

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПО ЕВРОКОДУ 7
«GEOTECHNICAL DESIGN» И НОРМАМ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Коржова Е.В., Белоножко Н.П.

научный руководитель канд. техн. наук Преснов О.М

Сибирский федеральный университет

На сегодняшний день в Европейский союз входит 27 стран. В 1987 г. был создан и опубликован первый проект общих рекомендаций по геотехническому проектированию, соответствующий 1-й части Еврокода 7 (Еврокод 7, 1990). Еврокоды являются набором европейских стандартов (EN) для проектирования зданий и сооружений и строительной продукции, разработанных европейской организацией по стандартизации (CEN - Comité Européen de Normalisation).

При обновлении нормативных документов (в частности СНиП) был выдвинут ряд приоритетных направлений, одним из которых является «сближение требований отечественных норм со стандартами Европейского Союза, в том числе и со стандартами строительного проектирования – Еврокодами».

Подобного рода «гармонизация» и обеспечение практического единства систем технического регулирования строительства является необходимостью для установления развития экономических отношений с Европейским Союзом в области строительства.

В данной работе рассмотрены нормы РФ по проектированию СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений»; СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты» и Технический кодекс Еврокод 7 «Геотехническое проектирование» (Eurocode 7 Geotechnical design) и приведен анализ различий методов проектирования и расчету свайного фундамента.

В Еврокоде 7 и СП 24.13330.2011 есть сходства положений в геотехническом проектировании по предельным состояниям с использованием частных коэффициентов надежности. Но, несмотря на существующие общие принципы и расчеты, результаты проектирования остаются различными. Прямое использование европейских норм без учета национальных особенностей России невозможно и может привести к авариям и обрушениям.

Стоит отметить, что методы расчета строительных конструкций по предельным состояниям были приняты в отечественных нормах раньше, чем они были включены в EN.

Еврокоды рекомендуют выполнять расчет по двум предельным состояниям.

Первое предельное состояние включает в себя расчеты:

- По равновесию конструкции или грунта (EQU);
- По величине предельного сопротивления или деформации сооружений или элементов конструкций (STR);
- По величине предельного сопротивления или избыточной деформации грунта, для которого прочность значительна (GEO);
- По равновесию конструкции или грунта вследствие увеличения гидростатического давления или вертикальных воздействий (UPL);
- По величине гидравлического подъема, внутренней эрозии и фильтрации в грунте как следствия действия гидравлических градиентов (HYD).

Второе предельное состояние включает в себя расчеты:

- Чрезмерные деформации (прогибы, углы поворота и т.д.);
- Вибрации;

- Местные деформации.

Для проверки предельных состояний и получения расчетных значений воздействий должны использоваться три группы частных коэффициентов надежности, которые приводятся в EN 1990 (группы A, R и M). В данной работе мы рассматриваем коэффициенты для определения структурных (STR) и геотехнических (GEO) предельных состояний:

- Группа A1 или A2 частных коэффициентов применяется для нагрузок (γ_F);
- Группа R1, R2, R3 или R4 частных коэффициентов применяется для сопротивления сваи под сжатием/растяжением (γ_R);
- Группа M1 или M2 частных коэффициентов применяется для параметров грунта (γ_M).

Предельные состояния по СП 22.13330.2011 пп. 5.1.2 подразделяются на:

- Расчет оснований по несущей способности (I предельное состояние). К нему относятся состояния, приводящие сооружение и основание к полной непригодности к эксплуатации (потеря устойчивости формы и положения; хрупкое, вязкое или иного характера разрушение; резонансные колебания; чрезмерные деформации основания и т.п.).
- Расчет оснований по деформациям (II предельное состояние). Состояния, затрудняющие нормальную эксплуатацию сооружения или снижающие его долговечность вследствие недопустимых перемещений (осадок, подъемов, прогибов, кренов, углов поворота, колебаний, трещин и т.п.).

При расчетах на предельные состояния также используются значения нагрузок, корректируемые коэффициентами, приведенными в приложениях Еврокода и в основной части СП.

EN предлагает 3 подхода для геотехнического проектирования с использованием групп частных коэффициентов:

Подход к проектированию 1. Данный подход включает две комбинации коэффициентов:

Комбинация 1: A1+M1+R1

Комбинация 2: A1+(M1;M2)+R4

В первой комбинации частные коэффициенты применяются к нагрузкам, в то время как параметры прочности грунта не учтены, во второй комбинации, частные коэффициенты применяются к прочностным параметрам грунта, а коэффициенты для нагрузок не учтены или учтены в меньшей степени, чем в комбинации 1.

Подход к проектированию 2. Имеет частные факторы, применяемые как для нагрузок, так и для характеристик грунта и материала. Нужно проверить, что предельное состояние избыточной деформации не будет иметь место при следующей комбинации наборов коэффициентов:

Комбинация: A1+M1+R2

Подход к проектированию 3 аналогичен первому подходу, первой комбинации в сочетании со второй, частные факторы применяются к нагрузкам и, как и в комбинации 2, коэффициенты применяются к параметрам прочности грунта.

Комбинация: (A1или A2) +M1/M2+R3

Для определения, к какому методу из трех предложенных в Еврокоде 7 ближе всего отечественные нормы по проектированию свайных фундаментов, воспользуемся примером, рассмотренным в лекции Р. Франка «Проектирование свайных фундаментов в соответствии с Еврокодом 7».

В качестве исходных данных принимаются следующие значения:

Буронабивные сваи диаметром 600 мм.

Уровень грунтовых вод – на 2 м ниже поверхности. Песок: $c'_k = 0$, $\phi'_k = 35^\circ$, $\gamma = 21$ кН/м³, SPT N = 25 (количество пенетрационных испытаний грунта). Нормативное

значение постоянной нагрузки $G_k = 1200$ кН и переменной нагрузки $Q_k = 200$ кН
Удельный вес бетона $\gamma_6 = 24$ кН/м³. Поставленная задача – определить длину сваи.

По итогам расчета согласно Еврокоду 7 по трем подходам к проектированию, были получены следующие данные:

Вычисленная длина сваи:

Подход 1. Комбинация 1: 14,9 м;

Подход 1. Комбинация 2: 14,6 м;

Подход 2: 14,0 м;

Подход 3: 16,7 м.

Вычисленная расчетная нагрузка и несущая способность сваи соответственно:

Подход 1. Комбинация 1: 1920 кН и 1926,2 кН;

Подход 1. Комбинация 2: 1460 кН и 1463,5 кН;

Подход 2: 1920 кН, 1921,3 кН;

Подход 3: 1920 кН и 1923,8 кН.

При решении задачи по СП 22.13330.2011 и СП 24.13330.2011, используя те же исходные данные, получены следующие значения:

Вычисленная длина сваи: 14,0 м;

Несущая способность сваи: 1609 кН;

Вычисленная расчетная нагрузка: 1540 кН.

По длинам свай, которые были получены в данном анализе, видно, что расчет согласно СП можно отнести ко второму подходу Еврокода 7.

Выводы, сделанные нами в ходе сравнения европейских и российских нормативных документов:

- В России коэффициенты надежности по грунту, материалам и по нагрузкам при проектировании буронабивной сваи (а, следовательно, и общий коэффициент надежности) ниже, чем по Еврокоду 7 (см. Таблицу 1). Но следует отметить гибкую систему назначения этих коэффициентов, что, с одной стороны, позволяет лучше учесть степень изменчивости тех или иных факторов и запроектировать фундаменты с меньшим расходом материалов, а с другой стороны – повышает требования к качеству геологических изысканий, проведению пенетрационных испытаний, к качеству изготовления конструкций и проведению строительных работ.

- При проектировании буронабивной сваи по СП получается наименьшее значение длины сваи (см. Таблицу 2), что способствует экономии материалоемкости фундаментов, но ввиду малых коэффициентов безопасности их применение требует повышенного контроля за качеством проведения изыскательных работ и выполнения строительных работ.

- Расчет свайного фундамента по предложенным Еврокодом подходам ближе всего ко второму. Но полноценное применение второго подхода в проектировании свайного фундамента в России невозможно в силу большого различия между коэффициентами надежности и значениями несущей способности.

Следует отметить, что Еврокод 7 не предусматривает точные алгоритмы к проектированию и не является регламентирующим документом, в связи с различными расчетными моделями, принятыми в разных странах, но устанавливает общие принципы проектирования.

Полная гармонизация российских норм с Еврокодом возможна, но требует детальных уточнений и учета нюансов в проектировании.