

Расчёт строительных конструкций

- Расчетные модели сооружений
- (1)Р Расчеты следует выполнять с применением соответствующих расчетных моделей, сформированных с учетом особенностей сооружений и всех значимых параметров.
- (2) Принятые расчётные модели должны с достаточной точностью описывать поведение сооружений и соответствовать рассматриваемым предельным состояниям.
- (3)Р Расчетные модели должны соответствовать общепризнанной инженерной теории и практике. При необходимости, они могут обосновываться экспериментальными

Критерии выбора модели

В общем, любая численная модель должна рассматриваться как идеализация.

Упрощенная модель должна учитывать важные факторы и пренебрегать менее значимыми факторами. Значимые факторы, которые могут повлиять на выбор численной модели, включают в себя:

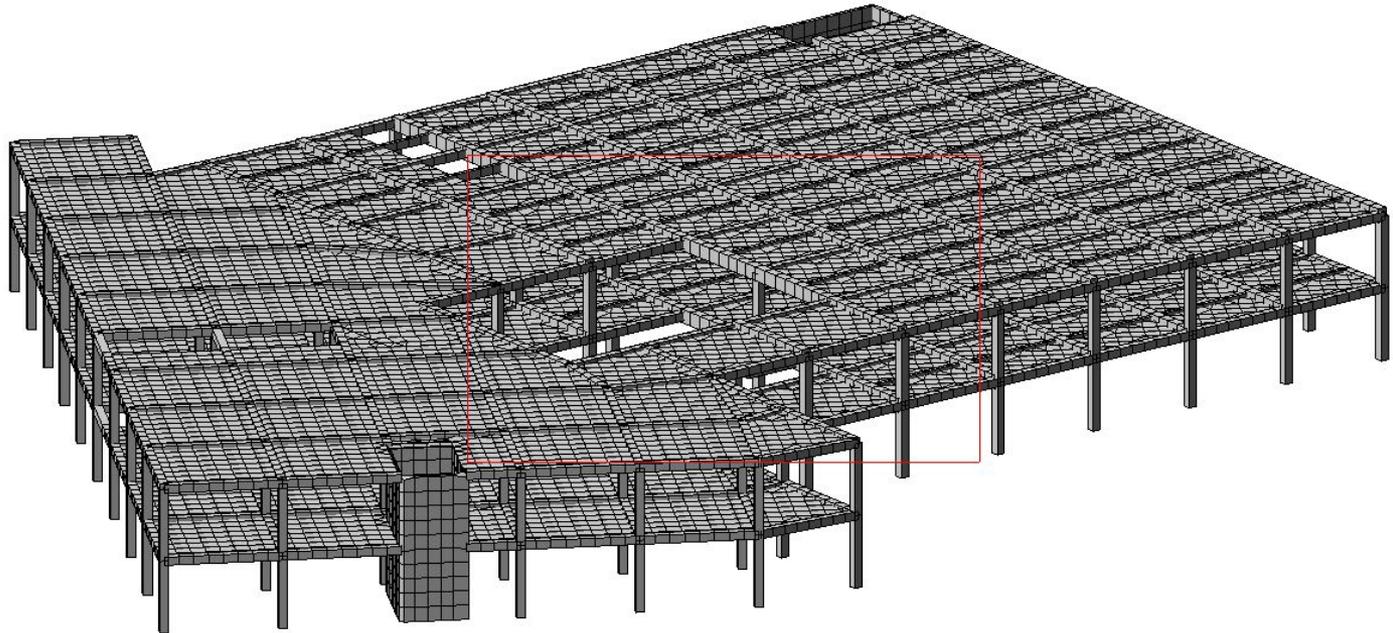
- геометрические свойства (структурная конфигурация, размеры, поперечные сечения, отклонения, дефекты и ожидаемые деформации);
- свойства материалов (прочность, базовые соотношения, зависимость
- натяжения от времени, пластичность, зависимость влажности от температуры);
- воздействия (прямые и не прямые, изменчивость во времени, пространстве, статические или динамические).

Подходящая численная модель должна быть выбрана на базе предыдущего опыта и знания поведения несущих систем.

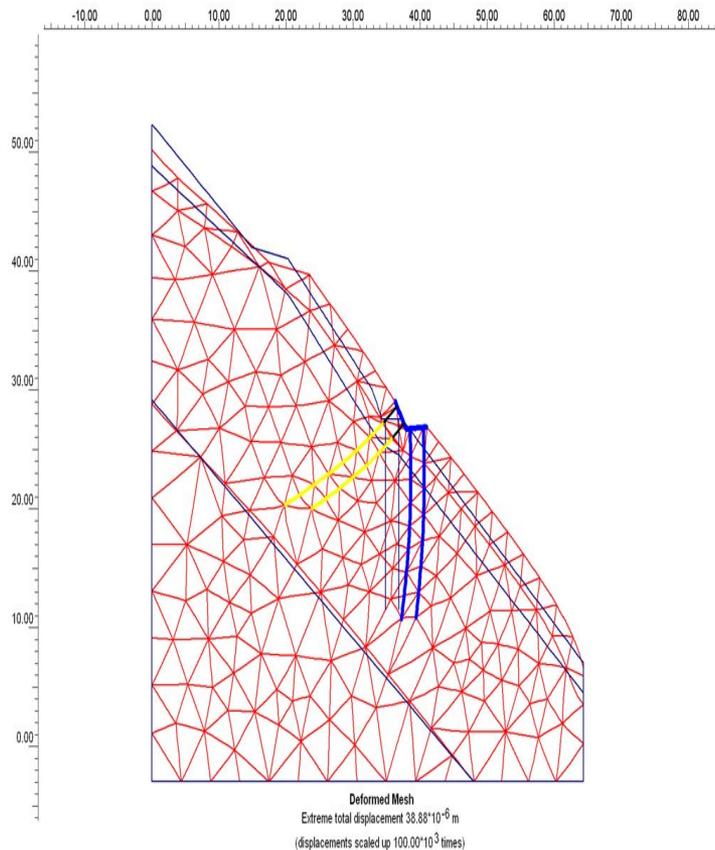
- Сложность модели также должна быть выбрана исходя из предполагаемого использования модели и соответствующих предельных состояний, типов результатов и предполагаемой реакции несущей системы.
- Для определения проблемных участков может быть использован простой глобальный анализ с эквивалентными свойствами, после чего может следовать детальное моделирование этих участков.

Пример расчётной схемы

блок e.3d



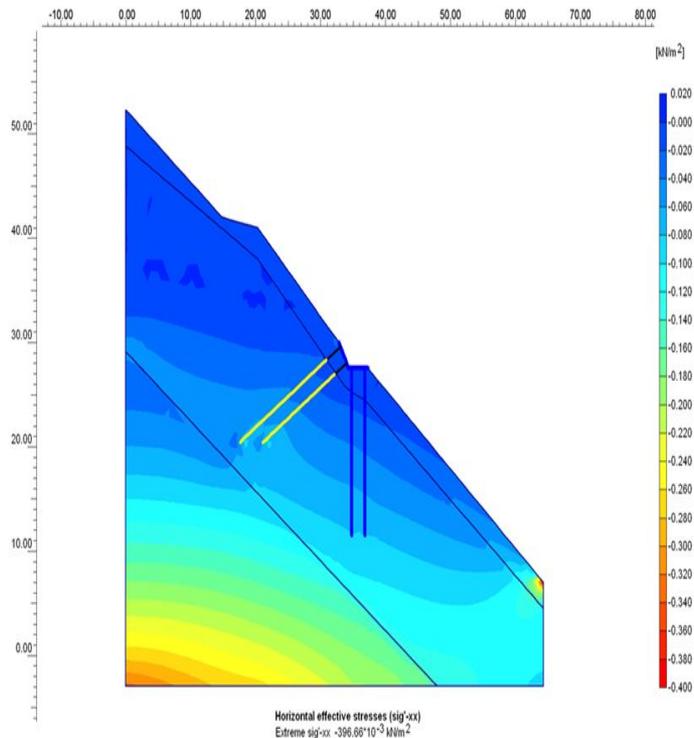
Статические воздействия (Расчетные схемы)



(1)Р Модели статических воздействий должны основываться на соответствующем образом выбранных зависимостях «нагрузка–деформация», характеризующих поведение элементов сооружения и их соединений, а также взаимодействие конструкций с основанием.

(2)Р Граничные условия в расчетной модели должны соответствовать фактическим условиям работы сооружения.

Статические воздействия (Расчетные схемы)



- (3)Р В тех случаях, когда перемещения и деформации сооружения существенно увеличивают эффекты внешнего воздействия, их следует учитывать при проверке критических предельных состояний.
- (4)Р Косвенные воздействия следует учитывать следующим образом:
 - – при линейно-упругом расчёте – непосредственно или как эквивалентную нагрузку (с применением, при необходимости, переходных коэффициентов);
 - – в нелинейном расчете – непосредственно, как приложенные деформации

Важное замечание

- **Обращаем внимание проектировщиков на то, что граничные условия, применяемые к модели, так же важны, как и сама численная модель (статья 5.1.2(2)Р). Это особенно важно в случае сложного анализа элементов конструкции, и принятые граничные условия должны точно соответствовать реальным.**

Динамические воздействия

(1)P Расчётная модель, используемая для определения эффектов воздействия, должна учитывать все значимые конструктивные элементы, их массы, жёсткости и характеристики демпфирования, а также все значимые неконструктивные элементы с их свойствами.

(2)P Граничные условия расчётной модели должны соответствовать граничным условиям сооружения.

(3) В тех случаях, когда динамические воздействия рассматриваются как квазистатические, они могут характеризоваться значениями статических воздействий или учитываться посредством коэффициентов динамичности, применяемых к эффектам их статического действия.

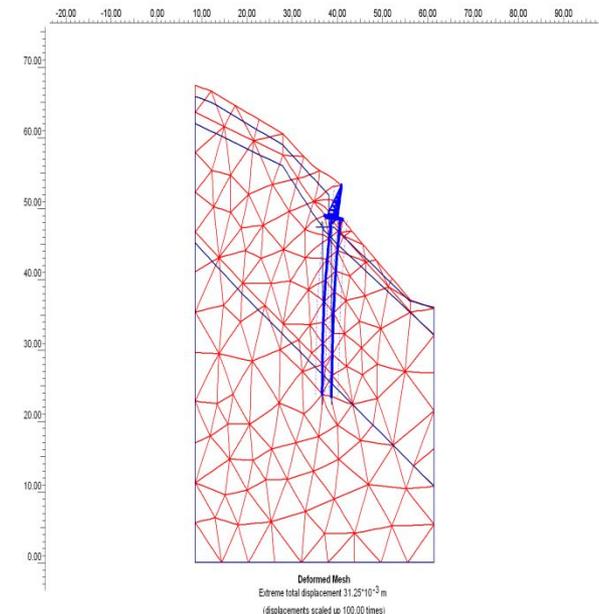
ПРИМЕЧАНИЕ Для определения коэффициентов динамичности могут потребоваться данные о частотах

Динамические воздействия

(4) В случае взаимодействия сооружения с основанием, грунт основания допускается моделировать посредством соответствующих упругих элементов и демпферов.

Вклад грунта также должен быть смоделирован, например введением эквивалентных пружин и амортизаторов.

Грунт также может быть смоделирован с помощью дискретной модели



Динамические воздействия

В определённых случаях (например, при колебаниях, вызванных ветровыми нагрузками и сейсмическими воздействиями) динамические расчеты допускаются производить на основании модального анализа, в предположении о линейной работе материала и недеформированной схемы сооружения.

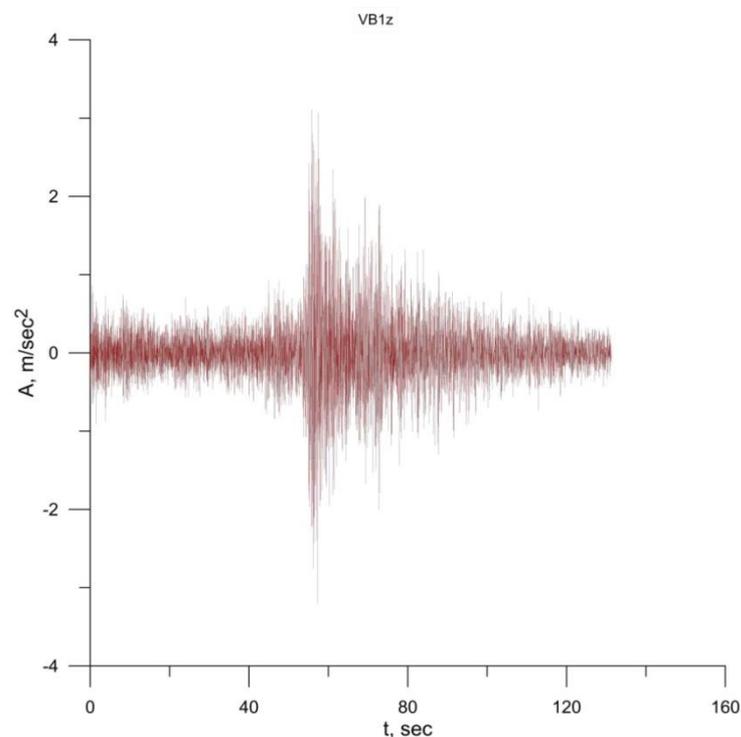
Для сооружений с правильной геометрической формой и равномерным распределением масс и жёсткостей, для которых существенна реакция только по основному тону колебаний, модальный анализ может быть заменён расчётом на эквивалентные статические нагрузки.

Динамические воздействия, в соответствующих случаях, могут быть также заданы в виде функции времени или в частотной области, а реакции сооружения определены надлежащими методами.

Динамические воздействия

Если динамические воздействия вызывают колебания, которые по своей амплитуде или частоте могут превышать пределы эксплуатационной пригодности, следует выполнить проверку предельного состояния по эксплуатационной пригодности.

ПРИМЕЧАНИЕ Указания по проведению таких расчётов содержатся в Приложении А и EN 1992 – EN 1999.



Противопожарные проектные мероприятия

- (1)Р При проектировании сооружений необходимо учитывать:
 - сценарии распространения пожара (см. EN 1991-1-2);
 - моделировать температурные воздействия на конструкции в пределах сооружения;
 - применять соответствующие модели механических свойств конструкций при повышенной температуре.
- (2) Проверка соответствия сооружения требованиям по противопожарной защите должна осуществляться на основании общего расчёта сооружения целом, а также расчётов его отдельных конструкций и их элементов с применением табличных или опытных данных.
- (3) Поведение сооружения при пожаре следует оценивать с учетом:
 - номинальных воздействий при пожаре;
 - моделируемых огневых воздействий, учитываемых совместно с сопутствующими воздействиями.
- ПРИМЕЧАНИЕ См. также EN 1991-1-2.

(4) Поведение сооружений при повышенных температурах должно оцениваться в соответствии с EN 1992 – EN 1996 и EN 1999, содержащих модели температурных воздействий и модели конструкций, необходимые для выполнения соответствующего расчета.

(5) В зависимости от вида материала и метода расчета:

- модели температурных воздействий могут основываться на допущениях об однородном или неоднородном распределении температуры по сечению и вдоль конструктивных элементов;**
- модели конструкций могут составляться для расчетов отдельных элементов или для расчетов, выполняемых с учетом взаимодействия элементов при пожаре.**

(6) При расчетах на повышенные температурные воздействия следует использовать нелинейные модели механического поведения конструктивных элементов.

Использование результатов испытаний при проектировании

Еврокод допускает систему, основанную на комбинации результатов испытаний и численного моделирования для зданий и инженерных сооружений, дает указания для планирования и оценки тестов, которые должны быть проведены вместе с проектированием, а также на количество тестов, достаточное для статистической значимости результатов.

Проектирование, усиленное тестированием, - процедура использования физического тестирования (например, моделей, прототипов или непосредственно строящегося объекта) для получения параметров проектирования.

Подобные процедуры могут быть использованы для тех случаев, где правила вычисления или свойства материалов, данные в Еврокодах, рассматриваются недостаточными или если важен наиболее экономичный результат.

Основные условия для использования проектирования, усиленного тестированием, даны в статье 5.2(2)P. Тесты должны быть продуманы и поставлены так, что испытываемая структура имеет такой же уровень надежности, как и планируемое сооружение; должны быть учтены все предельные состояния и прочие рекомендации, описанные в Еврокодах.