

НАО «Карагандинский технический университет
имени Абылкаса Сагинова»

Курс лекций
по дисциплине:

**«Основы геотехнического
проектирования»**

для магистрантов

ОП 7М07302 - «Строительство »

«Архитектурно-строительный факультет»

Кафедра «Строительные материалы и
технологии»



Автор:
К.Т.Н.,
профессор Рахимов М.А.

Расчет оснований по деформациям

Лекция № 8

Цель занятия

- ✓ Изучить основы проектирования оснований по эксплуатационным предельным состояниям.
- ✓ Рассмотреть условия возникновения предельных состояний осадки фундаментов
- ✓ Изучить расчет оснований по деформациям.
- ✓ Научиться рассчитывать сопротивления грунта основания.

План занятия:

- Проверка грунтового основания по деформативным предельным состояниям.
- Определение осадки.
- Определение мгновенной осадки методом теории упругости.
- Расчет оснований по деформациям.
- Определение расчетного сопротивления грунта основания.

Расчет оснований по деформациям

Целью расчета оснований по деформациям является ограничение абсолютных или относительных перемещений такими пределами, при которых гарантируется нормальная эксплуатация сооружения и не снижается его долговечность.

Деформации основания в зависимости от причин возникновения подразделяют на два вида:

- первый - деформации от внешней нагрузки на основание;
- второй - деформации, не связанные с внешней нагрузкой на основание и проявляющиеся в виде вертикальных и горизонтальных перемещений поверхности основания.

Деформации основания допускается определять без учета совместной работы сооружения и основания.

Совместная деформация основания и сооружения характеризуется:

- абсолютной осадкой (подъемом) основания отдельного фундамента;
- средней осадкой основания сооружения;
- относительной разностью осадок (подъемов) двух фундаментов;
- креном фундамента (сооружения);
- относительным прогибом или выгибом;
- кривизной изгибаемого участка сооружения;
- относительным углом закручивания сооружения;
- горизонтальным перемещением фундамента (сооружения).

Расчет оснований по деформациям производят исходя из условия:

$$S \leq S_u, \quad (4.4)$$

Расчет деформаций основания при среднем давлении под подошвой фундамента, не превышающем расчетное сопротивление грунта, следует выполнять, применяя расчетную схему в виде линейно-деформируемого полупространства с условным ограничением глубины сжимаемой толщцы.

Определение расчетного сопротивления грунта основания

При расчете деформаций основания с использованием расчетной схемы, среднее давление под подошвой фундамента p не превышает расчетное сопротивление грунта основания R , определяемое по формуле:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}], \quad (4.5)$$

Грунты	Коэффициент $\gamma_{с1}$	Коэффициент $\gamma_{с2}$ для	
		сооружений при L/H, равном	
		4 и более	1,5 и менее
Крупнообломочные	1,4	1,2	1,4
Пески мелкие	1,3	1,1	1,3
Пески пылеватые:			
- маловлажные и влажные	1,25	1,0	1,2
- насыщенные водой	1,1	1,0	1,2
Глинистые, $I_L < 0,25$	1,25	1,0	1,1
То же, при $0,25 < I_L < 0,5$	1,2	1,0	1,1
То же, при $I_L > 0,5$	1,0	1,0	1,0

Определение расчетного сопротивления грунта основания

При расчете деформаций основания с использованием расчетной схемы, среднее давление под подошвой фундамента p не превышает расчетное сопротивление грунта основания R , определяемое по формуле:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}], \quad (4.5)$$

Определение расчетного сопротивления оснований R , сложенных рыхлыми песками, выполняется на основе специальных исследований.

Значение R , найденное для рыхлых песков при $\gamma_{c1} = 1$ и $\gamma_{c2} = 1$, уточняют по результатам испытаний штампа (не менее 3-х).

Размеры и форму штампа принимают близкими к форме и размерам проектируемого фундамента, но не менее $0,5 \text{ м}^2$.

Расчетные значения φ_{II} , e_{II} и γ_{II} определяют при доверительной вероятности α , принимаемой для расчетов по II предельному состоянию равной $0,85$.

При назначении коэффициента условий работы γ_{c2} , что к числу зданий и сооружений с жесткой конструктивной схемой относятся:

- здания панельные, блочные и кирпичные, в которых междуэтажные перекрытия опираются по всему контуру на поперечные и продольные стены или только на поперечные несущие стены при малом их шаге;
- сооружения типа башен, силосных корпусов, дымовых труб, домен и другие.

Предварительные размеры фундаментов назначают по конструктивным соображениям или, исходя из табличных значений расчетного сопротивления грунтов основания R_0 .

Для ленточных фундаментов, когда ширина типовых сборных железобетонных плит совпадает с шириной, полученной по расчету, применяются плиты с угловыми вырезами.

Расчетное сопротивление грунтов основания R для прерывистых фундаментов определяют с повышением значения R коэффициентом k_d , принимаемым по таблицам.

Вид фундаментных плит	Коэффициент k для грунтов		
	пески (кроме рыхлых) при коэффициенте пористости		
	$e \leq 0,5$	$e = 0,6$	$e \geq 0,7$
	глинистые при показателе текучести IL		
	$IL \leq 0$	$IL = 0,25$	$IL \geq 0,5$
Прямоугольные	1,3	1,15	1,0
С угловыми вырезами	1,3	1,15	1,15

Прерывистые фундаменты с повышением расчетного сопротивления основания не рекомендуются:

- в грунтовых условиях I типа по просадочности, т.е. при отсутствии поверхностного уплотнения грунта в пределах деформируемой зоны;
- при сейсмичности от 7 баллов и более.

При устройстве прерывистых фундаментов также могут применяться плиты с угловыми вырезами за исключением следующих случаев:

- при залегании под подошвой фундаментов рыхлых песков;
- при сейсмичности района 7 баллов и более;
- при неравномерном напластовании грунтов в пределах сооружения;
- при залегании ниже подошвы фундаментов глинистых грунтов с показателем текучести $I_L > 0,5$.

Расчет осадки ленточных с угловыми вырезами и прерывистых фундаментов производят, как расчет сплошного ленточного фундамента на среднее давление, отнесенное к общей площади фундамента, включая промежутки между плитами и угловые вырезы.

При увеличении нагрузок на основание существующих сооружений, расчетное сопротивление грунтов основания принимается в соответствии с данными об их физико-механических свойствах с учетом типа и состояния фундаментов и надфундаментных конструкций сооружения, продолжительностью его эксплуатации, ожидаемых дополнительных осадок при увеличении нагрузок на фундаменты и их влияния на примыкающие сооружения.

При наличии в пределах сжимаемой толщи основания на глубине от подошвы фундамента слоя грунта меньшей прочности, чем прочность грунта вышележащих слоев, размеры фундамента назначаются такими, чтобы для суммарного напряжения обеспечивалось условие:

$$\sigma_z = (\sigma_{zp} - \sigma_{zy}) + \sigma_{zg} \leq R_z,$$

Для фундаментов колонн зданий, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью 75 т и выше, а также для фундаментов колонн открытых крановых эстакад при кранах грузоподъемностью свыше 15 т, для сооружений башенного типа, а также для всех видов сооружений при расчетном сопротивлении грунта основания $R < 150$ кПа размеры фундаментов рекомендуется назначать такими, чтобы эпюра давлений была трапециевидной, с отношением краевых давлений $p_{\min}/p_{\max} \geq 0,25$

Заключение:

Расчет оснований по деформациям является одним из ключевых этапов проектирования фундаментов, направленным на обеспечение нормальной эксплуатации зданий и сооружений без превышения допустимых осадок и перекосов. Данный расчет позволяет оценить поведение грунтового массива под нагрузкой и определить, насколько равномерно будут распределяться деформации основания. Учет деформационных характеристик грунта, его структуры, влажности и глубины залегания обеспечивает точность прогнозирования осадок и предотвращает появление трещин, перекосов и повреждений конструкций. Такой подход помогает избежать неравномерных осадок, которые могут привести к нарушению целостности здания или инженерных коммуникаций. Таким образом, расчет оснований по деформациям играет важную роль в обеспечении надежности и долговечности сооружений. Он способствует созданию безопасных и устойчивых конструкций, гарантируя их стабильную работу в течение всего срока эксплуатации.

Темы для выполнения СРО:

1. Исследование несущей способности скальных и нескальных грунтов на строительной площадке.
2. Сравнительный анализ методов полевого испытания грунтов: статические и динамические методы.
3. Определение плотности и влажности грунта в полевых условиях.
4. Применение зондовых и пробных бурений для оценки характеристик грунта.
5. Практическая работа по использованию прибора ССГ (статического или динамического зондирования) для изучения грунтов.
6. Анализ результатов полевых испытаний и их использование в проектной документации.
7. Особенности полевых испытаний рыхлых и плотных нескальных грунтов.
8. Методы определения прочности скальных грунтов на месте: отбор керна и испытания на сжатие.

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 p.
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 p.
4. Orr T., Farrell E. Geotechnical Design to Eurocode 7. — Springer, 2012. — 410 p.
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 p.