

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.**

# **Предельные состояния фундаментов**

## **Лекция № 10**

---

# Цель занятия

- ✓ Изучить фундаменты, защемленные в грунтовых основаниях.
- ✓ Рассмотреть условия выдергивания защемленных фундаментов из различных типов грунтов.
- ✓ Научиться рассчитывать нагрузки для забивки, вдавливания, завинчивания или бурения свай.
- ✓ Проанализировать различные классификации свай.

# План занятия:

- Классификация свай.
- Основы проектирования фундаментов.
- Расчетные ситуации и предельные состояния.
- Воздействия, их расчетные значения и сопротивления.
- Принципы проектирования.
- Воздействия от перемещений основания.

# Предельные состояния

При проектировании фундаментов, как правило, рассматриваются следующие предельные состояния:

- потеря общей устойчивости;
- потеря прочности на сжатие;
- выдергивание или недостаточное сопротивление растяжению;
- разрушение основания от действия поперечной нагрузки;
- разрушение конструкций при сжатии, напряжении, изгибе, потере продольной устойчивости или сдвиге;
- совместное разрушение основания и фундамента;
- совместное разрушение основания и сооружения;
- чрезмерные осадки;
- чрезмерное пучение;
- чрезмерное поперечное перемещение;
- недопустимые колебания.

# Воздействия и их расчетные значения

При определении воздействий, принимаемых в проекте, необходимо учитывать все взаимодействия между сваями и основанием.

В геотехнический проект включает следующие факторы в качестве воздействий:

- вес грунта, горной породы и воды;
- напряжения в основании;
- давление грунта и давление подземных вод;
- постоянные и временные нагрузки от сооружений;
- транспортные нагрузки;
- набухание и усадка, вызванные изменением растительного покрова, климата или влажности;
- перемещения, вызванные ползучестью или сдвигом оседающих массивов грунта;
- температурные воздействия, включая промерзание;
- ледовые нагрузки;
- негативное трение.

Воздействия, в зависимости от их изменения во времени, подразделяются:

- на постоянные воздействия (G);
- на переменные воздействия (Q);
- на аварийные воздействия (A);

Воздействия подразделяются также:

- по их происхождению;
- по изменению их пространственного распределения;
- по их природе или реакции сооружения.

## **Предельные состояния**

При определении воздействий, принимаемых в проекте, учитывают все взаимодействия между сооружением и основанием. При этом учитывают возможность совместности воздействий.

Воздействия, вызывающие динамическое поведение сооружения и основания, рассматриваются отдельно.

Воздействия, при которых преобладают усилия от грунтовой и свободной воды, рассматриваются особо для учета деформаций, трещинообразования переменной водопроницаемости и эрозии.

Расчетная величина воздействия  $F_d$  оценивается непосредственно или получаться по репрезентативным значениям с использованием следующего уравнения:

$$F_d = \gamma_F F_{rep}, \quad (5.1)$$

$$F_{rep} = \psi F_k, \quad (5.2)$$

Частные коэффициенты можно применять или к воздействиям  $F_{rep}$ , или к результатам этих воздействий  $E$ :

$$E_d = E\{\gamma_F F_{rep}; X_k/\gamma_M; a_d\}, \quad (5.3)$$

$$E_d = \gamma_E E\{F_{rep}; X_k/\gamma_M; a_d\}, \quad (5.4)$$

Характеристическую величину воздействия на сваю -  $F_K$ , следует определять, рассматривая фундамент как рамную конструкцию, воспринимающую вертикальные и горизонтальные нагрузки и изгибающие моменты.

Для фундаментов с вертикальными сваями характеристическую величину воздействия на сваю -  $F_K$  допускается определять по формуле:

$$F_K = \frac{N_d}{n} \pm \frac{M_x y}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y x}{\sum x_i^2}, \quad (5.5)$$

# Воздействия от перемещений основания

Основание, в котором установлены сваи, испытывают перемещения из-за консолидации, набухания, соседних нагрузок, ползучести грунта, оползней и землетрясений.

Для указанных ситуаций проектные величины прочности и жесткости перемещаемого грунта обычно принимают наибольшие значения.

При проектировании принимают один из двух следующих вариантов:

- перемещение грунта основания рассматривается как воздействие, затем выполняется расчет взаимодействия для определения усилий, перемещений и деформаций сваи;
- при проектировании максимальное усилие, которое передается на фундамент, следует рассматривать как проектное воздействие.

## **Заключение**

Рассмотрение предельных состояний фундаментов является основой для обеспечения надежности и безопасности зданий и сооружений. Подход, основанный на предельных состояниях, позволяет учитывать как прочностные, так и деформационные характеристики основания и конструкции, обеспечивая комплексную оценку их работы под нагрузкой. Разделение предельных состояний на первое (по несущей способности) и второе (по деформациям) обеспечивает более точное и рациональное проектирование фундаментов. Это дает возможность предотвратить разрушения, чрезмерные осадки и крены, сохранив устойчивость и эксплуатационную пригодность сооружений. Таким образом, учет предельных состояний при проектировании фундаментов является важным инструментом инженерной практики, направленным на достижение оптимального сочетания надежности, экономичности и долговечности строительных конструкций.

## Темы для выполнения СРQ:

1. Анализ требований к проведению полевых испытаний проницаемости грунтов различных типов.
2. Сравнительное исследование методов полевых испытаний проницаемости: скважины, инфильтрация, диафрагма.
3. Практическое выполнение полевого испытания проницаемости и обработка результатов.
4. Влияние влажности, структуры и плотности грунта на проницаемость: полевое исследование.
5. Использование данных полевых испытаний проницаемости для проектирования дренажных систем и фундаментов.
6. Ошибки и источники погрешностей при полевых испытаниях проницаемости и способы их минимизации.

## 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.