

НАО «Карагандинский технический университет
имени Абылкаса Сагинова»

**Курс лекций
по дисциплине:
«Основы геотехнического
проектирования по Еврокоду»
для магистрантов**

**ОП 7М07302 - «Строительство »
«Архитектурно-строительный факультет»
Кафедра «Строительные материалы и
технологии»**



**Автор:
к.т.н.,
профессор Рахимов М.А.**

**АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ
НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГРУНТА.**

**ПОЛУЭМПЕРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ
НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГРУНТА**

Лекция № 6

Цель занятия

- ✓ Проанализировать методы вычисления несущей способности грунтов.
- ✓ Изучить полуэмпирический метод определения несущей способности грунта.
- ✓ Рассмотреть различные типы разрушения конструкции от перемещений фундаментов.

План занятия:

- Аналитический метод вычисления несущей способности грунта;
- Полуэмпирический метод определения несущей способности грунта.
- Нагрузки с большими эксцентрикитетами.
- Назначение глубины заложения фундамента.
- Расчет оснований по несущей способности.

Расчетная формула по определению удельной несущей способности основания:

$$R_d = R / A = (\gamma B) / 2 \cdot N_y + cN_c + \gamma' D_f N_q, \quad (3.4)$$

В плотных песках и пылевато-глинистых грунтах полутвердой консистенции разрушение наступает в условиях небольшого прироста деформации.

В рыхлых песках и грунтах мягкопластичной консистенции разрушение происходит в локальных зонах и сопровождается развитием все возрастающей деформаций.

В условиях местного сдвига прочностные характеристики грунтов вводят в расчет с уменьшенными значениями на 30%, учитывая тем самым влияние повышенной деформации грунтов второй расчетной категории на величину несущей способности основания.

Это предложение реализуется использованием в формуле (3.4) уменьшенных значений безразмерных параметров N_y , N_c и N_q , которые определяются для местного сдвига.

Влияние уровня подземных вод на прочность основания в формуле (2.4) учитывается выбором значений удельных весов γ и γ' .

Значения удельного веса грунта γ' также принимаются с учетом взвешивания при условии, что уровень грунтовых вод располагается выше подошвы фундамента.

С учетом систем коэффициентов, расчетная формула по определению удельной несущей способности основания имеет универсальный вид:

$$R = \frac{1}{2} \gamma' B' N_r i_r \lambda_r d_r = \gamma' D_f N_q i_q \lambda_q d_q Q_{ult} + c N_c i_c \lambda_c d_c, \quad (3.5)$$

$$R = 5.14 c'(1 - i_c^i + \lambda_c' + d_c'') + \gamma' D_f N_q, \quad (3.6)$$

Полуэмпирический метод определения несущей способности грунта

Для определения расчетной несущей способности грунта под фундаментом используют полевые методы испытаний (прессиометрические методы).

При использовании прессиометрических методов испытаний учитывают, что проектная несущая способность грунта под фундаментом при вертикальной нагрузке связана с предельным давлением на грунт следующей линейной зависимостью:

$$R_d / A' = \sigma'_{v,o} + kp^* le, \quad (3.7)$$

Полуэмпирический метод определения несущей способности грунта

Для определения расчетной несущей способности грунта под фундаментом используют полевые методы испытаний (прессиометрические методы).

При использовании прессиометрических методов испытаний учитывают, что проектная несущая способность грунта под фундаментом при вертикальной нагрузке связана с предельным давлением на грунт следующей линейной зависимостью:

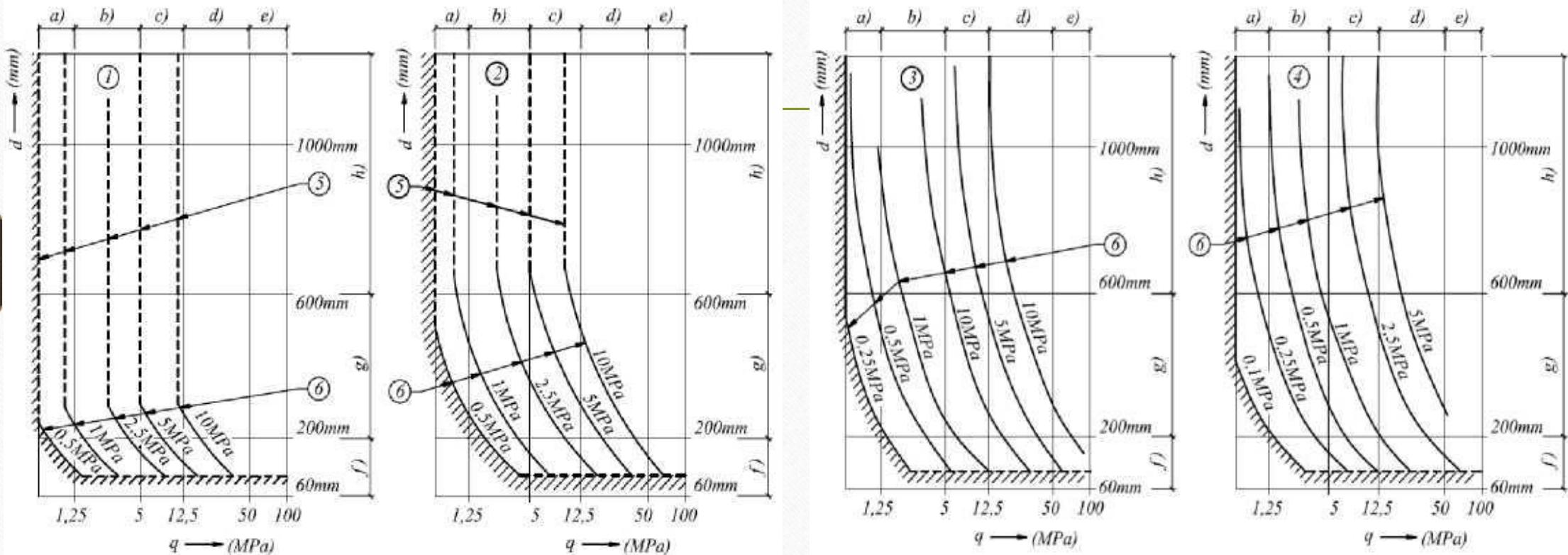
$$R_d / A' = \sigma'_{v,o} + kp^* le, \quad (3.7)$$

Расчетное точное эквивалентное предельное давление вычисляется из полного предельного давления , которое определяется для прессиометрического испытания как разность между предельным значением и горизонтальным давлением грунта в покое на глубине испытания.

Давление грунта в покое определяют по формуле:

$$p_0 = K_0 q' + u, \quad (3.8)$$

Метод расчета несущей способности фундаментов на скальном основании



Предполагаемая несущая способность для квадратных фундаментов на скальном основании (при осадках, не превышающих 5% ширины фундамента)

Метод расчета несущей способности фундаментов на скальном основании

Группа	Вид скального грунта
1	Чистые известняки и доломиты Карбонатные песчаники с низкой пористостью
2	Вулканические происхождения Оолитовые и мергелистые известняки Хорошо сцепментированные песчаники Отвердевшие карбонатные аргиллиты Метаморфические породы, включая различные сланцы (плоская сланцеватость/слоистость)
3	Сильно мергелистые известняки Слабо сцепментированные песчаники Различные виды сланцев (крутопадающая сланцеватость/слоистость)
4	Несцепментированные глинистые сланцы

Сопротивление скольжению

Если нагрузка не перпендикулярна к подошве фундамента, то проверяют на скольжение по подошве из следующего неравенства:

$$H_d \leq R_d + R_{p;d}, \quad (3.9)$$

- H_d - расчетное значение горизонтальной нагрузки или компоненты суммарного воздействия, направленного параллельно подошве фундамента;
- R_d - расчетное сопротивление этой нагрузке;
- $R_{p;d}$ - расчетная величина силы сопротивления, вызванной давлением грунта на боковую часть фундамента.
- H_d включает в себя все силы активного давления, возникающие в результате воздействия грунта на фундамент.

При определении расчетного сопротивления R_d на сдвиг в условиях дренирования значения характеристик грунта или сопротивление основания умножаются на коэффициенты по следующим формулам:

$$R_d = V_d \operatorname{tg} \delta_d \quad (3.9)$$

или

$$R_d = (V_d \operatorname{tg} \delta_d) / \gamma_{R,h} \quad (3.10)$$

При определении V'_d учитывают, являются ли воздействия H_d и V'_d зависимыми или независимыми.

Для монолитных железобетонных фундаментов проектный угол трения δ_d можно приравнивать к проектному значению эффективного угла сопротивления сдвигу в критическом состоянии $\varphi'_{cv;d}$. Эффективное удельное внутреннее сцепление c' в расчетах не учитывается.

В проектных расчетах, в которых результаты воздействий умножаются на коэффициенты, частный коэффициент для воздействий равен 1,0 в формуле (3.10).

Нагрузки с большими эксцентрикитетами

При превышении эксцентрикитетом нагрузки $1/3$ ширины фундамента или $0,6$ радиуса круглого фундамента, требуются особые меры предосторожности.

Эти меры предосторожности включают:

- тщательное рассмотрение расчетных значений воздействий;
- размещение края фундамента с учетом строительных допусков.

В случае, если во время проведения работ особые меры не принимаются, следует предусматривать допуски до $0,10$ м.

Необходимо учитывать неравномерные вертикальные и горизонтальные перемещения фундамента с тем, чтобы они не привели к критическому предельному состоянию сооружения.

Заключение

Полуэмпирический метод определения несущей способности грунта занимает важное место в инженерной геотехнике, так как сочетает в себе как теоретические основы механики грунтов, так и результаты практических наблюдений и полевых испытаний. Такой подход позволяет получать достаточно точные и надежные значения несущей способности при минимальных затратах времени и ресурсов. Использование полуэмпирических зависимостей обеспечивает возможность учитывать особенности конкретных грунтовых условий, тип сооружения, глубину заложения и характер нагрузок. Это делает метод универсальным и применимым для большинства инженерных задач, связанных с проектированием фундаментов. Таким образом, полуэмпирический метод является эффективным инструментом для предварительных и уточненных расчетов, позволяющим повысить точность оценки прочностных характеристик грунтов и обеспечить надежность и безопасность проектируемых сооружений.

Темы для выполнения СРQ:

1. Изучить классификацию геотехнических свойств грунтов и их значение в строительстве.
2. Выполнить сравнительный анализ песчаных и глинистых грунтов по геотехническим параметрам.
3. Исследовать роль геотехнических свойств при выборе типа фундамента.
4. Подготовить обзор аварийных случаев, связанных с недооценкой геотехнических свойств грунтов.

Список рекомендуемой литературы

1. Бартолини Ф., Бургойнь Ж., Шукарев В. Еврокод 7. Геотехническое проектирование. Руководство по применению. — М.: АСВ, 2015. — 412 с.
2. Bond A., Harris A. Decoding Eurocode 7. — CRC Press, 2008. — 608 р.
3. Frank R., Bauduin C., Driscoll R., Kavvadas M., Krebs Ovesen N., Orr T., Schuppener B. Designer's Guide to Eurocode 7: Geotechnical Design. — ICE Publishing, 2004. — 216 р.
4. Orr T., Farrell E. Geotechnical Design to Eurocode 7. — Springer, 2012. — 410 р.
5. Бондаренко В.М., Шахраманьян М.А. Основы геотехники: Учебное пособие. — М.: АСВ, 2014. — 368 с.

Список дополнительной литературы

1. Knappett J., Craig R. *Craig's Soil Mechanics*. — CRC Press, 2019. — 608 p.
2. Smith I., Griffiths D. *Programming the Finite Element Method for Geotechnical Applications*. — Wiley, 2014. — 472 p.
3. Буров А.Ю., Дьяконов В.М. *Инженерная геотехника: основы и практика проектирования*. — СПб.: Питер, 2018. — 350 с.
4. Воробьев А.В., Куликов В.А. *Проектирование оснований и фундаментов по ЕвроКоду 7*. — М.: Инфра-М, 2019. — 290 с.
5. Хенли У., Фелисити У. *Практическое применение ЕвроКода 7 в геотехническом проектировании*. — Лондон: Thomas Telford, 2016, 275 р.