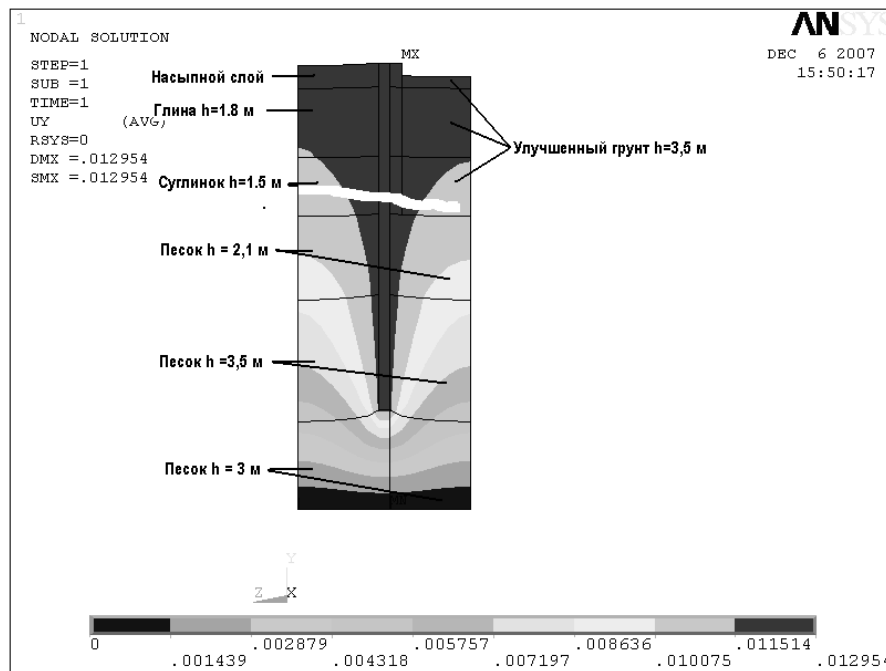


Рис. 7. Изолинии вертикальных перемещений грунта и свай, м

Как видно из рис. 7, вертикальное перемещение сваи при нагрузке 515,3 кН/м равно 1,15 см. Из рис. 7 видно также, что грунт под ростверком сжимается также на 1,15 см.

После расчета свайного основания в модель были добавлены нагрузки от плитного фундамента. В модель (рис. 7) включена сосредоточенная нагрузка по оси 1-Б (рис. 3), равная 1521 кН. В связи с ограниченными возможностями персонального компьютера полностью включить в модель всю плиту вставки и свайный фундамент не удалось, поэтому анализируемая модель показывает поведение массива грунта центральной части фундамента по оси М. В связи с тем что ленточный ростверк работает в условиях плоской деформации, полученное решение характеризует напряженно-деформированное состояние на участке ростверка длиной 3 м (см. рис. 1).

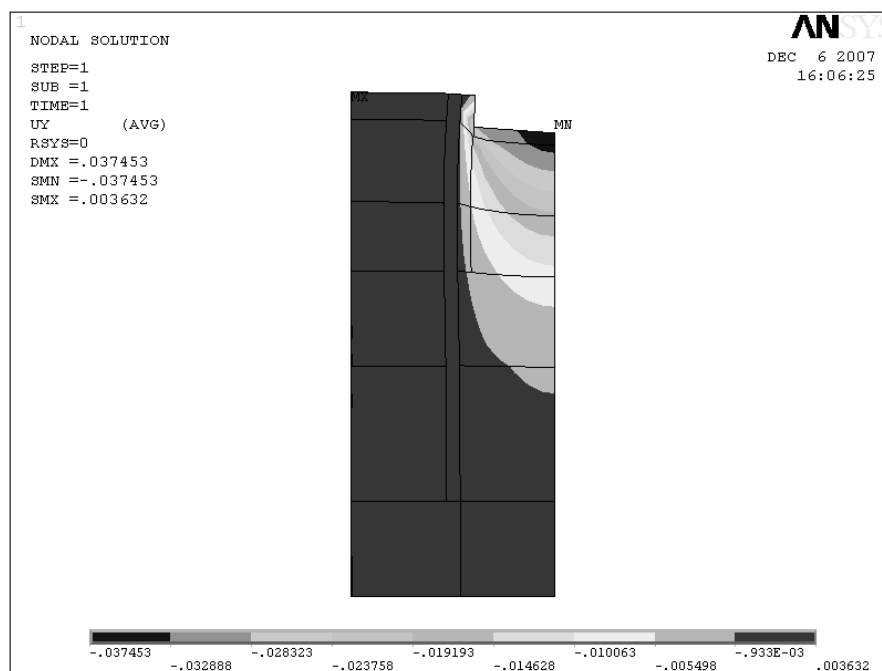


Рис. 8. Осадка основания при нагружении как ростверка, так и фундамента вставки, м

Как видно из рис. 8, дополнительные напряжения от вставки не привели к возрастанию осадки свай. Осадка свай уменьшилась и равна 9,3 мм. Осадка плиты на расстоянии 2,5 м от оси свай равна 3,7 см.

Выводы

Несмотря на то, что фундаменты имеют различное конструктивное решение, их взаимное влияние не ухудшает совместную работу основания, а улучшает. Это объясняется, по всей видимости, двумя причинами.

Во-первых, сваи играют роль шпунтовой стенки, ограничивая таким образом расширение грунта под фундаментом вставки. При этом длина сваи оказывает решающее положительное влияние.

Во-вторых, увеличение жесткости слабого слоя грунта путем устройства свай в раскатанных скважинах способствует уменьшению деформации и напряжений в сжимаемой толще основания.