

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДОК И КОЭФФИЦИЕНТОВ ЖЕСТКОСТИ ПРИ РАСЧЕТЕ ФУНДАМЕНТОВ НА НЕОДНОРОДНОМ ОСНОВАНИИ

В.И. Соломин

Предложен алгоритм расчета осадок и коэффициентов жесткости неоднородных грунтовых оснований. Алгоритм нашел применение при проектировании ряда построенных сооружений.

Характерной чертой строительных площадок на Урале является неоднородность грунтовых напластований в плане фундамента и по глубине основания. Наиболее сильно это проявляется в условиях элювиальных грунтов, когда в пределах «пятна» фундамента могут соседствовать выходы скальных пород и «карманы», заполненные рыхлыми грунтами.

Однако, этот фактор, особенно важный при расчете осадок большеразмерных (плитных или плитно-свайных фундаментов), не нашел отражения в формулах, содержащихся в Нормах [1] и [2], поскольку они учитывают неоднородность основания только по глубине.

С целью преодолеть этот недостаток автором разработан алгоритм, который излагается ниже.

Площадь подошвы фундамента (A) по инженерно-геологическим условиям разбивается на участки с площадями (A_i), где i - номер участка. В плане участка основание считается однородным

По СНиП 2.02.01-83 или по СП 50-101-2004 определяются осадки основания на каждом участке (S_i^0) от равномерно распределенной нагрузки единичной интенсивности. При этом считается, что каждый участок имеет форму квадрата, с площадью равной площади плиты (A).

Таким образом, определяются коэффициенты жесткости (их часто называют «коэффициентами постели») основания в пределах каждого участка

$$K_i^0 = 1/S_i^0 .$$

Эти коэффициенты учитывают неоднородность основания в плане и по глубине. Знания K_i^0 достаточно, чтобы, выполнив расчет, найти усилия в плите, осадки и крены здания.

Если необходимо учесть распределительную способность основания, предлагается дополнительно к сказанному обратиться к модели упругого слоя (см., например, [3]).

Для этого вычисляются средние по площади плиты:

- значение коэффициентов жесткости

$$K_{cp}^0 = 1/A \sum K_i^0 A_i ;$$

- толщина слоя

$$H_{cp} = 1/A \sum H_i A_i ;$$

- модуль деформации и коэффициент Пуассона материала слоя

$$E_{cp} = 1/A \sum E_i A_i , \quad \mu_{cp} = 1/A \sum \mu_i A_i .$$

Далее выполняется следующая процедура:

- рассчитывается плита с учетом жесткости верхнего строения на основании с коэффициентом жесткости K_{cp}^0 ;

- определяются реактивные давления в узлах сетки, нанесенной на плиту - $p_{ij}^{(1)}$;

- поверхность слоя загружается давлениями $p_{ij}^{(1)}$ и определяются осадки слоя $w_{ij}^{(1)}$;

- находятся новые значения коэффициентов жесткости $k_{ij}^{(1)} = p_{ij}^{(1)} / w_{ij}^{(1)}$;

- снова рассчитывается плита на основании с коэффициентами жесткости $k_{ij}^{(1)}$.

Процедура продолжается, пока разница в осадках плиты и слоя не станет остаточной малой. Практика показала, что для этого достаточно 6-8 приближений. В результате получаем осадки $w_{ij}^{(n)}$

и коэффициенты жесткости $k_{ij}^{(n)} = 1/w_{ij}^{(n)}$

Чтобы устранить противоречие между осадками слоя и осадками, вычисленными по Нормах, введем поправочный коэффициент

$$\alpha = S_{cp} / w_{cp}^{(n)} ,$$

где $S_{cp} = 1/A \sum A_i / A$.

Для того чтобы учесть неоднородность основания, введем коэффициенты неоднородности

$$\alpha_i = S_{cp} / S_i^0 .$$

Окончательно получаем

$$w_{ij} = S_{ij} = \alpha \cdot \alpha_i w_{ij}^{cp} , \quad k_{ij} = 1/w_{ij} .$$

При расчете плитно-свайных фундаментов в узлах плиты (kl), где расположены сваи, коэффициенты жесткости k_{kl} вычисляются по формуле

где $w_{p,kl}$ - осадка сваи при единичной нагрузке.

Если для выравнивания осадок плиты необходима группа свай, в узлах (s,m), где они расположены, коэффициенты жесткости k_{sm} определяются по формуле

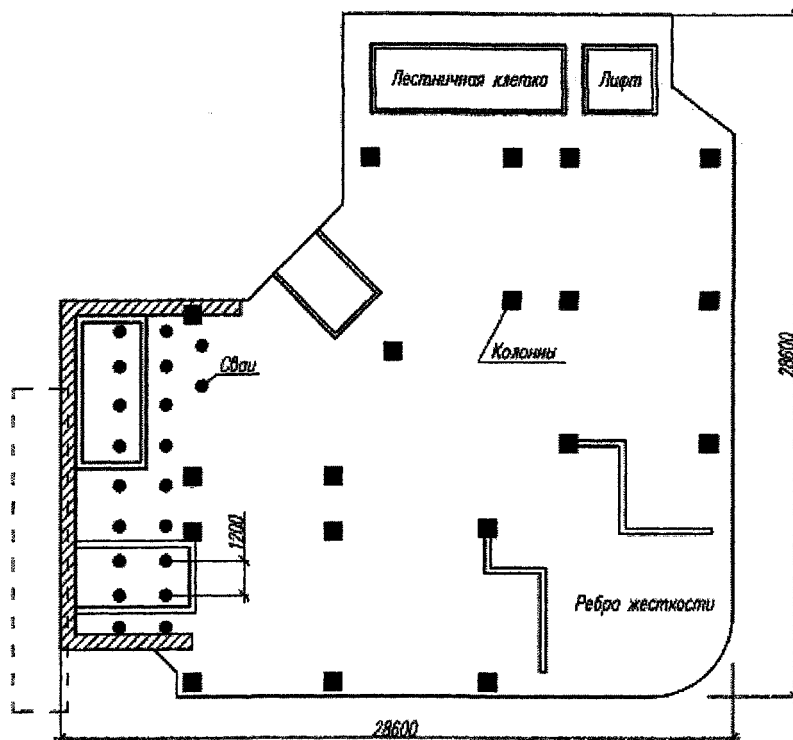
$$k_{sm} = 1/w_{sm} + 1/w_{p,sm}$$

где $w_{p,sm}$ - осадка, определяемая по формуле осадки свайного ростверка от единичной нагрузки, умноженная на количество свай, составляющих ростверк.

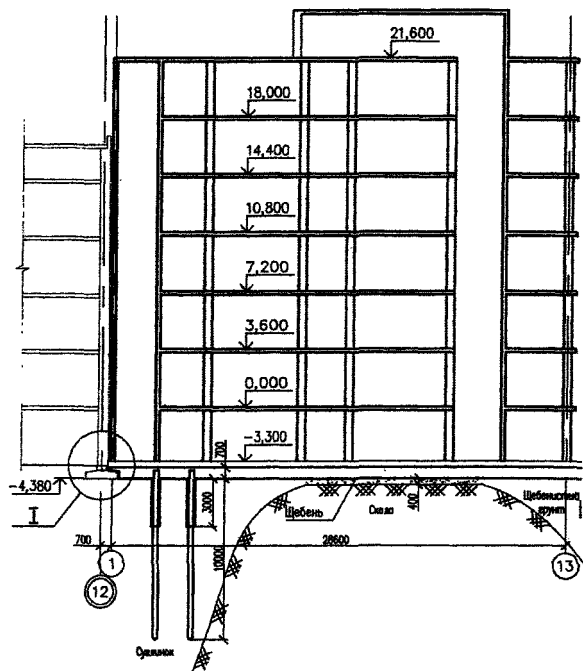
Когда коэффициенты k_{ij} , k_{kl} , k_{sm} найдены, можно определять усилия во всех элементах здания, рассматривая его как единую конструкцию. В рамках такой расчетной схемы определяются: осадки и крены здания, а также усилия в фундаменте и несущих конструкциях надземной части.

В разработке Программы вычисления осадок неоднородного основания для РС IBM в разное время принимали участие А.С. Сытник, Е.Ю. Казанцев, А.Ю. Рыжков. Эта Программа, сервис которой ориентирован на локального пользователя, находит применение при проектировании главным образом многоэтажных каркасных зданий.

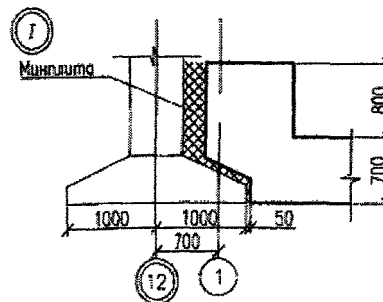
В качестве примера приводятся результаты расчета и проектирования фундаментной плиты административного здания, построенного в г. Снежинске Челябинской области.



Фундаментная плита и узел примыкания к существующему зданию



Разрез здания



Грунтовые условия участка застройки оказались довольно сложными, что видно по рисункам. Определенные трудности возникли и в связи с тем, что проектируемое здание вплотную примыкало к существующему шестиэтажному кирпичному дому.

Здание имеет семь этажей, монолитное, каркасное с безбалочными перекрытиями. Неоднородность грунтов основания и необходимость предотвратить деформации существующего здания диктовали жесткие требования к величине и равномерности осадок. Это было достигнуто применением плитно-свайного фундамента, изображенного на рисунке.

Коэффициенты жесткости основания определены А.Ю. Рыжковым, расчет несущих конструкций, включая плитно-свайный фундамент, выпол-

нен Е.Ю. Казанцевым и А.В. Алешиным при участии автора.

Здание нормально эксплуатируется несколько лет, его деформаций и деформаций примыкающего дома не обнаружено.

Литература

1. СНиП 2.02.01-83*. *Основания зданий и сооружений.*

2. СП 50-101-2004. *Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.*

3. Соломин В. К., Широков В. Н., Комаров Э. А. *Расчет прямоугольных плит, опирающихся на упругий слой конечной мощности. Основания, фундаменты и механика грунтов.* - 1968, №4. — С. 34—36.