

Еврокод 1
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ
Часть 1-7. Общие воздействия.
Особые воздействия

Еўракод 1
УЗДЗЕЯННІ НА КАНСТРУКЦЫІ
Частка 1-7. Агульныя ўздзеянні.
Асаблівыя ўздзеянні

(EN 1991-1-7:2006, IDT)

Издание официальное

УДК 624.07.042.8(083.74)

МКС 91.010.30

КП 06

IDT

Ключевые слова: несущие конструкции, особые воздействия, ударные воздействия, воздействия при взрывах, оценка рисков, живучесть конструкций

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 ПОДГОТОВЛЕН научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»)

ВНЕСЕН главным управлением научно-технической политики и лицензирования Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 10 декабря 2009 г. № 404

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящий технический кодекс установившейся практики входит в блок 2.01 «Основные положения надежности зданий и сооружений»

3 Настоящий технический кодекс установившейся практики идентичен европейскому стандарту EN 1991-1-7:2006 Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-7: General actions — Accidental actions (Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-7. Общие воздействия. Особые воздействия).

Европейский стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации CEN/TC 250 «Еврокоды конструкций».

Перевод с немецкого языка (de).

Официальные экземпляры европейского стандарта, на основе которого подготовлен настоящий технический кодекс установившейся практики, и европейских стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Национальном фонде ТНПА.

В разделе «Нормативные ссылки» и тексте технического кодекса установившейся практики ссылочные европейские стандарты актуализированы.

Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным европейским стандартам приведены в дополнительном приложении Д.А.

Степень соответствия — идентичная (IDT)

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© Минстройархитектуры, 2010

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь

Белорусская редакция**Еврокод 1. Воздействия на конструкции.
Часть 1-7. Общие воздействия. Особые воздействия**

Настоящий технический кодекс установившейся практики разработан на основе европейского стандарта, принятого CEN 9 января 2006 г.

Члены Европейского комитета по стандартизации (CEN) обязаны выполнять регламент CEN/CENELEC, в котором содержатся условия, при которых европейскому стандарту придается статус национального стандарта без каких-либо изменений. Актуализированные списки данных национальных стандартов с их библиографическими данными можно получить в центральном секретариате или у любого члена CEN по запросу.

Европейский стандарт разработан в трех официальных редакциях (на немецком, английском, французском языках). Перевод стандарта, выполненный членом Европейского комитета по стандартизации под собственную ответственность на язык его страны и сообщенный центральному секретариату, имеет такой же статус, как и официальные редакции.

Членами Европейского комитета по стандартизации (CEN) являются национальные организации по стандартизации Бельгии, Болгарии, Дании, Германии, Эстонии, Финляндии, Франции, Греции, Ирландии, Исландии, Италии, Латвии, Литвы, Люксембурга, Мальты, Нидерландов, Норвегии, Австрии, Польши, Португалии, Румынии, Швеции, Швейцарии, Словакии, Словении, Испании, Чешской Республики, Венгрии, Великобритании и Кипра.



Европейский комитет по стандартизации
Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization
Comitee Europeen de Normalisation

Введение к Еврокодам

В 1975 г. Комиссия Европейского сообщества приняла решение о применении программы в области строительства, основанное на статье 95 Соглашения. Целью программы являлось устранение технических препятствий деловой активности и стандартизация технических условий.

В данной программе действий Комиссия проявила инициативу по определению совокупности гармонизированных технических правил для проектирования строительных работ, которые на начальной ступени выступали бы в качестве альтернативы действующим национальным правилам в странах-членах ЕС и ЕАСТ и впоследствии заменяли бы их.

На протяжении 15 лет Комиссия при помощи Руководящего комитета представителей стран-членов ЕС и ЕАСТ осуществляла разработку программы Еврокодов, что привело к появлению первого поколения Еврокодов в 1980-е годы.

В 1989 г. Комиссия и страны-члены ЕС и ЕАСТ на основании соглашения¹⁾ между Комиссией и CEN приняли решение о передаче подготовки и издания Еврокодов посредством ряда мандатов с целью предоставления им будущего статуса европейского стандарта (EN). Это фактически связывает Еврокоды с положениями Директив Совета и/или постановлениями Комиссии, рассматривающими европейские стандарты (например, Директива Совета 89/106/ЕЕС по строительным изделиям — CPD — и Директивы Совета 93/37/ЕЕС, 92/50/ЕЕС и 89/440/ЕЕС по общественным работам

и услугам и аналогичные ЕАСТ Директивы, цель которых состоит в создании внутреннего рынка). Программа Еврокодов конструкций включает следующие стандарты, как правило, состоящие из частей:

- EN 1990 Еврокод. Основы проектирования несущих конструкций
- EN 1991 Еврокод 1. Воздействия на конструкции
- EN 1992 Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций
- EN 1993 Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций
- EN 1994 Еврокод 4. Проектирование сталежелезобетонных конструкций
- EN 1995 Еврокод 5. Проектирование деревянных конструкций
- EN 1996 Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций
- EN 1997 Еврокод 7. Геотехническое проектирование
- EN 1998 Еврокод 8. Проектирование сейсмостойких конструкций
- EN 1999 Еврокод 9. Проектирование алюминиевых конструкций.

Еврокоды устанавливают обязанности распорядительных органов в каждой из стран-членов ЕС и ЕАСТ и гарантируют их право определять значения вопросов регулирования безопасности на национальном уровне, отличающиеся у различных государств.

Статус и область применения Еврокодов

Страны-члены ЕС и ЕАСТ признают, что Еврокоды выступают в качестве ссылочных документов в следующих целях:

— как средство подтверждения соответствия строительных работ и работ по гражданскому строительству основополагающим требованиям Директивы Совета 89/106/ЕЕС, в частности основополагающему требованию № 1 — Механическое сопротивление и устойчивость — и основополагающему требованию № 2 — Безопасность в случае пожара;

— как основание для изложения договоров на строительные работы и относящиеся к ним инженерно-конструкторские услуги;

— как структура составления гармонизированных технических условий на строительные изделия (EN и ETA).

¹⁾ Соглашение между Комиссией Европейского сообщества и Европейским комитетом по стандартизации (CEN), относящееся к работе над Еврокодами по проектированию зданий и работ по гражданскому строительству (BC/CEN/03/89).

Еврокоды, поскольку они непосредственно касаются строительных работ, имеют прямое отношение к разъясняющим документам²⁾, на которые приводится ссылка в статье 12 CPD, хотя они отличаются от гармонизированных стандартов на изделие³⁾.

Следовательно, техническим комитетам CEN и/или рабочим группам EOTA, работающим над стандартами на изделие с целью достижения полного соответствия данных технических условий Еврокодам, следует соответствующим образом рассмотреть технические аспекты действия Еврокодов.

Еврокоды устанавливают общие правила проектирования, расчета и определения параметров как самих конструкций, так и отдельных конструктивных элементов, которые пригодны для обычного применения. Они касаются как традиционных методов строительства, так и аспектов инновационного применения, но при этом не содержат правил для нестандартных конструкций или специальных решений, для которых необходимо привлекать экспертов.

Национальные редакции Еврокодов

Национальная редакция Еврокода включает полный текст Еврокода (включая все приложения), изданного CEN, национальный титульный лист с национальным предисловием, а также национальное приложение (справочное).

Национальное приложение (справочное) может содержать только информацию о параметрах, которые в Еврокоде оставлены открытыми для принятия решения на национальном уровне. Эти параметры, устанавливаемые на национальном уровне (NDP), распространяются только на проектирование зданий и инженерных сооружений в стране, в которой они установлены. Они включают:

- числовые значения частных коэффициентов безопасности и/или классов, по которым Еврокодами допускается альтернативное решение;
- числовые значения, которые следует использовать в тех случаях, когда в Еврокодах указаны только символы;
- специальную информацию о стране, географические и климатические данные, которые применимы только для определенной страны, например карты снеговой нагрузки на грунт;
- методики в случаях, когда Еврокодами допускается применение нескольких альтернативных методик. Они могут также содержать:
- рекомендации по применению справочных приложений;
- указания по применению дополняющей и непротиворечащей информации, помогающей пользователю применять Еврокоды.

Связь Еврокодов и гармонизированных технических требований (ENs и ETAs) на изделия

Существует необходимость согласования гармонизированных технических условий на строительные изделия и технических правил на проектирование конструкций⁴⁾. В частности, информация, сопровождающая CE-маркировку строительных изделий, должна четко устанавливать, какие параметры, устанавливаемые на национальном уровне, являются основополагающими.

Специальные указания по применению EN 1991-1-7

EN 1991-1-7 устанавливает принципы и правила применения при оценке особых воздействий на здания, сооружения и мосты и рассматривает следующие случаи:

- ударные усилия от дорожных транспортных средств, рельсового транспорта, судов и вертолетов;
- воздействия в результате взрывов внутри помещений;
- воздействия при локальном разрушении вследствие неустановленной причины.

²⁾ В соответствии с пунктом 3.3 CPD существенным требованиям (ER) необходимо придать определенную форму в разъясняющих документах для создания необходимых связей между существенными требованиями и мандатами для гармонизированных EN и ETAG/ETA.

³⁾ В соответствии со статьей 12 CPD разъясняющие документы должны:

а) приводить в определенную форму существенные требования посредством стандартизации терминологии и технических основ и указания классов или уровней для каждого требования, где это необходимо;

b) устанавливать методы соотношения данных классов или уровней требований с техническими условиями, например, методами расчета и доказательства, техническими правилами для проектной разработки и т. д.;

с) выступать в качестве ссылки для введения гармонизированных стандартов и руководства для европейского технического утверждения.

⁴⁾ См. статью 3.3 и статью 12 Директивы на строительные изделия, а также разделы 4.2, 4.3.1, 4.3.2 и 5.2 Основополагающего документа № 1.

EN 1991-1-7 предназначен для применения:

- застройщиками (например, при формулировании конкретных требований к уровням безопасности),
- проектировщиками и конструкторами;
- органами строительного надзора и заказчиками.

EN 1991-1-7 предназначен для применения совместно с EN 1990, остальными частями EN 1991 и EN 1992 – EN 1999 при проектировании конструкций.

Национальное приложение к техническому кодексу установившейся практики EN 1991-1-7

Европейский стандарт содержит ряд альтернативных методов, значений и рекомендаций по классам, на которые распространяется возможность применения национальных требований. Для этого в соответствующую национальную редакцию EN 1991-1-7 включают национальное приложение с установленными требованиями, которые применяют при проектировании и строительстве зданий и сооружений в конкретной стране.

Национальный выбор допускается в следующих элементах стандарта EN 1991-1-7:

- 2(2) Классификация особых воздействий
- 3.1(2) Стратегии для особых расчетных ситуаций
- 3.2(1) Уровень риска
- 3.3(2) Условное особое воздействие
- 3.3(2) Ограничение локального разрушения
- 3.3(2) Выбор стратегии проектирования
- 3.4(1) Классы конструкций по последствиям разрушения
- 3.4(2) Подходы к проектированию
- 4.1(1) Особые воздействия на легкие конструкции
- 4.1(1) Указания по передаче ударных усилий на фундаменты
- 4.3.1(1) Значения ударных усилий от транспортных средств
- 4.3.1(1) Ударные усилия в зависимости от расстояния до полосы движения
- 4.3.1(1) Типы конструкций и элементы конструкций, для которых не учитывают ударную нагрузку от транспортных средств
- 4.3.1(2) Альтернативные правила для ударных нагрузок
- 4.3.1(3) Условия ударов дорожных транспортных средств
- 4.3.2(1) Высота проезда, защитные меры и расчетные значения для верхних частей сооружения
- 4.3.2(1) Понижающий коэффициент r_F для ударного усилия на верхние части сооружения
- 4.3.2(1) Ударные воздействия на нижнюю поверхность моста
- 4.3.2(2) Применение F_{dy}
- 4.3.2(3) Размеры и расположение ударных поверхностей
- 4.4(1) Расчетное значение ударного усилия от вилочного погрузчика
- 4.5(1) Типы рельсового транспорта
- 4.5.1.2(1) Классификация конструкций для ударных нагрузок от рельсового транспорта
- 4.5.1.2(1) Классификация временных конструкций и вспомогательных сооружений
- 4.5.1.4(1) Ударные усилия при сходе транспортных средств с рельсов
- 4.5.1.4(2) Снижение ударных усилий
- 4.5.1.4(3) Точка приложения ударного усилия
- 4.5.1.4(4) Эквивалентное статическое усилие
- 4.5.1.4(5) Ударные усилия при скорости св. 120 км/ч
- 4.5.1.5(1) Требования к конструкциям класса В
- 4.5.2(1) Зоны за тупиковыми путями
- 4.5.2(4) Расчетные значения ударных усилий на торцевые защитные стены
- 4.6.1(3) Классификация ударов морских судов
- 4.6.2(1) Значения лобовых и боковых усилий от удара судов
- 4.6.2(2) Коэффициент трения
- 4.6.2(3) Площадь приложения ударов речных судов
- 4.6.2(4) Ударные усилия от столкновения речных судов с настилами мостов
- 4.6.3(1) Динамические ударные усилия от морских судов

- 4.6.3(3) Коэффициент трения
- 4.6.3(4) Размеры и положение ударной поверхности
- 4.6.3(5) Нагрузки на верхние части сооружений
- 5.3(1)P Расчетные процедуры при взрывах внутри помещений
- А.4(1) Правила эффективной анкеровки.

Национальное введение

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее — технический кодекс) подготовлен на основе европейского стандарта EN 1991-1-5:2003 с идентичной степенью соответствия, разработанного CEN/TC 250 «Еврокоды конструкций», секретариат которого находится при BSI.

Настоящий европейский стандарт должен получить статус технического кодекса установившейся практики посредством опубликования идентичного текста или введением настоящего до января 2007 г., при этом все противоречащие ему государственные стандарты должны быть отменены до марта 2010 г.

Настоящий документ введен взамен ENV 1991-2-7:1998.

Ответственным органом по подготовке технического кодекса является научно-проектно-производственное республиканское унитарное предприятие «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»).

Настоящий технический кодекс является частью группы ТНПА, рассматривающих проектирование конструкций, которые предназначены для применения в виде «комплекса».

Содержание

1	Общие положения	1
1.1	Область применения	1
1.2	Нормативные ссылки	1
1.3	Допущения	2
1.4	Различие между принципами и правилами применения	2
1.5	Термины и определения	2
1.6	Условные и буквенные обозначения	3
2	Классификация воздействий	4
3	Расчетные ситуации	4
3.1	Общие положения	4
3.2	Особые расчетные ситуации. Стратегии при идентифицированных особых воздействиях	5
3.3	Особые расчетные ситуации. Стратегии для ограничения масштабов локального разрушения	6
3.4	Особые расчетные ситуации. Применение классов по последствиям разрушения	7
4	Удар	7
4.1	Область применения	7
4.2	Представление воздействий	8
4.3	Особые воздействия от ударов дорожных транспортных средств	8
4.3.1	Удары по опорным частям сооружений	8
4.3.2	Удары по верхним частям сооружений	9
4.4	Особые воздействия от ударов вилочных погрузчиков	11
4.5	Особые воздействия, вызванные схождением с рельсов рельсовых транспортных средств под конструкциями или вблизи конструкций	11
4.5.1	Конструкции рядом или над рельсовыми путями	11
4.5.2	Конструкции, расположенные за тупиковыми рельсовыми путями	13
4.6	Особые воздействия от ударов судов	13
4.6.1	Общие положения	13
4.6.2	Удары речного транспорта	14
4.6.3	Удары морских судов	14
4.7	Особые воздействия от ударов вертолетов	15
5	Взрывы внутри помещений	15
5.1	Область применения	15
5.2	Представление воздействий	16
5.3	Принципы проектирования	16
Приложение А	(справочное) Проектирование с учетом последствий локального разрушения конструкций в зданиях в результате неустановленной причины	18
Приложение В	(справочное) Указания по оценке рисков	24
Приложение С	(справочное) Динамический расчет для удара	33
Приложение D	(справочное) Взрывы внутри помещений	41
Приложение Д.А	(справочное) Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным европейским стандартам	44
Национальное приложение	45

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

Еврокод 1
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ
Часть 1-7. Общие воздействия. Особые воздействия

Еўракод 1
УЗДЗЕЯННІ НА КАНСТРУКЦЫІ
Частка 1-7. Агульныя ўздзеянні. Асаблівыя ўздзеянні

Eurocode 1
Actions on structures
Part 1-7. General actions. Accidental actions

Дата введения 2010-01-01

1 Общие положения

1.1 Область применения

(1) В ТКП EN 1991-1-7 содержатся стратегии и правила по обеспечению защиты зданий и других инженерных сооружений от действия идентифицированных и неидентифицированных особых воздействий.

(2) ТКП EN 1991-1-7 устанавливает:

- стратегии, основанные на идентификации особых воздействий;
- стратегии, основанные на ограничении масштабов локального разрушения.

(3) В настоящей части EN 1991 рассматриваются следующие аспекты:

- термины и определения, условные и буквенные обозначения (раздел 1);
- классификация воздействий (раздел 2);
- расчетные ситуации (раздел 3);
- удар (раздел 4);
- взрывы (раздел 5);
- расчет последствий локального разрушения в результате неустановленной причины (справочное приложение А);
- указания по оценке рисков (справочное приложение В);
- динамический расчет при ударе (справочное приложение С);
- взрывы внутри помещений (справочное приложение D).

(4) Правила, касающиеся взрыва пыли в силосах, приведены в EN 1991-4.

(5) Правила, касающиеся ударных нагрузок от транспортных средств, проезжающих по мосту, приведены в EN 1991-2.

(6) В ТКП EN 1991-1-7 не рассматриваются особые воздействия от взрывов вне зданий, возникающие вследствие военных и террористических действий. В настоящем техническом кодексе не рассматривается также остаточная прочность зданий или других инженерных сооружений, поврежденных в результате сейсмических воздействий, пожара и т. д.

Примечание — См. также 3.1.

1.2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего технического кодекса необходимы следующие ссылочные документы. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

Примечание — Еврокоды издаются в виде предварительных стандартов EN. В нормативной части текста или в примечаниях к нему дается ссылка на следующие европейские стандарты, которые изданы и действуют или находятся в стадии разработки.

EN 1990 Еврокод. Основы проектирования строительных конструкций

EN 1991-1-1 Еврокод 1. Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-1. Удельный вес, постоянные и временные нагрузки на здания

EN 1991-1-6 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-6. Общие воздействия. Воздействия при производстве строительных работ

EN 1991-2 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 2. Транспортные нагрузки на мосты

EN 1991-4 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 4. Воздействия на башни и резервуары

EN 1992 Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций

EN 1993 Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций

EN 1994 Еврокод 4. Проектирование сталежелезобетонных конструкций

EN 1995 Еврокод 5. Проектирование деревянных конструкций

EN 1996 Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций

EN 1997 Еврокод 7. Геотехническое проектирование

EN 1998 Еврокод 8. Проектирование сейсмостойких конструкций

EN 1999 Еврокод 9. Проектирование алюминиевых конструкций.

1.3 Допущения

(1) Р К данной части EN 1991 применимы общие допущения, принятые в 1.3 EN 1990.

1.4 Различие между принципами и правилами применения

(1) Р К данной части EN 1991 применимы правила, принятые в 1.4 EN 1990.

1.5 Термины и определения

(1) Основные термины и определения, применяемые в данном европейском стандарте, указаны в 1.5 EN 1990. Ниже приведены дополнительные термины и определения, применимые к данной части технического кодекса.

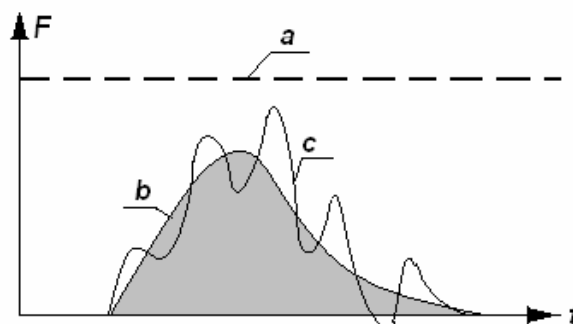
1.5.1 скорость сгорания (burning velocity): Скорость распространения пламени относительно скорости несгоревшей пыли, газа или испарений, движущихся впереди пламени.

1.5.2 класс по последствиям разрушения (consequence class): Классификация последствий разрушения конструкции или ее части.

1.5.3 дефлаграция (deflagration): Распространение зоны горения в непрореагировавшей среде со скоростью, меньшей скорости звука.

1.5.4 детонация (detonation): Распространение зоны горения в непрореагировавшей среде со скоростью, превышающей скорость звука.

1.5.5 динамическое усилие (dynamic force): Изменяющееся во времени усилие, которое может оказать значительное динамическое воздействие на конструкцию. В случае удара динамическое усилие представляет усилие, связанное с контактной поверхностью в месте удара (рисунок 1.1).



a — эквивалентное статическое усилие; b — динамическое усилие;
 c — реакция конструкции

Рисунок 1.1

1.5.6 эквивалентное статическое усилие (equivalent static force): Альтернативное представление динамического усилия, учитывающее динамическую реакцию конструкции (см. рисунок 1.1).

1.5.7 скорость распространения пламени (flame speed): Скорость распространения фронта пламени относительно неподвижной исходной точки.

1.5.8 граница воспламенения (flammable limit): Минимальная или максимальная концентрация горючего материала в однородной смеси с газообразным окислителем, распространяющим горение.

1.5.9 ударяющий объект (impacting object): Объект, ударяющий по конструкции (т. е. транспортное средство, корабль и т. д.).

1.5.10 ключевой элемент (key element): Конструктивный элемент, от которого зависит общая устойчивость остальной части конструкции.

1.5.11 несущая стеновая конструкция (load-bearing wall construction): Бескаркасная стеновая конструкция из каменной кладки, удерживающая, главным образом, вертикальные нагрузки. Сюда относятся также легкие панельные конструкции, состоящие из расположенных по центру деревянных или стальных вертикальных стоек и древесностружечных плит, металлической сетки или иной обшивки.

1.5.12 локальное разрушение (localised failure): Та часть конструкции, которая, как предполагается, разрушена или сильно повреждена в результате особого воздействия.

1.5.13 риск (risk): Мера сочетания (обычно произведение) вероятности возникновения или частоты появления определенной угрозы и масштаба последствий.

1.5.14 робастность (живучесть) (robustness): Свойство конструкции противостоять таким событиям, как пожар, взрыв, удар или результат человеческих ошибок, без возникновения повреждений, которые были бы непропорциональны причине, вызвавшей повреждения.

1.5.15 нижняя часть сооружения (substructure): Часть конструкций сооружения, поддерживающая верхнюю часть сооружения. В зданиях — это обычно фундаменты и другие элементы сооружения, находящиеся ниже уровня земли. В мостах — это фундаменты, контрфорсы, быки, опоры и т. д.

1.5.16 верхняя часть сооружения (superstructure): Часть конструкций сооружения, поддерживаемая нижней частью сооружения. В зданиях — это обычно конструкции выше уровня земли. В мостах — это настил.

1.5.17 легкобрасываемый элемент (venting panel): Ненесущая часть ограждающих конструкций (стена, пол, потолок) с ограниченным сопротивлением, которая поддается под давлением от дефлаграции и тем самым снижает давление на конструктивные элементы здания.

1.6 Условные и буквенные обозначения

(1) В данной части Еврокода 1 использованы следующие символы (см. также EN 1990):

Прописные буквы латинского алфавита

F — усилие столкновения;

F_{dx} — расчетное значение горизонтального эквивалентного статического или динамического усилия в направлении движения ударяющего объекта;

F_{dy} — расчетное значение горизонтального эквивалентного статического или динамического усилия поперек направления движения ударяющего объекта;

F_R — усилие трения при ударе;

K_G — индекс дефлаграции облака газа;

K_{St} — индекс дефлаграции облака пыли;

P_{max} — максимальное давление, достигаемое при ограниченной дефлаграции оптимальной смеси;

P_{red} — уменьшенное давление, достигаемое при дефлаграции в замкнутом помещении с легкобрасываемыми элементами (клапанами);

P_{stat} — статическое давление активации, которое активизирует легкобрасываемые элементы (клапаны) в процессе медленного роста давления.

Строчные буквы латинского алфавита

a — высота расположения площади, к которой прикладывают усилие от столкновения;

b — ширина препятствия (например, быка моста);

h — габаритная высота от поверхности дорожного полотна до нижней кромки конструкции моста; высота ударного усилия над проезжей частью;

l — длина судна;

r_F — понижающий коэффициент;

s — расстояние между конструктивным элементом и осевой линией дороги или рельсового пути;

m — масса;

v_v — скорость.

Строчные буквы греческого алфавита

μ — коэффициент трения.

2 Классификация воздействий

(1) Р Воздействия в рамках данной части EN 1991 классифицируют в соответствии с 4.1.1 EN 1990, как особые воздействия.

Примечание — В таблице 2.1 указаны основные разделы EN 1990, которые следует учитывать при проектировании конструкций, подверженных особым воздействиям.

Таблица 2.1 — Разделы EN 1990, которые касаются особых воздействий

Наименование	Разделы
Термины и определения	1.5.2.5, 1.5.3.5, 1.5.3.15
Основные требования	2.1(4)P, 2.1(5)P
Расчетные ситуации	3.2(2)P
Классификация воздействий	4.1.1(1)P, 4.1.1.(2), 4.1.2(8)
Другие репрезентативные значения переменных воздействий	4.1.3(1)P
Сочетание воздействий для особых расчетных ситуаций	6.4.3.3
Расчетные значения воздействий в особых и сейсмических расчетных ситуациях	A.1.3.2

(2) Особые воздействия от удара следует рассматривать как свободные воздействия, если не установлено иное.

Примечание — В национальном приложении или в рамках конкретного проекта допускается рассматривать особые воздействия, не классифицируя их как свободные воздействия.

3 Расчетные ситуации**3.1 Общие положения**

(1) Р Конструкции должны быть запроектированы с учетом обоснованных особых расчетных ситуаций в соответствии с 3.2(2)P EN 1990.

(2) Стратегии, которые следует рассматривать для особых расчетных ситуаций, показаны на рисунке 3.1.

Примечание 1 — Применяемые стратегии и правила согласовывают для конкретного проекта с заказчиком и соответствующей инстанцией.

Примечание 2 — Особые воздействия могут быть идентифицированными и неидентифицированными.

Примечание 3 — Стратегии, основанные на неидентифицированных особых воздействиях, включают большое количество возможных событий. Они направлены на ограничение локального разрушения. Принятие стратегий по ограничению локального разрушения может обеспечить достаточную живучесть при действии особых воздействий, указанных в 1.1(6), или иного воздействия от неустановленной причины. Рекомендации для зданий содержатся в приложении А.

Примечание 4 — В данной части EN 1991 предложены теоретические значения для идентифицированных особых воздействий (например, для случаев взрыва внутри помещения и удара). Эти значения допускается изменять в национальном приложении или в рамках конкретного проекта, согласовывая с заказчиком и соответствующей инстанцией.

Примечание 5 — В определенных случаях (например, при рассмотрении сооружений, в которых отсутствует угроза для людей, а экономическим, социальным и экологическим ущербом можно пренебречь) с полным обрушением конструкции в результате особых событий можно смириться. В таких случаях обстоятельства могут быть согласованы для конкретных проектов с заказчиком и соответствующей инстанцией.

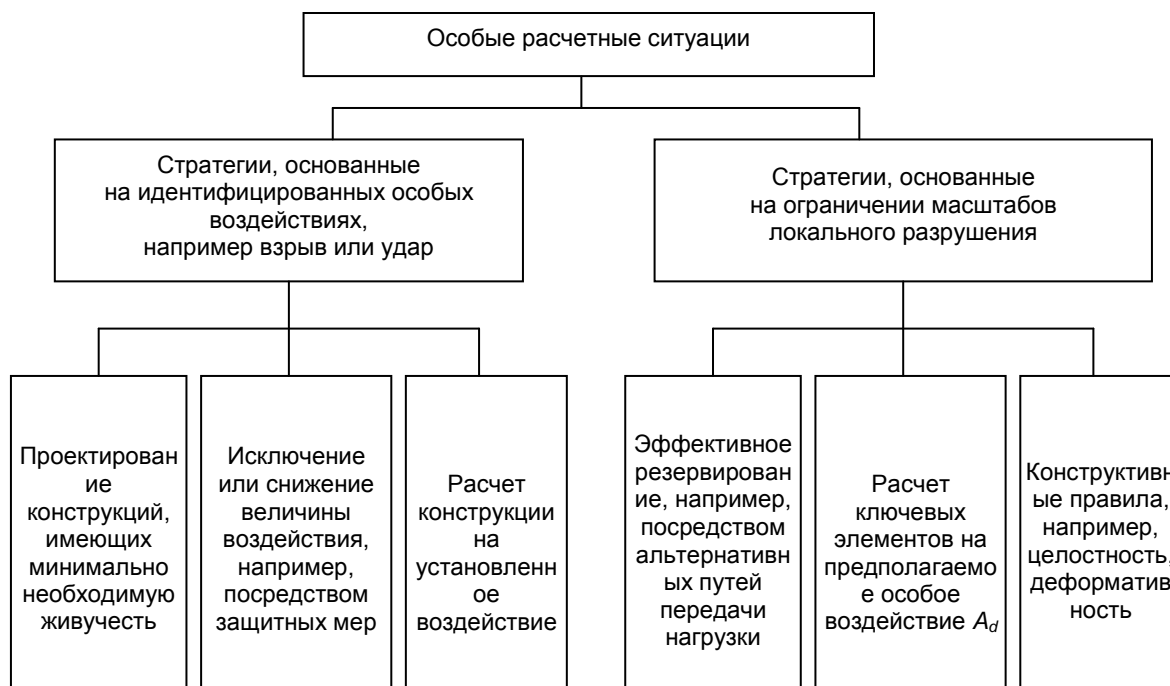


Рисунок 3.1 — Стратегии для особых расчетных ситуаций

3.2 Особые расчетные ситуации. Стратегии при идентифицированных особых воздействиях

(1) Величина особого воздействия зависит от:

- мер, направленных на предотвращение или снижение результатов особого воздействия;
- вероятности возникновения идентифицированного особого воздействия;
- последствий разрушения в результате идентифицированного особого воздействия;
- общественной оценки;
- уровня приемлемого риска.

Примечание 1 — См. также 2.1(4)P, примечание 1, EN 1990.

Примечание 2 — На практике вероятность возникновения и последствия особых воздействий могут быть связаны с определенным уровнем риска. В случае если такой уровень риска неприемлем, требуются дополнительные меры. Как правило, нулевой уровень риска является нереализуемым и в большинстве случаев необходимо допускать определенный уровень риска. Такой уровень риска зависит от различных факторов, например от возможного количества несчастных случаев, экономических последствий, расходов на меры безопасности и др.

Примечание 3 — Уровни приемлемого риска допускается устанавливать в национальном приложении в виде непротиворечащей дополнительной информации.

(2) Локальное разрушение от особых воздействий может быть допустимым, если не нарушается общая устойчивость всей конструкции, сохраняется общая несущая способность, что позволяет выполнять необходимые аварийные мероприятия.

Примечание 1 — Для строительных конструкций такие аварийные мероприятия могут включать безопасную эвакуацию людей из помещений и с прилегающих территорий.

Примечание 2 — Для мостов такие аварийные мероприятия могут включать временное закрытие участка дороги или железнодорожной линии.

(3) Должны быть приняты меры по снижению риска от особых воздействий, включающие, если это уместно, одну или несколько стратегий:

а) предотвращение появления воздействия (например, для мостов за счет обеспечения соответствующей высоты в свету между транспортным средством и сооружением) или снижение вероятности появления и/или величины воздействия до приемлемого уровня в процессе проектирования конструкций (например, в зданиях за счет легкосбрасываемых элементов с малой массой и прочностью, уменьшающих эффект взрыва);

б) защита конструкции путем уменьшения эффекта от особого воздействия (например, посредством устройства защитных ограждений или барьеров безопасности);

с) обеспечение достаточной живучести конструкций посредством применения одного или более подходов:

- 1) проектирование определенных элементов конструкции, от которых зависит общая устойчивость конструкции, как ключевых элементов (см. 1.5.10), с целью увеличения вероятности сохранения работоспособного состояния конструкции после реализации особого события;
- 2) расчет конструктивных элементов и выбор материалов, имеющих достаточную деформативность, допускающую поглощение значительной потенциальной энергии без возникновения разрушения;
- 3) создание достаточного резервирования в конструкции с целью обеспечения альтернативных путей передачи нагрузки после реализации особого события.

Примечание 1 — В некоторых случаях конструкцию невозможно защитить за счет снижения эффекта от особого воздействия или предотвращения возникновения воздействия. Это происходит по причине того, что такие воздействия зависят от факторов, которые не обязательно предусмотрены условиями проектирования на предусмотренный срок эксплуатации. Предупредительные меры могут включать регулярные инспекции и техническое обслуживание в течение срока эксплуатации.

Примечание 2 — Для проектирования конструктивных элементов с достаточной деформативностью см. указания в приложениях А и С совместно с EN 1992 – EN 1999.

(4)Р Особые воздействия, когда это уместно, следует прикладывать одновременно с действующими постоянными и переменными воздействиями согласно EN 1990, 6.4.3.3.

Примечание — Значения ψ см. в EN 1990, приложение А.

(5)Р Следует принимать в расчет также безопасность конструкций непосредственно после возникновения особого воздействия.

Примечание — Это включает рассмотрение прогрессирующего обрушения конструкций зданий. См. приложение А.

3.3 Особые расчетные ситуации. Стратегии для ограничения масштабов локального разрушения

(1)Р При проектировании следует уменьшать объемы потенциального разрушения конструкций в результате непредусмотренной причины.

(2) Уменьшения объемов разрушения следует достигать, применяя один или несколько следующих подходов:

а) проектирование ключевых элементов, от которых зависит общая устойчивость здания, таким образом, чтобы они были способны воспринимать эффекты от модели особого воздействия A_d ;

Примечание 1 — В национальном приложении допускается указывать модель в виде распределенной или сосредоточенной нагрузки с расчетным значением A_d . Рекомендуемой моделью для зданий является равномерно распределенная условная нагрузка, прикладываемая в любом направлении к ключевому элементу и примыкающим элементам (например, фасады и т. д.). Для конструкций зданий рекомендуемое значение равномерно распределенной нагрузки составляет 34 кН/м^2 . Пример применения A_d приведен в А.8 (приложение А).

б) проектирование конструкций таким образом, чтобы в случае локального разрушения (например, при отказе отдельного элемента) общая устойчивость всей конструкции или ее значительной части была обеспечена;

Примечание 2 — В национальном приложении допускается указывать приемлемый объем локального разрушения. Для зданий рекомендуемые ограничения соответствуют меньшему из 100 м^2 или 15% площади на каждом из двух перекрытий на смежных этажах, повреждение которых может возникнуть при удалении опоры, колонны или стены. Вероятно, это приведет к созданию конструкции с достаточной живучестью независимо от того, было ли учтено в расчете идентифицированное особое воздействие.

с) применение расчетных/конструктивных правил, обеспечивающих приемлемую живучесть конструкции (например, применение связей во всех трех направлениях для обеспечения дополнительной целостности или минимальный уровень деформативности строительных элементов, подверженных удару).

Примечание 3 — В национальном приложении может быть указано, какие из стратегий, описанных в 3.3, необходимо рассматривать применительно к различным конструкциям. Примеры применения указанных стратегий к конструкциям зданий содержатся в приложении А.

3.4 Особые расчетные ситуации. Применение классов по последствиям разрушения

(1) Стратегии для особых расчетных ситуаций могут быть основаны на следующих классах по последствиям разрушения, приведенным в EN 1990:

- СС1 — небольшие последствия разрушения;
- СС2 — средние последствия разрушения;
- СС3 — высокие последствия разрушения.

Примечание 1 — Дополнительная информация содержится в EN 1990, приложение В.

Примечание 2 — При определенных обстоятельствах различные элементы конструкции целесообразно относить к различным классам по последствиям разрушения, например конструктивно отделенное малоэтажное боковое крыло высотного дома, которое с точки зрения функциональности менее важно по сравнению

с основным зданием.

Примечание 3 — Профилактические и/или защитные меры призваны исключить или снизить вероятность повреждения конструкций. При проектировании иногда это учитывают путем отнесения конструкции к более низкому классу по последствиям разрушения. В остальных случаях более целесообразным может быть снижение нагрузок на конструкцию.

Примечание 4 — В национальном приложении допускается распределять конструкции по категориям согласно 3.4(1). Предложения по применению классов по последствиям разрушения для зданий приведены в приложении А.

(2) Особые расчетные ситуации для различных классов по последствиям разрушения согласно 3.4(1) допускается рассматривать следующим образом:

— СС1 — специальный учет особых воздействий не требуется, однако при этом необходимо удостовериться, что учтены все соответствующие правила, касающиеся живучести и общей устойчивости, установленные в EN 1992 – EN 1999;

— СС2 — в зависимости от конкретных обстоятельств допускается упрощенный расчет конструкции с применением моделей эквивалентных статических нагрузок или допускается применение традиционных расчетных/конструктивных правил;

— СС3 — для определения требуемого уровня надежности конструкций и степени детализации конструктивных расчетов необходимо выполнять специальное исследование в каждом конкретном случае. Это может потребовать выполнения анализа рисков, а также применения более совершенных методов, включающих динамический анализ, нелинейные модели и учет взаимодействия между нагрузкой и конструкцией.

Примечание — В национальном приложении для более высоких или более низких классов по последствиям разрушения допускается приводить рекомендации по соответствующим подходам к проектированию конструкций в виде непротиворечащей дополнительной информации.

4 Удар

4.1 Область применения

(1) Настоящий раздел распространяется на особые воздействия при следующих событиях:

— удары дорожных транспортных средств (за исключением столкновений с легкими конструкциями) (см. 4.3);

— удары вилочных погрузчиков (см. 4.4);

— удары железнодорожных транспортных средств (за исключением столкновений с легкими конструкциями) (см. 4.5);

— удары кораблей (см. 4.6);

— жесткое приземление вертолетов на покрытие (крышу) (см. 4.7).

Примечание 1 — Особые воздействия на легкие конструкции (например, подмости, осветительные мачты, пешеходные мосты) допускается устанавливать в национальном приложении в виде непротиворечащей дополнительной информации.

Примечание 2 — Ударные нагрузки на бордюры и парапеты см. в EN 1991-2.

Примечание 3 — В национальном приложении допускается в виде дополнительной информации устанавливать указания, касающиеся правил передачи ударных усилий на фундамент конструкции, см. EN 1990, 5.1.3 (4).

(2) Для следующих типов зданий необходимо принимать в расчет воздействия от ударов:

— здания, используемые для парковки автомобилей;

— здания, в которых допускается движение транспортных средств или вилочных погрузчиков;

— здания, граничащие с автодорожным или железнодорожным транспортным потоком.

(3) При рассмотрении воздействий от ударов и обеспечиваемых защитных мер для мостов необходимо учитывать, среди прочего, вид транспорта, находящегося на и под мостом, а также последствия удара.

(4) Воздействия от ударов вертолетов следует учитывать для зданий с обозначенной посадочной платформой на покрытии.

4.2 Представление воздействий

(1) Воздействия от ударов должны быть определены динамическим анализом или представлены эквивалентным статическим усилием.

Примечание 1 — Усилия на граничащей поверхности между ударяющим объектом и конструкцией зависят от их взаимодействия.

Примечание 2 — Базисными переменными, применяемыми при анализе удара, являются скорость ударяющего объекта и распределение масс, деформационные свойства и демпфирующие характеристики ударяющего объекта и конструкции. Может потребоваться также учет других факторов, таких как угол удара, конструкция ударяющего объекта и движение ударяющего объекта после столкновения.

Примечание 3 — Дополнительная информация содержится в приложении С.

(2) Допускается условие, что всю энергию поглощает ударяющий объект.

Примечание — В общем случае это допущение приводит к консервативным результатам.

(3) Для свойств материалов ударяющего объекта и конструкции следует применять нижние и верхние характеристические (нормативные) значения. При необходимости, следует учитывать скорость деформации.

(4) В конструктивных расчетах воздействия от ударов могут быть представлены эквивалентными статическими усилиями, приводящими к эквивалентному эффекту в конструкции. Эту упрощенную модель допускается применять для проверки статического равновесия, проверки прочности и определения деформаций конструкции при ударе.

(5) Для конструкций, которые в соответствии с проектом должны поглощать энергию удара за счет упруго-пластических деформаций отдельных элементов (т. е. мягкий удар), эквивалентные статические нагрузки допускается определять, учитывая как пластическую прочность, так и деформационный запас таких элементов.

Примечание — Дополнительные рекомендации см. в приложении С.

(6) Для конструкций, в которых энергия в основном рассеивается ударяющим объектом (т. е. жесткий удар), динамические или эквивалентные статические усилия допускается определять согласно 4.3 – 4.7.

Примечание — Некоторая информация по применению при динамическом анализе расчетных значений для масс и скоростей сталкивающихся объектов содержится в приложении С.

4.3 Особые воздействия от ударов дорожных транспортных средств

4.3.1 Удары по опорным частям сооружений

(1) Необходимо указывать расчетные значения ударных воздействий на опорные части сооружений (например, колонны или стены мостов или зданий), расположенных вблизи дорог различных типов.

Примечание 1 — Расчетные значения для жесткого удара (см. 4.2(6)) от дорожного транспорта допускается устанавливать в национальном приложении. Ориентировочные расчетные значения эквивалентных статических ударных усилий содержатся в таблице 4.1. Решение о применяемом расчетном значении можно принимать в зависимости от последствий удара, вида и интенсивности движения и принятых защитных мер, см. EN 1991-2 и приложение С. Рекомендации по анализу рисков содержатся в приложении В.

Таблица 4.1 — Ориентировочные расчетные значения эквивалентных статических усилий от соударения дорожного транспорта с опорными конструкциями сооружений над или вблизи проезжей части

Категория дороги	Усилие $F_{dx}^{a)}$, кН	Усилие $F_{dy}^{a)}$, кН
Автостреды и основные дороги республиканского значения	1000	500
Проселочные дороги и дороги в сельской местности	750	375
Городские дороги	500	250
Дворовые территории и гаражи с движением: легковых автомобилей	50	25

грузовых автомобилей ^{b)}	150	75
<p>a) x — в направлении движения; y — перпендикулярно направлению движения. b) Термин «грузовые автомобили» относится к автомобилям с весом брутто более 3,5 т.</p>		

Примечание 2 — В национальном приложении допускается указывать ударное усилие в виде функциональной зависимости от расстояния s между конструктивным элементом и осью ближайшей полосы движения. Информация о влиянии расстояния s содержится в приложении С.

Примечание 3 — В национальном приложении могут быть указаны типы или элементы конструкций, для которых удар транспортного средства можно не учитывать.

Примечание 4 — При рассмотрении столкновения транспортных средств с мостами следует учитывать положения EN 1991-2.

Примечание 5 — Информация об особых воздействиях от транспорта на железнодорожных мостах содержится в бюллетене UIC 777.1R.

(2) Должны быть определены правила применения усилий F_{dx} и F_{dy} .

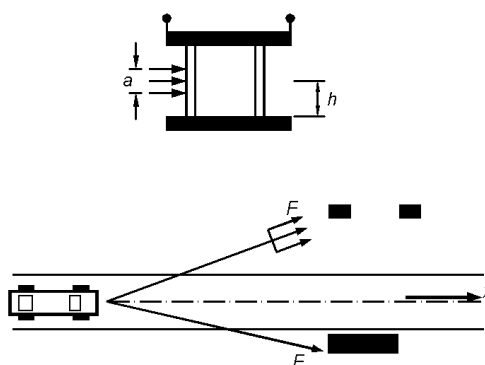
Примечание — Правила применения усилий F_{dx} и F_{dy} могут быть определены в национальном приложении или в рамках конкретного проекта. Усилия F_{dx} и F_{dy} не рекомендуется применять как одновременно действующие.

(3) Необходимо определять площадь приложения усилия F при столкновении с опорными конструкциями.

Примечание — В национальном приложении допускается указывать условия удара транспортных средств. Рекомендуемыми являются следующие условия:

— усилие от удара F грузовых автомобилей допускается прикладывать на высоте h от 0,5 до 1,5 м от уровня проезжей части. При наличии защитных барьеров применяют более высокие значения. Рекомендуемая площадь приложения усилия определяется следующим образом: высота $a = 0,50$ м, ширина равняется ширине конструктивного элемента, но не более 1,5 м;

— усилие от удара F легковых автомобилей допускается прикладывать на высоте $h = 0,5$ м от уровня проезжей части. Рекомендуемая площадь приложения усилия определяется следующим образом: высота $a = 0,25$ м, ширина равняется ширине элемента, но не более 1,5 м (рисунок 4.1).



a — высота рекомендуемой площади приложения усилия: составляет 0,25 м (для легковых автомобилей) и 0,50 м (для грузовых автомобилей);

h — положение усилия от удара F , т. е. высота над уровнем проезжей части.

Изменяется от 0,5 м (для легковых автомобилей) до 1,5 м (для грузовых автомобилей);

x — осевая линия полосы движения

Рисунок 4.1 — Усилие от столкновения с опорными конструкциями мостов вблизи полосы движения и с опорными конструкциями зданий

4.3.2 Удары по верхним частям сооружений

(1) Необходимо определять расчетные значения ударных воздействий от грузовых автомобилей и/или от их грузов на конструкции верхних частей сооружений, кроме случаев, когда обеспечена достаточная высота проезда или приняты соответствующие защитные меры, для того чтобы избежать удара.

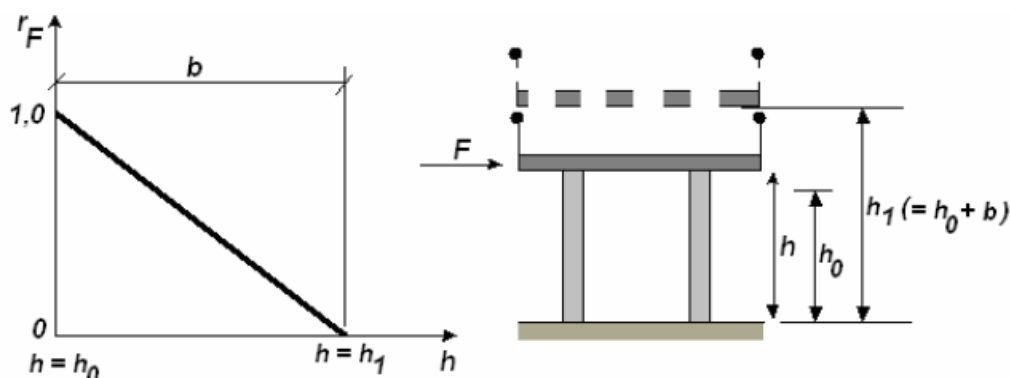
Примечание 1 — Расчетные значения ударных воздействий совместно со значениями достаточной высоты проезда и соответствующими защитными мерами по предотвращению ударов допускается устанавливать в национальном приложении. Рекомендуемое значение достаточной высоты проезда, не учитывая будущую замену дорожного покрытия под мостом, составляет от 5,0 до 6,0 м. Ориентировочные значения эквивалентных статических усилий указаны в таблице 4.2.

Таблица 4.2 — Ориентировочные значения эквивалентных статических ударных усилий на верхние части сооружений

Категория дороги	Эквивалентное статическое усилие $F_{dx}^{a)}$, кН
Автострaды и основные дороги республиканского значения	500
Проселочные дороги и дороги в сельской местности	375
Городские дороги	250
Дворовые территории и гаражи	75
а) x — в направлении движения.	

Примечание 2 — Решение о применяемом расчетном значении можно принимать в зависимости от последствий удара, вида и интенсивности движения, а также в зависимости от обеспеченных защитных и превентивных мер.

Примечание 3 — Проектные ударные нагрузки на вертикальные поверхности идентичны ударным усилиям, приведенным в таблице 4.2. При $h_0 \leq h \leq h_1$ значения ударных усилий можно умножать на понижающий коэффициент r_F . Значения r_F , h_0 и h_1 допускается устанавливать в национальном приложении. Рекомендуемые значения r_F , h_0 и h_1 указаны на рисунке 4.2.



h — физическое расстояние в свету между поверхностью дорожного полотна и нижней кромкой мостового настила;

h_0 — минимальное расстояние в свету между поверхностью дорожного полотна и нижней кромкой мостового настила, ниже которого удар на верхнюю часть строения должен полностью приниматься в расчет. Рекомендуемое значение $h_0 = 5$ м;

h_1 — значение расстояния в свету между поверхностью дорожного полотна и нижней кромкой мостового настила, выше которого ударное усилие F можно не учитывать.

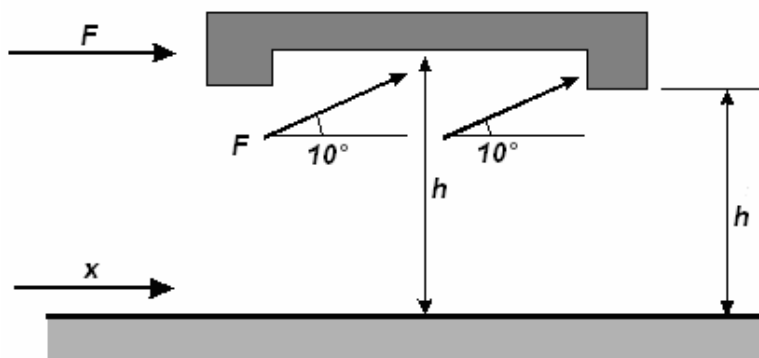
Рекомендуемое значение $h_1 = 6$ м (плюс запас на будущую замену дорожного покрытия под мостом, вертикальные перепады и прогиб моста);

b — разность высот между h_1 и h_0 , т. е. $b = h_1 - h_0$. Рекомендуемое значение для b составляет 1,0 м.

Применение понижающего коэффициента к F допускается при значениях b от 0 до 1 м, т. е. между h_0 и h_1

Рисунок 4.2 — Рекомендуемые значения понижающего коэффициента r_F для ударных усилий на горизонтальные конструктивные элементы над проезжей частью, в зависимости от высоты проезда h

Примечание 4 — Допускается учитывать ударные нагрузки с уклоном вверх на нижние поверхности мостового настила. В национальном приложении могут быть указаны условия удара. Рекомендуемый угол уклона вверх составляет 10° , рисунок 4.3.



x — направление движения;
 h — расстояние между поверхностью дорожного полотна и облицовкой
или конструктивным элементом на нижней поверхности моста

Рисунок 4.3 — Ударное усилие на элементы верхних частей сооружения

Примечание 5 — При определении высоты h следует учитывать возможные будущие изменения в меньшую сторону, например, за счет замены дорожного покрытия под мостом.

(2) При необходимости следует также учитывать ударные усилия F_{dy} перпендикулярно направлению движения.

Примечание — Применение F_{dy} может быть определено в национальном приложении или в конкретном проекте. F_{dy} не рекомендуется применять одновременно с F_{dx} .

(3) Должна быть указана площадь приложения ударного усилия F к элементам верхней части сооружения.

Примечание — В национальном приложении могут быть определены размеры и положение площади удара (ударной поверхности). В качестве ударной поверхности рекомендуется применять квадрат с длиной стороны 0,25 м.

4.4 Особые воздействия от ударов вилочных погрузчиков

(1) Расчетные значения особых воздействий от удара вилочных погрузчиков устанавливаются с учетом динамических характеристик вилочного погрузчика и конструкции. Реакция конструкции может допускать нелинейные деформации. Вместо выполнения динамического расчета допускается использовать эквивалентные статические усилия F .

Примечание — В национальном приложении допускается устанавливать расчетное значение эквивалентного статического усилия F . Значение F рекомендуется определять с применением точных расчетов мягкого удара согласно С.2.2 (приложение С). В качестве альтернативы рекомендуется применять значение $F = 5W$, где W — сумма веса нетто и грузоподъемной способности погрузчика (см. EN 1991-1-1, таблица 6.5); нагрузка действует на высоте 0,75 м от пола. В некоторых случаях допускается применять более высокие или более низкие значения.

4.5 Особые воздействия, вызванные схождением с рельсов рельсовых транспортных средств под конструкциями или вблизи конструкций

(1) Необходимо определять особые воздействия от рельсового транспорта.

Примечание — В национальном приложении допускается указывать типы рельсового транспорта, на которые распространяются правила, установленные в настоящем разделе.

4.5.1 Конструкции рядом или над рельсовыми путями

4.5.1.1 Общие положения

(1) Должны быть определены расчетные значения ударных нагрузок на опорные конструкции (например, опоры или колонны) при сходе с рельсов поездов, маневрирующих под сооружениями или рядом с ними, см. 4.5.1.2. В проект могут быть заложены также другие предупредительные или защитные меры для снижения эффектов особого воздействия от удара по опорным конструкциям. Значения должны выбираться в зависимости от класса конструкций.

Примечание 1 — Нагрузки от схода с рельсов на мостах установлены в EN 1991-2.

Примечание 2 — Дополнительная информация по особым воздействиям от рельсового транспорта содержится в бюллетене UIC 777-2.

4.5.1.2 Классификация конструкций

(1) Конструкции, подвергаемые ударным нагрузкам при сходе с рельсов рельсового транспорта, классифицируют в соответствии с таблицей 4.3.

Таблица 4.3 — Классификация конструкций, подвергаемых ударным нагрузкам при сходе с рельсов рельсового транспорта

Класс А	Конструкции, расположенные над рельсовыми путями или рядом с ними, предназначенные для постоянного пребывания людей или служащие местами временных собраний людей, а также многоэтажные сооружения
Класс В	Массивные конструкции над рельсовыми путями или рядом с ними, такие как мосты с движением автотранспорта или одноэтажные здания, не предназначенные для длительного пребывания людей и не служащие местами временных собраний людей

Примечание 1 — Конструкции, относимые к классу А или В, допускается устанавливать в национальном приложении или в рамках конкретного проекта.

Примечание 2 — В национальное приложение допускается также включать дополнительные сведения по классификации временных конструкций, таких как временные пешеходные мосты или подобные конструкции общественного назначения, а также вспомогательные конструкции, используемые при выполнении строительных работ, см. EN 1991-1-6.

Примечание 3 — Дополнительная информация и обоснование классификации, указанной в таблице 4.3, содержится в документах UIC.

4.5.1.3 Особые расчетные ситуации относительно классов конструкций

(1) Ситуации, включающие сход транспорта с рельсов под конструкциями или при приближении к конструкциям класса А или В, относят к особым расчетным ситуациям согласно EN 1990, 3.2.

(2) Удар по верхней части сооружения (настил моста) при сходе с рельсов рельсового транспорта под конструкциями или при приближении к конструкциям в общем случае допускается не учитывать.

4.5.1.4 Конструкции класса А

(1) Для конструкций класса А, расположенных в местах, где максимальная скорость рельсового транспорта не превышает 120 км/ч, необходимо устанавливать расчетные значения эквивалентных статических усилий от удара по опорным конструктивным элементам (например, колоннам, стенам).

Примечание — Эквивалентные статические усилия и их идентификацию допускается указывать в национальном приложении. Ориентировочные значения указаны в таблице 4.4.

Таблица 4.4 — Ориентировочные расчетные значения горизонтальных эквивалентных статических усилий от удара для конструкций класса А, расположенных над или рядом с рельсовыми путями

Расстояние d между конструктивным элементом и осью ближайшего рельсового пути, м	Усилие $F_{dx}^{a)}$, кН	Усилие $F_{dy}^{a)}$, кН
Конструктивные элементы $d < 3$ м	Необходимо устанавливать в рамках конкретного проекта. Дополнительная информация — см. приложение В	Необходимо устанавливать в рамках конкретного проекта. Дополнительная информация — см. приложение В
Сплошные стены и подобные конструкции: $3 \text{ м} \leq d \leq 5 \text{ м}$ $d > 5 \text{ м}$	4000 0	1500 0
^{a)} x — в направлении движения; y — перпендикулярно направлению движения.		

(2) В случаях, когда опорные конструкции защищены сплошными цоколями или платформами, ударные усилия допускается снижать.

Примечание — Правила снижения допускается устанавливать в национальном приложении.

(3) Усилия F_{dx} и F_{dy} должны быть приложены на установленной высоте над уровнем рельсов, см. таблицу 4.4. Усилия F_{dx} и F_{dy} необходимо учитывать в расчетах отдельно.

Примечание — Высоту точки приложения усилий F_{dx} и F_{dy} над уровнем рельсов допускается устанавливать в национальном приложении. Рекомендуемое значение составляет 1,8 м.

(4) Если максимальная скорость рельсового транспорта в месте расположения конструкции не превышает 50 км/ч, то значения усилий из таблицы 4.4 допускается снижать.

Примечание — Правила снижения допускается устанавливать в национальном приложении. Рекомендуемое снижение составляет 50 %. Дополнительная информация содержится в бюллетене UIC 777-2.

(5) При максимальной разрешенной скорости рельсового транспорта в месте расположения конструкции св. 120 км/ч расчетные значения горизонтальных эквивалентных статических усилий F_{dx} и F_{dy} определяют с учетом дополнительных предупредительных и/или защитных мер, предполагая, что конструкция относится к классу по последствиям разрушения СС3, см. 3.4(1).

Примечание — Значения F_{dx} и F_{dy} с учетом дополнительных предупредительных и/или защитных мер допускается устанавливать в национальном приложении или в рамках конкретного проекта.

4.5.1.5 Конструкции класса В

(1) Для конструкций класса В устанавливают специальные требования.

Примечание — Требования допускается указывать в национальном приложении или определять в рамках конкретного проекта. Каждое требование может быть основано на результатах оценки рисков. Информация об учитываемых факторах и осуществляемых мерах содержится в приложении В.

4.5.2 Конструкции, расположенные за тупиковыми рельсовыми путями

(1) Переезд тупикового рельсового пути (например, на конечных станциях) учитывают согласно EN 1990 как особую расчетную ситуацию, если конструкция или ее опора находится непосредственно за тупиковым рельсовым путем.

Примечание — Зону за тупиковым рельсовым путем, которую необходимо учитывать, допускается указывать в национальном приложении или в рамках конкретного проекта.

(2) Меры по ограничению риска должны распространяться на зону за тупиковым рельсовым путем и сокращать вероятность его переезда.

(3) Опорные конструктивные элементы не должны располагаться в зоне непосредственно за тупиковым рельсовым путем.

(4) Если необходимо разместить опорные конструктивные элементы вблизи тупика рельсового пути, кроме буферного упора следует предусмотреть также торцевую защитную стену непосредственно за тупиком. Следует указывать значения эквивалентных статических усилий от удара в защитную стену.

Примечание — Специальные меры и альтернативные расчетные значения эквивалентных статических ударных усилий допускается указывать в национальном приложении или в рамках конкретного проекта. Рекомендуемым значением эквивалентного статического усилия от удара в защитную стену является $F_{dx} = 5000$ кН — для пассажирских поездов и $F_{dx} = 10\,000$ кН — для грузовых поездов. Рекомендуется прикладывать эти усилия горизонтально на высоте 1,0 м над уровнем рельсов.

4.6 Особые воздействия от ударов судов

4.6.1 Общие положения

(1) Особые воздействия от ударов судов необходимо определять с учетом следующих условий:

- тип водного пути;
- уровень воды и условия течения;
- тип и водоизмещение (осадка) судна, а также его ударные характеристики;
- тип конструкции и ее характеристики рассеяния энергии.

(2) Типы судов на внутренних водных путях, которые следует учитывать в случаях столкновения с конструкциями, классифицируют по системе СЕМТ.

Примечание — Система классификации СЕМТ указана в таблице С.3 (приложение С).

(3) Следует определять ударные характеристики судов на морских водных путях, которые необходимо принимать в расчет в случаях столкновения с конструкциями.

Примечание 1 — Классификацию судов на морских водных путях допускается устанавливать в национальном приложении. Ориентировочная классификация для таких судов содержится в таблице С.4 (приложение С).

Примечание 2 — Информация по вероятностному моделированию столкновений с судами содержится в приложении В.

(4) При определении расчетных значений воздействий при ударе судна точными методами следует учитывать добавочную гидродинамическую массу.

(5) Воздействия при ударе следует представлять в виде двух взаимоисключающих нагрузок:

— лобовое усилие F_{dx} ;

— боковое усилие с составляющей F_{dy} , действующей перпендикулярно лобовому усилию F_{dx} , и фрикционной составляющей F_R , действующей параллельно F_{dx} .

(6) Конструкции, которые по проекту должны воспринимать удары судов (например, причальные стенки и причальные сваи), не относятся к области применения данной части EN 1991.

4.6.2 Удары речного транспорта

(1) При необходимости устанавливают лобовые и боковые расчетные динамические усилия от речных судов.

Примечание — Значения лобовых и боковых динамических усилий допускается указывать в национальном приложении или в рамках конкретного проекта. Ориентировочные значения для ряда стандартных параметров судов и стандартных расчетных ситуаций, включая эффекты от добавочной динамической массы,

а также для судов с другой массой, содержатся в таблице С.3 (приложение С).

(2) Силу трения при ударе F_R , действующую одновременно с боковым ударным усилием F_{dy} , определяют по формуле (4.1)

$$F_R = \mu F_{dy}, \quad (4.1)$$

где μ — коэффициент трения.

Примечание — Коэффициент трения μ допускается указывать в национальном приложении. Рекомендуемое значение $\mu = 0,4$.

(3) Ударные усилия следует прикладывать в зависимости от осадки судна (с грузом или без груза) на определенной высоте относительно максимально пригодного для плавания уровня воды. Следует определять высоту и площадь приложения ударного усилия bh .

Примечание 1 — Высоту и площадь приложения ударного усилия bh допускается определять в национальном приложении или в рамках конкретного проекта. При отсутствии точных данных усилие допускается прикладывать на высоте 1,5 м от уровня воды. Допускается площадь приложения ударного усилия bh при $b = b_{\text{pier}}$ и $h = 0,5$ м — для лобового удара и площадь bh при $b = 1,0$ м и $h = 0,5$ м — для бокового удара. При этом b_{pier} — ширина препятствия на водном пути, например ширина опоры моста.

Примечание 2 — При определенных условиях допускается учитывать, что судно приподнимается над пятой или фундаментным блоком перед столкновением с опорой.

(4) При необходимости рассчитывают настил моста на восприятие эквивалентного статического усилия от столкновения с судном, действующим перпендикулярно продольной оси моста.

Примечание — Значение эквивалентного статического усилия допускается указывать в национальном приложении или в рамках конкретного проекта. Ориентировочное значение составляет 1 МН.

4.6.3 Удары морских судов

(1) Необходимо устанавливать лобовые расчетные эквивалентных статических ударных усилий от морских судов.

Примечание — Числовое значение лобовых и боковых динамических ударных усилий допускается указывать в национальном приложении или в рамках конкретного проекта. Ориентировочные значения указаны

в таблице С.4 (приложение С). Допускается интерполяция этих значений. Значения распространяются на типовые водные морские пути, за пределами этой зоны допускается их уменьшение. Для малых судов усилия допускается определять в соответствии с С.4 (приложение С.4).

(2) При необходимости следует рассматривать удар носовой частью, кормой и бортом. Удар носовой частью учитывают в направлении основного движения с максимальным угловым отклонением 30° .

(3) Силу трения F_R , действующую одновременно с боковым ударом, определяют по формуле (4.2)

$$F_R = \mu F_{dy}, \quad (4.2)$$

где μ — коэффициент трения.

Примечание — Коэффициент трения μ допускается указывать в национальном приложении. Рекомендуемое значение $\mu = 0,4$.

(4) Положение и площадь, к которой прикладывают ударное усилие, зависят от геометрии сооружения, размера и геометрии судна (например, наличие или отсутствие выпуклостей), осадки судна

и особенностей балансировки, а также приливов и отливов. Вертикальный диапазон для положения точки удара определяют исходя из самых неблагоприятных условий движения судов.

Примечание — Зону удара допускается устанавливать в национальном приложении. Рекомендуется определять площадь удара следующим образом: $0,05l$ в высоту, $0,1l$ в ширину (l — длина судна). Положение точки удара следует указывать в границах от $0,05l$ ниже расчетного уровня воды до $0,05l$ выше расчетного уровня воды (рисунок 4.4).

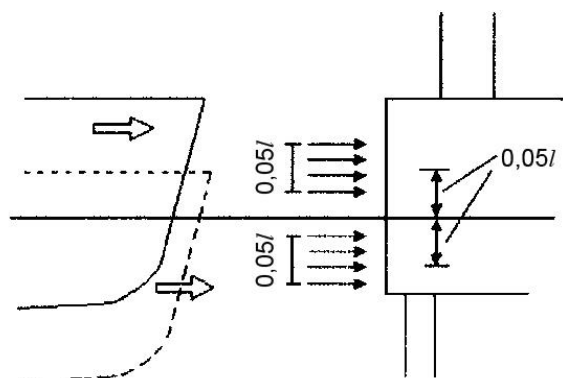


Рисунок 4.4 — Ориентировочные поверхности удара морских судов

(5) Усилия на верхние части сооружений устанавливают с учетом высоты конструкции и типа судна. Как правило, усилия на верхние конструкции мостов будут ограничиваться пределом текучести верхних конструкций судна.

Примечание 1 — Ударное усилие допускается указывать в национальном приложении или в рамках конкретного проекта. Ориентировочное значение составляет от 5 % до 10 % усилия от удара носовой частью.

Примечание 2 — В случаях, когда вероятен удар только лишь мачты по верхним частям сооружения, ориентировочное расчетное усилие составляет 1 МН.

4.7 Особые воздействия от ударов вертолетов

(1) В зданиях с обозначенными посадочными вертолетными площадками на покрытии следует предусмотреть усилие от аварийной посадки. Расчетное вертикальное эквивалентное статическое усилие F_d определяют по формуле (4.3)

$$F_d = C\sqrt{m}, \quad (4.3)$$

где $C = 3 \text{ кН} \cdot \text{кг}^{-0,5}$;

m — масса вертолета, кг.

(2) Усилие от удара следует рассматривать, как действующее в любой точке посадочной площадки и на покрытии в зоне до 7 м от границы посадочной площадки. Площадь приложения удара должна составлять 2×2 м.

5 Взрывы внутри помещения

5.1 Область применения

(1)Р При проектировании зданий и инженерных сооружений с газоснабжением или хранением или транспортировкой взрывчатых веществ, таких как газы, жидкости, образующие взрывоопасные испарения или газы (например, химические лаборатории, резервуары, бункеры, канализационные системы, квартиры с газовыми установками, трубопроводы, дорожные и железнодорожные туннели), следует учитывать вероятность взрыва.

(2) Действия взрывчатых веществ в настоящем техническом кодексе не рассматриваются.

(3) В настоящем техническом кодексе не рассматривается влияние возможного каскадного эффекта из-за расположенных рядом и связанных между собой помещений, заполненных взрывчатой пылью, газом или парами.

(4) В настоящем разделе определены воздействия от взрывов внутри помещений.

5.2 Представление воздействий

(1) Давление взрыва следует определять с учетом передачи на конструктивные элементы реакций от неконструктивных элементов.

Примечание 1 — В рамках настоящего раздела взрывом называют быструю химическую реакцию пыли, газа или пара в воздухе, сопровождаемую высокими температурами и высоким избыточным давлением. Давление взрыва распространяется в виде ударной волны.

Примечание 2 — Давление, создаваемое при взрыве внутри помещения, зависит, главным образом, от:

- типа пыли, газа или пара;
- процентного содержания пыли, газа или пара в воздухе;
- равномерности смеси пыли, газа или пара и воздуха;
- источника возгорания;
- наличия препятствий в помещении;
- размера, формы и прочности ограждений;
- количества имеющихся проемов и клапанов для сброса давления.

(2) Необходимо делать допущения на возможное наличие пыли, газа или испарений в различных внутренних помещениях или группах помещений по всему зданию. Следует учитывать вентилирующий эффект, различную геометрию помещений или групп помещений.

(3) В строительных сооружениях класса СС1 (см. раздел 3) эффект взрыва не следует учитывать отдельно, достаточно расчета соединений и взаимодействия между элементами конструкций согласно EN 1992 – EN 1999.

(4) В строительных сооружениях класса СС2 или СС3 ключевые конструктивные элементы следует проектировать на восприятие воздействий, выполняя расчеты с применением эквивалентных статических моделей нагрузок либо применяя предписанные расчетные и конструктивные правила. Кроме этого, для сооружений класса СС3, как правило, требуется производить динамический расчет.

Примечание 1 — Допускается применять методики, описанные в приложениях А и D.

Примечание 2 — Уточненные расчеты при действии взрывов могут включать один или более из следующих аспектов:

- расчеты давления взрыва с учетом влияния ограждений и легкосбрасываемых элементов;
- динамические нелинейные конструктивные расчеты;
- вероятностные аспекты и анализ последствий;
- экономическая оптимизация защитных мер.

5.3 Принципы проектирования

(1)Р Согласно 2.1(4)Р EN 1990 конструкции следует проектировать таким образом, чтобы исключить возможность прогрессирующего обрушения в результате взрыва внутри помещений.

Примечание — В национальном приложении могут быть установлены необходимые расчетные процедуры, применяемые при различных взрывах внутри помещений. В приложении D содержатся рекомендации по учету следующих видов взрывов:

- взрыв пыли в помещениях, резервуарах и бункерах;
- взрыв природного газа в помещениях;
- взрывы газа и паровоздушных смесей (определено в 5.1(1)Р) в автодорожных и железнодорожных туннелях.

(2) Расчет может допускать разрушение ограниченной части конструкций при условии, что ключевые элементы, от которых зависит общая устойчивость всей конструкции, не повреждены.

(3) Для ограничения последствий от взрывов допускается применять следующие меры по отдельности или в комплексе:

- расчет конструкции на пиковое давление взрыва;

Примечание — Поскольку пиковые давления могут превышать значения, полученные по методикам в приложении D, то такие пиковые значения следует рассматривать в сочетании с максимальной длительностью нагрузки 0,2 с, предполагая пластическое поведение материала.

- применение легкобрасываемых элементов с установленным давлением срабатывания;
- разделение соседних участков сооружения с хранящимися взрывчатыми веществами;
- ограничение зон сооружения, подверженных риску взрыва;
- применение специальных защитных мер между смежными конструкциями, подверженными риску взрыва, с целью исключения распространения давления.

(4) Следует учитывать, что давление от взрыва эффективно действует одновременно на все ограждающие поверхности закрытого помещения, внутри которого произошел взрыв.

(5) Легкобрасываемые элементы следует располагать вблизи возможных источников возгорания, если они известны, или в зонах высокого давления. Их срабатывание не должно вызывать угрозу для людей или воспламенение других материалов. Легкобрасываемые элементы следует закреплять для исключения эффекта «реактивной ракеты» в случае взрыва. Проект должен исключить возможность того, что огонь окажет вредное воздействие на окружающую среду или вызовет последующие взрывы в соседних помещениях.

(6) Легкобрасываемые элементы должны легко открываться при низком давлении и должны быть как можно более легкими.

Примечание — Если окна используются в качестве легкобрасываемых элементов, то необходимо учитывать риск повреждения людей осколками стекла или другими элементами.

(7)Р При определении усилий срабатывания легкобрасываемых элементов следует учитывать размеры и конструкцию поддерживающей их рамы.

(8) После первой фазы взрыва с избыточным давлением наступает вторая фаза с пониженным давлением. При необходимости следует учитывать этот эффект.

Примечание — Рекомендуется профессиональная консультация.

Приложение А (справочное)

Проектирование с учетом последствий локального разрушения конструкций в зданиях в результате неустановленной причины

А.1 Область применения

(1) Настоящее приложение А устанавливает правила и методы проектирования зданий, допускающие локальное разрушение конструкций в результате неустановленной причины без наступления непропорционального полного обрушения. Наряду с другими применяемыми методиками эта стратегия, в зависимости от класса по последствиям разрушения (см. 3.4), позволяет обеспечить достаточную живучесть зданий при ограниченных повреждениях или разрушениях без полного обрушения.

А.2 Введение

(1) В соответствии с разделом 3 настоящей части технического кодекса приемлемой является стратегия, в рамках которой допускается проектирование конструкций здания таким образом, чтобы ни все здание, ни его значительная часть не разрушились при возникновении локального разрушения. Применение этой стратегии должно обеспечить достаточную живучесть здания, позволяющую выдерживать влияние ряда неидентифицированных особых воздействий.

(2) Минимальным периодом времени, в течение которого здание должно устоять после наступления особого события, является период, необходимый для спасения и безопасной эвакуации людей из здания и прилегающих территорий. Для сооружений с опасными веществами, зданий и сооружений, представляющих общественную значимость или важных для национальной безопасности, может потребоваться более продолжительный период времени.

А.3 Классы по последствиям разрушения, применяемые к зданиям

(1) В таблице А.1 указана классификация типов зданий по последствиям разрушения. Эта классификация относится к низкому, среднему и высокому классам по последствиям разрушения, описанным в 3.4(1).

Таблица А.1 — Классы по последствиям разрушения

Класс по последствиям разрушения	Примеры типов зданий и их использования
1	Здания на одну семью, высотой не более четырех этажей. Сельскохозяйственные здания. Здания, редко посещаемые людьми, если расстояние до других зданий или территорий с частым пребыванием людей не менее 1,5-кратного значения высоты этого здания
2а Группа пониженного риска	Пятиэтажные здания на одну семью. Гостиницы высотой не более четырех этажей. Многоквартирные и другие жилые здания не более четырех этажей. Офисные здания не более четырех этажей. Промышленные здания не более трех этажей. Торговые здания не более трех этажей, с площадью каждого этажа до 1000 м ² . Одноэтажные здания учреждений образования. Все посещаемые людьми здания не более двух этажей, с площадью каждого этажа до 2000 м ²

Окончание таблицы А.1

Класс по последствиям разрушения	Примеры типов зданий и их использования
<p>2b Группа повышенного риска</p>	<p>Гостиницы, многоквартирные и другие жилые здания более четырех, но не более 15 этажей. Здания учреждений образования, имеющие более одного, но не более 15 этажей. Торговые здания более трех, но не более 15 этажей. Больницы не более трех этажей. Офисные здания более четырех, но не более 15 этажей. Все посещаемые людьми здания с площадью каждого этажа от 2000 до 5000 м². Паркинги не более шести этажей</p>
<p>3</p>	<p>Все здания, в которых количество этажей и площадь каждого этажа превышают значения, определенные для класса 2. Все здания, в которых допускается пребывание значительного числа людей. Стадионы, вмещающие более 5000 зрителей. Здания, в которых располагаются опасные вещества и/или технологические процессы</p>

Примечание 1 — Если здание можно отнести к нескольким типам их использования, то для него следует назначать наиболее высокий класс по последствиям разрушения.

Примечание 2 — При определении количества этажей допускается не учитывать цокольные этажи, если они соответствуют требованиям к классу 2b (группа повышенного риска).

Примечание 3 — Таблица А.1 не является исчерпывающей и может быть дополнена.

А.4 Рекомендуемые стратегии

(1) Применение следующих рекомендуемых стратегий обеспечивает достаточный уровень живучести здания, позволяющей выдерживать локальное разрушение без возникновения непропорционального полного обрушения.

а) Для зданий класса 1 по последствиям разрушения.

Если здание было спроектировано и сконструировано для условий нормальной эксплуатации в соответствии с EN 1990 – EN 1999, то дополнительный учет особых воздействий от неустановленной причины не требуется.

б) Для зданий класса 2a по последствиям разрушения (группа пониженного риска).

В дополнение к стратегии, рекомендованной для класса 1 по последствиям разрушения, следует предусмотреть эффективные горизонтальные связи или эффективную анкеровку перекрытий в стенах, как определено в А.5.1 — для самонесущих стен и А.5.2 — для несущих стеновых конструкций.

Примечание 1 — Подробные требования к эффективному анкерному креплению допускается устанавливать в национальном приложении.

с) Для зданий класса 2b по последствиям разрушения (группа повышенного риска).

В дополнение к стратегии, рекомендованной для класса 1 по последствиям разрушения, необходимо: — обеспечить устройство горизонтальных связей, как установлено в А.5.1 — для самонесущих и в А.5.2 — для несущих стеновых конструкций (см. 1.5.11), совместно с устройством вертикальных связей согласно А.6 во всех опорных колоннах и стенах, или

— выполнить проверку того, что конструкция здания сохранит общую устойчивость и что степень локального повреждения не превысит определенных пределов при условном удалении каждой опорной колонны или балки, поддерживающей колонну, или любой секции несущей стены, как определено в А.7 (за один раз один элемент на каждом этаже здания).

Если условное удаление таких колонн и секций стен вызывает превышение установленных пределов повреждения, то такие элементы следует рассчитывать как ключевые элементы (см. А.8).

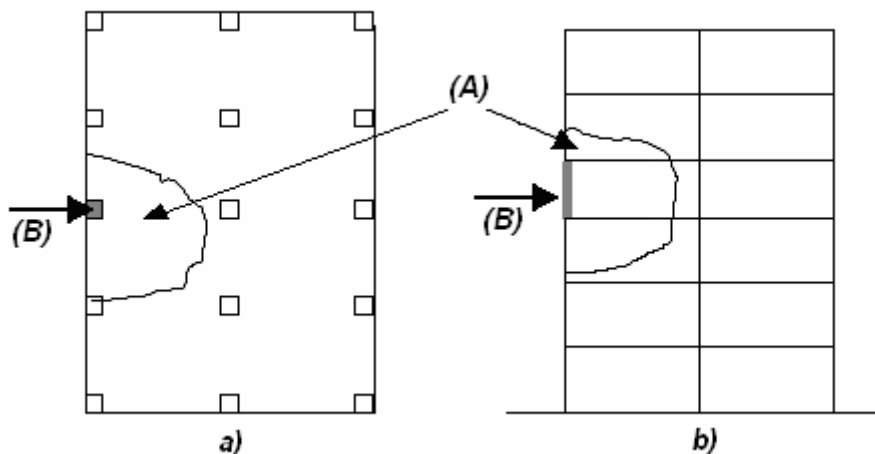
В зданиях с несущими стенами наиболее практичной является стратегия условного удаления стеновой секции, одной секции за один раз.

д) Для зданий класса 3 по последствиям разрушения.

Для здания требуется систематическая оценка риска с учетом прогнозируемых и непрогнозируемых угроз.

Примечание 2 — Рекомендации по проведению анализа рисков содержатся в приложении В.

Примечание 3 — Пределы допустимого локального разрушения могут быть различными для каждого типа здания. Рекомендуемым значением является 15 % площади перекрытия, но не более 100 м² на каждом из двух смежных этажей (рисунок А.1).



(А) — локальное повреждение не превышает 15 % площади перекрытия на каждом из двух смежных этажей;
(В) — условно удаляемая колонна

Рисунок А.1 — Рекомендуемые пределы для допустимого повреждения:
а — план этажа;
б — разрез

А.5 Горизонтальные связи

А.5.1 Рамные конструкции

(1) По периметру каждого междуэтажного перекрытия и в уровне покрытия следует обеспечивать горизонтальные связи в плоскости перекрытия в двух перпендикулярных направлениях, для того чтобы надежно связать колонны и стены с конструкциями здания. Связи должны быть непрерывными и располагаться, по возможности, ближе к краям перекрытия и проходить по осям опор и стен. Как минимум 30 % связей должно размещаться в непосредственной близости к осевым линиям колонн и стен.

Примечание — См. пример на рисунке А.2.

(2) Горизонтальные связи могут быть выполнены из стального проката, стальной арматуры в бетонных плитах или арматурной сетки и профильной листовой стали в сталебетонных перекрытиях (при прочном соединении на срез со стальными балками). Связи могут состоять из сочетания этих элементов.

(3) Каждую из непрерывных связей, включая концевые соединения, следует рассчитывать для особого предельного состояния на расчетное растягивающее усилие T_i в случае внутренних связей и T_p в случае связей по периметру. Растягивающие усилия имеют следующие значения:

$$\text{для внутренних связей} \quad T_i = 0,8 \cdot (g_k + \psi q_k) \cdot sL \text{ или } 75 \text{ кН}, \quad (\text{А.1})$$

где определяющим является большее из значений;

$$\text{для связей по периметру} \quad T_p = 0,4 \cdot (g_k + \psi q_k) \cdot sL \text{ или } 75 \text{ кН}, \quad (\text{А.2})$$

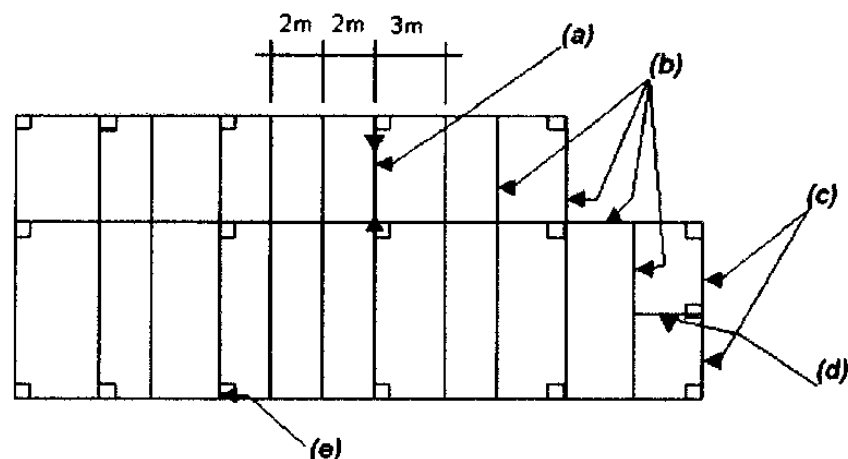
где определяющим является большее из значений,

где s — шаг между связями;

L — пролет связей;

ψ — коэффициент сочетаний для воздействий в особых расчетных ситуациях (т. е. ψ_1 или ψ_2 согласно EN 1990, формула (6.11b)).

Примечание — См. пример на рисунке А.2.



- (a) — балка с пролетом 6 м в качестве внутренней связи;
 (b) — все балки, спроектированные в качестве связей; (c) — связи по периметру;
 (d) — связь, закрепленная к колонне; (e) — крайняя колонна

Пример — Расчет на особое растягивающее усилие T_i в балке пролетом 6 м (см. рисунок А.2), предполагая следующие характеристики воздействий (например, для стального каркаса здания). Характеристические значения нагрузок: $g_k = 3,0 \text{ кН/м}^2$ и $q_k = 5,0 \text{ кН/м}^2$. С учетом назначения коэффициента сочетания ψ_1 (т. е. = 0,5) по формуле (6.11а).

$$T_i = 0,8 \cdot (3,00 + 0,5 \cdot 5,00) \cdot \frac{3+2}{2} \cdot 6,0 = 66 \text{ кН} < 75 \text{ кН.}$$

Рисунок А.2 — Пример размещения горизонтальных связей в шестиэтажном каркасном торговом здании

(4) В качестве связей допускается также использовать элементы, воспринимающие другие воздействия, не относящиеся к категории особых.

А.5.2 Несущие стеновые конструкции

(1) Для зданий класса 2а по последствиям разрушения (группа пониженного риска), см. таблицу А.1.

Требуемая живучесть достигается методом строительства из объемных элементов, расчет которых включает взаимодействие всех элементов, включая применяемые анкерные крепления перекрытий к стенам.

(2) Для зданий класса 2b по последствиям разрушения (группа повышенного риска), см. таблицу А.1.

В перекрытиях следует размещать непрерывные горизонтальные связи, включающие прямоугольную сетку из внутренних связей, распределенных по перекрытию, и внешние связи, расположенные по периметру плит перекрытия в пределах полосы шириной 1,20 м. Расчетное растягивающее усилие определяют следующим образом:

$$\text{для внутренних связей} \quad T_i = \frac{F_i \cdot (g_k + \psi q_k)}{7,5} \cdot \frac{z}{5} \text{ кН/м, } T_i \geq F_b \quad (\text{A.3})$$

$$\text{для связей по периметру} \quad T_p = F_b \quad (\text{A.4})$$

где F_i — 60 кН/м или $20 + 4n_s$ кН/м, определяющим является меньшее значение;

n_s — количество этажей;

z — коэффициент, принимающий наименьшее из значений:

— $5H$, где H — высота этажа в свету;

— максимальное расстояние, м, в направлении связи между осями колонн или других вертикальных несущих элементов, если это расстояние перекрыто:

— отдельной плитой или

— системой балок и плит.

Примечание — Параметры H (м) и z (м), показаны на рисунке А.3.

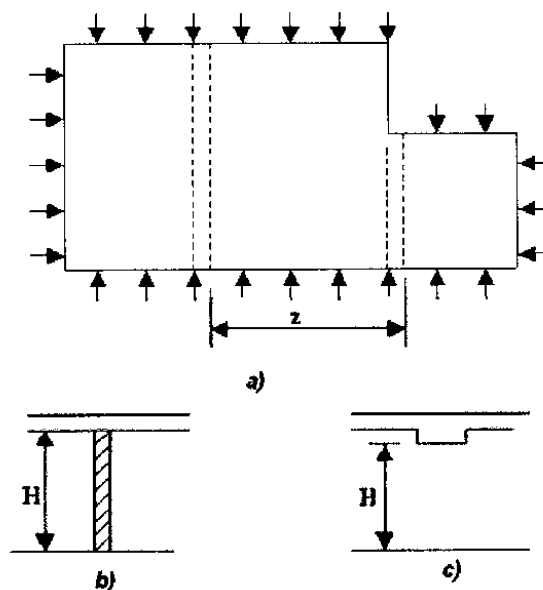


Рисунок А.3 — Графическое представление параметров H и z :

- а — план этажа;
 б — разрез: плита перекрытия;
 с — разрез: балка и плита

А.6 Вертикальные связи

(1) Каждая колонна и стена должна быть закреплена непрерывными связями от основания до уровня покрытия.

(2) В рамных конструкциях (стальные или железобетонные конструкции) колонны и стены, воспринимающие вертикальные нагрузки, должны выдерживать особое растягивающее усилие, равное наибольшей расчетной реакции от вертикальных постоянных и переменных нагрузок, приложенное

к колонне любого этажа. Предполагается, что это особое растягивающее усилие не действует одновременно с проектными постоянными и переменными воздействиями на конструкцию.

(3) В несущих стеновых конструкциях (см. 1.5.11) вертикальные связи можно считать эффективным при следующих условиях:

а) для стен из каменной кладки толщина стены составляет не менее 150 мм и минимальная прочность на сжатие согласно EN 1996-1-1 равна 5 Н/мм²;

б) если высота стены в свету H , м, измеренная между верхней и нижней гранью перекрытий или перекрытия и крыши, не превышает $20t$, где t — толщина стены, м;

с) если связи рассчитаны на восприятие вертикального анкерного усилия T :

$$\text{большее из } T = \frac{34A}{8000} \cdot \left(\frac{H}{t}\right)^2 \cdot H \text{ или } 100 \text{ кН/м}, \quad (\text{A.5})$$

где A — площадь поперечного сечения стены, измеренная на плане, исключая пустотные участки стен, мм²;

д) если вертикальные связи сгруппированы таким образом, что расстояние между центрами составляет максимум 5 м вдоль стены, и если они располагаются не далее чем на 2,5 м от незакрепленного конца стены.

А.7 Номинальное сечение несущей стены

(1) Номинальную длину несущей стены, указанную в А.4(1) с), определяют следующим образом:

— в железобетонных стенах длина $\leq 2,25H$;

— в наружной каменной кладке, в деревянных или металлических каркасных стенах длина L измеряется, как расстояние между боковыми опорами, в роли которых выступают другие конструктивные элементы (например, колонны или поперечные стены);

— во внутренней каменной кладке, в деревянных или металлических каркасных стенах длина $\leq 2,25H$,

где H — высота этажа, м.

A.8 Ключевые элементы

(1) В соответствии с 3.3(1)Р ключевой элемент конструкции здания, указанный в А.4(1)с), должен выдерживать особое воздействие A_d , действующее в горизонтальном и вертикальном направлениях (в одном направлении одновременно) на сам элемент и примыкающие компоненты. При этом следует учитывать предел прочности этих компонентов и их соединений. Такое особое расчетное нагружение следует применять, согласно EN 1990, формула (6.11b), в виде сосредоточенной или равномерно распределенной нагрузки.

Примечание — Рекомендуемое значение для конструкций зданий $A_d = 34 \text{ кН/м}^2$.

Приложение В (справочное)

Указания по оценке рисков¹⁾

В.1 Введение

(1) Настоящее приложение содержит указания по планированию и проведению оценки рисков для зданий и инженерных сооружений. Общий обзор действий при анализе рисков представлен на рисунке В.1.

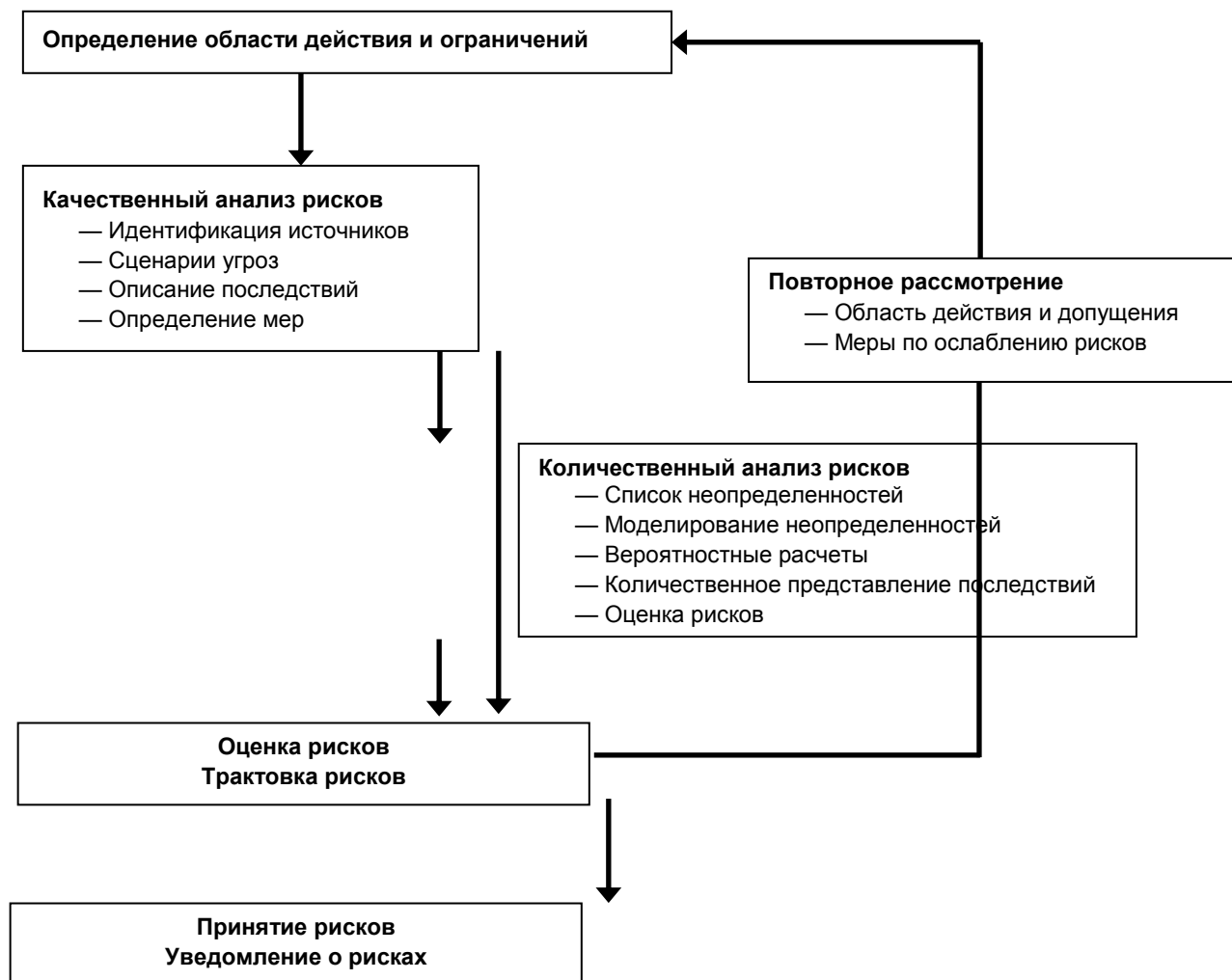


Рисунок В.1 — Обзор действий при анализе рисков

¹⁾ Содержание данного приложения планируется ввести в развернутой форме в последующее издание EN 1990 Еврокод. Основы проектирования несущих конструкций.

В.2 Термины и определения

В.2.1 последствия (consequence): Возможный результат события (при анализе рисков, обычно нежелательных). Последствия могут быть выражены вербально или численно через показатели человеческих потерь, количества пострадавших, экономических потерь, ущерба окружающей среде, убытков, понесенных пользователями здания и общественностью, и т. д. Следует включать как прямые последствия, так и наступающие по истечении определенного времени.

В.2.2 сценарий угрозы (hazard scenario): Критическая ситуация, сложившаяся к определенному времени и определяемая основной угрозой совместно с одним или несколькими сопутствующими условиями, которая может привести к нежелательному событию (например, полное обрушение конструкции).

В.2.3 риск (risk): см. 1.5.13.

В.2.4 критерии приемлемости риска (risk acceptance criteria): Приемлемые границы для вероятности наступления определенных последствий нежелательного события, которые выражаются в виде годовой частоты появления. Эти критерии обычно определяются авторитетными органами власти с целью установления уровня риска, приемлемого для людей, с одной стороны, и общества, с другой.

В.2.5 анализ рисков (risk analysis): Систематический подход к описанию и/или расчету рисков. Анализ рисков включает идентификацию нежелательных событий, причин, вероятностей и последствий этих событий (см. рисунок В.1).

В.2.6 оценка рисков (risk evaluation): Сравнение результатов анализа рисков с критериями приемлемости риска и другими критериями принятия решений.

В.2.7 управление рисками (risk management): Систематические меры, предпринимаемые определенной организацией для достижения и поддержания уровня безопасности, соответствующего поставленным целям.

В.2.8 нежелательное событие (undesired event): Событие или условие, которое может вызвать травмы людей, нанести ущерб окружающей среде или привести к материальным потерям.

В.3 Описание содержания работ при анализе рисков

(1) В полном объеме должны быть описаны: предмет, исходные данные и цели анализа рисков.

(2) Подробно должны быть задокументированы все технические, экологические, организационные и человеческие факторы, относящиеся к анализируемой проблеме, и предпринимаемые при ее анализе действия.

(3) Должны быть приведены все предпосылки, допущения и упрощения, сделанные при анализе рисков.

В.4 Методы анализа рисков

(1) Анализ риска состоит из описательной части (качественной) и, если необходимо и осуществимо, может иметь расчетную часть (количественную).

В.4.1 Качественный анализ рисков

(1) В рамках качественной части анализа рисков проводят идентификацию всех угроз и соответствующих сценариев угроз. Такая идентификация является ключевой задачей при анализе рисков

и требует подробного изучения и точного понимания системы. Для этих целей разработан целый ряд методов, позволяющих инженеру выполнять эту часть анализа (например, РНА, HAZOP, дерево отказов, дерево событий, дерево принятия решений, причинная сеть и т. д.).

При анализе строительных рисков следующие условия могут представлять угрозу для конструкции:

— высокие значения обычных воздействий;

— низкие значения сопротивления материалов, возможно, вследствие ошибок или непредусмотренного износа;

— грунтовые условия и иные влияния окружающей среды, не предусмотренные в проекте;

— особые воздействия, такие как пожар, взрыв, наводнение (включая размывы), удар или землетрясение;

— неустановленные особые воздействия.

При определении сценариев угроз следует учитывать следующее:

— прогнозируемые или известные переменные воздействия на конструкцию;

— условия внешней среды;

— запланированная или действующая программа обследования конструкций;

— общая концепция конструкции, рабочий проект, применяемые строительные материалы и возможные слабые места, в которых возможно возникновение повреждений или износа;

— вид и степень повреждений вследствие идентифицированного сценария угрозы, а также последствия повреждений.

Необходимо определить основной режим использования конструкции, для того чтобы выяснить последствия, влияющие на ее безопасность, в случае отказа при возникновении основной угрозы совместно с вероятными сопутствующими воздействиями.

В.4.2 Количественный анализ рисков

(1) В рамках количественной части анализа рисков производят оценку вероятностей для всех нежелательных событий и их последствий. Показатели вероятности частично базируются на инженерных оценках и поэтому могут существенно отличаться от фактической частоты отказов. Если отказы можно выразить численно, то риск может быть представлен математическим ожиданием последствий нежелательного события. Возможный способ представления рисков показан на рисунке В.2.

Любые погрешности в расчетах/изображениях данных и моделей требуют тщательного обсуждения. Анализ рисков прекращают на соответствующем уровне, принимая во внимание, например, следующее:

- цели анализа рисков и необходимые решения;
- ограничения, принятые на ранних этапах анализа;
- доступность релевантных (уместных) или точных данных;
- последствия от наступления нежелательных событий.

Начальные допущения, на которых основан анализ, должны быть рассмотрены повторно после получения результатов анализа. Чувствительность к факторам, учитываемым при анализе, должна быть определена количественно.

Тяжелые	X				
Высокие	X				
Средние		X			
Низкие			X		
Очень низкие				X	
↑ Последствия повреждений					
Вероятность →	0,00001	0,0001	0,001	0,01	>0,1
X представляет примеры максимально приемлемых уровней риска.					

Пояснение: Последствия возможного разрушения определяют для каждого сценария возникновения угрозы и классифицируют как тяжелые, высокие, средние, низкие и очень низкие. Степень тяжести можно определить следующим образом:

- тяжелые — внезапное обрушение конструкции с большой вероятностью гибели и ранений людей;
- высокие — отказ одного или нескольких элементов конструкции с большой вероятностью частичного обрушения и некоторой вероятностью ранений людей и прекращения эксплуатации;
- средние — отказ одного из элементов конструкции. Полное или частичное обрушение маловероятно. Малая вероятность ранения людей и прекращения эксплуатации;
- низкие — локальные повреждения;
- очень низкие — незначительные локальные повреждения.

Рисунок В.2 — Возможное графическое представление результатов количественного анализа рисков

В.5 Приемлемость риска и защитные меры

(1) После установления уровня риска следует принять решение о необходимости указания защитных мер (конструктивных либо неконструктивных).

(2) Для установления приемлемости риска в большинстве случаев применяют принцип ALARP (as low as reasonably practicable/настолько низкий, насколько целесообразно). В соответствии с этим принципом указывают два уровня риска. Если риск ниже нижней границы общеприемлемого диапазона (т. е. ALARP), защитные меры не применяют. Если риск выше верхней границы

общеприемлемого диапазона, то риск рассматривают как неприемлемый. Если уровень риска находится между нижней и верхней границей, проводят поиск экономически оптимального решения.

(3) При оценке рисков для определенного периода времени, относящегося к событию отказа, на основании последствий отказа необходимо учитывать ставку дисконтирования.

(4) Уровни приемлемости риска устанавливаются, обычно применяя следующие два критерия:

— уровень риска, приемлемый для индивидуума: риски для индивидуума выражаются обычно как процент несчастных случаев со смертельным исходом. В отношении определенного вида деятельности риски могут быть выражены вероятностью смерти в течение одного года или вероятным периодом времени появления одного смертельного случая;

— уровень риска, приемлемый для общества: социальную приемлемость риска для человеческой жизни, которая может изменяться со временем, представляют зачастую в виде диаграммы $F-N$, показывающей максимальную годовую вероятность F несчастного случая с количеством человеческих потерь более чем N .

В качестве альтернативы можно применять такие концепции как VPF (Value of prevented fatality/стоимость предотвращения смертельного случая) или Quality index of life (индекс качества жизни).

Примечание — Уровни приемлемости риска допускается устанавливать в национальном приложении или в рамках конкретного проекта.

Критерии приемлемости допускается устанавливать, руководствуясь определенными национальными положениями и требованиями, определенными нормами и стандартами, опытными данными и/или теоретическими знаниями, которые можно применять как основу для решений, касающихся приемлемого риска. Критерии приемлемости допускается выражать качественно или численно.

(5) В случае качественного анализа рисков можно применять следующие критерии:

a) основная цель должна заключаться в минимизации риска без существенных дополнительных расходов;

b) для последствий, указанных в вертикально заштрихованной области на рисунке В.2а, риски, связанные с соответствующим сценарием, как правило, могут быть приняты;

c) для последствий, указанных в диагонально заштрихованной области на рисунке В.2а, необходимо принимать решение о том, принять ли риск для данного сценария или предпринять меры по снижению риска при допустимой их стоимости;

d) для последствий, рассматриваемых как неприемлемые (последствия, указанные в горизонтально заштрихованной области на рисунке В.2а, скорее всего, являются неприемлемыми), следует предпринять соответствующие меры по снижению риска (см. В.6).

В.6 Меры по снижению риска

(1) Допускается применять следующие меры по снижению риска:

a) исключение или снижение опасности, например, посредством соответствующих расчетов, изменения концепции проекта и посредством мер, направленных на снижение опасности и т. д.;

b) исключение опасности путем изменения концепции проекта или условий использования сооружения, например, путем применения мер по защите конструкций, установки системы спринклеров и т. д.;

c) контроль опасности, например, посредством проведения обследований, установкой систем оповещения и контроля;

d) преодоление опасности, например, путем обеспечения повышенной прочности и живучести, обеспечения альтернативных путей передачи нагрузок за счет резервирования (статической неопределимости) или устойчивости к износу и т. д. ;

e) допущение контролируемого обрушения конструкции при сохранении малой опасности для жизни и здоровья людей, например, в случаях столкновения с осветительными или светофорными мачтами.

В.7 Повторное рассмотрение

(1) Область действия, расчеты и допущения (см. рисунок В.1) подвергаются повторной оценке в отношении сценариев до тех пор, пока не будет возможно утвердить конструкции совместно с применяемыми мерами по снижению риска.

В.8 Сообщение результатов и заключения

(1) Результаты качественного и количественного (при его наличии) анализа представляют в виде перечня последствий с указанием вероятностей, а степень приемлемости согласовывают со всеми заинтересованными сторонами.

(2) Указывают все данные, применявшиеся при анализе рисков, и источники их получения.

(3) Должны быть резюмированы все основные допущения, предпосылки и упрощения, установленные при анализе рисков, чтобы прояснить обоснованность и ограничения анализа рисков.

(4) Указывают рекомендации по применению мер, направленных на снижение риска, базирующиеся на выводах анализа рисков.

В.9 Применение для зданий и сооружений гражданского строительства

В.9.1 Общие положения

(1) Для снижения риска в отношении экстремальных событий в зданиях и сооружениях гражданского строительства следует рассматривать одну или несколько следующих мер:

— конструктивные меры, при которых конструктивная система или конструктивные элементы спроектированы с резервом прочности или возможностью альтернативных путей передачи нагрузок в случае локального разрушения;

— неконструктивные меры, включающие снижение:

- вероятности возникновения события,
- интенсивности воздействия,
- последствий разрушения.

(2) Вероятности и эффекты от всех особых и экстремальных воздействий (например, воздействий от пожара, землетрясения, удара, взрыва, экстремальные климатические воздействия) следует рассматривать в отношении соответствующего набора возможных сценариев опасности. Последствия разрушения в этом случае оценивают в форме количества жертв и экономических потерь. Уточненные пояснения содержатся в В.9.2 и В.9.3.

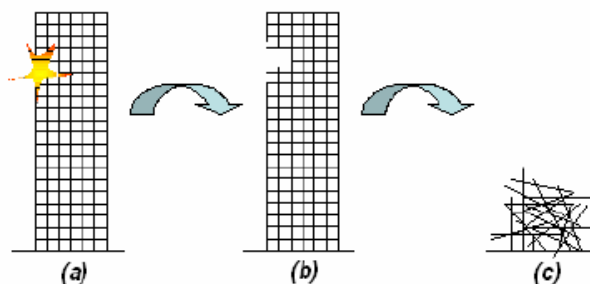
(3) Методика, описанная в В.9.1(2), является менее приемлемой для непрогнозируемых угроз (ошибки в проекте либо при возведении, непредусмотренный износ и т. д.). Поэтому были разработаны более глобальные стратегии проектирования с допустимым уровнем повреждений (см. приложение А), например учет классических требований по обеспечению необходимой пластичности и устройству связевых элементов. Специальный подход в этом отношении заключается в рассмотрении ситуации, когда конструктивный элемент (балка, опора), по какой бы причине и в каком бы объеме он не был поврежден, рассматривается как вышедший из строя. В таком случае к остальной части конструкции предъявляется требование, чтобы она в течение относительно короткого промежутка времени (определяемого как период восстановления T) могла выдерживать нормальные нагрузки с некоторым заданным целевым уровнем надежности:

$$P(R < E \text{ в течение } T \mid \text{ один элемент удален}) < p_{\text{target}}. \quad (\text{В.1})$$

Целевая надежность зависит от стандартного уровня безопасности зданий, рассматриваемого периода времени T (часы, дни или месяцы) и вероятности, что рассматриваемый элемент будет удален (по причинам, не учтенным в проекте).

(4) Для традиционных конструкций при расчетах должны быть учтены все основные возможности обрушения. В случае оправданности, причины отказа с очень малой вероятностью допускается не учитывать. Следует принимать во внимание подход, описанный в В.9.1(2). Во многих случаях и для исключения сложного анализа допускается применять стратегию, описанную в В.9.1(3).

(5) Для нетрадиционных конструкций (например, очень большие, а также разработанные с применением новых концепций или материалов) вероятность отказа из-за неустановленной причины следует рассматривать, как существенную. При этом следует применять подход, сочетающий в себе методы, описанные в В.9.1(2) и В.9.1(3).



Шаг 1 — Идентификация и моделирование основных особых угроз. Оценка вероятности возникновения различных угроз с различными интенсивностями.

Шаг 2 — Оценка состояния повреждения конструкции вследствие различных угроз. Оценка вероятности различных состояний повреждения и соответствующих последствий указанных угроз.

Шаг 3 — Оценка общего состояния поврежденной конструкции. Оценка вероятности аварийного общего состояния поврежденной конструкции с соответствующими последствиями.

Рисунок В.3 — Графическое представление этапов анализа рисков для конструкций, подверженных особым воздействиям

В.9.2 Анализ рисков для строительных конструкций

(1) Анализ рисков для конструкций, подверженных особым воздействиям, может включать следующие три этапа, см. рисунок В.3.

Этап 1 — Оценка вероятности возникновения различных угроз с соответствующими интенсивностями.

Этап 2 — Оценка вероятности различных поврежденных состояний и соответствующих последствий указанных угроз.

Этап 3 — Оценка вероятности неадекватного общего состояния поврежденной конструкции и соответствующих последствий.

(2) Полный риск R можно определить следующим образом:

$$R = \sum_{i=1}^{N_H} P(H_i) \sum_j^{N_D} P(D_j | H_i) \sum_{k=1}^{N_S} P(S_k | D_j) C(S_k). \quad (\text{В.2})$$

При этом принимается, что конструкция подвержена количеству N_H различных угроз, что угрозы могут повредить конструкции N_D различными способами (в зависимости от рассматриваемой угрозы) и что общее состояние поврежденной конструкции можно разделить на N_S неблагоприятных состояний S_k с соответствующими последствиями $C(S_k)$. При этом $P(H_i)$ — вероятность возникновения i -й угрозы (в пределах рассматриваемого интервала времени). $P(D_j | H_i)$ — условная вероятность возникновения j -го поврежденного состояния конструкции при наступлении i -й угрозы. $P(S_k | D_j)$ — условная вероятность наступления k -го неблагоприятного общего состояния S конструкции, находящейся в j -м поврежденном состоянии.

Примечание 1 — $P(S_k | D_j)$ и $C(S_k)$ могут значительно зависеть от времени (например, в случае пожара и эвакуации соответственно). Общий риск необходимо оценивать и сравнивать с приемлемым уровнем риска.

Примечание 2 — Формула (В.2) может служить основой при оценке рисков для конструкций не только при редких и особых нагрузках, но и при обычных нагрузках.

(3) При оценке рисков необходимо исследовать на предмет рентабельности возможные различные стратегии для управления рисками и снижения рисков:

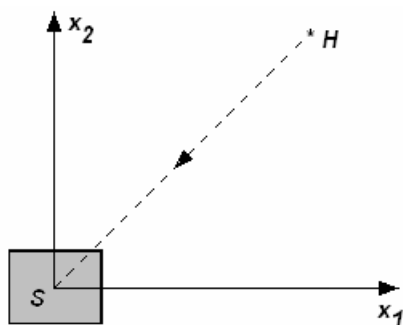
— риск можно уменьшить за счет снижения вероятности возникновения угрозы, т. е. за счет снижения $P(H)$. Например, угрозу повреждения быков моста в результате удара судна можно снизить за счет создания перед ними искусственных островов. Подобно этому, риск взрывов в зданиях можно снизить за счет удаления из зданий взрывчатых веществ;

— риск можно уменьшить за счет снижения вероятности значительных повреждений при установленных угрозах, т. е. за счет снижения $P(D | H)$. Например, повреждение, возникающее вследствие инициирования пожара, можно предотвратить за счет пассивных и активных мер борьбы

с огнем (например, нанесение противопожарных покрытий на стальные элементы или устройство спринклерных систем);

— риск можно уменьшить за счет снижения вероятности наступления нежелательного общего состояния конструкции при возникновении повреждения, т. е. за счет снижения $P(S | D)$. Этого можно добиться за счет проектирования конструкций с достаточной степенью статической неопределенности, допуская при этом альтернативную передачу нагрузок в случае повреждений статической системы.

В.9.3 Моделирование рисков при экстремальных событиях



S — конструкция; H — угрожающее событие с величиной M в момент времени t

Рисунок В.4 — Компоненты для моделирования экстремального события

В.9.3.1 Общий формат

(1) Частью анализа риска является исследование экстремальных угроз, таких как землетрясения, взрывы, столкновения и т. д. Общая модель для таких событий может включать следующие компоненты (см. рисунок В.4):

- инициирующее событие в определенном месте в определенное время;
- величину энергии M , связанной с этим событием, и, возможно, некоторые другие параметры;
- физическое взаимодействие между событием, окружающей средой и конструкцией, которое может привести конструкцию в одно из предельных состояний.

(2) Возникновение инициирующего события для некоторой угрозы H согласно В.9.3.1(1) зачастую моделируют в виде события в рамках пуассоновского процесса с интенсивностью $\lambda(t, x)$ на единицу объема и единицу времени, где t представляет определенную точку во времени, x — положение в пространстве (x_1, x_2, x_3). Вероятность возникновения отказа в течение времени вплоть до T рассчитывают в этом случае (для постоянной λ и малых вероятностей) по формуле (В.3)

$$P_f(T) \approx N \int_0^{\infty} P(F|M=m) f_M(m) dm, \tag{В.3}$$

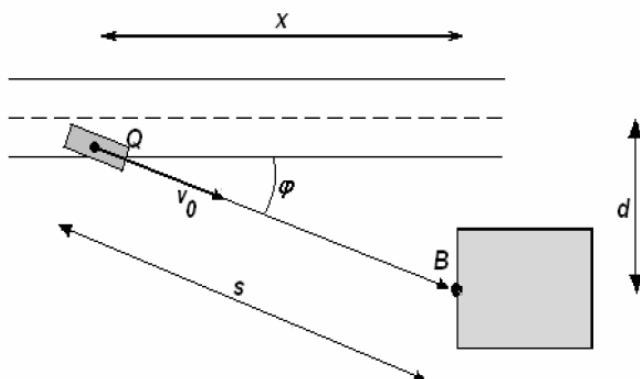
где $N = \lambda T$ — общее число релевантных инициирующих событий в рассматриваемый период времени;

$f_M(m)$ — плотность распределения случайной величины M рассматриваемой угрозы.

Следует отметить, что вероятность отказа может зависеть от расстояния между конструкцией и местоположением события. В таких случаях требуется явное интегрирование по интересующей площади или объему.

В.9.3.2 Применение к ударам автотранспортных средств

(1) В ситуации, показанной на рисунке В.5, столкновение возникает, когда транспортное средство на достаточной скорости меняет курс в критическом месте дороги. Скорость удара зависит от расстояния между дорогой и конструкцией или элементом конструкции, угла удара, начальной скорости и топографических параметров территории (местности) между дорогой и конструкцией. Иногда на этой территории имеются препятствия или перепады высот.



Транспортное средство изменяет курс в точке Q со скоростью v_0 под углом φ . Столкновение с конструкцией или элементом конструкции, находящимся в окрестности дороги на расстоянии s , происходит при скорости v_r .

Рисунок В.5 — Удар транспортного средства

(2) На основании общего выражения (В.3) рассчитывают вероятность отказа для этого случая по формуле (В.4)

$$P_f = N \int P(F > R) \frac{b}{\sin \alpha} f(\alpha) d\alpha, \quad (B.4)$$

- где $N = nT\lambda$ — общее число инициирующих событий в рассматриваемый период времени;
 n — интенсивность движения;
 λ — интенсивность отказов транспортных средств (количество происшествий на километр пробега транспортного средства);
 T — период времени;
 b — ширина конструкции, но не более 2-кратного значения ширины ударяющего транспортного средства;
 φ — угол направления движения;
 $f(\varphi)$ — функция плотности вероятности;
 R — сопротивление конструкции;
 F — ударное усилие.

Применяя упрощенную модель удара (см. приложение С), ударное усилие F определяют следующим образом:

$$F = \sqrt{mkv_r^2} = \sqrt{mkv_0^2 - 2as}, \quad (B.5)$$

- где m — масса транспортного средства;
 k — жесткость;
 v_0 — скорость транспортного средства в момент изменения курса в точке Q;
 a — постоянное замедление транспортного средства после изменения курса (см. рисунок В.5);
 $s = d/\sin\varphi$, расстояние от точки Q до конструкции.

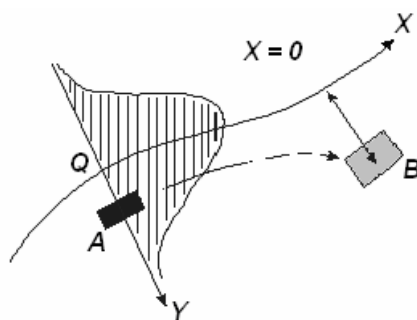
В.9.3.3 Применение к ударам судов

(1) Для применения согласно рисунку В.6 формулу (В.3) допускается преобразовать в формулу (В.6).

$$P_f(T) = N \int P(F_{dyn}(x) > R) dx, \quad (B.6)$$

- где $N = n\lambda T(1 - p_a)$ — общее число аварий в течение рассматриваемого периода времени;
 n — количество судов в единицу времени (интенсивность движения);
 λ — вероятность отказа на единицу пути;
 T — период отнесения (обычно 1 год);
 p_a — вероятность исключения столкновения за счет вмешательства человека;
 x — координата точки, в которой произошла фатальная ошибка или механический отказ;
 F_{dyn} — ударное усилие на конструкцию, полученное согласно расчетам удара (см. приложение С);
 R — сопротивление конструкции.

При необходимости допускается учитывать распределение вероятностей для начального положения судна в направлении y (рисунок В.6).



A — объект; B — конструкция

Рисунок В.6 — Сценарий удара судна

В.9.4 Рекомендации по выполнению анализа рисков при ударах рельсовых транспортных средств

(1) В рамках оценки рисков для людей от схода с рельсов железнодорожных транспортных средств при приближении к конструкциям класса А (где допустимая скорость св. 120 км/ч) и к конструкциям класса В необходимо учитывать следующие факторы:

- вероятность схода с рельсов железнодорожных транспортных средств при приближении к конструкции;
- допустимую скорость железнодорожных транспортных средств на рельсах;
- рассчитанное замедление сошедших с рельсов железнодорожных транспортных средств при приближении к конструкции;
- расстояние в поперечном направлении, которое, согласно расчетам, должен преодолеть сошедший с рельсов поезд;
- является ли рельсовый путь единственным на участке вблизи конструкции;
- тип поезда (пассажирский/грузовой);
- ожидаемое число пассажиров в проходящем около конструкции железнодорожном транспортном средстве;
- периодичность движения железнодорожных транспортных средств около конструкций;
- наличие стрелочных переводов и переездов вблизи конструкции;
- статическая система (концепция) конструкции и живучесть опор;
- расположение опор конструкции относительно рельсовых путей;
- ожидаемое количество людей вне железнодорожного транспортного средства, которые могут пострадать.

В меньшей степени увеличивают риск при сходе с рельсов железнодорожных транспортных средств следующие факторы:

- закругление рельсовых путей вблизи конструкции;
- количество рельсовых путей при их наличии в количестве более двух.

Следует также учитывать эффект того, что предложенные превентивные или защитные меры обеспечены на других элементах или других участниках инфраструктуры. Сюда включают, например, влияние сигналов на дальность видимости, разрешение на доступ и другие меры безопасности, связанные с размещением пути.

Примечание — Дополнительные рекомендации и указания, распространяемые на конструкции классов А и В (см. 4.5.12), содержатся в UIC Code 777-2R (2002) Structures Built Over Railway Lines. (Construction requirements in the track zone/Конструкции над железнодорожными путями. Строительные требования в зоне путей). Нормы UIC 777-2R содержат специальные рекомендации и указания по следующим пунктам:

- выполнение оценок рисков для конструкций класса В;
- меры (включая правила конструирования), которые необходимо рассматривать для конструкций класса А, включая ситуации, когда максимальная скорость на участке менее 50 км/ч;
- меры, которые необходимо рассматривать для конструкций класса А, когда расстояние между ближайшей опорной конструкцией и осью пути ≤ 3 м.

(2) При разработке подходящих мер по снижению риска для людей от схода поездов с рельсов при приближении к конструкциям класса В необходимо рассматривать следующие требования, по отдельности либо в сочетании:

- обеспечение живучести опорных конструкций, способных выдерживать косой удар сошедшего с рельсов поезда, для снижения вероятности полного обрушения конструкций;
- обеспечение неразрывности пролетов верхней части сооружения для снижения вероятности полного обрушения вследствие столкновения с опорами сошедшего с рельсов поезда;
- обеспечение мер по ограничению бокового отклонения сошедшего с рельсов поезда при приближении его к конструкции для снижения вероятности удара;
- увеличение бокового пространства до опор конструкции для снижения вероятности удара сошедшего с рельсов поезда;
- исключение опор, расположенных на линии, которую пересекает линия, продленная в направлении пути за стрелочным переводом, чтобы снизить вероятность того, что сошедший с рельсов поезд будет направлен к опорной конструкции;
- обеспечение сплошных стен или стеновых опор (фактически, это означает исключение отдельных колонн) для снижения вероятности полного обрушения вследствие столкновения сошедшего с рельсов поезда с опорами конструкции;
- при невозможности обоснованного исключения отдельных опор следует предусмотреть их достаточно неразрывное соединение, чтобы обеспечить устойчивость верхней части сооружения при удалении одной из колонн;
- применение устройств, контролирующих положение стрелочных переводов, и конструкций для поглощения энергии, чтобы уменьшить вероятность удара сошедшего с рельсов железнодорожного транспортного средства.

Приложение С (справочное)

Динамический расчет для удара

С.1 Общие положения

(1) Удар — это явление взаимодействия между движущимся объектом и конструкцией, при котором кинетическая энергия объекта внезапно преобразуется в энергию деформации. Для определения усилий динамического взаимодействия следует определить механические свойства объекта и конструкции. В расчете обычно используют эквивалентные статические усилия.

(2) Уточненные расчеты конструкции на ударные воздействия могут содержать один или оба следующих аспекта:

- динамические эффекты;
- нелинейные свойства материалов.

В настоящем приложении рассматриваются только динамические эффекты.

Примечание — Вероятностные аспекты и анализ последствий см. в приложении В.

(3) В настоящем приложении содержатся указания по приближительному динамическому расчету конструкций на удар автодорожных, железнодорожных транспортных средств и судов, основанные на упрощенных или эмпирических моделях.

Примечание 1 — Модели, описанные в приложении С, как правило, лучше аппроксимируют расчеты, чем модели, представленные в приложении В, которые в некоторых случаях могут оказаться слишком простыми.

Примечание 2 — К аналогичным воздействиям могут приводить столкновения в туннелях, столкновения с защитными ограждениями (см. EN 1317) и т. д. Подобные явления могут возникать также вследствие взрывов (см. приложение D) и других динамических воздействий.

С.2 Динамика удара

(1) Удар характеризуется как жесткий удар, если энергия поглощается, главным образом, ударяющим объектом, или как мягкий удар, когда происходит деформация конструкции, в результате чего ударная энергия поглощается конструкцией.

С.2.1 Жесткий удар

(1) При жестком ударе допускается применять эквивалентные статические усилия согласно 4.3 – 4.7. В качестве альтернативы допускается выполнять приближенный динамический анализ с применением упрощенных моделей по С.2.1(2) и (3).

(2) При жестком ударе принимается условие, что конструкция является жесткой и неподвижной, а ударяющий объект во время удара деформируется линейно. Максимальное динамическое усилие взаимодействия выражается формулой (С.1)

$$F = v_r \cdot \sqrt{km}, \quad (\text{С.1})$$

где v_r — скорость объекта при ударе;

k — эквивалентная упругая жесткость ударяющего объекта (т. е. отношение усилия F к общей деформации);

m — масса ударяющего объекта.

Усилие удара можно рассматривать как прямоугольный импульс на поверхности конструкции. В этом случае продолжительность импульса рассчитывают:

$$F\Delta t = mv \quad \text{или} \quad \Delta t = \sqrt{m/k} \quad (\text{С.2})$$

При необходимости можно ввести ненулевое время нарастания (рисунок С.1).

Если сталкивающийся объект моделируют равнозначным ударяющим объектом с равномерным поперечным сечением (см. рисунок С.1), в этом случае можно использовать выражения (С.3) и (С.4):

$$k = EA/L, \quad (\text{С.3})$$

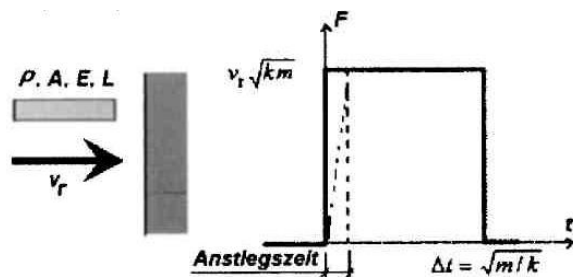
$$m = \rho AL, \quad (\text{С.4})$$

где L — длина ударяющего объекта;

A — площадь поперечного сечения;

E — модуль упругости;

ρ — массовая плотность ударяющего объекта.



F — динамическое усилие взаимодействия

Рисунок С.1 — Модель удара

(3) По формуле (С.1) получают максимальное значение динамического усилия, действующего на наружную поверхность конструкции. В конструкции эти усилия могут вызывать динамические эффекты. Верхнюю границу для этих эффектов можно определить при условии, что реакция конструкции будет упругой, а нагрузка представлена ступенчатой функцией (т. е. функцией, которая резко возрастает до своего конечного значения, после чего это значение остается постоянно). В этом случае динамический коэффициент (т. е. соотношение между динамической и статической реакциями) $\varphi_{dyn} = 2,0$. Если необходимо учитывать пульсирующий характер нагрузки (т. е. ограниченное время ее воздействия в соответствии с выражением (С.2)), применяют динамический коэффициент φ_{dyn} , варьирующийся от значений менее 1,0 до 1,8, и зависящий от динамических характеристик конструкции и ударяющего объекта. В общем случае рекомендуется проводить прямой динамический анализ для определения φ_{dyn} с применением нагрузок, установленных в настоящем приложении.

С.2.2 Мягкий удар

(1) Если предполагается, что конструкция является упругой, а ударяющий объект жестким, то применимы формулы, приведенные в С.2.1, при этом принимают, что k — это жесткость конструкции.

(2) Если конструкцию требуется рассчитать на поглощение ударной энергии за счет пластических деформаций, необходимо обеспечить, чтобы пластичность конструкции была достаточной для поглощения полной кинетической энергии ударяющего объекта $0,5mv_r^2$.

(3) В предельном случае упруго-пластической реакции конструкции вышеуказанное требование сводится к условию в выражении (С.5)

$$0,5mv_r^2 \leq F_0 y_0, \quad (С.5)$$

где F_0 — пластическая прочность конструкции, т. е. предельное значение статического усилия F ;
 y_0 — деформируемость конструкции, т. е. смещение точки приложения удара, которому конструкция может подвергаться.

Примечание — Аналогичные суждения распространяются на строительные элементы или другие защитные конструкции, специально разрабатываемые для защиты сооружения от удара (см., например, EN 1317 Road restraint systems/Дорожные ограничительные системы).

С.3 Удары отклонившихся от курса дорожных транспортных средств

(1) При столкновении грузового транспортного средства с конструктивным элементом скорость удара v_r в выражении (С.1) рассчитывают по формуле (С.6)

$$v_r = \sqrt{v_0^2 - 2as} = v_0 \cdot \sqrt{1 - d/d_b} \quad (\text{при } d < d_b), \quad (С.6)$$

где (см. также рисунок С.2)

- v_0 — скорость грузового транспортного средства при съезде с полосы движения;
- a — среднее замедление грузового транспортного средства после съезда с полосы движения;
- s — расстояние от точки съезда грузовика с полосы движения до конструктивного элемента (см. рисунок С.2);
- d — расстояние от осевой линии полосы движения до конструктивного элемента;
- d_0 — тормозной путь $d_b = v_0^2 / 2a \sin \varphi$ где φ — угол между полосой движения и курсом отклонившегося транспортного средства.

(2) Ориентировочная вероятностная информация по базисным переменным, основанная частично на статических данных и частично на инженерных экспертных оценках, приведена в таблице С.1.

Примечание — См. также приложение В.

Таблица С.1 — Ориентировочные данные для вероятностных расчетов ударных усилий

Переменная	Обозначение	Распределение вероятностей	Среднее значение	Стандартное отклонение
v_0	Скорость транспортного средства: шоссе, магистраль	Логнормальное	80 км/ч	10 км/ч
	городская дорога	Логнормальное	40 км/ч	8 км/ч
	внутренний двор	Логнормальное	15 км/ч	5 км/ч
	стоянка	Логнормальное	5 км/ч	5 км/ч
a	Замедление	Логнормальное	4,0 м/с ²	1,3 м/с ²
m	Масса транспортного средства — грузового	Нормальное	20 000 кг	12 000 кг
m	Масса транспортного средства — легкового	—	1500 кг	—
k	Жесткость транспортного средства	Детерминированное значение	300 кН/м	—
φ	Угол	Рэля	10°	10°

(3) На основании таблицы С.1 можно определить следующее приблизительное расчетное значение динамического усилия взаимодействия при ударе:

$$F_d = F_0 \cdot \sqrt{1 - d/d_b}, \quad (\text{С.7})$$

где F_0 — усилие удара;
 d и d_b — см. (1).

Ориентировочные значения F_0 и d_b представлены в таблице С.2 вместе с расчетными значениями m и v . Все эти значения соответствуют приблизительно средним значениям, указанным в таблице С.1, плюс или минус стандартное отклонение.

При наличии в частных случаях уточненной информации допускается применять другие расчетные значения, которые зависят от требуемого уровня безопасности, интенсивности движения и частоты аварий.

Примечание 1 — Представленная модель является грубой схематизацией и не учитывает влияния многих факторов, которые могут играть важную роль, как например причина аварии, наличие бордюров, кустов, заборов. В некоторой степени, разброс значений замедления частично компенсирует эти влияния.

Примечание 2 – Расчет динамического ударного усилия F_d по формуле (С.7) допускается модифицировать на основе анализа рисков, принимая во внимание потенциальные последствия удара, скорость замедления, тенденцию транспортного средства отклоняться от направления проезжей части дороги, вероятность съезда транспортного средства с проезжей части дороги и вероятность столкновения транспортного средства с конструкциями.

(4) При отсутствии динамического анализа допускается применять динамический коэффициент 1,4 для упругой реакции сооружения.

Примечание — Усилия, указанные в настоящем приложении, предназначены для использования совместно с упруго-пластическим динамическим анализом конструкций.

Таблица С.2 — Расчетные значения масс транспортных средств, скоростей и динамических ударных усилий F_0

Тип дороги	Масса m , кг	Скорость v_0 , км/ч	Замедление a , м/с ²	Ударное усилие F_0 , кН, рассчитанное по формуле (С.1) при $v_r = v_0$	Расстояние $d_b^{a)}$, м
Автострады	30 000	90	3	2400	20
Городские дороги ^{b)}	30 000	50	3	1300	10
Дворы: только легковые автомобили	1500	20	3	120	2
все автомобили	30 000	15	3	500	2
Стоянки: только легковые автомобили	1500	10	3	60	1

^{a)} Участки дороги с ограничением скорости 50 км/ч.

^{b)} Значение d_b допускается умножать на подъемах на 0,6 и на склонах на 1,6 (см. рисунок С.2).

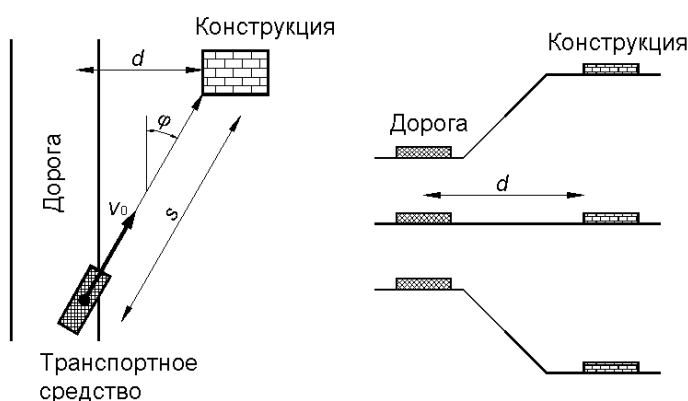


Рисунок С.2 — Схема ситуации при ударе транспортного средства (вид сверху и поперечный разрез подъема, ровной местности и склона)

С.4 Удары судов

С.4.1 Удар судна на внутренних водных путях

(1) Как правило, столкновение судна с цельной конструкцией на внутренних водных путях следует рассматривать как жесткий удар, при котором кинетическая энергия поглощается упругими или пластическими деформациями самого судна.

(2) Если динамический анализ не выполняют, то применяют ориентировочные значения усилий от удара судна на внутренних водных путях по таблице С.3.

Таблица С.3 — Ориентировочные значения динамических усилий от удара судна на внутренних водных путях

Класс СЕМТ ^{a)}	Пример судна	Длина l , м	Масса $m^b)$, т	Усилие $F_{dx}^{c)}$, кН	Усилие $F_{dy}^{c)}$, кН
I		От 30 до 50	От 200 до 400	2000	1000
II		От 50 до 60	От 400 до 650	3000	1500
III	«Gustav König» («Густав Кениг»)	От 60 до 80	От 650 до 1000	4000	2000

Окончание таблицы С.3

Класс СЕМТ ^{а)}	Пример судна	Длина l , м	Масса m^b , т	Усилие F_{dx}^c , кН	Усилие F_{dy}^c , кН
IV	Класс «Европа»	От 80 до 90	От 1000 до 1500	5000	2500
V a	Крупное судно	От 90 до 110	От 1500 до 3000	8000	3500
V b	Буксир + 2 баржи	От 110 до 180	От 3000 до 6000	10 000	4000
VI a	Буксир + 2 баржи	От 110 до 180	От 3000 до 6000	10 000	4000
VI b	Буксир + 4 баржи	От 110 до 190	От 6000 до 12 000	14 000	5000
VI c	Буксир + 6 барж	От 190 до 280	От 10 000 до 18 000	17 000	8000
VII	Буксир + 9 барж	300	От 14 000 до 27 000	20 000	10 000

^{а)} СЕМТ: European Conference of Ministers of Transport (Европейская конференция министров транспорта), рекомендации по классификации от 19 июня 1992 г., приняты Советом ЕС 29 октября 1993 г.

^{б)} Масса m , т, ($1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}$) учитывает общую массу судна, включающую массу конструкции судна, груза и топлива. Ее называют также тоннажем, весовым водоизмещением.

^{в)} Усилия F_{dx} и F_{dy} включают эффекты гидродинамической массы и базируются на исследованиях, учитывающих ожидаемые условия для всех классов водных путей.

(3) Ориентировочные динамические значения, приведенные в таблице С.3, допускается корректировать в зависимости от последствий разрушений в результате удара судна. Эти динамические значения рекомендуется увеличивать при высоких последствиях разрушений и уменьшать при низких, см. также 3.4.

(4) Если не выполняется динамический анализ конструкций, подверженных удару, ориентировочные динамические значения из таблицы С.3 рекомендуется умножать на соответствующий динамический коэффициент. В действительности, значения в таблице С.3 учитывают динамические эффекты в ударяющем объекте, но не в конструкции.

Указания по динамическим расчетам приведены в С.4.3. Ориентировочное значение динамического коэффициента составляет 1,3 — для лобового удара и 1,7 — для бокового удара.

(5) В зоне порта усилия, приведенные в таблице С.3, допускается умножать на коэффициент 0,5.

С.4.2 Удар судна на морских путях

(1) Если динамический анализ не выполняют, то применяют ориентировочные значения усилий от удара судна на морских водных путях, указанные в таблице С.4.

Таблица С.4 — Ориентировочные значения динамических усилий взаимодействия при ударе судна на морских водных путях

Класс судна	Длина l , м	Масса m^a , т	Усилие $F_{dx}^{b), c)}$, кН	Усилие $F_{dy}^{b), c)}$, кН
Малое	50	3 000	30 000	15 000
Среднее	100	10 000	80 000	40 000
Большое	200	40 000	240 000	120 000
Очень большое	300	100 000	460 000	230 000

^{а)} Масса m , т, ($1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}$) учитывает общую массу судна, включающую массу конструкции судна, груза и топлива. Ее называют также тоннажем, весовым водоизмещением. Масса m не включает добавочную гидравлическую массу.

^{б)} Указанные усилия соответствуют скорости около 5,0 м/с и учитывают эффекты добавочной гидравлической массы.

^{в)} В определенных случаях следует учитывать влияние выпуклостей, утолщений.

(2) Если не выполняется динамический анализ конструкций, подверженных удару, рекомендуется умножать ориентировочные динамические значения, указанные в таблице С.4, на соответствующий динамический коэффициент. В действительности, значения в таблице С.4 учитывают динамические эффекты в ударяющем объекте, но не в конструкции.

Указания по динамическим расчетам приведены в С.4.3. Ориентировочное значение динамического коэффициента составляет 1,3 — для лобового удара и 1,7 — для бокового удара.

(3) В зоне порта усилия, приведенные в таблице С.4, допускается умножать на коэффициент 0,5.

(4) При боковом и кормовом ударе рекомендуется из-за меньшей скорости умножать усилия, приведенные в таблице С.4, на коэффициент 0,3. Определяющим при проектировании может стать боковой удар в узких проливах, где невозможен лобовой удар.

С.4.3 Уточненный анализ удара судна на внутренних водных путях

(1) Динамическое ударное усилие F_d допускается определять по формулам (С.8) – (С.13). В этом случае рекомендуется использовать среднее значение массы для соответствующего класса судна в таблице С.3 и расчетную скорость $v_{rd} = 3$ м/с, увеличенную на скорость течения.

(2) При необходимости учета гидродинамической массы рекомендуется применять для этого значения, соответствующие 10 % вытесненной массы воды для лобового удара и 40 % — для бокового.

(3) При упругих деформациях (при $E_{def} \leq 0,21$ МНм) расчетное динамическое ударное усилие допускается рассчитывать по формуле (С.8)

$$F_{dyn,el} = 10,95 \cdot \sqrt{E_{def}}, \text{ МН.} \quad (\text{С.8})$$

(4) При пластических деформациях (при $E_{def} > 0,21$ МНм) расчетное динамическое ударное усилие допускается рассчитывать по формуле (С.9)

$$F_{dyn,pl} = 5,0 \cdot \sqrt{1 + 0,128 \cdot E_{def}}, \text{ МН.} \quad (\text{С.9})$$

Энергия деформации E_{def} , МНм, соответствует имеющейся кинетической энергии E_a в случае лобового удара. В случае бокового удара под углом $\alpha < 45^\circ$ предполагают, что удар является скользящим, и энергию деформации рассчитывают следующим образом:

$$E_{def} = E_a \cdot (1 - \cos\alpha). \quad (\text{С.10})$$

(5) Для расчетов ударных усилий на основе вероятностных методов можно использовать информацию о вероятностных моделях базисных переменных, которые определяют энергию деформации или ударные характеристики судна.

(6) При выполнении динамического анализа конструкций ударные усилия следует моделировать в виде полусинусоидальных волновых импульсов при $F_{dyn} < 5$ МН (упругий удар) или в виде трапецеидальных импульсов при $F_{dyn} > 5$ МН (пластический удар). Длительность нагрузки и другие подробности представлены на рисунке С.3.

Упругий удар ($F_{dyn} \leq 5$ МН)

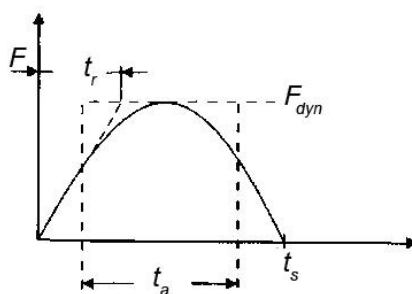
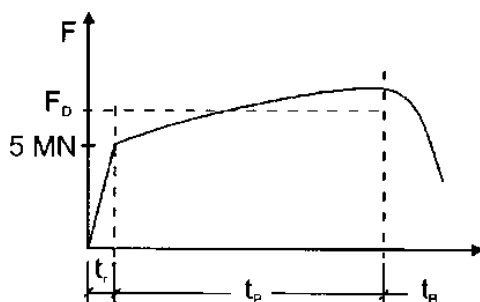


Рисунок С.3, лист 1 — Функция зависимости нагрузки и времени при ударе судна соответственно при упругой и пластической реакции судна

Пластический удар ($F_{dyn} > 5 \text{ МН}$)



- t_r — время исчерпания упругости, с;
- t_p — время пластического удара, с;
- t_e — время упругой реакции, с;
- t_a — эквивалентная продолжительность удара, с;
- t_s — общая продолжительность удара, с; $t_s = t_r + t_p + t_e$;
- c — упругая жесткость судна, равно 60 МН/м;
- F_0 — упруго-пластическое предельное усилие, равно 5 МН;
- x_e — упругая деформация ($\approx 0,1 \text{ м}$);
- v_n — а) скорость движения v_r при лобовом ударе;
- б) скорость судна под прямым углом к точке удара, $v_n = v_r \sin \alpha$ при боковом ударе.
- Учитываемая масса m^* :
- а) при лобовом ударе: общая масса судна;
- б) при боковом ударе: $m^* = (m_1 + m_{hydr})/3$,
- где m_1 — масса судна и m_{hydr} — добавочная гидродинамическая масса.

Рисунок С.3, лист 2

(7) Если известно расчетное значение усилия удара, например из таблицы С.3, и необходимо рассчитать длительность нагрузки, то массу m^* допускается рассчитывать следующим образом:

- при $F_{dyn} > 5 \text{ МН}$ — приравнивая E_{def} , формула (С.9), к кинетической энергии $E_a = 0,5 m^* v_n^2$;
- при $F_{dyn} \leq 5 \text{ МН}$ — непосредственно по формуле $m^* = (F_{dyn}/v_n)^2 \cdot (1/c)$, МН · с²/м.

(8) Если расчетная скорость не указана в проекте, то рекомендуется использовать значение $v_{rd} = 3 \text{ м/с}$, увеличенное на скорость течения; в портах допускается применять скорость 1,5 м/с. Угол α может быть принят равным 20°.

С.4.4 Уточненный анализ удара судна на морских водных путях

(1) В портах допускается применять скорость 1,5 м/с, в прилив — 5 м/с.

(2) Расчетное динамическое ударное усилие для морских грузовых судов с собственным весом от 500 до 300 000 DWT (Dead Weight Tons — тонна собственного веса) допускается определять по формуле (С.11).

$$F_{bow} = \begin{cases} F_0 \cdot \bar{L} [\bar{E}_{imp} + 5,0 - \bar{L} \bar{L}^{-1,6}]^{0,5} & \text{при } \bar{E}_{imp} \geq \bar{L}^{-2,6}, \\ 2,24 \cdot F_0 [\bar{E}_{imp} \bar{L}]^{0,5} & \text{при } \bar{E}_{imp} < \bar{L}^{-2,6}, \end{cases} \quad (\text{С.11})$$

где $\bar{L} = L_{pp} / 275 \text{ м}$;

$\bar{E}_{imp} = E_{imp} / 1425 \text{ МНм}$;

$$E_{imp} = \frac{1}{2} m_x v_0^2;$$

F_{bow} — максимальное ударное усилие от носовой части, МН;

F_0 — исходное значение ударной усилия, равно 210 МН;

E_{imp} — энергия, поглощаемая пластическими деформациями;

L_{pp} — длина судна, м;

m_x — масса плюс добавочная масса в отношении продольного движения, 10^6 кг ;

v_0 — начальная скорость судна, $v_0 = 5 \text{ м/с}$ (в портах — 2,5 м/с).

(3) Для определения расчетных ударных усилий на основе вероятностных методов можно использовать вероятностные модели базисных переменных, описывающих энергию деформации или ударные характеристики судна.

(4) Из условия баланса энергии по формуле (С.12) определяют максимальное вдавливание судна S_{\max} :

$$S_{\max} = \frac{\pi E_{\text{imp}}}{2P_{\text{bow}}}. \quad (\text{С.12})$$

(5) Длительность удара T_0 определяют по формуле (С.13)

$$T_0 \approx 1,67 \cdot \frac{S_{\max}}{V_0}. \quad (\text{С.13})$$

(6) Если расчетная скорость не указана в проекте, то рекомендуется использовать значение $v_{rd} = 5$ м/с, увеличенное на скорость течения; в портах допускается применять скорость 2,5 м/с.

Приложение D (справочное)

Взрывы внутри помещений

D.1 Взрывы пыли внутри помещений, в резервуарах и бункерах

(1) Тип пыли обычно представляют параметром материала K_{St} , который характеризует поведение при взрыве в замкнутом объеме. Значение K_{St} можно определить экспериментально стандартными методами для каждого типа пыли.

Примечание 1 — Более высокие значения K_{St} приводят к большему давлению и к более короткому времени нарастания давления взрыва. Значения K_{St} зависят от таких факторов, как изменение химического состава, размера частиц и влагосодержания. Ориентировочные значения K_{St} указаны в таблице D.1.

Таблица D.1 — Значения K_{St} для пыли

Тип пыли	K_{St} , кН/м ² · м/с
Бурый уголь	18 000
Целлюлоза	27 000
Кофе	9000
Кукуруза, также дробленая	12 000
Кукурузный крахмал	21 000
Зерно	13 000
Молочный порошок	16 000
Каменный уголь	13 000
Смешанные корма	4000
Бумага	6000
Гороховая мука	14 000
Красящие вещества (пигменты)	29 000
Резина	14 000
Ржаная мука, пшеничная мука	10 000
Соевая мука	12 000
Сахар	15 000
Стиральный порошок	27 000
Древесина, древесная мука	22 000

Примечание 2 — При взрыве пыли давление достигает своего максимального значения через 20–50 мс. Падение до нормальных значений сильно зависит от легкосбрасываемых элементов и геометрии помещения.

Примечание 3 — См. также ISO 1684-a Explosion protection systems. Part 1: Determination of explosion indices of combustible dusts in air (Системы защиты от взрыва. Часть 1. Определение индексов взрыва горючей пыли в воздухе).

(2) Площадь сбрасываемых элементов в кубических и вытянутых помещениях, резервуарах и бункерах на случай взрыва пыли внутри допускается определять по формуле (D.1)

$$A = \left[4,485 \cdot 10^{-8} p_{\max} K_{St} p_{\text{red,max}}^{-0,569} + 0,027 \cdot (p_{\text{stat}} - 10) p_{\text{red,max}}^{-0,5} \right] \cdot V^{0,753}, \quad (\text{D.1})$$

- где A — площадь сбрасываемых элементов («клапанов»), м^2 ;
 p_{max} — максимальное давление пыли, $\text{кН}/\text{м}^2$;
 K_{St} — индекс дефлаграции облака пыли, $\text{кН}/\text{м}^2 \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$, см. таблицу D.1;
 $p_{\text{red,max}}$ — ожидаемое максимально пониженное давление в резервуаре с открытыми «клапанами», $\text{кН}/\text{м}^2$;
 p_{stat} — статическое давление активации «клапанов» с учетом размера существующей площади сбрасываемых элементов, $\text{кН}/\text{м}^2$;
 V — объем помещения, резервуара или бункера, м^3 .

Формула (D.1) применима со следующими ограничениями:

- $0,1 \text{ м}^3 \leq V \leq 10\,000 \text{ м}^3$;
- $H/D \leq 2$, где H — высота и D — диаметр вытянутого помещения, резервуара или бункера;
- $10 \text{ кН}/\text{м}^2 \leq p_{\text{stat}} \leq 100 \text{ кН}/\text{м}^2$, разрушение панелей и дисков с малой массой, поддающихся практически без инерции;
- $10 \text{ кН}/\text{м}^2 \leq p_{\text{red,max}} \leq 200 \text{ кН}/\text{м}^2$;
- $500 \text{ кН}/\text{м}^2 \leq p_{\text{max}} \leq 1000 \text{ кН}/\text{м}^2$ для $1000 \text{ кН}/\text{м}^2 \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \leq K_{\text{St}} \leq 30\,000 \text{ кН}/\text{м}^2 \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$;
- $500 \text{ кН}/\text{м}^2 \leq p_{\text{max}} \leq 1200 \text{ кН}/\text{м}^2$ для $30\,000 \text{ кН}/\text{м}^2 \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \leq K_{\text{St}} \leq 80\,000 \text{ кН}/\text{м}^2 \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$.

(3) Площадь легкосбрасываемых элементов в прямоугольных замкнутых помещениях можно определить по формуле (D.2)

$$A = \left[4,485 \cdot 10^{-8} p_{\text{max}} \cdot K_{\text{St}} \cdot p_{\text{Bem}}^{-0,569} + 0,027 \cdot (p_{\text{stat}} - 10) \cdot p_{\text{Bem}}^{-0,5} \right] \cdot V^{0,753}, \quad (\text{D.2})$$

- где A — площадь сбрасываемых элементов («клапанов»), м^2 ;
 p_{max} — максимальное давление пыли, $\text{кН}/\text{м}^2$;
 K_{St} — индекс дефлаграции облака пыли, $\text{кН}/\text{м}^2 \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$, см. таблицу D.1;
 p_{Bem} — давление, соответствующее расчетной прочности конструкции, $\text{кН}/\text{м}^2$;
 p_{stat} — статическое давление активации «клапанов» с учетом размера существующей площади сбрасываемых элементов, $\text{кН}/\text{м}^2$;
 V — объем прямоугольного замкнутого помещения, м^3 .

Формула (D.2) применима со следующими ограничениями:

- $0,1 \text{ м}^3 \leq V \leq 10\,000 \text{ м}^3$;
- $L_3/D_E \leq 2$, где L_3 — максимальный размер помещения; $D_E = 2 \cdot (L_1 \cdot L_2/\pi)^{0,5}$; L_1, L_2 — другие размеры помещения;
- $10 \text{ кН}/\text{м}^2 \leq p_{\text{stat}} \leq 100 \text{ кН}/\text{м}^2$, разрушение панелей и дисков с малой массой, поддающихся практически без инерции;
- $10 \text{ кН}/\text{м}^2 \leq p_{\text{Bem}} \leq 200 \text{ кН}/\text{м}^2$;
- $500 \text{ кН}/\text{м}^2 \leq p_{\text{max}} \leq 1000 \text{ кН}/\text{м}^2$ для $1000 \text{ кН}/\text{м}^2 \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \leq K_{\text{St}} \leq 30\,000 \text{ кН}/\text{м}^2 \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$;
- $500 \text{ кН}/\text{м}^2 \leq p_{\text{max}} \leq 1200 \text{ кН}/\text{м}^2$ для $30\,000 \text{ кН}/\text{м}^2 \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \leq K_{\text{St}} \leq 80\,000 \text{ кН}/\text{м}^2 \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$.

(4) Для вытянутых помещений при $L_3/D_E \geq 2$ следует учитывать следующее увеличение площади сбрасываемых элементов:

$$\Delta A_H = A \cdot (-4,305 \cdot \log p_{\text{Bem}} + 9,368) \cdot \log L_3/D_E, \quad (\text{D.3})$$

где ΔA_H — увеличение площади сбрасываемых элементов, м^2 .

D.2 Взрывы природного газа

(1) В зданиях с подключением природного газа конструкции допускается рассчитывать на взрыв природного газа внутри помещений, используя эквивалентное статическое номинальное давление, определяемое по формулам (D.4) и (D.5), при этом определяющим является большее значение:

$$p_d = 3 + p_{\text{stat}} \quad (\text{D.4})$$

или

$$p_d = 3 + p_{\text{stat}}/2 + 0,04/(A_v/V)^2, \quad (\text{D.5})$$

где p_{stat} — равномерно распределенное статическое давление, при котором происходит срабатывание легкосбрасываемых элементов, $\text{кН}/\text{м}^2$;

A_v — площадь легкосбрасываемых элементов, м^2 ;

V — объем прямоугольного помещения, м^3 .

Формулы (D.4) и (D.5) распространяются на помещения объемом до 1000 м³.

Примечание — Давление дефлаграции эффективно действует одновременно на все ограждающие поверхности помещения.

(2) В тех случаях, когда легкобрасываемые строительные элементы помещения характеризуются различными значениями p_{stat} , следует использовать максимальное значение p_{stat} . Значения $p_d > 50$ кН/м² не учитывают.

(3) Отношение площади легкобрасываемых элементов к объему должно удовлетворять условию (D.6)

$$0,05 \cdot (1/m) \leq A_d/V \leq 0,15. \quad (D.6)$$

D.3 Взрывы в авто- и железнодорожных туннелях

(1) В случае детонации в авто- и железнодорожных туннелях допускается применять функцию зависимости между давлением и временем в соответствии с формулами (D.7) – (D.9) (см. рисунок D.1а):

$$p(x,t) = p_0 \exp\left\{-\left(t - \frac{|x|}{c_1}\right)/t_0\right\} \quad \text{при } \frac{|x|}{c_1} \leq t \leq \frac{|x|}{c_2} - \frac{|x|}{c_1}; \quad (D.7)$$

$$p(x,t) = p_0 \exp\left\{-\left(\frac{|x|}{c_2} - 2\frac{|x|}{c_1}\right)/t_0\right\} \quad \text{при } \frac{|x|}{c_2} - \frac{|x|}{c_1} \leq t \leq \frac{|x|}{c_2}; \quad (D.8)$$

$$p(x,t) = 0 \quad \text{при всех остальных условиях,} \quad (D.9)$$

где p_0 — пиковое давление (равно 2000 кН/м² для обычного топлива из сжиженного газа);

c_1 — скорость распространения ударной волны (~ 1800 м/с);

c_2 — скорость распространения звука в горячих газах (~ 800 м/с);

t_0 — постоянная времени (равна 0,01 с);

$|x|$ — расстояние до центра взрыва;

t — время, с.

(2) В случае дефлаграции в авто- и железнодорожных туннелях допускается учитывать следующую кривую «давление — время» (рисунок D.1 (b)):

$$p(t) = 4p_0 \cdot \frac{t}{t_0} \cdot \left(1 - \frac{t}{t_0}\right) \quad \text{для } 0 \leq t \leq t_0, \quad (D.10)$$

где p_0 — пиковое давление (равно 100 кН/м² для обычного топлива из сжиженного газа);

t_0 — постоянная времени (равна 0,1 с);

t — время, с.

(3) Давление, определенное по формуле (D.10), может быть использовано для всей внутренней поверхности туннеля.

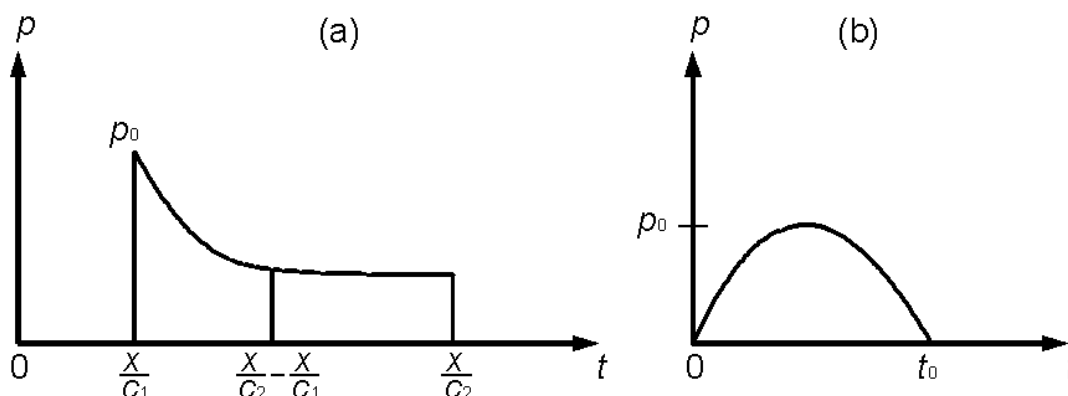


Рисунок D.1 — Давление как функция времени для детонации (a) и дефлаграции (b)

Приложение Д.А
(справочное)

**Сведения о соответствии государственных стандартов
ссылочным европейским стандартам**

Таблица Д.А.1

Обозначение и наименование европейского стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
EN 1990:2002 Еврокод. Основы проектирования конструкций	IDT	СТБ EN 1990-2007 Еврокод. Основы проектирования несущих конструкций
EN 1991-1-1:2002 Еврокод 1. Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-1. Удельный вес, постоянные и временные нагрузки на здания каменных конструкций	IDT	СТБ EN 1991-1-1-2007 Еврокод 1. Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-1. Удельный вес, постоянные и временные нагрузки на здания
EN 1991-1-6:2005 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-6. Общие воздействия. Воздействия при производстве строительных работ	IDT	ТКП EN 1991-1-6-2009 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-6. Общие воздействия. Воздействия при производстве строительных работ

**Национальное приложение
к техническому кодексу установившейся практики
ТКП EN 1991-1-7-2009
Еврокод 1
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ
Часть 1-7. Общие воздействия. Особые воздействия**

National Annex
to technical code
TCP EN 1991-1-7-2009
Eurocode 1
ACTIONS ON STRUCTURES
Part 1-7. General actions. Accidental actions

Предисловие

Preface

Настоящее национальное приложение следует применять совместно с ТКП EN 1991-1-7-2009.

This National Annex is used with standard TCP EN 1991-1-7-2009.

Настоящее национальное приложение содержит:

а) национальные параметры для следующих элементов EN 1991-1-7, национальный выбор которых разрешен:

- 2(2);
- 3.1(2);
- 3.2(1);
- 3.3(2);
- 3.3(2);
- 3.3(2);
- 3.4(1);
- 3.4(2);
- 4.1(1);
- 4.1(1);
- 4.3.1(1);
- 4.3.1(1);
- 4.3.1(1);
- 4.3.1(2);
- 4.3.1(3);
- 4.3.2(1);
- 4.3.2(1);
- 4.3.2(1);
- 4.3.2(2);
- 4.3.2(3);
- 4.4(1);
- 4.5(1);
- 4.5.1.2(1);
- 4.5.1.2(1);
- 4.5.1.4(1);

- 4.5.1.4(2);
- 4.5.1.4(3);
- 4.5.1.4(4);
- 4.5.1.4(5);
- 4.5.1.5(1);
- 4.5.2(1);
- 4.5.2(4);
- 4.6.1(3);
- 4.6.2(1);
- 4.6.2(2);
- 4.6.2(3);
- 4.6.2(4);
- 4.6.3(1);
- 4.6.3(3);
- 4.6.3(4);
- 4.6.3(5);
- 5.3(1)P;
- A.4(1);

б) рекомендации по использованию справочных приложений А, В, С и D.

а) the national parameters for the following paragraphs in standard EN 1991-1-7 where national selection is permitted:

- 2(2);
- 3.1(2);
- 3.2(1);
- 3.3(2);
- 3.3(2);
- 3.3(2);
- 3.4(1);
- 3.4(2);
- 4.1(1);
- 4.1(1);
- 4.3.1(1);
- 4.3.1(1);
- 4.3.1(1);
- 4.3.1(2);
- 4.3.1(3);
- 4.3.2(1);
- 4.3.2(1);
- 4.3.2(1);
- 4.3.2(2);
- 4.3.2(3);
- 4.4(1);
- 4.5(1);
- 4.5.1.2(1);
- 4.5.1.2(1);
- 4.5.1.4(1);
- 4.5.1.4(2);
- 4.5.1.4(3);
- 4.5.1.4(4);
- 4.5.1.4(5);
- 4.5.1.5(1);
- 4.5.2(1);
- 4.5.2(4);
- 4.6.1(3);
- 4.6.2(1);

- 4.6.2(2);
- 4.6.2(3);
- 4.6.2(4);
- 4.6.3(1);
- 4.6.3(3);
- 4.6.3(4);
- 4.6.3(5);
- 5.3(1)P;
- A.4(1);

b) guidance for the use of the informative annexes A, B, C and D.

**Требования и параметры, установленные на национальном уровне,
которыми следует пользоваться при строительстве зданий и сооружений
на территории Республики Беларусь**

Пункт/Clause EN 1991-1-7	Предмет Subject	Параметры, установленные на национальном уровне Nationally Determined Parameters
2(2)	Классификация особых воздействий Classification of accidental actions	Дополнительные указания не приведены Supplementary specifications are not given
3.1(2)	Стратегии для особых расчетных ситуаций Strategies for accidental design situations	Данный пункт действует без изменений и дополнений This clause apply without changes
3.2(1)	Уровень риска Level of risk	Уровни приемлемого риска следует устанавливать в соответствии с СТБ ISO 2394, п. Е.4 Levels of acceptable risks should be determined according to СТБ ISO 2394, E.4
3.3(2)	Условное особое воздействие Notional accidental action	Рекомендованную модель следует применять (особое воздействие A_d на конструкции зданий должно быть представлено в виде равномерно распределенной условной нагрузки с расчетным значением 34 кН/м^2 , прикладываемой в любом направлении к ключевому элементу и примыкающим элементам) The recommended model should be used (accidental action A_d should be modeled as a uniformly distributed notional load applicable in any direction to the key element and any attached components. The design value for A_d is 34 kN/m^2)
3.3(2)	Ограничение локального разрушения Limit of local failure	Рекомендованные значения следует применять (для зданий приемлемый объем локального разрушения соответствует меньшему из 100 м^2 или 15% площади на каждом из двух перекрытий на смежных этажах, повреждение которых может возникнуть при удалении опоры, колонны или стены) The recommended values should be used (for buildings the acceptable limit of «localised failure» caused by the removal of any supporting column, pier or wall is 100 m^2 or 15% of the floor area, whichever is less, in each of two adjacent storeys)

Продолжение таблицы

Пункт/Clause EN 1991-1-7	Предмет Subject	Параметры, установленные на национальном уровне Nationally Determined Parameters
3.3(2)	Выбор стратегии проектирования Choice of strategies	Выбор подхода к проектированию конструкций зданий следует осуществлять в соответствии с указаниями в приложении А. Дополнительные указания не приведены Choice of the design approaches for buildings should be made in accordance with guidelines given in Annex A. Supplementary specifications are not given
3.4(1)	Классы конструкций по последствиям разрушения Consequence classes	Отнесение конструкций зданий к классам по последствиям обрушения следует выполнять в соответствии с указаниями в приложении А. Дополнительные указания не приведены Categorization of building structures according to the consequence classes should be in accordance with guidelines given in Annex A. Supplementary specifications are not given
3.4(2)	Подходы к проектированию Design approaches	Дополнительные указания не приведены Supplementary specifications are not given
4.1(1)	Особые воздействия на легкие конструкции Definition of lightweight structures	Дополнительные указания не приведены Supplementary specifications are not given
4.1(1)	Указания по передаче ударных усилий на фундаменты Transmission of impact forces to foundations	Дополнительные указания не приведены Supplementary specifications are not given
4.3.1(1)	Значения ударных усилий от транспортных средств Values of vehicle impact forces	Указанные в таблице 4.1 расчетные значения эквивалентных статических ударных усилий следует применять к конструкциям, подвергаемым удару дорожных транспортных средств The recommended values for equivalent static design forces (Table 4.1) should be used for structures subject to vehicular impact

Продолжение таблицы

Пункт/Clause EN 1991-1-7	Предмет Subject	Параметры, установленные на национальном уровне Nationally Determined Parameters
4.3.1(1)	Ударные усилия в зависимости от расстояния до полосы движения Impact force as function of the distance from traffic lanes	Значения ударных усилий следует определять согласно правилам, указанным в С.3 (приложение С) Values for impact force should be determined in accordance with Annex C (clause C.3)
4.3.1(1)	Типы конструкций и элементы конструкций, для которых не учитывают ударную нагрузку от транспортных средств Types or elements of structure subject to vehicular collision	Дополнительные указания не приведены Supplementary specifications are not given
4.3.1(2)	Альтернативные правила для ударных нагрузок Alternative impact rules	Усилия F_{dx} и F_{dy} не следует применять одновременно The forces F_{dx} and F_{dy} should not be applied simultaneously
4.3.1(3)	Условия ударов дорожных транспортных средств Conditions of impact from road vehicles	Рекомендованные условия удара транспортных средств следует применять: — усилие от удара F грузовых автомобилей следует прикладывать на высоте h от 0,5 до 1,5 м от уровня проезжей части. При наличии защитных барьеров применяют более высокие значения. Площадь приложения усилия определяется следующим образом: высота $a = 0,50$ м, ширина равняется ширине конструктивного элемента, но не более 1,5 м; — усилие от удара F легковых автомобилей следует прикладывать на высоте $h = 0,5$ м от уровня проезжей части. Площадь приложения усилия определяется следующим образом: высота $a = 0,25$ м, ширина равняется ширине элемента, но не более 1,5 м The recommended conditions of impact from road vehicles should be used: — for impact from lorries the collision force F should be applied at any height h between 0,5 m to 1,5 m above the level of the carriageway or higher where certain types of protective barriers are provided. The application area is $a = 0,50$ m (height) by 1,5 m (width) or the member width, whichever is smaller; — for impact from cars the collision force F should be applied at $h = 0,5$ m above the level of the carriageway. The application area is $a = 0,25$ m (height) by 1,5 m

		(width) or the member width, whichever is smaller
Продолжение таблицы		
Пункт/Clause EN 1991-1-7	Предмет Subject	Параметры, установленные на национальном уровне Nationally Determined Parameters
4.3.2(1)	Высота проезда, защитные меры и расчетные значения для верхних частей сооружения Clearance and protection measures and design values	Рекомендованные значения следует применять: значение достаточной высоты проезда, не учитывая будущую замену дорожного покрытия под мостом, составляет от 5,0 до 6,0 м, значения эквивалентных статических усилий указаны в таблице 4.2 The recommended values should be used: value for adequate clearance, excluding future re-surfacing of the roadway under the bridge, is in the range 5,0 m to 6,0 m, values for equivalent static forces are given in Table 4.2
4.3.2(1)	Понижающий коэффициент r_F для ударного усилия на верхние части сооружения Reduction factor r_F	Рекомендованное правило для определения понижающего коэффициента r_F для ударных усилий на горизонтальные конструктивные элементы над проезжей частью, а также значения параметров h_0 и h_1 , указанные на рисунке 4.2, следует применять The recommended rule for determining reduction factor r_F for collision forces on horizontal structural members above roadways as well as values for h_0 and h_1 specified in Figure 4.2 should be used
4.3.2(1)	Ударные воздействия на нижнюю поверхность моста Impact actions on underside of bridge decks	Рекомендуемые условия удара по нижним поверхностям мостового настила следует применять (усилия прилагать под углом 10° , см. рисунок 4.3) The recommended conditions of impact on the underside surface of bridge decks should be used (forces should be applied with the upward inclination 10° , see Figure 4.3)
4.3.2(2)	Применение F_{dy} Use of F_{dy}	Усилия F_{dy} и F_{dx} не следует применять одновременно The forces F_{dy} and F_{dx} should not be applied simultaneously
4.3.2(3)	Размеры и расположение ударных поверхностей Dimension and position of impact areas	Рекомендованные значения следует применять (ударная поверхность представляет квадрат с длиной стороны 0,25 м) The recommended values should be used (the area of impact is represented as a square with the sides of 0,25 m length)

Продолжение таблицы

Пункт/Clause EN 1991-1-7	Предмет Subject	Параметры, установленные на национальном уровне Nationally Determined Parameters
4.4(1)	<p>Расчетное значение ударного усилия от вилочного погрузчика</p> <p>Value of impact forces from forklift trucks</p>	<p>Расчетное значение эквивалентного статического усилия F следует определять с применением точных расчетов мягкого удара согласно C.2.2. Допускается также применять значение $F = 5W$, где W — сумма веса нетто и грузоподъемной способности погрузчика; нагрузка действует на высоте 0,75 м от пола</p> <p>The equivalent static design force F should be determined in accordance with C.2.2. Alternatively, F may be taken as $5W$, where W is the sum of the net weight and hoisting load of a loaded forklift truck, applied at a height of 0,75 m above floor level</p>
4.5(1)	<p>Типы рельсового транспорта</p> <p>Type of rail traffic</p>	<p>Дополнительные указания не приведены</p> <p>Supplementary specifications are not given</p>
4.5.1.2(1)	<p>Классификация конструкций для ударных нагрузок от рельсового транспорта</p> <p>Structures to be included in each exposure class</p>	<p>Дополнительные указания не приведены</p> <p>Supplementary specifications are not given</p>
4.5.1.2(1)	<p>Классификация временных конструкций и вспомогательных сооружений</p> <p>Classification of temporary structures and auxiliary works</p>	<p>Дополнительные указания не приведены</p> <p>Supplementary specifications are not given</p>
4.5.1.4(1)	<p>Ударные усилия при схождении транспортных средств с рельсов</p> <p>Impact forces from derailed traffic</p>	<p>Указанные в таблице 4.4 расчетные значения эквивалентных статических ударных усилий следует применять</p> <p>The recommended values for equivalent static design forces (Table 4.4) should be used</p>
4.5.1.4(2)	<p>Снижение ударных усилий</p> <p>Reduction of impact forces</p>	<p>Дополнительные указания не приведены</p> <p>Supplementary specifications are not given</p>

Продолжение таблицы

Пункт/Clause EN 1991-1-7	Предмет Subject	Параметры, установленные на национальном уровне Nationally Determined Parameters
4.5.1.4(3)	Точка приложения ударного усилия Point of application of impact forces	Рекомендованное значение следует применять (усилия F_{dx} и F_{dy} следует прикладывать на высоте 1,8 м над уровнем рельсов) The recommended value should be used (forces F_{dx} and F_{dy} should be applied at height 1,8 m above track level)
4.5.1.4(4)	Эквивалентное статическое усилие Equivalent static forces	При условиях, указанных в данном пункте, усилия, указанные в таблице 4.4, следует снижать на 50 % For conditions specified in this clause the values of the forces in Table 4.4 should be reduced by 50 %
4.5.1.4(5)	Ударные усилия при скорости св. 120 км/ч Impact forces for speeds greater than 120 km/h	Дополнительные указания не приведены Supplementary specifications are not given
4.5.1.5(1)	Требования к конструкциям класса В Requirements for Class B structures	Дополнительные указания не приведены Supplementary specifications are not given
4.5.2(1)	Зоны за тупиковыми путями Areas beyond track ends	Дополнительные указания не приведены Supplementary specifications are not given
4.5.2(4)	Расчетные значения ударных усилий на торцевые защитные стены Impact forces on end walls	Рекомендуемые значения эквивалентных статических ударных усилий на защитную стену следует применять ($F_{dx} = 5000$ кН для пассажирских поездов и $F_{dx} = 10\,000$ кН для грузовых поездов. Следует прикладывать эти усилия горизонтально на высоте 1,0 м над уровнем рельсов) The recommended values for equivalent static forces due to impact on the end impact wall should be used ($F_{dx} = 5000$ kN for passenger trains and $F_{dx} = 10\,000$ kN for shunting and marshalling trains. This forces should be applied horizontally and at a level of 1,0 m above track level)

Продолжение таблицы

Пункт/Clause EN 1991-1-7	Предмет Subject	Параметры, установленные на национальном уровне Nationally Determined Parameters
4.6.1(3)	Классификация ударов морских судов Classification of ship impacts	Этот пункт не применяется на территории Республики Беларусь This clause is not used in Belarus
4.6.2(1)	Значения лобовых и боковых усилий от удара судов Values of frontal and lateral forces from ships	Значения лобовых и боковых динамических усилий следует определять в соответствии с приложением С The values of frontal and lateral dynamic forces should be determined in accordance with Annex C
4.6.2(2)	Коэффициент трения Friction coefficients	Следует применять рекомендованное значение коэффициента трения $\mu = 0,4$ The recommended value of friction coefficient $\mu = 0,4$ should be used
4.6.2(3)	Площадь приложения ударов речных судов Application area of impact	Рекомендованные условия ударов речных судов следует применять (при отсутствии точных данных усилие следует прикладывать на высоте 1,50 м от уровня воды. Площадь приложения ударного усилия bh определяют при $b = b_{\text{pier}}$ и $h = 0,5$ м — для лобового удара; при $b = 1,0$ м и $h = 0,5$ м — для бокового удара. При этом b_{pier} — ширина препятствия на водном пути, например ширина опоры моста) The recommended conditions for impacts from river and canal traffic should be used (in the absence of detailed information, the force should be applied at a height of 1,5 m above relevant water level. An impact area bh where $b = b_{\text{pier}}$ and $h = 0,5$ m for frontal impact; and $b = 1,0$ m and $h = 0,5$ m for lateral impact should be assumed. b_{pier} is the width of the obstacle in the waterway, for example of the bridge pier)
4.6.2(4)	Ударные усилия от столкновения речных судов с настилами мостов Impact forces on bridge decks from ships	Рекомендованное значение следует применять (эквивалентного статического усилия 1 МН) The recommended value should be used (equivalent static force 1 MN)
4.6.3(1)	Динамические ударные усилия от морских судов	Этот пункт не применяется на территории Республики Беларусь This clause is not used in Belarus

Dynamic impact forces from seagoing ships		
Продолжение таблицы		
Пункт/Clause EN 1991-1-7	Предмет Subject	Параметры, установленные на национальном уровне Nationally Determined Parameters
4.6.3(3)	Коэффициент трения Friction coefficients	Этот пункт не применяется на территории Республики Беларусь This clause is not used in Belarus
4.6.3(4)	Размеры и положение ударной поверхности Dimension and position of impact areas	Этот пункт не применяется на территории Республики Беларусь This clause is not used in Belarus
4.6.3(5)	Нагрузки на верхние части сооружений Forces on superstructure	Этот пункт не применяется на территории Республики Беларусь This clause is not used in Belarus
5.3(1)P	Расчетные процедуры при взрывах внутри помещений Procedures for internal explosion	Рекомендации по учету воздействий при взрывах, приведенные в приложении D, следует применять Guidance on dealing with the actions due to explosions given in Annex D should be applied
A.4(1)	Правила эффективной анкеровки Details of effective anchorage	Дополнительные указания не приведены Supplementary specifications are not given
Приложение А (справочное) Annex A (informative)	Проектирование с учетом последствий локального разрушения конструкций в зданиях в результате неустановленной причины Design for consequences of localised failure in buildings from an unspecified cause	Приложение А следует применять Annex A should be used
Приложение В (справочное)	Указания по оценке рисков	Приложение В следует применять

Annex B (informative)	Information on risk assessment	Annex B should be used
--------------------------	--------------------------------	------------------------

Окончание таблицы

Пункт/Clause EN 1991-1-7	Предмет Subject	Параметры, установленные на национальном уровне Nationally Determined Parameters
Приложение С (справочное) Annex C (informative)	Динамический расчет для удара Dynamic design for impact	Приложение С следует применять, за исключением С.4.2 и С.4.4, относящихся к анализу ударов судов на морских водных путях Annex C should be used with the exception of C.4.2 and C.4.4 relating to the ship impact analysis for sea waterways
Приложение D (справочное) Annex D (informative)	Взрывы внутри помещений Internal explosions	Приложение D следует применять Annex D should be used