

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.

Проектирование оснований по эксплуатационным предельным состояниям

Лекция № 7

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 критическим предельным состояниям

Выбор строительной площадки осуществляется с учетом особенностей инженерно-геологических условий, исключающих:

- провала или чрезмерного оседания грунтов;
- опасности разлома грунтового основания;
- неустойчивости склона;
- остаточной осадки.

К расчетам по критическим предельным состояниям оснований относятся:

- потеря устойчивости;
- хрупкое, вязкое или иного характера разрушение;
- резонансные колебания;
- чрезмерные пластические деформации или деформации неустановившейся ползучести.

Расчет оснований по критическим предельным состояниям производится, исходя из условия:

$$V \leq R \quad (4.1)$$

$$V_d \leq R_d \quad (4.2)$$

При рассмотрении предельного состояния по разрушению или чрезмерным деформациям конструктивного элемента, поперечного сечения либо основания (STR и GEO) проверяют:

$$E_d \leq R_d \quad (4.3)$$

Целью расчета оснований по критическим предельным состояниям является обеспечение прочности и устойчивости нескальных и скальных оснований, а также сдвига фундаментов или опрокидывания.

Согласно нормативным документам (Еврокодам) расчет оснований по несущей способности производят в случаях если:

- на основание передаются значительные горизонтальные нагрузки;
- сооружение расположено на откосе или вблизи откоса;
- основание сложено медленно уплотняющимися водонасыщенными пылевато-глинистыми грунтами;
- основание сложено скальными грунтами;
- фундаменты работают на выдергивание.

Определение лимитирующей расчетной величины для результата воздействия (осадки) по эксплуатационным предельным состояниям производят, исходя из условия:

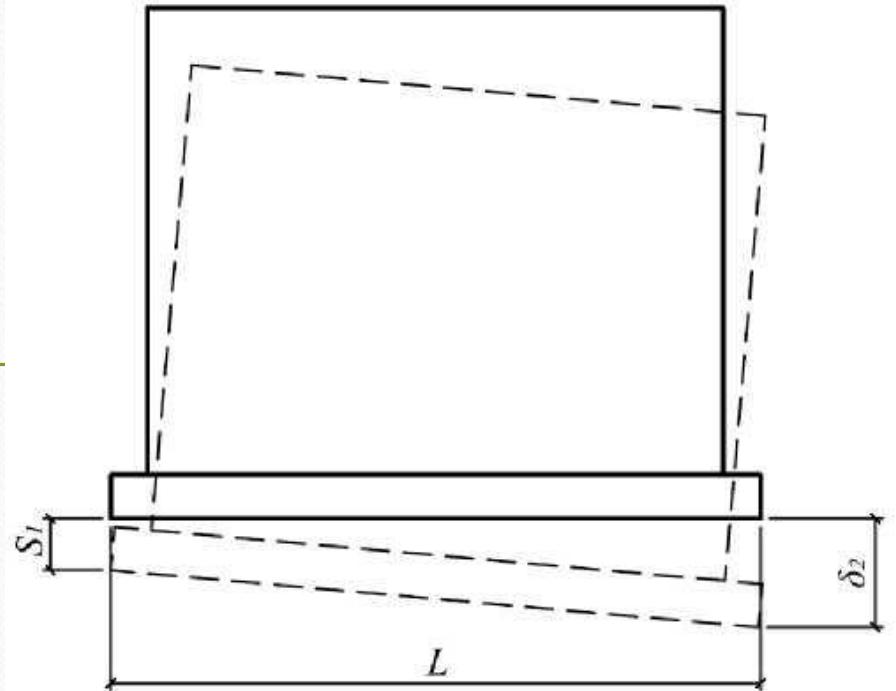
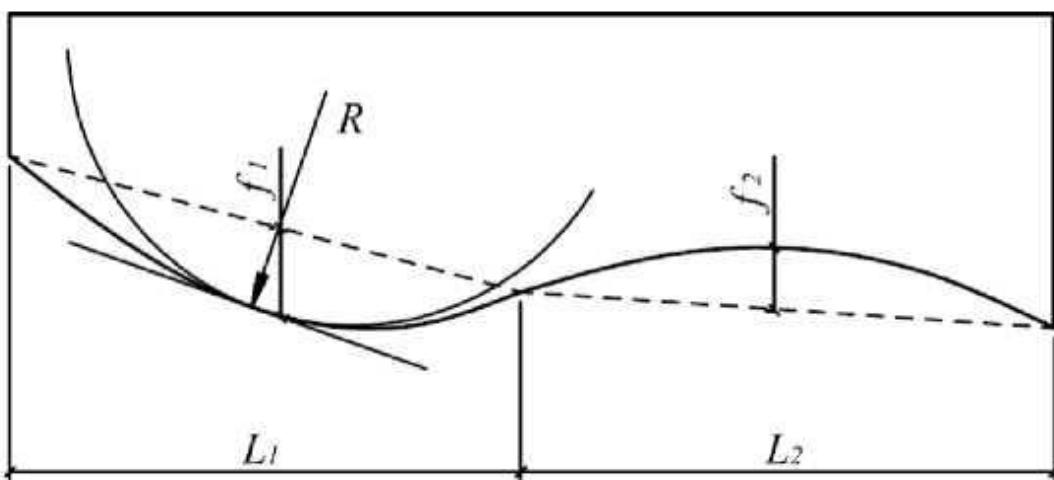
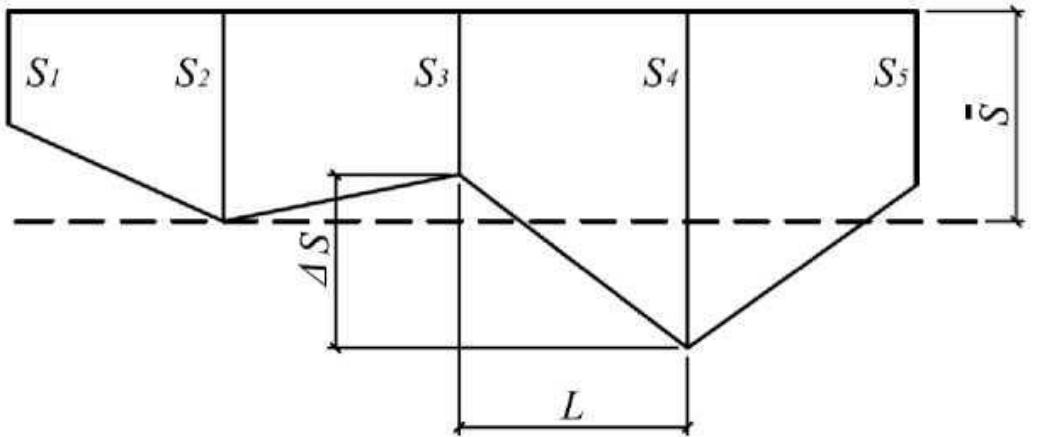
$$S = S_0 + S_1 + S_2 < S_u, \quad (4.2)$$

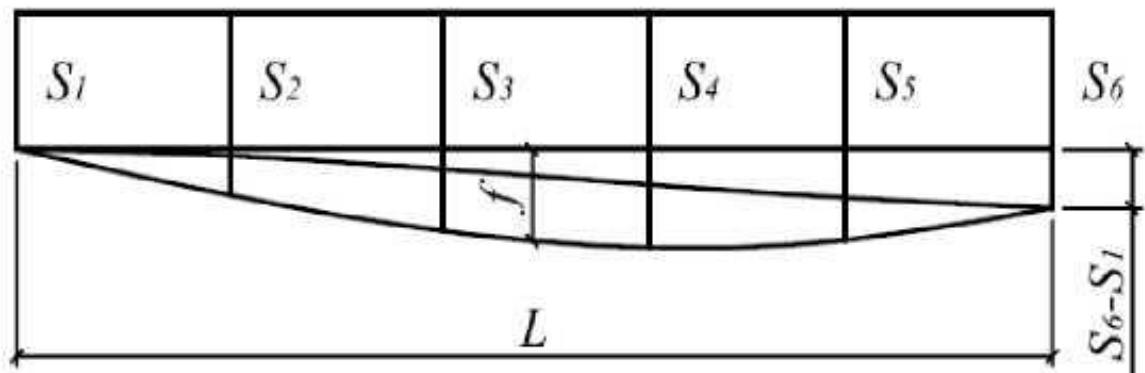
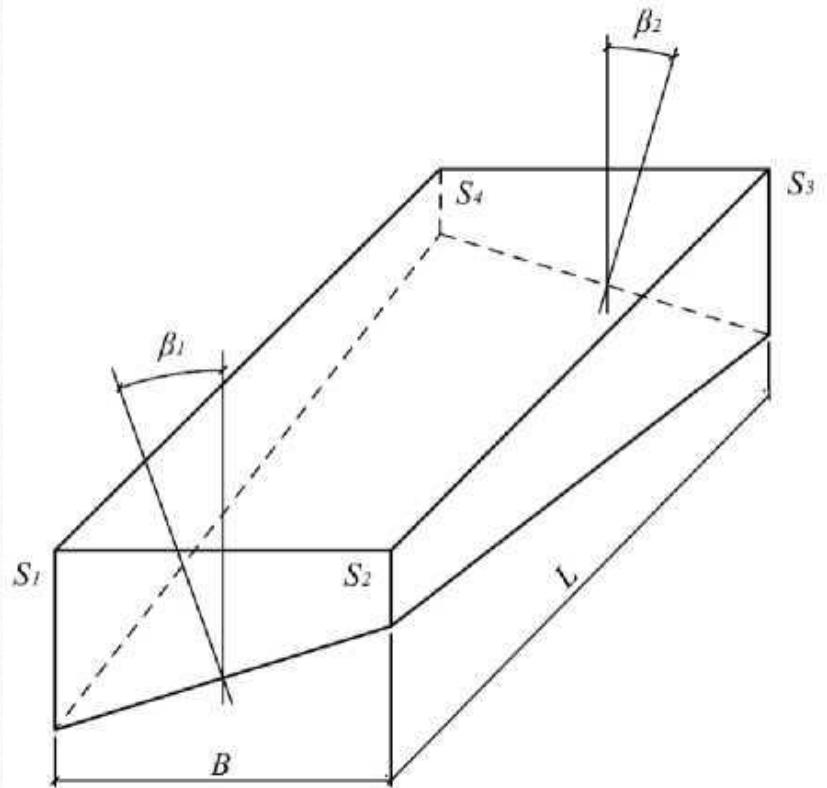
Для фундаментов на малоожимаемых глинах твердой консистенции в соответствии с геотехническими категориями 2 и 3 обычно рассчитываются вертикальные перемещения (осадки).

При расчете перемещений фундамента и их сравнении с критериями нормальной эксплуатации используют расчетные нагрузки для эксплуатационных предельных состояний.

Деформации основания подразделяются:

- на осадки;
- на просадки;
- на подъемы и осадки;
- на оседания;
- на горизонтальные перемещения.

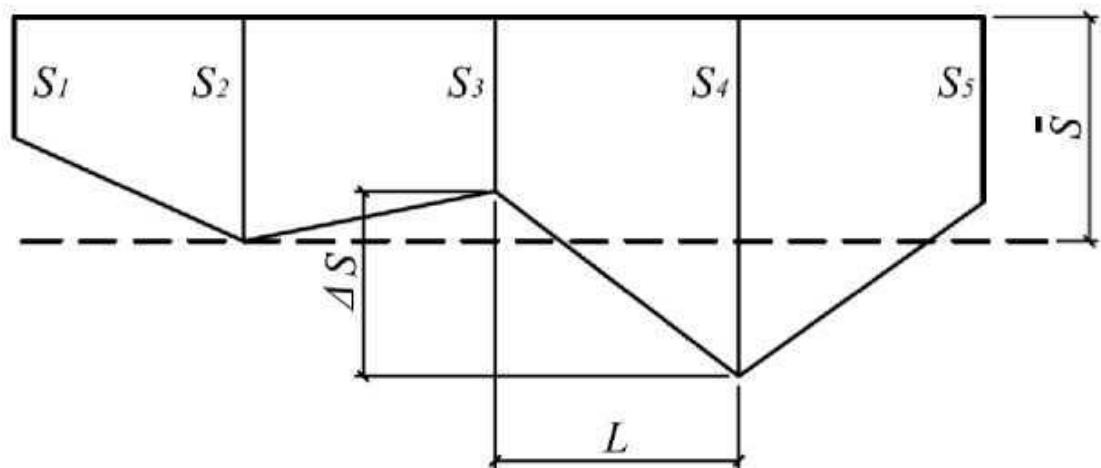




Совместная деформация основания и сооружения характеризуется:

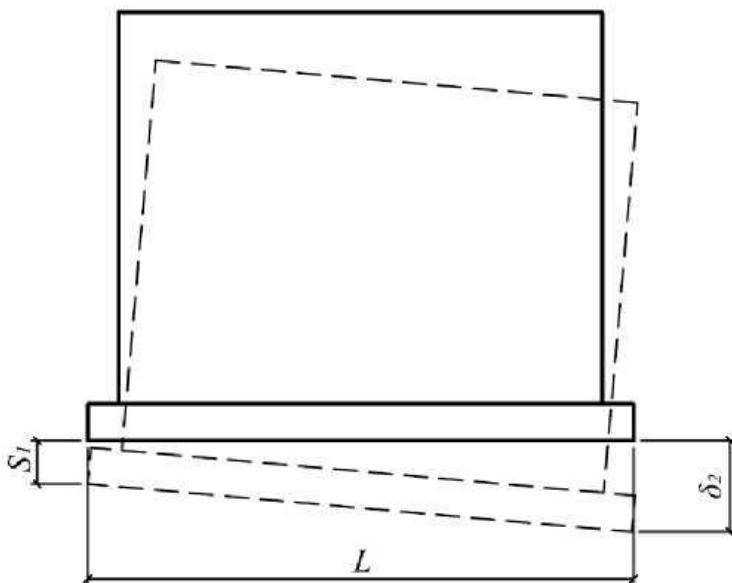
- абсолютной осадкой основания S отдельного фундамента;
- средней осадкой основания сооружения $-S$;
- относительной неравномерностью осадок двух фундаментов - $\Delta S/L$
- креном фундамента (сооружения) - i ;
- относительным прогибом или выгибом – f/L ;
- кривизной изгибающего участка сооружения - ρ ;
- относительным углом закручивания сооружения - Θ ;
- горизонтальным перемещением фундамента (сооружения).

Относительная неравномерность осадок двух фундаментов представляет собой разность абсолютных осадок двух фундаментов, отнесенную к расстоянию между ними. Эта характеристика используется при неплавных (скачкообразных) эпюрах осадок.



Для гибких сооружений величина характеризует перекосные деформации, а для относительно жестких - преимущественно сдвиговые деформации конструкций.

Крен фундамента или сооружения в целом i - разность осадок крайних точек фундамента или сооружения в целом, отнесенная к ширине или длине фундамента/сооружения.



При такой деформации, характерной для жестких фундаментов и сооружений, осадки основания в любом направлении изменяются по линейному закону.

Относительный прогиб или выгиб - отношение стрелы прогиба или выгиба к длине однозначно изгибаемого участка сооружения. Эта характеристика используется при плавных искривлениях зданий и сооружений

Усилия в конструкциях, возникающие при кручении сооружения, суммируются с усилиями от других видов деформаций (например, прогиба).

Горизонтальное перемещение фундамента или сооружения в целом, как правило, следует учитывать при действии на основание горизонтальных нагрузок.

Возможна сложная деформация сооружения вследствие неравномерных осадок основания. В этом случае она может быть разложена на отдельные составляющие.

Определение осадки

Расчет мгновенной осадки основания выполняют с использованием расчетных схем основания, методом теории упругости, основанном на зависимости напряжений от деформации.

Особое внимание следует уделять грунтам с содержанием органики и слабым глинистым грунтам, осадки которых неограниченно растут во времени вследствие ползучести.

Глубина сжимаемой толщи грунта при расчете осадки зависит от размера и формы фундамента, изменения сжимаемости грунта по глубине и размещения элементов фундаментов.

Необходимо учитывать:

- возможное влияние собственного веса, подтопления и вибрации на насыпные и просадочные грунты;
- изменение напряженного состояния на дробленных песках.

Расчеты без учета жесткости сооружения дают завышенные значения неравномерных осадок, поэтому для обоснования уменьшения неравномерных осадок выполняют расчеты взаимодействия основания и сооружения.

Учитывают неравномерность осадок за счет неоднородности основания, за исключением случаев, когда эта неравномерность не возникает благодаря жесткости сооружения.

Заключение:

Проектирование оснований по эксплуатационным предельным состояниям направлено на обеспечение долговечности, устойчивости и нормальной работы зданий и сооружений в процессе их эксплуатации. В отличие от расчётов по прочности, данный подход учитывает возможные деформации основания, осадки и крены, которые не приводят к разрушению конструкции, но могут повлиять на её функциональность и безопасность. Учет эксплуатационных предельных состояний позволяет инженеру заранее прогнозировать поведение сооружения под длительными нагрузками, предотвращать деформации, трещинообразование и нарушение технологических процессов. Такой метод проектирования способствует повышению надёжности фундаментов, снижению затрат на ремонт и техническое обслуживание. Таким образом, проектирование оснований по эксплуатационным предельным состояниям является важным этапом в инженерной практике, обеспечивающим устойчивость, экономичность и безопасность строительных объектов в течение всего срока их эксплуатации.

Темы для выполнения СРQ:

1. Как осуществляется выбор строительной площадки осуществляется с учетом особенностей инженерно-геологических условий.
2. Сравнительный анализ песчаных и глинистых грунтов по физическим свойствам.
3. Определение влияния состава грунта на его механические характеристики.
4. Методы лабораторных испытаний для определения прочности и сжимаемости грунтов.
5. Практические примеры применения показателей свойств грунтов при проектировании фундаментов.
6. Анализ ошибок строительства, связанных с недооценкой свойств грунтов.

Список рекомендуемой литературы

1. Бартолини Ф., Бургойнь Ж., Шукарев В. Еврокод 7. Геотехническое проектирование. Руководство по применению. — М.: ACB, 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.: ACB, 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.