

**Тема: ОСНОВЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕСУЩИХ
КОНСТРУКЦИЙ.**

Основы проектирования несущих конструкций (1 часть)

1. СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011. Еврокод 0. Основы проектирования несущих конструкций



СП РК EN
1990:2002+A1
:2005/2011



НП к СП РК
EN
1990:2002+A1
:2005/2011

Национальный выбор в Приложении А1 к EN 1990 допускается в пунктах:

- А1.1(1)
- А1.2.1(1)
- А1.2.2 (Таблица А1.1)
- А1.3.1(1) (Таблицы А1.2(А)
- А1.2(С))
- А1.3.1(5)
- А1.3.2 (Таблица А1.3)
- А1.4.2(2)

Национальный выбор в Приложении А2 к EN 1990 допускается в следующих пунктах:

A2.4.4.1(1) Примечание 3	Требования к деформациям и вибрациям для временных железнодорожных мостов
A2.4.4.2.1(4)P	Пиковые значения ускорений колебаний пролетных строений железнодорожных мостов и связанные с ними частотные диапазоны
A2.4.4.2.2 – Таблица A2.7 Примечание	Предельные значения параметров скручивания пролетных строений для железнодорожных мостов
A2.4.4.2.2(3)P	Предельные значения параметров общего скручивания пролетных строений для железнодорожных мостов
A2.4.4.2.3(1)	Вертикальные деформации железнодорожных мостов с балластом и без балласта (балластрированных и безбалластных)
A2.4.4.2.3(2)	Ограничения поворотов концов пролетных строений для железнодорожных мостов без балласта (безбалластных)
A2.4.4.2.3(3)	Дополнительные ограничения углов поворотов на концах пролетных строений
A2.4.4.2.4(2) – Таблица A2.8 Примечание 3	Значения коэффициентов α_1 и r_1
A2.4.4.2.4(3)	Минимальная частота поперечных (боковых) колебаний для железнодорожных мостов
A2.4.4.3.2(6)	Требования к комфорту пассажиров для временных мостов

A2.4.4.1(1) Примечание 3	Требования к деформациям и вибрациям для временных железнодорожных мостов
A2.4.4.2.1(4)P	Пиковые значения ускорений колебаний пролетных строений железнодорожных мостов и связанные с ними частотные диапазоны
A2.4.4.2.2 – Таблица A2.7 Примечание	Предельные значения параметров скручивания пролетных строений для железнодорожных мостов
A2.4.4.2.2(3)P	Предельные значения параметров общего скручивания пролетных строений для железнодорожных мостов
A2.4.4.2.3(1)	Вертикальные деформации железнодорожных мостов с балластом и без балласта (балластрированных и безбалластных)
A2.4.4.2.3(2)	Ограничения поворотов концов пролетных строений для железнодорожных мостов без балласта (безбалластных)
A2.4.4.2.3(3)	Дополнительные ограничения углов поворотов на концах пролетных строений
A2.4.4.2.4(2) – Таблица A2.8 Примечание 3	Значения коэффициентов α_1 и r_1
A2.4.4.2.4(3)	Минимальная частота поперечных (боковых) колебаний для железнодорожных мостов
A2.4.4.3.2(6)	Требования к комфорту пассажиров для временных мостов

Примечание 1 и 2	
A2.3.1 Таблица A2.4(B)	– Примечание 1: выбор между 6.10 и 6.10a/b; – Примечание 2: значения коэффициентов u и ζ ; – Примечание 4: значения коэффициентов $\gamma_{\text{с}}$
A2.3.1 Таблица A2.4(C)	Значения коэффициентов $\gamma_{\text{с}}$
A2.3.2(1)	Расчетные значения в Таблице A2.5 для аварийных расчетных ситуаций, расчетные сопутствующих переменных воздействий и сейсмические расчетные ситуации.
A2.3.2 Таблица A2.5 Примечание	Расчетные значения воздействий.
A2.4.1(1) Примечание 1 (Таблица A2.6) Примечание 2	Альтернативные значения γ для нагрузок от дорожного движения при проверке предельных состояний по эксплуатационной пригодности. Редкие комбинации воздействий.
A2.4.1(2)	Требования к эксплуатационной пригодности и критерии для вычисления деформаций.

Пункты, специфичные для автомобильных мостов

Пункт	Статья
A2.2.2(1)	Ссылка на редкие комбинации воздействий.
A2.2.2(3)	Правила комбинации для специальных транспортных средств.
A2.2.2(4)	Правила комбинации для снеговых нагрузок и нагрузок от дорожного движения.
A2.2.2(6)	Правила комбинации для ветровых и температурных воздействий.
A2.2.6(1) Примечание 2	Значения коэффициентов $\gamma_{\text{с}}$ и $\gamma_{\text{с}}$.
A2.2.6(1) Примечание 3	Значения сил от гидростатического воздействия (от воды)

Пункты, специфичные для пешеходных мостов

Пункт	Статья
A2.2.3(2)	Правила комбинации для ветровых и температурных воздействий.
A2.2.3(3)	Правила комбинации воздействий для снеговых нагрузок и нагрузок от дорожного движения.
A2.2.3(4)	Правила комбинации воздействий для пешеходных мостов, защищенных от влияния плохой погоды.
A2.4.2.3.2(1)	Критерии комфорта для пешеходных мостов.

Пункты, специфичные для железнодорожных мостов

Пункт	Статья
A2.2.4(1)	Правила комбинации для снеговых нагрузок на железнодорожные мосты
A2.2.4(4)	Максимальная скорость ветра, сочетаемая с движением железнодорожного транспорта

Область применения

- ✓ Содержит Принципы и условия обеспечения безопасности, эксплуатационной пригодности и долговечности сооружений, описывает основы их проектирования и проверки, включает руководящие материалы, связанные с аспектами обеспечения конструктивной надежности
- ✓ Совместно со стандартами EN 1991 - EN 1999, распространяется на проектирование зданий и гражданских инженерных сооружений, в том числе временных, с учетом геотехнических аспектов, противопожарной защиты конструкций, сейсмических воздействий, а также ситуаций, связанных с процессом строительства
- ✓ может применяться для расчетной оценки существующего строения, для разработки проекта его ремонта и реконструкции или для внесения изменений в его функциональное назначение

Термины и определения

Общие термины в EN 1990 - EN 1999

Специальные термины, связанные с расчетами

Термины, связанные с воздействиями

Термины, связанные со свойствами материалов и изделий

Термины, связанные с геометрическими данными

Термины, связанные с расчетом строительных конструкций

Некоторые термины:

Строение (*construction works*): Все, что строится или является результатом строительных работ строительной деятельности.

ПРИМЕЧАНИЕ: Данный термин подразумевает как здания, так и инженерные сооружения. Термин относится к законченному строению, которое содержит конструктивные (несущие), неконструктивные (ненесущие), а также геотехнические элементы.

Тип здания или гражданского инженерного сооружения (*type of building or civil engineering works*): Определяется исходя из функционального назначения здания или сооружения, например, жилой дом, подпорная стена, промышленное здание, дорожный мост.

Тип конструкции (*type of construction*): Определяется исходя из вида материалов, применяемых для изготовления конструкции, например, железобетонная конструкция, стальная конструкция, деревянная конструкция, каменная конструкция, сталебетонная составная конструкция.

Конструкция (сооружение) (*structure*): Организованная комбинация взаимосвязанных конструктивных элементов, предназначенных для восприятия нагрузок и обеспечения адекватной жесткости.

Конструкция (сооружение) (*structure*): Организованная комбинация взаимосвязанных конструктивных элементов, предназначенных для восприятия нагрузок и обеспечения адекватной жесткости.

Конструктивный элемент (*structural member*): Физически различимая часть конструктивной системы, например, колонна, балка, плита, фундаментная свая.

Строительство (*execution*): Все виды деятельности по строительству здания или сооружения, включая приобретение строительных материалов, контроль и разработку соответствующей документации.

ПРИМЕЧАНИЕ: Термин подразумевает все работы на строительной площадке, включая изготовление изделий, как на ее территории, так и за пределами, а также их последующего монтажа на площадке.

Модель сооружения (*structural model*): Идеализированная схема сооружения, используемая при ее расчете, проектировании и проверке.

ТРЕБОВАНИЯ

Основные требования

Содержат 5 Принципов и 2 Правила которые рассмотрим далее

Обеспечение надежности

Содержит 1 Принцип и 5 Правил которые рассмотрим далее

Расчетный срок эксплуатации

Правило, говорящее что следует устанавливать расчетный срок эксплуатации сооружения. Таблица 2.1 определяющая индикативный (прогнозируемый) расчетный срок эксплуатации в зависимости от расчетного срока эксплуатации

Долговечность

Содержит 2 Принципа и 2 Правила которые рассмотрим далее

Обеспечение качества

Предусматриваются мероприятия:
- определение требований к надежности;
- организационные мероприятия;
- контроль на этапах проектирования, производства работ, в процессе эксплуатации и технического обслуживания.

Основные требования

Р Сооружение должно быть запроектировано и построено таким образом, чтобы в течение расчетного срока эксплуатации оно с соответствующей степенью надежности и экономичным способом:

- противостояло всем возможным воздействиям и влияниям, которые могут произойти во время возведения и эксплуатации; а также
- соответствовало требованиям по эксплуатационной пригодности для сооружений и конструктивных элементов.

Р Сооружение должно быть запроектировано таким образом, чтобы сохранялись его адекватные:

- конструктивное сопротивление;
- эксплуатационная пригодность; и
- долговечность.

Р В случае пожара, несущая способность сооружения должна быть обеспечена на требуемый промежуток времени.

Р Сооружение должно быть запроектировано и построено таким образом, чтобы такие события как:

- взрыв;
 - удар; и
 - ошибки деятельности человека;
- не приводили к последствиям, непропорциональным событиям.

Р Потенциально возможные повреждения следует ограничить или исключить за счет выполнения одного или комплекса мероприятий, предусматривающих:

- предотвращение, исключение или снижение опасностей, которым может быть подвергнуто сооружение;
- выбор конструктивных форм, малочувствительных к потенциальным опасностям;
- применение конструктивных форм и проектных решений, при которых сооружения, в случаях случайного удаления отдельного элемента или некоторой ограниченной части сооружения, а также при возникновении в них локальных повреждений, сохраняли свою работоспособность.
- исключение, по возможности, конструктивных систем, которые могут разрушиться без предварительных признаков;
- надежное соединение конструктивных элементов.

Соответствие основополагающим требованиям должно быть обеспечено посредством:

- выбора соответствующих строительных материалов;
- надлежащего расчета и конструирования, а также соответствующего строительного исполнения;
- назначения процедур контроля на этапах проектирования, изготовления, строительства и эксплуатации, имеющих отношение к конкретному проекту.

Требования, предусматривают, что проектирование объекта основывается на знаниях и передовой практике, как правило, соответствующих современному уровню.

Обеспечение надежности

Р Требуемая надежность сооружений обеспечивается:

- a) проектированием в соответствии с EN 1990 - EN 1999; и
- b) посредством:
 - надлежащим производством работ;
 - мероприятиями по контролю качества строительства.

Разные уровни надежности могут применяться в частности:

- для обеспечения несущей способности сооружения;
- для обеспечения эксплуатационной пригодности.

Требуемые уровни надежности каждого сооружения могут зависеть от одного или обоих факторов:

- ответственности сооружения в целом;
- ответственности конструктивных элементов сооружения.

При выборе уровня надежности каждого сооружения следует учитывать следующие факторы:

- возможную причину и/или форму достижения предельного состояния;
- возможные последствия отказа с точки зрения риска для жизни и здоровья людей, а также возможных экономических потерь;
- социальные последствия отказа;
- расходы и мероприятия, необходимые для уменьшения риска отказа.

Мероприятия по предупреждению потенциальных причин повреждений и/или снижению их последствий, при соответствующих обстоятельствах, допускается в определенных пределах корректировать, при условии, что требуемые уровни надежности будут обеспечены

Требуемые уровни надежности по несущей способности и эксплуатационной пригодности могут быть достигнуты комбинированием:

- a) профилактических и защитных мероприятий (например, устройством барьеров безопасности, активных или пассивных противопожарных мероприятий, защитой от коррозии, за счет нанесения покрытий или применения катодной защиты и т. д.);
- b) проектированием и расчетом с использованием:
 - репрезентативных значений воздействий;
 - частных коэффициентов надежности;
- c) мероприятий по контролю качества;
- d) мероприятий, направленных на предотвращение ошибок при проектировании, расчете и строительстве сооружений, а также ошибок, связанных с деятельностью людей;
- e) других мероприятий, касающихся следующих вопросов проектирования:
 - основных требований;
 - степени прочности(конструктивной целостности);
 - долговечности, включая выбор соответствующего расчетного срока эксплуатации;
 - степени и качества предварительных исследований грунтов и возможного влияния окружающей среды;
 - точности применяемых расчетных моделей;
 - качества конструирования;
- f) эффективного строительства, например, в соответствии со стандартами на строительство, упомянутыми в EN 1991 - EN 1999;
- g) мероприятий по контролю и техническому обслуживанию согласно процедурам, указанным в проектной документации.

Долговечность

Р Сооружение должно быть запроектировано таким образом, чтобы его показатели, изменяющиеся со временем, не влияли на эксплуатационные качества сооружения в течение расчетного срока эксплуатации. При этом следует учитывать влияние внешних условий и плановые мероприятия по техническому обслуживанию.

Р На этапе проектирования необходимо определить условия окружающей среды, чтобы установить ее влияние на долговечность и принять соответствующие мероприятия для защиты строительных материалов и изделий, используемых в сооружении.

Для обеспечения требуемой долговечности сооружения следует учитывать следующие факторы:

- предусмотренные или прогнозируемые условия эксплуатации сооружения;
- принятые критерии расчета(проектирования);
- прогнозируемые условия окружающей среды;
- состав, свойства и эксплуатационные характеристики строительных материалов и изделий;
- свойства грунтов оснований;
- свойства выбранной конструктивной системы;
- геометрические параметры элементов сооружения и их конструктивные решения;
- качество выполнения строительных работ и уровень контроля;
- специальные защитные мероприятия;
- плановое техническое обслуживание в течение расчетного срока эксплуатации.

Степень износа допускается определять на основании расчетов, экспериментальных исследований, предшествующего опыта эксплуатации подобных конструкций, или на основании комплекса таких данных

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЯМ

Пределные состояния:

- ✓ критические
пределные состояния
пределные
- ✓ состояния по
эксплуатационной
пригодности

*Р Пределные состояния
должны быть связаны с
расчетными ситуациями*

Расчетные ситуации

- постоянные
- переходные
- аварийные

Проверки предельных состояний, связанных с зависящими от времени эффектами (например, с усталостью), должны быть увязаны с расчетными сроками эксплуатации строений.

Предельные состояния (*limit states*): Состояния, при превышении которых конструкция (сооружение) больше не удовлетворяет соответствующим критериям проектирования.

Критические предельные состояния (*ultimate limit states*): Состояния, связанные с разрушением или другими формами отказа конструкции (сооружения).

Предельные состояния по эксплуатационной пригодности (*serviceability limit states*): Состояния, при превышении которых больше не выполняются установленные требования к эксплуатационной пригодности конструкции (сооружения) или конструктивного элемента.

Необратимые предельные состояния по эксплуатационной пригодности (*irreversible serviceability limit states*): Предельные состояния, при которых некоторые последствия каких-либо воздействий, которые превышают установленные эксплуатационные требования, сохраняются даже после устранения этих воздействий.

Обратимые предельные состояния по эксплуатационной пригодности (*reversible serviceability limit states*): Предельные состояния по эксплуатационной пригодности, при которых последствия каких-либо воздействий не сохраняются после устранения этих воздействий.

Расчетные ситуации должны классифицироваться следующим образом

- постоянные расчетные ситуации, которые соответствуют условиям нормальной эксплуатации;
- переходные расчетные ситуации, которые соответствуют временным условиям, применимым к сооружению, например, в процессе возведения (строительства) или ремонта;
- аварийные расчетные ситуации, которые соответствуют исключительным условиям, применимым к сооружению или воздействиям на него, например, к пожару, взрыву, удару или последствиям локального повреждения/отказа;
- сейсмические расчетные ситуации, которые соответствуют условиям, применимым к сооружению при воздействии сейсмического события.

Выбранные расчетные ситуации должны быть в достаточной мере неблагоприятными и разнообразными, позволяющими учесть все условия, которые могут возникать в процессе возведения (строительства) и эксплуатации сооружения

Критические предельные состояния

Классифицируются как критические, если они связаны:

- с безопасностью людей; и/или
- с безопасностью сооружения.
- при определенных обстоятельствах - касающиеся защиты содержимого сооружений, определяются в каждом отдельном проекте совместно с заказчиком и соответствующим уполномоченным органом.

Состояния, предшествующие разрушению конструкций, рассматриваемые для упрощения вместо самого разрушения, можно принимать в качестве критических предельных состояний.

В соответствующих случаях требуют проверки следующие критические предельные состояния:

- ✓ потеря равновесия сооружением или любой его частью, рассматриваемыми как жесткие тела;
- ✓ отказ из-за чрезмерной деформации, переход сооружения или его части в механизм, разрыв, потеря устойчивости сооружением или его частью, включая опоры и фундаменты;
- ✓ отказ из-за усталости или других эффектов, зависящих от времени.

Пределные состояния по эксплуатационной пригодности

Классифицируются как по эксплуатационной пригодности, связанные с:

- функционированием сооружения или одной из его частей в условиях нормальной эксплуатации;
- комфортом людей;
- внешним видом строения

Пределные состояния по эксплуатационной пригодности следует различать, как

- ✓ обратимые
- ✓ необратимые

Под «внешним видом» понимается не эстетические критерии, а большие прогибы и недопустимое трещинообразование. Требования к эксплуатационной пригодности, как правило, определяются для каждого конкретного проекта

Проверки предельных состояний по эксплуатационной пригодности должны основываться на критериях в отношении:

деформаций, которые влияют:

- на внешний вид сооружения;
- на комфорт пользователей;
- на функционирование сооружения (включая функционирование машин или служб), или вызывают убытки, связанные с повреждениями отделки и неконструктивных элементов;

вибраций:

- ✓ вызывающих у людей неприятные физические ощущения;
- ✓ функционально ограничивающих эксплуатационную пригодность сооружения;

повреждений, которые предположительно отрицательно влияют:

- на внешний вид;
- долговечность;
- функциональную способность сооружения

Расчет по предельным состояниям

- с помощью расчетных моделей сооружений и воздействий, соответствующих предельным состояниям.
- Не превышение предельного состояния при использовании соответствующих расчетных значений:
 - воздействий;
 - свойств материала;
 - свойств изделия; и
 - геометрических данных.
- проверки для всех значимых расчетных ситуаций и расчетных случаев нагружения
- посредством метода частных коэффициентов
- в расчетных ситуациях принимают критические случаи нагружений
- учет возможных отклонения воздействий по направлению или по месту приложения

В качестве альтернативы допускается использовать расчеты, основанные на вероятностных методах

При проведении каждого расчета следует установить все возможные расчетные воздействия и их комбинации, а так же систему расчетных деформаций и дефектов, которые должны быть рассмотрены одновременно с действием фиксированных временных и постоянных воздействий.

Расчетные модели и модели нагрузок могут основываться на реальных физических или математических моделях.

БАЗИСНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

Воздействия и влияние окружающей среды

Характеристическое значение воздействия (F_k): Определяющее репрезентативное значение воздействия.

Свойства материалов и изделий

Характеристическое значение (X_k или R_k): Значение, характеризующее свойства материала или изделия с определенной вероятностью непревышения при гипотетически неограниченном количестве испытаний.

Геометрические размеры

Характеристическое значение геометрического свойства (a_k): Значение, обычно соответствующее номинальному размеру, принятому при проектировании

Расчетное значение воздействия (F_d): Значение воздействия, полученное умножением репрезентативного значения на частный коэффициент γ_f

Расчетное значение свойств материала или изделия (X_d или R_d): Значение, получаемое в результате деления характеристического значения показателя свойств материала и изделия X_k или показателя свойств конструктивного элемента R_k на частный коэффициент γ_m или γ_M , либо, при особых обстоятельствах, определяемое непосредственно.

Расчетное значение геометрической величины (a_d): Как правило - это номинальное значение.

При необходимости значения геометрических величин могут соответствовать установленным квантилям статистического распределения

Сейсмические воздействия или снеговые нагрузки в зависимости от местоположения площадки строительства, могут рассматриваться, как аварийные и/или как переменные воздействия

Гидростатические воздействия, в зависимости от изменения их величины во времени, могут рассматриваться как постоянные и/или переменные воздействия

по характеру их изменения во времени

постоянные воздействия (G), например, собственный вес конструкций, стационарного оборудования, дорожных покрытий, а также косвенные воздействия, вызванные усадками и неравномерными осадками

переменные воздействия (Q), например, приложенные нагрузки на междуэтажные перекрытия, балки и покрытия, ветровые воздействия или снеговые нагрузки

аварийные воздействия (A), например, взрывы или удар транспортного средства

по их происхождению

прямые

косвенные

Классификация воздействий

по их природе и/или реакции сооружения

статические

динамические

по изменению их пространственного распределения

фиксированные

свободные

Воздействие должно быть описано моделью, при этом величина воздействия в большинстве случаев может быть представлена одним скаляром (значением), который может иметь несколько репрезентативных значений.

Характеристические значения воздействий

Характеристическое значение постоянного воздействия следует оценивать следующим образом:

- при малой изменчивости G может использоваться единственное значение G_k ;
- при большой изменчивости G должны использоваться два значения: наибольшее значение $G_{k,sup}$ и наименьшее значение $G_{k,inf}$;

Собственный вес сооружения может быть представлен единственным характеристическим значением и рассчитываться на основе номинальных размеров и среднего удельного веса;

Затрагивает также:

- ✓ Усталостные воздействия
- ✓ Динамические воздействия
- ✓ Геотехнические воздействия
- ✓ Воздействия окружающей среды

Для переменных воздействий, характеристическое значение (Q_k) должно соответствовать:

- либо наибольшему значению с заданной вероятностью непревышения, либо наименьшему значению с заданной вероятностью проявления в течение некоторого определенного референтного периода времени;
- либо номинальному значению, которое может быть определено для случаев, когда статистическое распределение неизвестно.

Расчетное значение A_d для аварийных воздействий должно быть определено индивидуально для каждого проекта.

Для сейсмических воздействий расчетное значение A_{ed} следует определять через характеристическое значение A_{Ek} или устанавливать индивидуально

Другие разделы Еврокода 1990

СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011. Еврокод 0. Основы проектирования несущих конструкций

5 РАСЧЕТ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА ОСНОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

6 ПРОВЕРКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЧАСТНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Приложение А

Приложение В

Приложение С

Приложение D