

Лекция 5 – Деформация грунтов и расчет осадок оснований

Расчетные схемы к задаче определения конечной стабилизированной осадки основания от действия нагрузки, передаваемой на грунты через подошву фундамента, представлены на рис. 5.1.

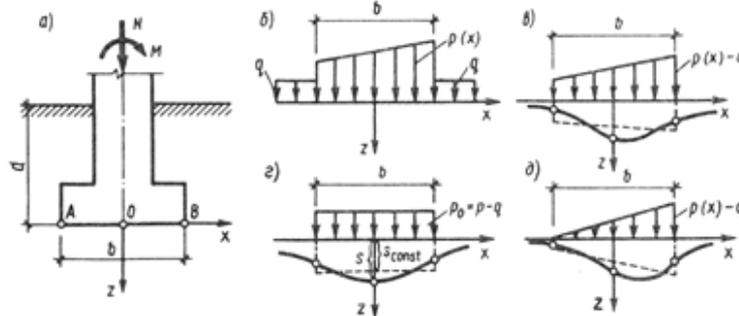


Рисунок 5.1 - Схема фундамента (а), расчетная схема передачи нагрузок на основание (б) и различные виды эпюр дополнительного давления (в-д)

Осадку поверхности основания в уровне подошвы фундамента будет вызывать не полное давление $p(x)$, возникшее после строительства, а приращение давления, равное $p(x) - q$. Где $q = \gamma d$ – природное давление на глубине заложения фундамента.

Прогиб поверхности основания будет иметь криволинейное очертание, которое зависит от жесткости фундамента. Для абсолютно жестких фундаментам характер осадок поверхности будет соответствовать пунктирным линиям на рис.5.1

При практических расчётах прибегают к упрощению задачи.

Для центрально нагруженных фундаментам определяется максимальная осадка s по оси z , которая принимается как величина совместной деформации основания и фундамента.

Для внецентренно нагруженных фундаментам определяется величина средней осадки и крена подошвы фундамента.

Различают две группы методов расчёта осадок: основанные на строгих решениях и дополнительных упрощающих предпосылках (приближенные решения).

Используются строгие решения о распределении напряжений в однородном изотропном массиве грунтов от нагрузок, приложенных на его поверхности. Зависимость между осадкой подошвы центрально-нагруженного фундамента s , площадью фундамента $A = bl$, и средним значением дополнительного давления $p_0 = p - \gamma d$ имеет вид:

$$s = \omega p_0 b (1 - \nu^2) / E \quad (5.1)$$

где ω – коэф., зависит от формы площади и жесткости фундамента, ν , E – коэф. Пуассона и модуль деформации грунта основания.

Данное решение применимо только для однородного напластования грунтов на значительную глубину ниже подошвы фундамента. Не учитывается изменение природного напряженного состояния грунтов основания с глубиной, при значительных размерах фундаментов расчётные значения осадок завышенные. Решение используется при небольших размерах фундаментов на однородных основаниях и для определения модуля деформации по данным опытов с пробной нагрузкой.

Осадка грунта происходит только в пределах глубины сжимаемой толщи H_c . Осадка основания происходит только за счёт сжатия столба грунта, непосредственно находящегося под подошвой фундамента. Сжатие каждого элементарного слоя мощностью Δz вызывается равномерно распределенной на его поверхности нагрузкой равной максимальному значению σ_{zp} , действующему по оси z .

Определив величину сжатия каждого элементарного слоя грунта в пределах сжимаемой толщи основания и просуммировав эти величины, получим общую осадку основания фундамента. Такой подход к решению задачи называют методом послойного (элементарного) суммирования.

Метод послойного суммирования (без учёта возможности бокового расширения грунта) рекомендован СНиП 2.02.01-83*.

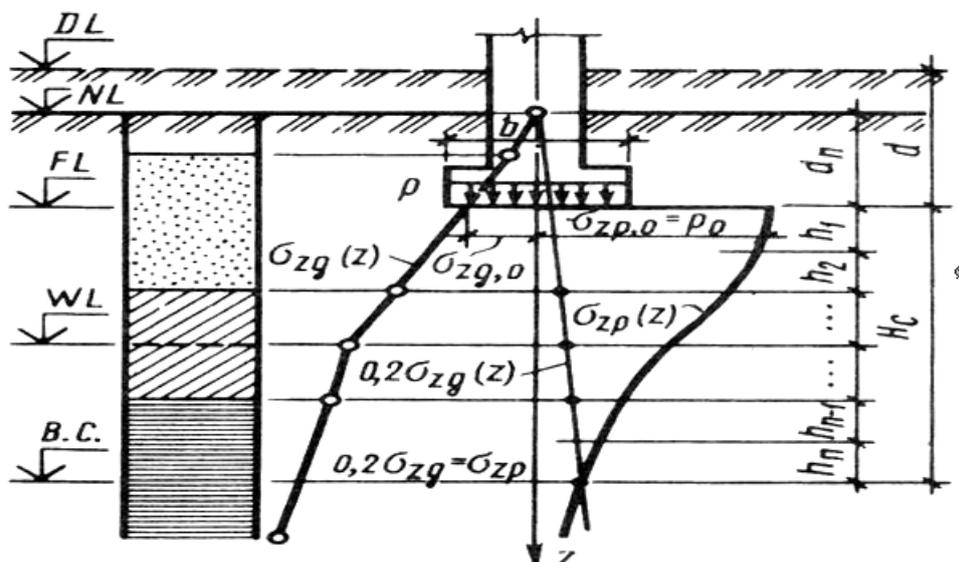


Рисунок 5.3 - Литологическая колонка и расчетная схема для определения осадок методом послойного суммирования:

DL – отметка планировки; NL – отметка поверхности природного рельефа; FL – отметка подошвы фундамента; WL – уровень подземных вод; $B.C.$ – нижняя граница сжимаемой толщи

На рис. 5.3. представлена расчётная схема метода. Алгоритм расчёта:

Производится привязка фундамента к инженерно-геологической ситуации основания, т.е. совмещение его оси с литологической колонкой грунтов.

Определяется среднее давление на основание по подошве фундамента p .

Строится эпюра природного давления σ_{zg} по оси фундамента.

Определяется дополнительное вертикальное напряжение в плоскости подошвы фундамента: $p_0 = \sigma_{zp,0} = p - \sigma_{zg,0}$, где $\sigma_{zg,0}$ - природное давление в уровне подошвы фундамента.

Строится эпюра дополнительных напряжений $\sigma_{zp} = \sigma_{zp,0} \alpha$.

Строится вспомогательная эпюра природного давления $0,2 \sigma_{zg}$.

Определяют нижнюю границу сжимаемой толщи из условия $0,2 \sigma_{zg} = \sigma_{zp}$.

Сжимаемую толщину основания разбивают на элементарные слои толщиной h_i так, чтобы в пределах каждого слоя грунт был однородным, h_i принимают не более $0,4b$.

Зная дополнительное напряжение в середине каждого элементарного слоя $\sigma_{zp,i}$, определяют сжатие этого слоя.

Общая осадка фундамента находится как сумма величин сжатия каждого элементарного слоя в пределах сжимаемой толщи:

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} h_i}{E_i} \quad \text{или} \quad s = \beta \sum_{i=1}^n \sigma_{zp,i} h_i m_{v,i} \quad (5.2)$$

где n – число слоёв; h_i – толщина i -го слоя; E_i и $m_{v,i}$ – модуль деформации и коэф. относительной сжимаемости i -го слоя соответственно; $\beta=0,8$.

Эквивалентный слой – это слой грунта толщиной h_3 , осадка которого при сплошной нагрузке на поверхности p_0 будет равна осадке грунтового полупространства под воздействием местной нагрузки той же интенсивности.

Осадку слоя грунта толщиной h_3 при сплошной нагрузке можно определить из условия одномерного его сжатия без возможности бокового расширения. Тогда осадка всего слоя

$$s = \frac{p_0 h_3}{E} \left(1 - \frac{2\nu^2}{1-\nu} \right) \quad (5.3)$$

Или, используя относительный коэффициент сжимаемости грунтов

$$s = p_0 h_3 m_v \quad (5.4)$$

Толщина эквивалентного слоя грунта зависит от коэффициента Пуассона ν , коэффициента формы площади и жесткости фундамента ω и его ширины b . Сочетание $A\omega$ называется коэффициентом эквивалентного слоя, значения которого для разных грунтов приводятся в таблицах.

Для однородного основания осадка определяется по формуле (10)

Для многослойных оснований требуется определить средневзвешенные характеристики деформируемости грунтов в пределах эквивалентного слоя.