

**ЕВРОКОД 1:
Воздействия на сооружения –
Часть 1-2: Основные воздействия – Воздействия на сооружения
при пожаре**

(1-я редакция)

Издание официальное

Москва 2011

НАЦИОНАЛЬНОЕ ПРЕДИСЛОВИЕ

ПОДГОТОВЛЕН ОАО «НИЦ «Строительство» - Центральным научно-исследовательским институтом строительных конструкций им. В.А. Кучеренко – институтом.

ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК.465. «Строительство».

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ

ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Настоящий стандарт идентичен (IDT) европейскому стандарту EN 1991-1-2:2002 Euro-code 1: Actions on structures - Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire.

Настоящий Национальный стандарт Российской Федерации является официальной российской редакцией EN 1991-1-2:2002. Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры европейского стандарта, на основе которого подготовлен настоящий национальный стандарт, и стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии.

Неотъемлемой частью настоящего стандарта является его Национальное приложение.

В соответствии с принципами Европейского комитета по стандартизации (CEN) национальные Стандарты, реализующие Еврокоды, должны содержать полный текст Еврокода (включая все приложения), опубликованный CEN, перед которым может находиться национальный титульный лист и национальное введение, а за которым может следовать Национальное Приложение.

Национальное Приложение может содержать информацию только о тех параметрах, которые в Еврокоде оставлены открытыми для национального выбора и именуются Национально определяемыми параметрами, предназначенными для проектирования зданий и инженерных сооружений в данной стране.

Ссылки на параметры, измененные в национальном приложении, даны в тексте Еврокода (включая его приложения). Например,

ПРИМЕЧАНИЕ — Использование $\psi_{2,1}Q_1$ или $\psi_{1,1}Q_1$ устанавливается в Национальном приложении.

В разделе «Нормативные ссылки» и тексте Национального стандарта ссылочные Европейские стандарты актуализированы.

Сведения о соответствии европейских стандартов, на которые даны ссылки, государственным стандартам, принятым в качестве идентичных государственных стандартов, приведены в дополнительном приложении НП А.

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

Русская редакция

Еврокод 1: Воздействия на сооружения - Часть 1-2: Основные воздействия - Воздействия на сооружения при пожаре

Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-2: General actions -
Actions on structures exposed to fire
Eurocode 1: Actions sur les structures - Partie 1-2: Actions
Générales – Actions sur les structures exposées au feu

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-2: Allgemeine
Einwirkungen – Einwirkungen im Brand fall

Настоящий Европейский Стандарт утвержден CEN 1 сентября 2002.

Члены CEN обязаны соблюдать Внутренний Регламент CEN/CENELEC, в котором оговариваются условия для придания Европейскому Стандарту безальтернативного статуса национального стандарта. Соответствующие перечни и библиографические ссылки, касающиеся национальных стандартов, можно получить по заявке в Административный Центр или к любому члену CEN.

Настоящий Европейский Стандарт представлен в трех официальных редакциях (английской, французской и немецкой). Редакция на любом другом языке, которая создается путем перевода на язык своей страны под ответственность члена CEN и регистрируется в Административном Центре, имеет тот же статус, что и официальные редакции.

Членами CEN являются национальные органы по стандартизации Австрии, Бельгии, Венгрии, Германии, Греции, Дании, Ирландии, Исландии, Испании, Италии, Кипра, Латвии, Литвы, Люксембурга, Мальты, Нидерландов, Норвегии, Польши, Португалии, Словакии, Словении, Соединенного Королевства, Финляндии, Франции, Чешской Республики, Швейцарии, Швеции и Эстонии.



ЕВРОПЕЙСКИЙ КОМИТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Административный Центр: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ	
ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММЫ ЕВРОКОДОВ.....	
СТАТУС И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЕВРОКОДОВ.....	
НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ, РЕАЛИЗУЮЩИЕ ЕВРОКОДЫ.....	
СВЯЗЬ МЕЖДУ ЕВРОКОДАМИ И ГАРМОНИЗИРОВАННЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ (ЕН И ЕТА) НА ИЗДЕЛИЯ.....	
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О EN 1991-1-2.....	
НАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ К EN 1991-1-2.....	
РАЗДЕЛ 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	
1.1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	
1.2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	
1.3 ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	
1.3 РАЗЛИЧИЕ МЕЖДУ ПРИНЦИПАМИ И ПРАВИЛАМИ ПРИМЕНЕНИЯ.....	
1.4 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	
1.5 УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	
РАЗДЕЛ 2 МЕТОДЫ РАСЧЕТА ОГНЕСТОЙКОСТИ	
2.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	
2.2 РАСЧЕТНЫЕ СЦЕНАРИИ ПОЖАРА.....	
2.3 РАСЧЕТНЫЙ ПОЖАР.....	
2.4 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ.....	
2.5 СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ.....	
РАЗДЕЛ 3 РЕЖИМ ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА	
3.1 ОБЩИЕ ПРАВИЛА.....	
3.2 НОМИНАЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ.....	
3.4 МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАЛЬНЫХ ПОЖАРОВ.....	
РАЗДЕЛ 4 МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЛЯ СТАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА	
4.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	
4.2 ОДНОВРЕМЕННОСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЙ.....	
4.3 ПРАВИЛА СОЧЕТАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ А (СПРАВОЧНОЕ) ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ	
ПРИЛОЖЕНИЕ В (СПРАВОЧНОЕ) ТЕПЛОВЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НАРУЖНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ – УПРОЩЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА	
ПРИЛОЖЕНИЕ С (СПРАВОЧНОЕ) ЛОКАЛЬНЫЕ ПОЖАРЫ	
ПРИЛОЖЕНИЕ D (СПРАВОЧНОЕ) МОДЕЛИ РЕАЛЬНЫХ ПОЖАРОВ	
ПРИЛОЖЕНИЕ Е (СПРАВОЧНОЕ) УДЕЛЬНАЯ ПОЖАРНАЯ НАГРУЗКА	
ПРИЛОЖЕНИЕ F (СПРАВОЧНОЕ) ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПОЖАРА	
ПРИЛОЖЕНИЕ G (СПРАВОЧНОЕ) УГЛОВОЙ КОЭФФИЦИЕНТ ОБЛУЧЕННОСТИ	
НАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ	

Введение

Настоящий документ (EN 1991-1-2:2002) подготовлен Техническим Комитетом CEN/TC250 «Строительные Еврокоды», секретариат которого находится в ведении BSI.

Настоящему Европейскому Стандарту придается статус Национального Стандарта либо посредством опубликования идентичного текста, либо через подтверждение не позднее января 2004: противоречащие ему Национальные Стандарты отменяются не позднее января 2004.

Настоящий документ разработан взамен ENV 1991-2-2:1995.

CEN/TC250 несет ответственность за все Строительные Еврокоды. Приложения A, B, C, D, E, F, G являются справочными.

Согласно Внутренним Правилам CEN-CENELEC, обеспечивать выполнение Европейского Стандарта должны Национальные Органы по Стандартизации следующих стран: Австрии, Бельгии, Чешской Республики, Дании, Финляндии, Франции, Германии, Греции, Венгрии, Исландии, Ирландии, Италии, Люксембурга, Мальты, Нидерландов, Норвегии, Португалии, Словакии, Испании, Швеции, Швейцарии и Соединенного Королевства.

Предпосылки создания программы Еврокодов

В 1975 году Комиссия Европейских Сообществ приняла решение о введении в действие программы в области строительства, основанной на статье 95 Соглашения. Целью программы было устранение технических препятствий к торговле и гармонизация технических требований к строительной продукции.

В рамках данной программы Комиссия выдвинула инициативу об установлении системы гармонизированных технических правил на проектирование строительных конструкций, которые, на первом этапе, должны были бы служить альтернативой национальным правилам для стран-членов и, в конечном итоге, заменили бы их.

В течение пятнадцати лет Комиссия, посредством Управляющего Комитета из представителей стран-членов, руководила разработкой программы Еврокодов, что привело к формированию первых Еврокодов в 1980-е годы.

С целью предоставления Еврокодам в будущем статуса Европейского Стандарта (EN). В 1989 году Комиссия и страны-члены EU и EFTA на основе соглашения¹ между Комиссией и CEN посредством серии мандатов приняли решение передать CEN подготовку и опубликование Еврокодов. Это *фактически* связывает Еврокоды с положениями Директив Совета и (или) Решениями Комиссии, которые посвящены Европейским Стандартам (т.е. с Директивой Совета 89/106/ЕЕС по строительным изделиям – CPD, с Директивами Совета 93/37/ЕЕС, 92/50/ЕЕС и 89/440/ЕЕС по обще-

¹ Соглашение между Комиссией Европейских Сообществ и Европейским комитетом по стандартизации (CEN), касающееся разработки ЕВРОКОДОВ для проектирования зданий и инженерных сооружений (BC/CEN/03/89).

ственным работам и услугам и аналогичными Директивами ЕФТА, положившими начало стремлению к установлению внутреннего рынка).

Программа Строительных Еврокодов включает следующие стандарты, как правило, состоящие из нескольких частей:

EN 1990 Еврокод : Основы строительного проектирования
EN 1991 Еврокод 1: Воздействия на конструкции
EN 1992 Еврокод 2: Проектирование бетонных конструкций
EN 1993 Еврокод 3: Проектирование стальных конструкций
EN 1994 Еврокод 4: Проектирование железобетонных 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

Стандарты Еврокода устанавливают ответственность полномочных органов каждой из стран-членов и гарантируют их право определять значения, относящиеся к регулированию безопасности на национальном уровне, в тех случаях, когда они отличаются для различных стран.

Статус и область применения Еврокодов

Страны-члены ЕУ и ЕФТА признают Еврокоды в качестве ссылочных документов в следующих целях:

- для достижения соответствия конструкций зданий и инженерных сооружений основным требованиям Директивы Совета 89/106/ЕЕС, в частности, Основному Требованию №1 – Механическая прочность и устойчивость, и Основному Требованию №2 – Безопасность при пожаре;
- как основу для составления контрактов на строительные работы и соответствующие инженерные услуги;
- как базу для разработки гармонизированных технических условий на строительные изделия (EN и ETA).

Поскольку Еврокоды касаются строительных конструкций, они имеют прямое отношение к Интерпретирующему Документу², указанному в статье 12 CPD, хотя они отличны от гармонизированных стандартов на изделия³. Поэтому соответствующим Техническим комитетам CEN и (или) рабочим группам EOTA, разрабатывающим стандарты на изделия, необходимо рассмотреть технические аспекты действия Еврокодов с целью достижения полной совместимости этих технических условий с Еврокодами.

² Согласно Ст. 3.3 CPD, интерпретирующие документы должны конкретизировать основные требования (ER), чтобы создать необходимые связи между основными требованиями и мандатами на гармонизированные EN и ETAG/ETA.

³ Согласно Ст. 12 CPD, интерпретирующие документы предназначены для того, чтобы:

- a) конкретизировать основные требования путем согласования терминологии и технических основ и, при необходимости, указания классов или уровней для каждого требования;
- b) указывать методы соотнесения этих классов или уровней с требованиями технических условий, т.е. методы расчета и доказательства, технические правила для разработки проекта и т.д.;
- c) быть ссылочными при разработке гармонизированных стандартов и рекомендаций для Европейского технического утверждения.

Фактически Еврокоды играют подобную роль в области действия ER 1 и части ER 2.

Стандарты Еврокода обеспечивают общие правила строительного проектирования для повседневного применения и предназначены для проектирования самих конструкций и их отдельных элементов как традиционного, так и инновационного характера. Для необычных форм конструкций или проектных решений, которые не относятся к ведению Еврокодов, проектировщик должен провести дополнительные экспертные рассмотрения.

Национальные Стандарты, реализующие Еврокоды

Национальные Стандарты, реализующие Еврокоды, будут содержать полный текст Еврокода (включая все Приложения), опубликованный CEN, перед которым может находиться национальный титульный лист и национальное введение и за которым может следовать Национальное Приложение.

Национальное Приложение может содержать информацию только о тех параметрах, которые в Еврокоде оставлены открытыми для национального выбора и именуются Национально определяемыми параметрами, предназначенными для проектирования зданий и инженерных сооружений в данной стране, т.е.:

- значения и (или) классы, заданные в Еврокоде альтернативными,
- значения, которые следует использовать в тех случаях, когда в Еврокоде заданы только символы,
- специальные данные о стране (географические, климатические и т.п.), например, карта районирования значений веса снегового покрова,
- выбор методики, если в Еврокоде заданы альтернативные методики,
- рекомендации по применению справочных Приложений,
- ссылки на не противоречащую дополнительную информацию, помогающую пользователю применять Еврокод.

Связь между Еврокодами и гармонизированными техническими условиями (EN и ETA) на изделия

Существует необходимость согласования гармонизированных технических условий на строительные изделия и технических правил для строительных конструкций⁴. Более того, вся информация, сопровождающая CE - маркировку строительных изделий, которая относится к ведению Еврокодов, должна четко указывать, какие Национально определяемые параметры учтены.

Дополнительные сведения о EN 1991-1-2

EN 1991 1-2 описывает тепловые и механические воздействия для расчета конструкции зданий в условиях пожара, включая следующие аспекты:

Требования безопасности

EN1991-1-2 предназначается для заказчиков (например, для формулирования их определенных требований), проектировщиков, подрядчиков и компетентных органов.

⁴ См. Ст.3.3 и Ст.12 CPD, а также пункты 4.2, 4.3.1, 4.3.2 и 5.2 ID 1.

Общие цели противопожарной защиты состоят в том, чтобы в случае пожара ограничить риски нанесения ущерба человеку и обществу, имуществу, соседним строениям, и если требуется, окружающей среде.

Директива 89/106/ЕЕС о строительной продукции содержит следующие основные требования по ограничению рисков при пожаре:

"Здания и сооружения следует проектировать и строить таким образом, чтобы в случае возникновения пожара:

- несущая способность конструкций сохранялась в течение заданного времени;
- возникновение и распространение огня и дыма внутри сооружения были ограничены;
- распространение пожара на соседние сооружения было ограничено;
- находящиеся в сооружении люди могли его покинуть или могли быть спасены другим способом;
- принимались во внимание соображения обеспечения безопасности спасательных команд."

В соответствии с Разъясняющим документом №2 "Безопасность в случае пожара"⁵, данное основополагающее требование может быть соблюдено посредством следования разнообразным стратегиям (сценариям) обеспечения пожарной безопасности, действующим на территории государств-членов. К таким сценариям могут относиться обычные сценарии возникновения пожара (номинальные пожары), а также сценарии "реального" (параметрического) пожара, предполагающие использование пассивных и (или) активных противопожарных средств.

Части конструктивных Еврокодов, содержащие требования по проектированию конструкций при воздействии пожара, рассматривают аспекты пассивной противопожарной защиты с точки зрения обеспечения несущих и ограждающих функций конструкций и их элементов адекватно воздействию пожара.

Требуемые функции и уровни качества строительных конструкций могут выражаться как в показателях номинального (стандартного) рейтинга огнестойкости, обычно используемого в национальных нормах пожарной безопасности, так и, если это допускается национальными противопожарными нормами, могут определяться расчетным путем на основе оценки уровня пожарной безопасности при учете пассивных и активных средств защиты.

Какие-либо дополнительные требования, касающиеся, например

- вариантов установки и использования спринклерных систем,
- условий заселения здания или противопожарного зонирования,
- использования предусмотренных изоляционных и облицовочных материалов,

⁵ См. пункты 2.2, 3.2(4) и 4.2.3.3 ID №2.

включая условия их применения,

в настоящем документе не упоминаются, так как они подлежат установлению соответствующими компетентными органами.

Количественные значения частичных коэффициентов и других элементов обеспечения надежности приводятся как рекомендуемые значения, представляющие приемлемый уровень надежности. Они были выбраны исходя из предположения, что качество выполнения работ предполагает соответствующую квалификацию исполнителей и высокий уровень контроля.

Методики расчета

Полная аналитическая процедура расчета конструкций в условиях пожара должна принимать во внимание реакцию конструктивной системы здания на повышенные температуры, возможность воздействия теплового потока и благоприятного влияния активных и пассивных систем противопожарной защиты, совместно с вероятностью сочетания этих трех факторов и степенью ответственности сооружения (последствий аварии).

В настоящее время, стало возможным использовать некоторые, если не все вышеуказанные параметры, и продемонстрировать адекватность конструкции или ее компонентов условиям реального пожара в здании. Однако, когда методика нормирования требований основана на использовании стандартного температурного режима пожара, а классификационная система требует использования установленного предела огнестойкости, принимают во внимание коэффициенты и другие оговорки, указанные выше, понимая возможную неточность нормативных требований.

Ниже представлена схема, иллюстрирующая возможности Части 1-2. Представлены предписывающий (жесткий) и объектно-ориентированный (гибкий) подходы. Предписывающий (жесткий) подход для описания теплового воздействия использует номинальные режимы пожаров. Объектно-ориентированный (гибкий) подход, используя расчет надежности противопожарной защиты, описывает тепловое воздействие, основанное на параметрах физики и химии.

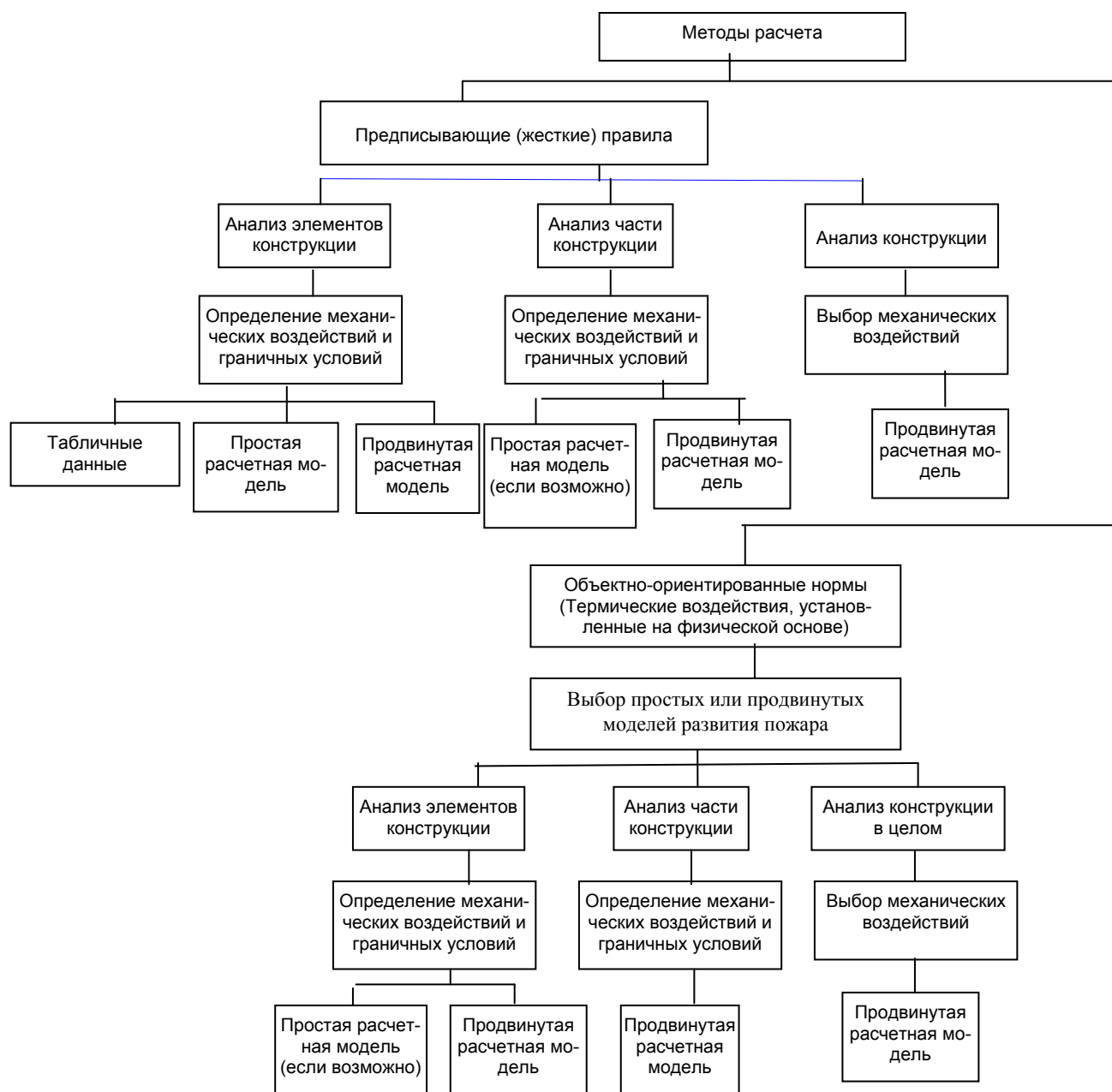


Схема – Альтернативные методы расчета

Рекомендации по расчету

Предполагается, что заинтересованными организациями будут подготовлены вспомогательные средства, основывающиеся на расчетных моделях, приведенных в EN1991-1-2.

Главный текст EN1991-1-2 содержит большинство ключевых концепций и правил, необходимых для описания тепловых и механических воздействий на строительные конструкции.

Национальное Приложение к EN1991-1-2

В данном стандарте содержится описание альтернативных методик, значений и рекомендаций с разграничением на классы с возможными примечаниями о национальных особенностях (предпочтениях). Следовательно, Национальный стандарт, имплементирующий EN 1991-1-2, должен содержать соответствующее Национальное Приложение, в котором приводятся все Национальные особенности (параметры), применяемые при конструировании зданий и планировании работ по возведению гражданских сооружений в каждой отдельно взятой стране.

В EN 1991-1-2 национальный выбор допускается в следующих пунктах:

2.4(4)

3.1(10), 3.3.1.1(1), 3.3.1.2(1), 3.3.1.3(1), 3.3.2(1), 3.3.2(2)

4.2.2(2), 4.3.1(2)

Раздел 1 Общие положения

1.1 Область применения

(1) Приведенные методы применимы для зданий с соответствующими их назначению пожарными нагрузками.

(2) Часть 1-2 EN1991 рассматривает тепловые и механические воздействия на строительные конструкции при пожаре. Предполагается, что она должна рассматриваться во взаимосвязи с противопожарными частями EN 1992 – EN 1996 и EN 1999, содержащими правила расчета строительных конструкций на огнестойкость.

(3) Настоящая Часть 1-2 EN1991 содержит основы установления параметров теплового воздействия, как на основе номинальных режимов, так и на основе расчетов, использующих физически обоснованный подход. Более подробные данные и модели физически обоснованных тепловых воздействий приведены в Приложениях.

(4) Эта Часть 1-2 EN1991 содержит общие принципы и прикладные правила, касающиеся тепловых и механических воздействий, которые будут использоваться совместно с EN1990, EN1991-1-1, EN1991-1-3 и EN1991-1-4.

(5) Оценка повреждения конструкций после пожара настоящим документом не рассматривается.

1.2 Нормативные ссылки

(1)Р Ниже приведенные нормативные документы содержат положения, которые посредством упоминания в настоящем тексте, представляют собой положения данного Европейского стандарта. Для датированных ссылок на документы, подлежащие подготовке поправок, дополнений либо подготовке следующих версий, ни одна из приведенных публикаций использоваться не может. Тем не менее, по соглашению сторон, поощряется исследование возможности применения последних на соответствующий момент времени версий нормативных документов, приведенных ниже. Для недатированных ссылок может использоваться последняя на настоящий момент времени версия нормативного документа.

ПРИМЕЧАНИЕ Ниже приведены опубликованные или разрабатываемые Европейские стандарты, на которые есть ссылки в пунктах данного документа:

prEN ISO 1716:1999E	Реакция на возгорание строительных продуктов – Определение теплотворной способности
EN1363-2	Испытания на огнестойкость – Часть 2: Альтернативные и дополнительные методы
prENV 13361	Огневые испытания элементов строительных конструкций: Часть 1: Огневое испытание для определения вклада в огнестойкость строительных элементов: путем горизонтальных защитных мембран Часть 2: Огневое испытание для определения вклада в огнестойкость строительных элементов: путем вертикальных защитных мембран Часть z: : Огневое испытание для определения вклада в огнестойкость строительных элементов: путем Приложения защиты к строительному элементу
prEN 13501-2	Пожарная классификация строительных изделий и строительных элементов Часть 2: Классификация, использующая данные испытаний на огнестойкость, исключая элементы систем вентиляции

EN 1990 Еврокод. Основы проектирования несущих конструкций

EN 1991-1-1 Еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции. Часть 1-1. Общие воздействия. Удельный вес, собственный вес и полезные нагрузки для зданий

EN 1991-1-3 Еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки

EN 1991-1-4 Еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия

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 1999 Еврокод 9. Проектирование алюминиевых конструкций.

1.3 Исходные положения

(1) В дополнение к основным исходным положениям EN 1990 следует принять следующие положения:

— любые системы активной и пассивной противопожарной защиты, принятые в проекте, должны быть учтены в расчете;

— выбор расчетного сценария пожара должен производиться опытным и квалифицированным персоналом или приниматься по соответствующим национальным нормам.

1.4 Различие между принципами и правилами применения

(1) Правила приведены в 1.4 EN 1990.

1.5 Термины и определения

(1) В EN 1991-1-2 применяются термины и определения по 1.5 EN 1990, а также следующие термины и их определения:

1.5.1 Общие противопожарные термины, используемые в Еврокоде

1.5.1.1

эквивалентная продолжительность пожара (equivalent time of fire exposure): Время воздействия стандартного температурно-временного режима пожара, в течение которого было бы оказано то же тепловое воздействие на конструкцию, что и в условиях реального пожара в помещении.

1.5.1.2

наружный элемент (external member): Элемент конструкции, расположенный с наружной стороны здания, который может быть подвержен воздействию пожара через проемы в ограждающих конструкциях здания.

1.5.1.3

пожарный отсек (fire compartment): Замкнутое пространство в здании, в пределах более одного или нескольких этажей, выделенное ограждающими конструкциями, препятствующими распространению пожара за его пределы в течение определенного времени.

1.5.1.4

огнестойкость (fire resistance): Способность конструкции, ее части или элемента выполнять требуемые функции (несущую и/или ограждающую) при установленном уровне нагрузки, установленном режиме нагрева и в течение установленного времени.

1.5.1.5

полностью развитый пожар (fully developed fire): Стадия полного участия в пожаре всех горючих поверхностей в пределах установленного пространства.

1.5.1.6

общий анализ конструктивной системы при пожаре (global structural analysis (for fire)): Анализ конструктивной системы, целиком или частично подвергнутой воздей-

ствию пожара. Непрямые воздействия пожара учитываются для всей конструктивной системы.

1.5.1.7

непрямые воздействия пожара (indirect fire actions): Продольные усилия и моменты, вызванные температурными деформациями.

1.5.1.8

целостность (E) (integrity (E)): Способность ограждающего элемента или строительной конструкции при одностороннем огневом воздействии предотвращать проникновение на необогреваемую поверхность пламени и продуктов горения.

1.5.1.9

теплоизолирующая способность (I) (insulation (I)): Способность ограждающей конструкции при одностороннем огневом воздействии ограничивать рост температуры необогреваемой поверхности ниже установленных уровней.

1.5.1.10

функция несущей способности (R) (load bearing function (R)): Способность конструкции или ее элемента в соответствии с определенными критериями сохранять несущую способность при установленном режиме и времени теплового воздействия и при установленной нагрузке.

1.5.1.11

элемент (member): Основная часть конструкции (такая как балка, колонна, а также сборки элементов, такие как несущая стена, ферма и т. д.), которую можно рассматривать отдельно с учетом граничных условий и схемы опирания.

1.5.1.12

расчет элемента при пожаре (member analysis (for fire)): Теплотехнический и статический расчеты рассматриваемого отдельно элемента с соответствующими граничными условиями и схемой опирания в условиях пожара. Непрямые воздействия пожара не рассматриваются, за исключением обусловленных температурными градиентами.

1.5.1.13

расчет при нормальной температуре (normal temperature design): Расчет при температуре окружающей среды согласно Части 1-1 EN 1992 – EN 1996 и EN 1999.

1.5.1.14

ограждающая функция (separating function): Способность ограждающего элемента предотвращать распространение пожара (вследствие проникновения пламени или горячих газов – см. «целостность») или вследствие воспламенения от необогреваемой поверхности (см. «изолирующая способность») при соответствующем режиме пожара.

1.5.1.15

ограждающий элемент (separating element): Несущий или ненесущий элемент (например, стена), образующий часть ограждения помещения (пожарного отсека).

1.5.1.16

стандартная огнестойкость (standard fire resistance): Способность конструкции или ее части (обычно только элемента) в течение установленного времени в условиях

теплового воздействия, определяемого стандартной температурно-временной, зависимостью, выполнять требуемые функции (несущую и/или ограждающую) при регламентированном сочетании нагрузок.

1.5.1.17

конструктивные элементы (structural members): Несущие элементы конструкции, включая связи.

1.5.1.18

теплотехнический расчет (temperature analysis): Методы определения роста температуры в элементах конструкции с учетом тепловых воздействий (теплового потока), теплотехнических свойств материалов элемента конструкции и, в случае необходимости, поверхностной огнезащиты.

1.5.1.19

тепловые воздействия (thermal actions): Воздействия на конструкцию, описываемые с помощью теплового потока на элементы конструкции.

1.5.2 Специальные термины, относящиеся к общим положениям расчетов

1.5.2.1

модель реального пожара (advanced fire model): Расчетная модель пожара, основанная на законах сохранения массы и энергии.

1.5.2.2

вычислительная газодинамическая модель (computational fluid dynamic model): Модель пожара, основанная на численном решении дифференциальных уравнений в частных производных, позволяющая определить изменения термодинамических и аэродинамических параметров во всех точках помещения.

1.5.2.3

противопожарная стена (fire wall): Стена между двумя частями здания (двумя зданиями), обладающая необходимой огнестойкостью и конструктивной устойчивостью, с учетом действия возможных горизонтальных нагрузок, в том числе при одностороннем обрушении примыкающих строительных конструкций, и предотвращающая возникновение горения на ее необогреваемой стороне.

1.5.2.4

однозонная модель (one-zone model): Модель пожара, основанная на использовании усредненной температуры в помещении.

1.5.2.5

упрощенная модель пожара (simple fire model): Расчетный пожар, основанный на применении ограниченного числа специальных физических параметров.

1.5.2.6

двухзонная модель (two-zone model): Модель пожара, основанная на определении различных зон в помещении: верхний уровень, нижний уровень, огонь и его факел, окружающая среда и стены. Для верхнего уровня принимается равномерное распределение температуры.

1.5.3 Термины, относящиеся к тепловым воздействиям

1.5.3.1

коэффициент полноты сгорания (combustion factor): Коэффициент, показывающий полноту сгорания и находящийся в пределах от 1 (полное сгорание) до 0 (отсутствие горения).

1.5.3.2

расчетный пожар (design fire): Установленное развитие пожара, принятое в целях расчета.

1.5.3.3

расчетная удельная пожарная нагрузка (design fire load density): Удельная пожарная нагрузка, принимаемая для определения теплового воздействия при расчете пожара, ее величина принимается с некоторой неопределенностью.

1.5.3.4

расчетный сценарий пожара (design fire scenario): Определенный сценарий пожара, для которого производится расчет.

1.5.3.5

температурный режим наружного пожара (external fire curve): Номинальная температурно-временная зависимость, применяемая для внешних поверхностей наружных стен, которые могут подвергаться воздействию пожара от различных частей фасада, то есть непосредственно из помещения с пожаром или помещения, расположенного ниже или смежно с рассматриваемой частью наружной стены.

1.5.3.6

риск возникновения пожара (fire activation risk): Параметр, учитывающий вероятность возникновения пожара и являющийся функцией площади помещения и его назначения.

1.5.3.7

плотность пожарной нагрузки (fire load density): Пожарная нагрузка, отнесенная к единице площади пола q_f или к единице площади поверхности всех ограждений q_g , включая проемы.

1.5.3.8

пожарная нагрузка (fire load): Сумма тепловых энергий, выделяемых при сгорании всех горючих веществ в определенном пространстве (элементы конструкции и внутреннее оборудование здания).

1.5.3.9

сценарий пожара (fire scenario): Качественное описание протекания пожара с указанием времени для ключевых событий, которые характеризуют данный пожар и отличают его от других возможных сценариев. Сценарий обычно описывается процессами возгорания и развития пожара, стадиями его полного развития и затухания во взаимосвязи с оборудованием здания и системами, которые влияют на протекание пожара.

1.5.3.10

объемное воспламенение (flash-over): Одновременное воспламенение всей пожарной нагрузки в помещении.

1.5.3.11

температурный режим углеводородного пожара (hydrocarbon fire curve): Номинальная температурно-временная зависимость для представления воздействий углеводородного пожара при углеводородной пожарной нагрузке.

1.5.3.12

локальный пожар (localised fire): Пожар, охвативший только ограниченную площадь пожарной нагрузки в помещении.

1.5.3.13

коэффициент проемности (opening factor): Коэффициент, отражающий условия вентилирования помещения в зависимости от площади проемов в его стенах, высоты этих проемов и общей площади ограждающих поверхностей.

1.5.3.14

скорость тепловыделения (rate of heat release): Теплота (энергия), высвобождаемая при сгорании веществ и материалов как функция времени.

1.5.3.15

стандартный температурный режим (standard temperature-time curves): Номинальная температурно-временная зависимость, определенная в EN 13501-2, для представления модели развившегося пожара в помещении.

1.5.3.16

температурные режимы (temperature-time curves): Зависимости температуры среды, окружающей поверхности конструкции, от времени. Различают:

— **номинальные**: общепринятые зависимости, адаптированные для классификации и подтверждения огнестойкости (установлены: стандартный температурный режим, температурный режим наружного пожара и температурный режим углеводородного пожара);

— **параметрические зависимости**, определенные на базе моделей пожара и специальных физических параметров, определяющих состояние среды в помещении при пожаре.

1.5.4 Термины, относящиеся к расчету теплопередачи

1.5.4.1

угловой коэффициент облученности (configuration factor): Коэффициент облученности при передаче тепла излучением от поверхности А к поверхности В, определяемый отношением энергии, полученной поверхностью В, к энергии, диффузно излученной поверхностью А.

1.5.4.2

коэффициент теплоотдачи конвекцией (convective heat transfer coefficient): Конвективный поток тепла к элементу конструкции, отнесенный к разнице температур окружающей поверхность элемента конструкции среды и данной поверхности.

1.5.4.3

степень черноты (emissivity): Характеристика поглощающей способности поверхности, равная отношению между теплотой, поглощенной приведенной поверхностью и поверхностью абсолютно черного тела.

1.5.4.4

результатирующий тепловой поток (net heat flux): Энергия, поглощенная элементами конструкции, отнесенная к единице площади и единице времени.

1.6 Условные обозначения

(1)Р В части 1-2 применяются следующие условные обозначения.

Прописные буквы латинского алфавита

- A — площадь помещения;
- $A_{ind,d}$ — расчетное значение непрямого воздействия пожара;
- A_f — площадь пола помещения;
- A_{fi} — площадь пожара;
- A_h — площадь горизонтальных проемов в покрытии помещения;
- $A_{h,v}$ — суммарная площадь проемов в ограждении, $A_{h,v} = A_h + A_v$;
- A_j — площадь выделенной поверхности j , без учета проемов;
- A_t — суммарная площадь ограждений (стены, покрытия и полы, включая проемы);
- A_v — суммарная площадь вертикальных проемов во всех стенах, $A_v = \sum A_{v,i}$;
- $A_{v,i}$ — площадь окна i ;
- C_i — коэффициент защиты поверхности элемента конструкции i ;
- D — глубина помещения, диаметр пожара;
- E_d — расчетное значение результата основного сочетания воздействия согласно EN 1990;
- $E_{d,fi}$ — постоянное расчетное значение результата воздействия при пожаре;
- $E_{d,fi,t}$ — расчетное значение результата воздействия при пожаре в момент времени t ;
- E_g — внутренняя энергия газов;
- H — расстояние между очагом пожара и потолком;
- H_u — низшая теплота сгорания, определенная с учетом влажности;
- H_{u0} — низшая теплота сгорания сухого материала;
- H_{ui} — низшая теплота сгорания материала i ;
- L_c — длина зоны горения;
- L_f — длина пламени вдоль оси;
- L_H — горизонтальная проекция пламени (относительно фасада);
- L_h — горизонтальная длина пламени;
- L_L — высота пламени (от верхней части окна);
- L_x — осевое расстояние от окна до точки, для которой производится расчет;
- $M_{k,i}$ — количество горючего материала i ;
- O — коэффициент проемности помещения, ($O = A_v \sqrt{H_{eq}} / A_t$);
- O_{lim} — приведенный коэффициент проемности для пожара, регулируемого пожарной нагрузкой;
- P_{int} — внутреннее давление;
- Q — мощность теплового потока пожара;
- Q_c — конвективная доля мощности теплового потока Q ;
- $Q_{fi,k}$ — нормативная пожарная нагрузка;
- $Q_{fi,k,i}$ — нормативная пожарная нагрузка материала i ;
- Q_D^* — безразмерная мощность теплового потока, зависящая от диаметра D локального пожара;
- Q_H^* — безразмерная мощность теплового потока, зависящая от высоты H помещения;
- $Q_{k,1}$ — нормативное значение доминирующего переменного воздействия;
- Q_{max} — максимальная мощность теплового потока;

Q_{in} — мощность теплового потока, входящего через проемы с потоком газов;
 Q_{out} — мощность теплового потока, исходящего через проемы с потоком газов;
 Q_{rad} — мощность теплового потока, исходящего через проемы излучением;
 Q_{wall} — мощность теплового потока, передаваемого посредством излучения и конвекции на поверхности помещения;
 R — универсальная газовая постоянная, $R = 287 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \text{ К}^{-1}$;
 R_d — расчетное сопротивление элемента конструкции при нормальной температуре;
 $R_{d,fi,t}$ — расчетное сопротивление элемента конструкции при пожаре в момент времени t ;
 RHR_f — максимальная удельная мощность теплового потока;
 T — температура, К;
 T_{amb} — температура окружающей среды, К;
 T_0 — начальная температура, $T_0 = 293 \text{ К}$;
 T_f — температура в пожарной секции (отсеке), К;
 T_g — температура газов, К;
 T_w — температура пламени в окне, К;
 T_z — температура пламени вдоль его оси, К;
 W — ширина стены с одним или несколькими окнами (W_1 и W_2);
 W_1 — ширина стены 1, для которой полагается наибольшая площадь окон;
 W_2 — ширина стены пожарной секции (отсека), перпендикулярной к стене W_1 ;
 W_a — горизонтальная проекция навесов и балконов;
 W_c — ширина зоны горения.

Строчные буквы латинского алфавита

b — теплопоглощающая способность ограждения, $b = \sqrt{\rho c \lambda}$;
 b_i — теплопоглощающая способность слоя ограждающей поверхности i ;
 b_j — теплопоглощающая способность ограждающей поверхности j ;
 c — удельная теплоемкость;
 d_{eq} — геометрический параметр наружной конструкции (диаметр или длина стороны);
 d_f — толщина пламени;
 d_i — размер поперечного сечения поверхности конструкции i ;
 g — ускорение свободного падения;
 h_{eq} — приведенная по площади высота окон на всех стенах, $h_{eq} = \sum(A_{v,i} h_i) / A_v$;
 h_i — высота окна i ;
 \dot{h} — удельный тепловой поток;
 \dot{h}_{net} — результирующий удельный тепловой поток;
 $\dot{h}_{net,c}$ — результирующий удельный тепловой поток конвекцией;
 $\dot{h}_{net,r}$ — результирующий удельный тепловой поток излучением;
 \dot{h}_{tot} — общий удельный тепловой поток;
 \dot{h}_i — удельный тепловой поток вследствие пожара i ;
 k — корректировочный коэффициент;
 k_b — коэффициент пересчета;
 k_c — корректировочный коэффициент;

m	— масса, коэффициент полноты сгорания;
\dot{m}	— расход потока;
\dot{m}_{in}	— расход потоков, входящих через проемы;
\dot{m}_{out}	— расход потоков, выходящих через проемы;
\dot{m}_f	— массовая скорость выгорания пожарной нагрузки;
q_f	— удельная пожарная нагрузка, отнесенная к площади пола A_f ;
$q_{f,d}$	— расчетная удельная пожарная нагрузка, отнесенная к площади пола A_f ;
$q_{f,k}$	— нормативная удельная пожарная нагрузка, отнесенная к площади пола A_f ;
q_t	— удельная пожарная нагрузка, отнесенная к площади поверхности A_t ;
$q_{t,d}$	— расчетная пожарная нагрузка, отнесенная к площади поверхности A_t ;
$q_{t,k}$	— нормативная пожарная нагрузка, отнесенная к площади поверхности A_t ;
r	— горизонтальное расстояние между вертикальной осью пламени и точкой под потолком, для которой рассчитывается тепловой поток;
s_i	— толщина слоя i ;
s_{lim}	— предельная толщина;
t	— время;
$t_{e,d}$	— эквивалентная продолжительность пожара;
$t_{fi,d}$	— время, соответствующее расчетной огнестойкости;
$t_{fi,requ}$	— время, соответствующее требуемой огнестойкости;
t_{lim}	— время достижения максимальной температуры для пожаров, регулируемых пожарной нагрузкой;
t_{max}	— время достижения максимальной температуры;
t_{α}	— время, необходимое для достижения мощности теплового потока, 1 МВт;
u	— скорость ветра, влажность;
w_i	— ширина окна i ;
w_t	— суммарная ширина окон на всех стенах ($w_t = \sum w_i$), коэффициент вентилирования относительно A_t ;
w_f	— ширина пламени, коэффициент вентилирования;
y	— коэффициент;
z	— высота;
z_0	— виртуальная начальная координата z ;
z'	— вертикальная позиция виртуального очага пожара.

Прописные буквы греческого алфавита

Φ	— угловой коэффициент облученности;
Φ_f	— общий угловой коэффициент облученности конструкции для теплопередачи излучением от проемов;
$\Phi_{f,i}$	— угловой коэффициент облученности поверхности элемента i для заданного проема;
Φ_z	— общий угловой коэффициент облученности конструкции для теплопередачи излучением от пламени;

$\Phi_{z,i}$ — угловой коэффициент облученности поверхности элемента i для заданного пламени;

Γ — временной коэффициент, зависящий от коэффициента проемности O и теплопоглощающей способности b ;

Γ_{lim} — временной коэффициент, зависящий от коэффициента проемности O_{lim} и теплопоглощающей способности b ;

Θ — температура, °C; $\Theta = T - 273$;

$\Theta_{cr,d}$ — расчетная критическая температура материала, °C;

Θ_d — расчетная температура материала, °C;

Θ_g — температура среды вблизи конструкции, °C;

Θ_m — температура поверхности элемента, °C;

Θ_{max} — максимальная температура, °C;

Θ_f — эффективная температура излучения пожара, °C;

Ω — расчетный параметр, $\Omega = (A_f q_{f,d}) / (A_v A_t)^{1/2}$;

ψ_i — коэффициент защищенности пожарной нагрузки.

Строчные буквы греческого алфавита

α_c — коэффициент теплоотдачи конвекцией;

α_h — отношение площади горизонтальных проемов к площади пола;

α_v — отношение площади вертикальных проемов к площади пола;

δ_{ni} — коэффициент, учитывающий наличие специальных решений (мер) для тушения пожара i ;

δ_{q1} — коэффициент учета риска возникновения пожара в зависимости от размеров помещения (пожарной секции);

δ_{q2} — коэффициент учета риска возникновения пожара в зависимости от назначения здания;

ε_m — степень черноты поверхности элемента;

ε_f — степень черноты пламени (пожара);

η_{fi} — приведенный коэффициент;

$\eta_{fi,t}$ — коэффициент расчетного уровня нагрузки при пожаре;

λ — коэффициент теплопроводности;

ρ — плотность;

ρ_g — внутренняя плотность газа;

σ — постоянная Стефана — Больцмана, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}^4$;

τ_F — продолжительность свободного развития пожара (принимается от 1200 с);

ψ_0 — общее значение переменного воздействия;

ψ_1 — коэффициент для частых значений переменных воздействий;

ψ_2 — коэффициент для почти постоянных значений переменных воздействий.

Раздел 2 Методы расчета огнестойкости

2.1 Общие положения

(1) Расчет огнестойкости включает следующие этапы:

- выбор возможных расчетных сценариев пожара;
- определение соответствующих расчетных пожаров;
- расчет повышения температуры в конструкциях (теплотехнический расчет);
- расчет механических характеристик конструкций при пожаре (статический расчет).

ПРИМЕЧАНИЕ — Статические свойства конструкции зависят от тепловых воздействий и их влияния на свойства материалов, а влияние не прямых механических воздействий следует учитывать как влияние прямых механических воздействий.

(2) Расчет огнестойкости включает теплотехнический и статический расчет в соответствии с данной и другими частями EN 1991.

(3) Р Воздействия на конструкции при пожаре классифицируются как чрезвычайные согласно 6.4.3.3(4) EN 1990.

2.2 Расчетные сценарии пожара

(1) Чтобы идентифицировать аварийную расчетную ситуацию, на основе оценки пожарного риска должны быть определены соответствующие расчетные сценарии пожара и сопутствующие расчетные пожары.

(2) Если для конструкции здания возникают пожарные риски вследствие других чрезвычайных воздействий, эти риски должны быть учтены при создании общей концепции безопасности сооружения.

(3) Зависящие от времени и нагрузки свойства конструкции не должны учитываться в момент, предшествующий аварийной ситуации, за исключением случаев, указанных в (2).

2.3 Расчетный пожар

(1) Расчетный пожар для каждого расчетного сценария пожара в помещении должен быть оценен согласно разделу 3 данного стандарта.

(2) Расчетный пожар следует рассматривать только в одном помещении, если расчетным сценарием пожара не установлено иное.

(3) Если национальные нормы устанавливают для конструкций требования по пределам огнестойкости, в качестве расчетного принимается стандартный пожар, если не установлено иное.

2.4 Теплотехнический расчет

(1) При выполнении теплотехнического расчета отдельного элемента конструкции должно быть указано направление по отношению к нему расчетного пожара.

(2) Для наружных конструкций необходимо учитывать воздействие пожара через проемы в фасадах (наружных стенах) и покрытиях (крышах).

(3) Для наружных стен рассматривается воздействие пожара изнутри (для соответствующего помещения с очагом пожара) и, если требуется, в качестве альтернативы, - снаружи (от другого помещения).

(4) В зависимости от выбранного в соответствии с разделом 3 расчетного пожара, используются следующие условия:

— при использовании номинального (стандартного) температурного режима теплотехнический расчет элементов конструкции производится для установленного периода времени без учета фазы охлаждения;

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Установленный период времени может быть принят по национальным нормам, или получен на основании положений приложения F следуя указаниям национального приложения.

— при моделировании пожара теплотехнический расчет элементов конструкции производится для полной продолжительности пожара, включая фазу охлаждения.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Предельные значения огнестойкости могут быть установлены в Национальном Приложении

2.5 Статический расчет

(1) Статический расчет должен производиться для того же момента времени, для которого был выполнен теплотехнический расчет.

(2) Огнестойкость подтверждается выполнением следующих условий:

— во временных параметрах

$$t_{fi,d} \geq t_{fi,requ}; \quad (2.1)$$

— в прочностных параметрах

$$R_{fi,d,t} \geq E_{fi,d,t}; \quad (2.2)$$

- в температурных параметрах

$$\theta_d < \theta_{cr,d}, \quad (2.3)$$

где $t_{fi,d}$ — расчетная огнестойкость;

$t_{fi,requ}$ — требуемая огнестойкость;

$R_{fi,d,t}$ — расчетное сопротивление элемента при пожаре в момент времени t ;

$E_{fi,d,t}$ — расчетный результат воздействия при пожаре в момент времени t ;

θ_d — расчетная температура материала;

$\theta_{cr,d}$ — расчетная критическая температура материала.

Раздел 3 Режим теплового воздействия для теплотехнического расчета

3.1 Общие правила

(1)Р Тепловые воздействия задаются тепловым потоком на поверхность элемента конструкции \hat{h}_{net} , Вт·м⁻².

(2) Тепловой поток на обогреваемую при пожаре поверхность \hat{h}_{net} , Вт·м⁻², определяется путем теплопередачи конвекцией и излучением:

$$\hat{h}_{\text{net}} = \hat{h}_{\text{net,c}} + \hat{h}_{\text{net,r}}, \dots\dots\dots (3.1)$$

где $\hat{h}_{\text{net,c}}$ - конвективный тепловой поток, определяемый по формуле (3.2);

$\hat{h}_{\text{net,r}}$ - лучистый тепловой поток, определяемый по формуле (3.3).

(3) Конвективный тепловой поток, Вт·м⁻², определяется по формуле:

$$\hat{h}_{\text{net,c}} = \alpha_c (\theta_g - \theta_m), \dots\dots\dots (3.2)$$

где α_c — коэффициент теплопередачи конвекцией, Вт·м⁻²·К⁻¹;

θ_g — температура вблизи конструкции, °С;

θ_m — температура поверхности конструкции, °С.

(4) Значения коэффициента теплопередачи конвекцией, соответствующие номинальным температурным режимам, приведены в п.3.2.

(5) На необогреваемой стороне ограждающего элемента суммарный тепловой поток определяется с использованием формулы (3.1), принимая коэффициент теплопередачи конвекцией $\alpha_c = 4$ Вт·м⁻²·К⁻¹. Если принимается, что на теплопередачу конвекцией влияет лучистый тепловой поток, коэффициент теплоотдачи конвекцией принимается $\alpha_c = 9$ Вт·м⁻²·К⁻¹.

(6) Лучистый тепловой поток на единицу площади Вт·м⁻², определяется по формуле:

$$\hat{h}_{\text{net,r}} = \Phi \varepsilon_m \varepsilon_f \sigma ((\theta_r + 273)^4 - (\theta_m + 273)^4), \dots\dots\dots (3.3)$$

где Φ — угловой коэффициент облученности;

ε_m — степень черноты поверхности конструкции;

ε_f — степень черноты пламени (пожара);

$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт·м⁻²·К⁻⁴ — постоянная Стефана — Больцмана;

θ_r — эффективная температура излучения пожара, °С;

θ_m — температура поверхности конструкции, °С.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Степень черноты поверхности конструкции принимается $\varepsilon_m = 0,8$, если другое не указано в противопожарных частях EN 1992 – EN 1996 и EN 1999.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Как правило, степень черноты пламени принимается $\varepsilon_f = 1$.

(7) Угловой коэффициент облученности принимается $\Phi = 1$, если иные значения не указаны в EN 1991-1-2 или противопожарных частях EN 1992 – EN 1996 и EN 1999. Меньшее значение коэффициента облученности Φ может устанавливаться для учета влияния расположения и затененности облучаемой поверхности.

ПРИМЕЧАНИЕ — Для расчета углового коэффициента облученности Φ используется метод, приведенный в Приложении G.

(8) Для полностью охваченных пламенем элементов конструкции эффективная температура излучения пожара θ_f может быть принята равной температуре среды вблизи нее θ_g .

(9) Температура поверхности θ_m является результатом теплотехнического расчета конструкции согласно положениям противопожарных частей EN 1992 – EN 1996 и EN 1999.

(10) Температура среды вблизи конструкции θ_g определяется с использованием номинальных температурных режимов согласно 3.2 или с помощью моделей пожара согласно 3.3.

ПРИМЕЧАНИЕ — Использование номинальных температурных режимов согласно 3.2 или альтернативное использование моделей реальных пожаров согласно 3.3 регулируется в Национальном Приложении.

3.2 Номинальные температурно-временные зависимости

3.2.1 Стандартная температурно-временная зависимость

(1) Стандартная температурно-временная зависимость представлена формулой:

$$\theta_g = 20 + 345 \lg(8t + 1), \dots\dots\dots (3.4)$$

где θ_g — температура среды вблизи конструкций, °C;

t — время, мин.

(2) Коэффициент теплоотдачи конвекцией принимается $\alpha_c = 25 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$.

3.2.2 Температурно-временная зависимость наружного пожара

(1) Температурно-временная зависимость наружного пожара определяется по формуле:

$$\theta_g = 660 \cdot (1 - 0,687 e^{-0,32t} - 0,313 e^{-3,8t}) + 20, \dots\dots\dots (3.5)$$

где θ_g — температура среды вблизи конструкции, °C;

t — время, мин.

(2) Коэффициент теплоотдачи конвекцией принимается $\alpha_c = 25 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$.

3.2.3 Температурно-временная зависимость углеводородного пожара

(1) Температурно-временная зависимость углеводородного пожара определяется по формуле:

$$\theta_g = 1080 (1 - 0,325 e^{-0,167t} - 0,675 e^{-2,5t}) + 20, \quad (3.6)$$

где θ_g — температура газа при пожаре в помещении, °С;

t — время, мин.

(2) Коэффициент теплоотдачи конвекцией принимается $\alpha_c = 50 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$.

3.3 Моделирование реальных пожаров

3.3.1 Упрощенные модели пожаров

3.3.1.1 Общие положения

(1) Упрощенные модели пожаров базируются на установленных физических параметрах и имеют ограниченную область применения.

ПРИМЕЧАНИЕ — Методика определения расчетной удельной пожарной нагрузки $q_{f,d}$ приведена в Приложении Е.

(2) Распределение температуры в зависимости от времени для объемных пожаров принимается равномерным (среднеобъемным), для локальных пожаров — неравномерным.

(3) Для упрощенных моделей пожаров коэффициент теплоотдачи конвекцией принимается

$$\alpha_c = 35 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}.$$

3.3.1.2 Пожары в помещениях

(1) Температура среды (газов) должна рассчитываться на основании физических параметров, которые как минимум учитывают удельную пожарную нагрузку и условия вентиляции.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Национальное Приложение может устанавливать метод расчета условий нагрева.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Для находящихся внутри здания элементов конструкций метод расчета температуры среды (газа) приведен в Приложении А.

(2) Для наружных конструкций результирующий удельный лучистый тепловой поток определяется суммой составляющих от пожара в помещении и от пламени, выходящего из проемов.

ПРИМЕЧАНИЕ — Для наружных элементов конструкций, подверженных воздействию пожара через проемы, метод расчета условий нагрева приведен в Приложении В.

3.3.1.3 Локальные пожары

(1) При невозможности общей вспышки в расчете должны быть приняты во внимание тепловые воздействия локального пожара.

ПРИМЕЧАНИЕ — Национальное Приложение может устанавливать метод расчета условий нагрева. Метод расчета теплового воздействия локального пожара приведен в Приложении С.

3.3.2 Общие модели пожаров

(1) Общие модели пожаров должны учитывать:

- свойства среды (газов);
- массообмен;
- теплообмен (энергетический обмен).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Существующие модели, как правило, содержат методы итераций.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Метод расчета удельной пожарной нагрузки $q_{f,d}$ приведен в Приложении Е.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Метод расчета мощности теплового потока Q приведен в Приложении Е.

(2) Используют одну из следующих моделей:

- однозонные модели, основанные на равномерном распределении температуры в помещении в зависимости от времени;
- двухзонные модели, основанные на использовании двух слоев: верхнего с равномерным распределением температуры и толщиной, зависящей от времени, и нижнего слоя с равномерной, зависящей от времени более низкой температурой и толщиной;
- вычислительные газодинамические (полевые) модели, определяющие рост температуры в помещении в зависимости от продолжительности пожара и пространственного расположения точки определения температуры.

ПРИМЕЧАНИЕ — Национальное Приложение может устанавливать метод расчета условий нагрева. Методы расчета тепловых воздействий при использовании однозонной, двухзонной или полевой модели приведены в Приложении D.

(3) Допускается коэффициент теплоотдачи конвекцией принимать $\alpha_c = 35 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$.

(4) Для точного расчета распределения температуры по длине элемента конструкции при локальном пожаре может быть рассмотрено сочетание результатов, полученных с использованием двухзонной модели и подходов к оценке локального пожара.

ПРИМЕЧАНИЕ — Температурное поле в элементе конструкции может быть определено путем выбора для каждой точки наибольшего результата расчетов по двум альтернативным моделям пожара.

Раздел 4 Механические воздействия для статического расчета

4.1 Общие положения

(1) Возникшие и конструктивно ограниченные расширения и деформации, обусловленные изменением температуры при пожаре, выраженные как результаты воздействия пожара (например, нормальные усилия и моменты), должны учитываться, за исключением следующих случаев:

— заведомо известно, что результатами этого воздействия можно пренебречь, либо их эффект является благоприятным;

— воздействия учтены посредством выбора консервативной схемы опирания и связями и/или учитываются глобальной концепцией безопасности при пожаре.

(2) Оценка не прямых воздействий должна учитывать:

— вынужденно ограниченное температурного расширение самих элементов конструкции (например, колонн многоэтажных каркасных конструктивных систем с жесткими стенами);

— различное температурное расширение в статически неопределимых конструкциях (например, неразрезных плитах перекрытия);

— температурные градиенты в поперечных сечениях, вызывающие внутренние напряжения;

— температурное расширение примыкающих элементов (например, смещение верхней части колонны вследствие расширения перекрытия или расширение присоединенных тросов);

— температурное расширение элементов, воздействующее на другие элементы за пределами помещения с пожаром.

(3) Расчетные значения не прямых воздействий пожара $A_{ind,d}$ определяются на основании соответствующего воздействия пожара и расчетных значений теплотехнических и механических характеристик материалов, приведенных в противопожарных частях EN 1992 – EN 1996 и EN 1999.

(4) Непрямые воздействия от примыкающих конструкций не учитываются, если противопожарные требования к конструкции установлены для стандартного температурного режима пожара.

4.2 Одновременность воздействий

4.2.1 Воздействия, заимствуемые из расчетов при нормальной температуре

(1) Р Воздействия, действующие при нормальной температуре, учитываются, если они возможно действуют и при пожаре.

(2) Представительные (репрезентативные) значения переменных воздействий, рассчитываемые для аварийной расчетной ситуации пожара, должны вводиться согласно EN 1990.

(3) Уменьшение воздействующей нагрузки вследствие ее сгорания в расчете не учитывается.

(4) Необходимость учета таяния снега при оценке снеговой нагрузки должна устанавливаться для каждого случая индивидуально.

(5) Воздействия от производственных операций не учитываются.

4.2.2 Дополнительные воздействия

(1) Одновременность возникновения других независимых чрезвычайных воздействий не учитывается.

(2) В зависимости от аварийной расчетной ситуации учитываются дополнительные воздействия, включая те, что могут возникнуть на протяжении пожара, например динамические воздействия вследствие разрушения конструктивных элементов или тяжелых механизмов.

ПРИМЕЧАНИЕ — Выбор дополнительных воздействий может быть установлен в национальном Приложении.

(3) Для противопожарных стен устанавливаются требования к устойчивости от действия горизонтальной ударной нагрузки согласно EN 1363-2.

4.3 Правила сочетания воздействий

4.3.1 Общее правило

(1) Р Сочетание механических воздействий для получения расчетного значения результата воздействия при пожаре $E_{fi,d,t}$ производится согласно EN 1990 для аварийной расчетной ситуации.

(2) Расчетное значение переменного воздействия Q_1 учитывается как квази - постоянное - $\psi_{2,1}Q_1$ или, в качестве альтернативы, как часто повторяющееся - $\psi_{1,1}Q_1$.

ПРИМЕЧАНИЕ — Использование $\psi_{2,1}Q_1$ или $\psi_{1,1}Q_1$ устанавливается в Национальном приложении. Рекомендуется использовать $\psi_{2,1}Q_1$.

4.3.2 Упрощенные правила

(1) Если не прямые воздействия пожара не учитываются, то результат воздействий определяется путем анализа конструкций для сочетания воздействий согласно 4.3.1 для времени $t = 0$. Данный результат воздействия $E_{fi,d}$ допускается принимать постоянным в течение всей продолжительности пожара.

ПРИМЕЧАНИЕ — Данный пункт применяется, например, для результатов воздействия связей и опор при проведении расчета частей конструктивной систе-

мы в соответствие с противопожарными частями EN 1992 – EN 1996 и EN 1999.

(2) Результаты воздействий при пожаре допускается определять с использованием результатов, полученных при нормальных температурах:

$$E_{fi,d} = E_{fi,d} = \eta_{fi} E_d, \quad (4.1)$$

где E_d — соответствующий расчетный результат воздействия из основного сочетания согласно EN 1990;

$E_{fi,d}$ — соответствующее постоянное расчетное значение результата воздействия при пожаре;

η_{fi} — приведенный коэффициент, определяемый в противопожарных частях EN 1992 – EN 1996 и EN 1999.

4.3.3 Уровень нагрузки

(1) Для табличных данных уровень нагрузки определяется по формуле

$$E_{fi,d} = \eta_{fi,t} R_d, \quad (4.2)$$

где R_d — расчетное сопротивление элемента при нормальной температуре, определенное согласно EN 1992 – EN 1996 и EN 1999;

$\eta_{fi,t}$ — понижающий коэффициент расчетного уровня нагрузки при пожаре.

Приложение А

(справочное)

Параметрические температурно-временные зависимости

(1) Следующие температурно-временные зависимости применимы для помещений без проемов в покрытии с площадью пола до 500 м² и максимальной высотой до 4 м. Принимается полное выгорание пожарной нагрузки в рассматриваемом помещении.

(2) Если удельная пожарная нагрузка установлена без учета характеристик выгорания (см. Приложение Е), то метод должен быть ограничен помещениями с преобладающей целлюлозной пожарной нагрузкой.

(3) Температурно-временная кривая на стадии нагрева определяется по формуле

$$\theta_g = 20 + 1325 \cdot (1 - 0,324e^{-0,2t^*} - 0,204e^{-1,7t^*} - 0,472e^{-19t^*}) \quad (\text{A.1})$$

где θ_g — температура в помещении, °С.

$$t^* = t \cdot \Gamma, \text{ ч}, \quad (\text{A.2a})$$

здесь t — время, ч;

где —телопоглощающая способность всего ограждения, Дж·м⁻²·с^{-1/2}·К⁻¹ при следующем ограничении: $100 < b < 2200$;

ρ — плотность ограждения, кг·м⁻³;

c — удельная теплоемкость ограждения, Дж·кг⁻¹·К⁻¹;

λ — коэффициент теплопроводности ограждения, Вт·м⁻¹·К⁻¹;

O — коэффициент проемности ($0,02 < O < 0,2$), м^{1/2},

$$O = \frac{A_v \sqrt{h_{eq}}}{A_t}$$

здесь A_v — суммарная площадь вертикальных проемов во всех стенах, м²;

h_{eq} — приведенная по площади высота окон на всех стенах, м;

A_t — суммарная площадь ограждений (стены, покрытия и полы, включая проемы), м².

ПРИМЕЧАНИЕ — При $\Gamma = 1$ формула (А.1) преобразуется в стандартный температурный режим пожара.

(4) Для расчета коэффициента b плотность ρ , удельная теплоемкость c и коэффициент теплопроводности λ ограждения допускается принимать при начальной температуре.

(5) Учет многослойности элемента конструкции, начиная с его поверхности, производится следующим образом:

— если $b_1 < b_2$, то $b = b_1$; (A.3)

— если $b_1 > b_2$, то предельная толщина s_{lim} , м, рассчитывается для обогреваемого материала по формуле

$$s_{lim} = \sqrt{((3600 \cdot t_{i,max} \cdot \rho_1 \cdot c_1) / b_1)}, \quad (A.4)$$

где t_{max} — определяется по формуле (A.7);

— если $s_1 > s_{lim}$, то $b = b_1$; (A.4a)

— если $s_1 < s_{lim}$, то $b = \frac{s_1}{s_{lim}} b_1 + \left(1 - \frac{s_1}{s_{lim}}\right) b_2$, (A.4b)

здесь s_i — толщина слоя i ;

$$b_i = \sqrt{\rho_i c_i \lambda_i},$$

ρ_i — плотность материала слоя i ;

c_i — удельная теплоемкость материала слоя i ;

λ_i — коэффициент теплопроводности материала слоя i ;

индекс 1 — слой, непосредственно подверженный воздействию пожара, индекс 2 — следующий слой и т. д.

(6) Для учета различия коэффициентов $b = \sqrt{\rho c \lambda}$ для стен, потолков и полов применяется формула

$$b = \frac{A_j}{b_j} \quad (A.5)$$

где A_j — площадь поверхности ограждения j без учета проемов;

b_j — теплопоглощающая способность поверхности ограждения j согласно формулам (A.3) и (A.4).

(7) Максимальная температура θ_{max} на стадии нагрева достигается при $t^* = t^*_{max}$:

$$t^*_{max} = t_{max} \cdot \Gamma; \quad (A.6)$$

$$t_{max} = \max \{(0,2 \cdot 10^{-3} \cdot q_{t,d}/O); t_{lim}\}, \quad (A.7)$$

где $q_{t,d}$ — расчетная удельная пожарная нагрузка, приведенная к суммарной площади A_t поверхности ограждений, МДж·м⁻², определяется по формуле

$$q_{t,d} = q_{f,d} \cdot A_f / A_t.$$

Должны соблюдаться следующие пределы: $50 < q_{t,d} < 1000$, МДж·м⁻²,

где $q_{f,d}$ — расчетная удельная пожарная нагрузка, приведенная к суммарной площади пола A_f , МДж·м⁻² (Приложение Е);

t_{lim} — время достижения максимальной температуры для пожаров, регулируемых пожарной нагрузкой, ч, принимается по (10).

ПРИМЕЧАНИЕ — Время t_{max} , соответствующее максимальной температуре пожара в помещении, принимается для пожаров, регулируемых пожарной нагрузкой, равным t_{lim} . Пожар регулируется вентиляцией, если $t_{lim} = 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot q_{t,d} / O$.

(8) Если $t_{max} = t_{lim}$, то t^* , ч, в формуле (А.1) заменяется на:

$$t^* = t \cdot \Gamma_{lim}; \quad (A.2b)$$

$$(A.8)$$

$$\text{где } O_{lim} = 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot q_{t,d} / t_{lim}. \quad (A.9)$$

(9) Если $O > 0,04$, $q_{t,d} < 75$ и $b < 1160$, то Γ_{lim} в формуле (А.8) необходимо умножать на k :

$$k = 1 + \left(\frac{O - 0,04}{0,04} \right) \cdot \left(\frac{q_{t,d} - 75}{75} \right) \cdot \left(\frac{1160 - b}{1160} \right). \quad (A.10)$$

(10) Время достижения максимальной температуры пожара, регулируемого пожарной нагрузкой, принимается:

— $t_{lim} = 25$ мин — для медленного развития пожара;

— $t_{lim} = 20$ мин — для среднего развития пожара;

— $t_{lim} = 15$ мин — для быстрого развития пожара.

ПРИМЕЧАНИЕ — Рекомендации по выбору скорости развития пожара приведены в таблице Е.5 (Приложение Е).

(11) Температурный режим на стадии охлаждения определяется по формулам:

$$\Theta_g = \Theta_{max} - 625 \cdot (t^* - t^*_{max} x), \quad \text{если } t^*_{max} < 0,5; \quad (A.11a)$$

$$\Theta_g = \Theta_{max} - 250 \cdot (3 - t^*_{max}) \cdot (t^* - t^*_{max} x), \quad \text{если } 0,5 < t^*_{max} < 2; \quad (A.11b)$$

$$\Theta_g = \Theta_{max} - 250 \cdot (t^* - t^*_{max} x), \quad \text{если } t^*_{max} > 2, \quad (A.11c)$$

где t^* — определяется по формуле (А.2а);

$$t_{\max}^* = (0,2 \cdot 10^{-3} \cdot q_{t,d}/O) \cdot \Gamma; \quad (\text{A.12})$$

$x = 1$, если $t_{\max} > t_{\lim}$, или

$x = t_{\lim} \cdot \Gamma / t_{\max}^*$, если $t_{\max} = t_{\lim}$.

Приложение В

(справочное)

Тепловые воздействия на наружные элементы конструкции — упрощенный метод расчета

В.1 Область применения

(1) Данный метод позволяет определить:

- максимальную температуру в помещении пожара;
- размеры и температуру пламени из проемов;
- параметры излучения и конвекции.

(2) Метод рассматривает установившиеся условия для различных параметров и применим только для пожарной нагрузки $q_{f,d} > 200 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$.

В.2 Условия применения

(1) Если в рассматриваемом помещении более одного окна, используются приведенная по площади высота окон h_{eq} , суммарная площадь вертикальных проемов A_v и суммарная ширина окон на всех стенах ($w_t = \sum w_i$).

(2) Если только одна стена 1 имеет окна, то отношение D/W определяется по формуле

$$D/W = \frac{W_2}{w_t}. \quad (\text{В.1})$$

(3) Если несколько стен имеют окна, то отношение D/W определяется по формуле

$$D/W = \frac{W_2}{W_1} \cdot \frac{A_{v1}}{A_v}, \quad (\text{В.2})$$

где W_1 — ширина стены 1 с максимальной площадью окон;

A_{v1} — сумма площадей окон стены 1;

W_2 — ширина стены, перпендикулярной стене 1, в помещении с очагом пожара.

(4) Если очаг пожара меньше площади помещения, то отношение D/W при соблюдении пределов, указанных в (7), определяется по формуле

$$D/W = \frac{(W_2 \cdot L_c)}{(W_1 \cdot W_c)} \cdot \frac{A_{v1}}{A_v}, \quad (\text{В.3})$$

где L_c , W_c — длина и ширина очага, соответственно;

W_1 , W_2 — длина и ширина помещения, соответственно.

(5) Все части наружной стены, не соответствующие требуемой огнестойкости (REI), рассматриваются как окна.

(6) Суммарная площадь окон в наружной стене принимается равной:

— общей площади согласно (5), если она меньше 50% площади соответствующей наружной стены помещения;

— сначала - общей площади окон, затем - 50% площади соответствующей наружной стены, если площадь окон согласно (5) превышает 50% площади соответствующей наружной стены. Обе указанные ситуации учитываются в расчете. Если расчет производится для 50% площади наружной стены, то положение и геометрия проемов выбираются для наиболее неблагоприятного случая.

(7) Размеры помещения не должны превышать 70 м по длине, 18 м — по ширине и 5 м — по высоте.

(8) Температура пламени принимается усредненной по его ширине и толщине.

В.3 Воздействия ветра

В.3.1 Режим вентиляции

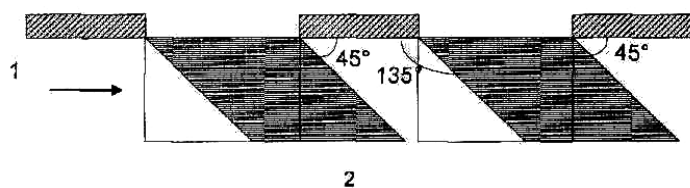
1(Р) Если на противоположных сторонах помещения имеются окна или воздух дополнительно поступает к пожару от других источников (иных, чем окна), то расчет выполняется с учетом принудительной вентиляции.

В.3.2 Отклонение пламени ветром

(1) Расчет производится для двух случаев выхода пламени из проемов (рисунок В.1):

— перпендикулярно к фасаду;

— с отклонением 45° к фасаду вследствие воздействия ветра.



1 — ветер; 2 — горизонтальная проекция

Рисунок В.1 — Отклонение пламени ветром

В.4 Характеристики пожара и пламени

В.4.1 Естественная вентиляция при безветрии

(1) Мощность теплового потока пожара определяется по формуле

$$Q = \min \left\{ \frac{A_f \cdot q_{f,d}}{\tau_F}; 3,15 \cdot \left(1 - e^{\frac{-0,036}{O}} \right) \cdot A_v \cdot \left(\frac{h_{eq}}{D/W} \right)^{\frac{1}{2}} \right\}, \text{ МВт.} \quad (\text{B.4})$$

(2) Температура в помещении определяется по формуле

$$T_f = 6000(1 - e^{-0,1/Q}) \cdot O^{1/2} (1 - e^{0,00286U}) + T_0 \quad (\text{B.5})$$

(3) Высота пламени (рисунок В.2) определяется по формуле

$$L_L = \max \left\{ 0; h_{eq} \cdot \left(2,37 \cdot \left(\frac{Q}{A_v \rho_g \sqrt{h_{eq} g}} \right)^{\frac{2}{3}} \right) - 1 \right\}. \quad (\text{B.6})$$

ПРИМЕЧАНИЕ — Принимая $\rho_g = 0,45 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ и $g = 9,81 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$, формула (В.6) может быть упрощена:

$$L_L = 1,9 \cdot \left(\frac{Q}{w_t} \right)^{\frac{2}{3}} - h_{eq}. \quad (\text{B.7})$$

(4) Ширина пламени принимается равной ширине окна (рисунок В.2).

(5) Длина пламени принимается равной 2/3 высоты окна: $2/3 h_{eq}$ (рисунок В.2).

(6) Горизонтальная проекция пламени принимается:

— если есть стена над окном:

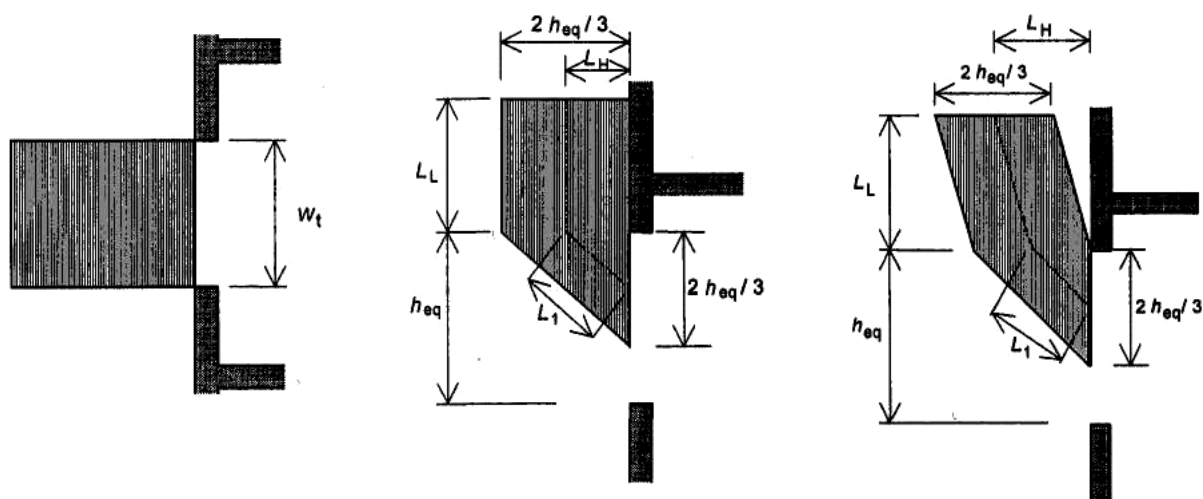
$$L_H = \frac{h_{eq}}{3}, \quad \text{если } h_{eq} \leq 1,25 w_t; \quad (\text{B.8})$$

$$L_H = 0,3 h_{eq} \cdot \left(\frac{h_{eq}}{w_t} \right)^{0,54}, \quad \text{если } h_{eq} > 1,25 w_t \text{ и расстояние до других окон } > 4 w_t; \quad (\text{B.9})$$

$$L_H = 0,454 h_{eq} \cdot \left(\frac{h_{eq}}{2w_t} \right)^{0,54} \quad \text{— в других случаях;} \quad (\text{B.10})$$

— если нет стены над окном:

$$L_H = 0,6 h_{eq} \cdot (L_L / h_{eq})^{1/3}. \quad (\text{B.11})$$



Горизонтальное поперечное сечение	Вертикальное поперечное сечение	Вертикальное поперечное сечение
$L_L = \frac{h_{eq}}{3}$	$L_1 = \sqrt{L_H^2 + \frac{h_{eq}^2}{9}} \cong \frac{h_{eq}}{2}$	$L_1 \cong \frac{h_{eq}}{3}$
	$L_f = L_L + L_1$	$L_f = \sqrt{L_L^2 + \left(L_H - \frac{h_{eq}}{3}\right)^2} + L_1$
$h_{eq} < 1,25w_t$	Стена выше	Нет стены выше или $h_{eq} > 1,25w_t$

Рисунок В.2 — Размеры пламени (естественная вентиляция)

(7) Длина пламени вдоль оси определяется по формулам:

— если $L_L > 0$:

$$L_f = L_L + \frac{h_{eq}}{2}, \quad \text{если есть стена над окном}$$

или $h_{eq} \leq 1,25w_t$; (В.12)

$$L_f = \sqrt{L_L^2 + \left(L_H - \frac{h_{eq}}{3}\right)^2} + \frac{h_{eq}}{2}, \quad \text{если нет стены над окном}$$

или $h_{eq} > 1,25w_t$; (В.13)

— если $L_L = 0$, то $L_f = 0$.

(8) Температура пламени в окне, определяется по формуле

$$T_w = 520 / (1 - 0,4725 \cdot (L_f w_t / Q)) + T_0, \text{ К}, \quad \text{(В.14)}$$

Формула (В.14) справедлива при выполнении условия $L_f w_t / Q < 1$.

(9) Степень черноты пламени в окне допускается принимать $\varepsilon_f = 1$.

(10) Температура пламени вдоль оси определяется по формуле

$$T_z = (T_w - T_0) (1 - 0,4725 \cdot (L_x w_t / Q)) + T_0, \quad K, \quad (B.15)$$

где L_x — осевое расстояние от окна до точки, для которой производится расчет.

Формула (B.15) справедлива при выполнении условия $L_x w_t / Q < 1$.

(11) Степень черноты пламени (пожара) допускается определять по формуле

$$\varepsilon_f = 1 - e^{-0,3d_f}, \quad (B.16)$$

где d_f — толщина пламени, м.

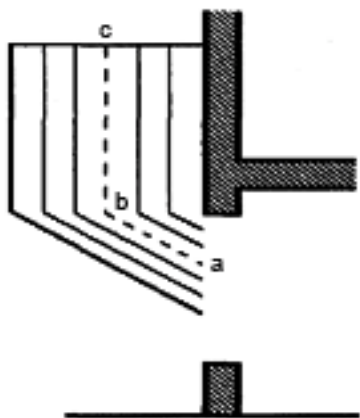
(12) Коэффициент теплоотдачи конвекцией определяется по формуле

$$\alpha_c = 4,67 \cdot (1/d_{eq})^{0,4} \cdot (Q/A_v)^{0,6}. \quad (B.17)$$

(13) Если на верхнем краю окна по всей его ширине (рисунок В.3) расположен выступ (балкон, козырек и т. д.) с горизонтальной проекцией W_a , а также, если над окном есть стена и $h_{eq} \leq 1,25$, высота и горизонтальная проекция пламени должны пересчитываться следующим образом:

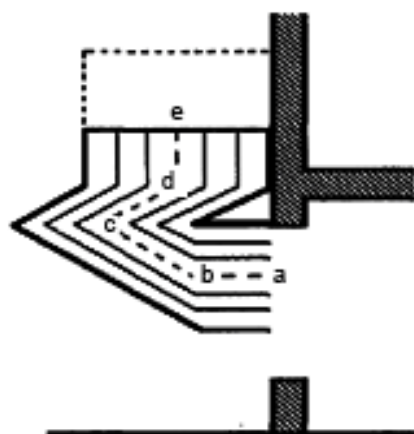
— высота пламени L_L , определенная в соответствии с (3), уменьшается на $W_a \cdot (1 + \sqrt{2})$;

— горизонтальная проекция пламени L_H , определенная в соответствии с (6), увеличивается на W_a .



Вертикальное поперечное сечение

$$a \ b \ c = L_f$$



Вертикальное поперечное сечение

$$a \ b \ c \ d \ e = L_f \text{ и } w_a = a \ b$$

Рисунок В.3 — Отклонение пламени

(14) Если на верхнем краю окна по всей его ширине (рисунок В.3) расположен выступ (балкон, козырек и т. д.) с горизонтальной проекцией W_a , а также, если над окном нет стены или $h_{eq} > 1,25w_t$, высота и горизонтальная проекция пламени должны пересчитываться следующим образом:

— высота пламени L_L , определенная в соответствии с (3), уменьшается на W_a ;

— горизонтальная проекция пламени L_H , определенная в соответствии с (6), увеличивается на W_a .

В.4.2 Принудительная вентиляция

(1) Мощность теплового потока пожара, МВт, определяется по формуле

$$Q = \frac{A_f \cdot q_{f,d}}{\tau_F}. \quad (B.18)$$

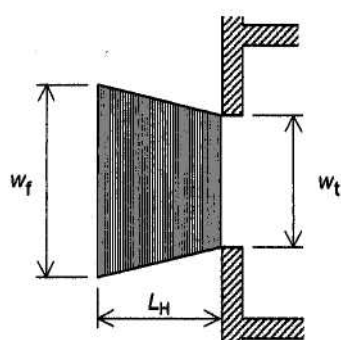
(2) Температура в помещении определяется по формуле

$$T_f = 1200 \cdot \frac{A_f \cdot q_{f,d}}{17,5 - e^{-0,00228\Omega}} + T_0. \quad (B.19)$$

(3) Высота пламени (рисунок В.4) определяется по формуле

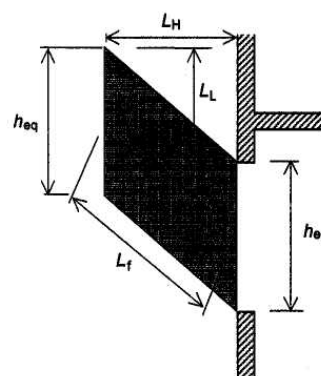
$$L_L = \left(1,366 \left(\frac{1}{u} \right)^{0,43} \cdot \frac{Q}{\sqrt{A_v}} \right) - h_{eq}. \quad (B.20)$$

ПРИМЕЧАНИЕ — Принимая $u = 6$ м/с, формула (B.20) может быть упрощена:
 $L_L \approx 0,628Q/A_v^{1/2} - h_{eq}$.



Горизонтальное поперечное сечение

$$w_f = w_t + 0,4L_H$$



Вертикальное поперечное сечение

$$L_f = \sqrt{L_L^2 + L_H^2}$$

Рисунок В.4 — Размеры пламени (сквозная или принудительная вентиляция)

(4) Горизонтальная проекция пламени определяется по формуле

$$L_H = 0,605 \cdot (u^2/h_{eq})^{0,22} \cdot (L_L + h_{eq}). \quad (B.21)$$

ПРИМЕЧАНИЕ — Принимая $u = 6$ м/с, формула (В.21) может быть упрощена:
 $L_H = 1,33 \cdot (L_L + h_{eq}) / h_{eq}^{0,22}$.

(5) Ширина пламени определяется по формуле

$$w_f = w_t + 0,4L_H. \quad (\text{В.22})$$

(6) Длина пламени вдоль оси определяется по формуле

$$L_f = (L_L^2 + L_H^2)^{1/2}. \quad (\text{В.23})$$

(7) Температура пламени в окне определяется по формуле

$$T_w = 520 / (1 - 0,3325L_f \cdot (A_v)^{1/2}/Q) + T_0, \quad \text{К}. \quad (\text{В.24})$$

Формула (В.24) справедлива при выполнении условия $L_f \cdot (A_v)^{1/2}/Q < 1$.

(8) Степень черноты пламени в окне допускается принимать $\varepsilon_f = 1$.

(9) Температура пламени вдоль оси определяется по формуле

$$T_z = \left(1 - 0,3325 \cdot \frac{L_x \sqrt{A_v}}{Q} \right) \cdot (T_w - T_0) + T_0, \quad \text{К}, \quad (\text{В.25})$$

где L_x — осевое расстояние от окна до точки, для которой производится расчет.

(10) Степень черноты пламени (пожара) допускается определять по формуле

$$\varepsilon_f = 1 - e^{-0,3d_f}, \quad (\text{В.26})$$

где d_f — толщина пламени, м.

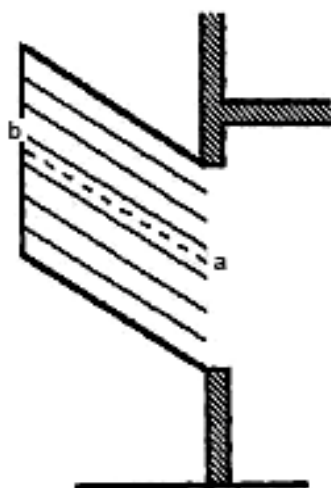
(11) Коэффициент теплоотдачи конвекцией определяется по формуле

$$\alpha_c = 9,8 \cdot \left(\frac{1}{d_{eq}} \right)^{0,4} \cdot \left(\frac{Q}{17,5A_v} + \frac{u}{1,6} \right)^{0,6}. \quad (\text{В.27})$$

ПРИМЕЧАНИЕ — Принимая $u = 6$ м/с, формула (В.27) может быть упрощена:

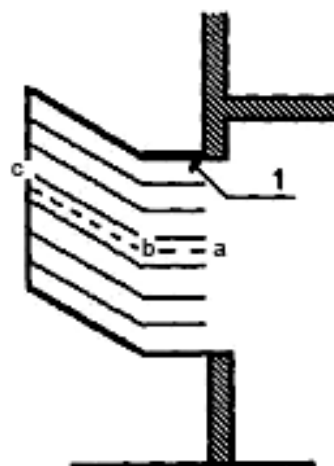
$$\alpha_c = 9,8 \cdot \left(\frac{1}{d_{eq}} \right)^{0,4} \cdot \left(\frac{Q}{17,5A_v} + 3,75 \right)^{0,6}.$$

(12) Траектория пламени после горизонтального отклонения под влиянием выступов (балконов, козырьков и т. д.) (рисунок В.5) не изменяется, пламя сдвигается на глубину выступа, причем его длина L_f не изменяется.



Горизонтальное сечение

$$a \cdot b = L_f$$



Вертикальное сечение

$$a \cdot b \cdot c = L_f$$

1 — выступ (балкон, козырек и т. д.)

Рисунок В.5 — Отклонение пламени

В.5 Угловой коэффициент облученности

(1) Общий угловой коэффициент облученности элемента конструкции путем теплопередачи излучением от проема определяется по формуле

$$\Phi_f = \frac{(C_1 \Phi_{f,1} + C_2 \Phi_{f,2}) \cdot d_1 + (C_3 \Phi_{f,3} + C_4 \Phi_{f,4}) \cdot d_2}{(C_1 + C_2) \cdot d_1 + (C_3 + C_4) \cdot d_2}, \quad (\text{В.28})$$

где Φ_i — угловой коэффициент облученности поверхности элемента конструкции i к проему (см. Приложение Г);

d_i — размер поперечного сечения поверхности конструкции i ;

C_i — коэффициент защиты (экранирования) поверхности конструкции i ; $C_i = 0$ — для защищенной поверхности элемента; $C_i = 1$ — для незащищенной поверхности элемента.

(2) Угловой коэффициент облученности $\Phi_{f,i}$ невидимой из проема поверхности конструкции принимается равным нулю.

(3) Общий угловой коэффициент облученности конструкции для теплопередачи излучением от пламени Φ_z определяется по формуле

$$\Phi_z = \frac{(C_1 \Phi_{z,1} + C_2 \Phi_{z,2}) \cdot d_1 + (C_3 \Phi_{z,3} + C_4 \Phi_{z,4}) \cdot d_2}{(C_1 + C_2) \cdot d_1 + (C_3 + C_4) \cdot d_2}, \quad (\text{В.29})$$

где $\Phi_{z,i}$ — угловой коэффициент облученности конструкции i для теплопередачи излучением от пламени (см. Приложение Г).

(4) Угловой коэффициент облученности $\Phi_{z,i}$ отдельных сторон элемента конструкции для теплопередачи излучением от пламени может основываться на эквивалентных прямоугольных размерах пламени. Размеры и положение эквивалентных прямоугольников, отображающих фронтальный и боковые виды пламени, определяются согласно Приложению G. Для других целей размеры пламени определяются по В.4.

Приложение С

(справочное)

Локальные пожары

(1) Тепловые воздействия локальных пожаров допускается оценивать с использованием данного Приложения. При этом должно учитываться отношение высоты пламени к высоте помещения.

(2) Тепловой поток от локального пожара к элементам конструкций определяется по формуле (3.1), угловой коэффициент облученности определяется согласно Приложению Г.

(3) Длина пламени L_f , м, локального пожара (рисунок С.1) определяется по формуле

$$L_f = -1,02D + 0,0148Q^{2/5}. \quad (C.1)$$

(4) Если пламя не достигает потолка ($L_f < H$; рисунок С.1) или пожар происходит на открытом пространстве, температура $\theta_{(z)}$, °С, вдоль вертикальной оси пламени определяется по формуле

$$\theta_{(z)} = 20 + 0,25Q_c^{2/3} \cdot (z - z_0)^{-5/3} \leq 900, \quad (C.2)$$

где D — диаметр пламени, м (рисунок С.1);

Q — мощность теплового потока пожара, Вт, согласно Е.4;

Q_c — конвективная доля мощности теплового потока, Вт, по умолчанию $Q_c = 0,8Q$;

z — высота вдоль оси пламени, м (рисунок С.1);

H — расстояние между очагом пожара и потолком, м (рисунок С.1).

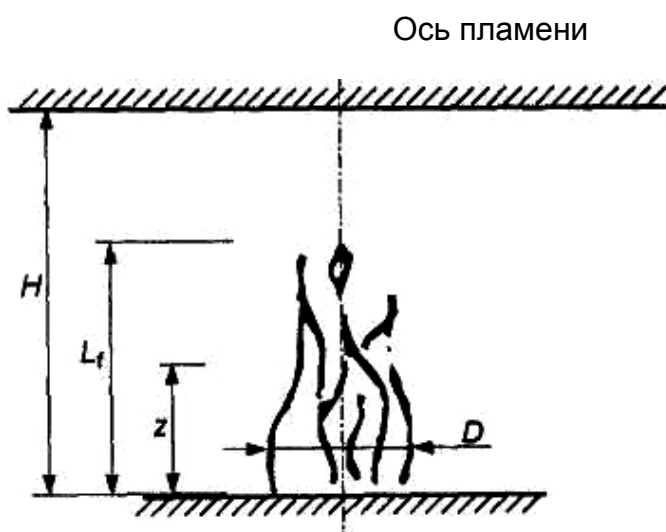


Рисунок С.1 — Локальный пожар ($L_f < H$)

(5) Виртуальная начальная координата z_0 , м, определяется по формуле

$$z_0 = -1,02D + 0,00524Q^{2/5}. \quad (\text{С.3})$$

(6) Если пламя достигает потолка ($L_f \geq H$; рисунок С.2), удельный тепловой поток \dot{h} , Вт·м⁻², на обогреваемую поверхность на уровне потолка составляет:

$$\begin{aligned} \dot{h} &= 100000, & \text{если } y \leq 0,3; \\ \dot{h} &= 136300 - 121000y, & \text{если } 0,3 < y < 1; \\ \dot{h} &= 15000y^{-3,7}, & \text{если } y \geq 1, \end{aligned} \quad (\text{С.4})$$

где y — безразмерный коэффициент, определяемый по формуле

$$y = \frac{r + H + z'}{L_h + H + z'},$$

здесь r — горизонтальное расстояние, между вертикальной осью пламени и местом на потолке, для которого рассчитывается тепловой поток, м (рисунок С.2);

H — высота помещения, м (рисунок С.2).

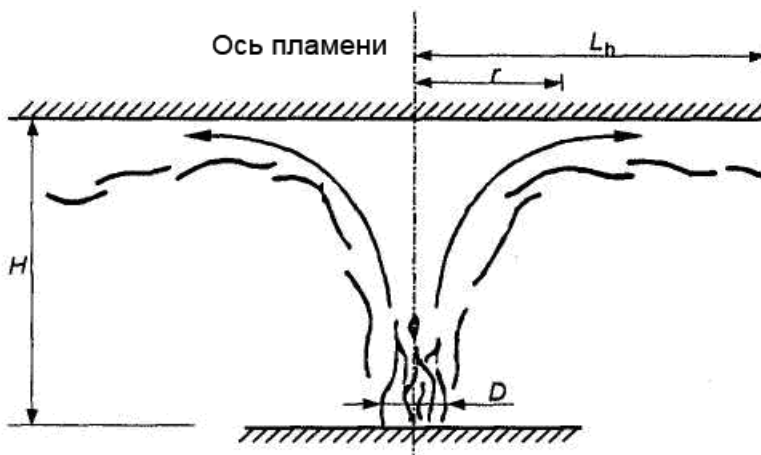


Рисунок С.2 — Локальный пожар

(7) Горизонтальная длина пламени L_h , м, (рисунок С.2) определяется по формуле

$$L_h = (2,9H \cdot (Q_H^*)^{0,33}) - H. \quad (\text{С.5})$$

(8) Безразмерная мощность теплового потока Q_H^* определяется по формуле

$$Q_H^* = Q / (1,11 \cdot 10^6 \cdot H^{2,5}). \quad (\text{С.6})$$

(9) Вертикальное положение виртуального очага пожара z' , м, определяется по формуле

$$z' = 2,4D \cdot (Q_D^{*2/5} - Q_D^{*2/3}), \text{ если } Q_D^* < 1; \quad (C.7)$$

$$z' = 2,4D \cdot (1 - Q_D^{*2/5}), \quad \text{если } Q_D^* \geq 1;$$

$$Q_D^* = Q / (1,11 \cdot 10^6 \cdot D^{2,5}). \quad (C.8)$$

(10) Результирующий тепловой поток \dot{h}_{net} на обогреваемую поверхность на уровне потолка определяется по формуле

$$\dot{h}_{net} = \dot{h} - \alpha_c \cdot (\theta_m - 20) - \Phi \varepsilon_m \sigma \cdot [(\theta_m + 273)^4 - (293)^4], \quad (C.9)$$

где используемые коэффициенты определяются по формулам (3.2), (3.3) и (C.4).

(11) Правила, указанные в (3) – (10), справедливы при выполнении следующих условий:

— диаметр пожара $D \leq 10$ м;

— мощность теплового потока пожара $Q \leq 50$ МВт.

(12) При наличии нескольких распределенных локальных пожаров формулу (C.4) допускается использовать для получения различных отдельных удельных тепловых потоков ($\dot{h}_1, \dot{h}_2 \dots$) на обогреваемую поверхность на уровне потолка. Общий удельный тепловой поток, Вт \cdot м⁻², определяется по формуле

$$\dot{h}_{tot} = \dot{h}_1 + \dot{h}_2 \dots \leq 100000. \quad (C.10)$$

Приложение D

(справочное)

Модели реальных пожаров

D.1 Однозонные модели

(1) Однозонная модель используется для объемных пожаров. В помещении принимается равномерное распределение температуры, плотности, внутренней энергии и давления среды (газов).

(2) При расчете температуры учитываются:

— анализ уравнений баланса массы и энергии;

— массовый обмен через проемы и массовая скорость выгорания;

— энергетический обмен между пожаром, внутренней средой (газами), стенами и проемами.

(3) Закон состояния идеального газа применяется в следующем виде:

$$P_{\text{int}} = \rho_g R T_g, \text{ Па.} \quad (\text{D.1})$$

(4) Уравнение баланса массы выражается зависимостью:

$$\frac{dm}{dt} = \dot{m}_{\text{in}} - \dot{m}_{\text{out}} + \dot{m}_{\text{fi}}, \quad (\text{D.2})$$

где dm/dt — изменение массы газов в помещении при пожаре, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$;

\dot{m}_{out} — расход потоков, выходящих через проемы;

\dot{m}_{in} — расход потоков, входящих через проемы;

\dot{m}_{fi} — массовая скорость выгорания пожарной нагрузки.

(5) Изменением массы газов и массовой скоростью выгорания пожарной нагрузки можно пренебречь. Тогда формула (D.2) примет вид:

$$\dot{m}_{\text{in}} = \dot{m}_{\text{out}}. \quad (\text{D.3})$$

Данный массовый поток может быть рассчитан, основываясь на постоянном давлении вследствие разницы плотности, обусловленной разницей температур в помещении пожара и окружающей среды соответственно.

(6) Энергетический баланс при пожаре в помещении выражается зависимостью

$$\frac{dE_g}{dt} = Q - Q_{\text{out}} + Q_{\text{in}} - Q_{\text{wall}} - Q_{\text{rad}}, \text{ Вт,} \quad (\text{D.4})$$

где E_g — внутренняя энергия газов, Дж;

Q — мощность теплового потока пожара, Вт;

$$Q_{\text{out}} = \dot{m}_{\text{out}} c T_f;$$

$$Q_{\text{in}} = \dot{m}_{\text{in}} c T_f;$$

$Q_{\text{wall}} = (A_t - A_{h,v}) \cdot \dot{h}_{\text{net}}$ — мощность теплового потока, передаваемого посредством излучения и конвекции на поверхности помещения;

$Q_{\text{rad}} = A_{h,v} \sigma T_f^4$ — мощность теплового потока, исходящего через проемы излучением;

c — удельная теплоемкость, Дж·кг⁻¹К⁻¹;

\dot{h}_{net} — результирующий удельный тепловой поток, определяемый по формуле (3.1);

\dot{m} — расход потока, кг · с⁻¹;

T — температура, К.

D.2 Двухзонные модели

(1) Основным предположением двухзонной модели является наличие под потолком слоя, который аккумулирует продукты сгорания и обладает горизонтальной граничной поверхностью. Определены следующие зоны: верхний слой, нижний слой, пожар и его пламя, окружающая среда и стены.

(2) Для верхнего слоя принимаются усредненные характеристики среды (газов).

(3) Между указанными зонами рассчитывается обмен массы, энергии и химических веществ.

(4) Для помещения с равномерно распределенной пожарной нагрузкой двухзонная модель преобразуется в однозонную в одном из следующих случаев:

— температура газов в верхнем слое больше чем 500 °С;

— толщина верхнего слоя достигает 80% высоты помещения.

D.3 Вычислительные газодинамические модели (полевые модели)

(1) Полевые модели используются для численного решения дифференциальных уравнений в частных производных, позволяющих определить изменение термодинамических и аэродинамических переменных во всех точках помещения.

ПРИМЕЧАНИЕ — Полевые модели используются для расчета на основании фундаментальных уравнений газодинамики систем, включающих газодинамические потоки, теплообмен и связанные с этим явления. Эти уравнения являются математическим формулированием законов сохранения:

— массы;

— импульса сил для газа (второй закон Ньютона);

— скорость изменения энергии равна сумме скорости увеличения тепла и скорости изменения работы части потока (первый закон термодинамики).

Приложение Е

(справочное)

Удельная пожарная нагрузка

Е.1 Общие положения

(1) Величина удельной пожарной нагрузки, используемая в расчетах, должна основываться на измерениях, или на требованиях национальных норм по огнестойкости.

(2) Расчетная удельная пожарная нагрузка определяется одним из следующих способов:

— по национальной классификации помещений по пожарной нагрузке;

— индивидуально для отдельного проекта путем проведения обследования пожарных нагрузок.

(3) Расчетная удельная пожарная нагрузка $q_{f,d}$, МДж · м⁻², определяется по формуле

$$q_{f,d} = q_{f,k} m \delta_{q1} \delta_{q2} \delta_n \quad (\text{Е.1})$$

где m коэффициент полноты сгорания (таблица Е.3);

δ_{q1} коэффициент учета риска возникновения пожара в зависимости от размеров помещения (таблица Е.1);

δ_{q2} коэффициент учета риска возникновения пожара в зависимости от назначения здания (таблица Е.1)

$\delta_n = \prod_{i=1}^{10}$ коэффициент, учитывающий наличие различных i -х активных противопожарных мероприятий (спринклирования, извещателей, автоматической пожарной сигнализации, пожарной охраны ...). Эти мероприятия, как правило, направлены на защиту жизни людей (таблица Е.2 и (4), (5));

$q_{f,k}$ нормативная удельная пожарная нагрузка, приведенная к площади пола, МДж/м⁻² (таблица Е.4).

Таблица Е.1 — Коэффициенты δ_{q1} , δ_{q2}

Площадь пола A_f , m^2	Опасность возникновения пожара δ_{q1}	Опасность возникновения пожара δ_{q2}	Примеры зданий (помещений) по назначению
25	1,1	0,78	Художественная галерея, музей, бассейн
250	1,5	1	Офис, жилое здание, гостиница, производство бумаги
2500	1,9	1,22	Машиностроительное производство
5000	2	1,44	Химическая лаборатория, художественные мастерские
10 000	2,13	1,66	Производство фейерверков или красок

Таблица Е.2 — Коэффициенты δ_{ni}

Мероприятия активной пожарной защиты										
Автоматические установки пожаротушения				Автоматическая пожарная сигнализация			Неавтоматическое тушение пожара			
Автоматическое водяное пожаротушение	Независимое противопожарное водоснабжение			Автоматическая индикация и сигнализация о пожаре			Объектовое пожарное подразделение	Необъектовое пожарное подразделение	Безопасные пути дос тупа	Устройства тушения пожара
	0	1	2	Тепловые извещатели	Дымовые извещатели	Сигнал в пожарную часть				
δ_{n1}	δ_{n2}			δ_{n3}	δ_{n4}	δ_{n5}	δ_{n6}	δ_{n7}	δ_{n8}	δ_{n9}
0,61	1,0	0,87	0,7	0,87	0,73	0,87	0,61 или 0,78		0,9 или 1 или 1,5	1 или 1,5

(4) Для обычных мероприятий противопожарной защиты, которые почти всегда должны быть в наличии: безопасные пути доступа, устройства для тушения пожара и системы дымоудаления в лестничных клетках — значение δ_{ni} по таблице Е.2 прини-

мается равным 1. При их отсутствии соответствующие значения δ_{ni} принимаются равными 1,5.

(5) Если в лестничные клетки при пожаре предусмотрена подача наружного воздуха с созданием избыточного давления, то коэффициент δ_{n8} по таблице Е.2 принимается 0,9.

(6) Указанные положения основаны на предположении соответствия требованиям соответствующих европейских стандартов для систем автоматического пожаротушения, сигнализации, оповещения и дымоудаления, смотри также 1.3. Однако локальные обстоятельства могут влиять на значения величин, приведенные в таблице Е.2. За справками рекомендуется обращаться в CEN/TC 250/SC 1 N 300A.

Е.2 Определение удельной пожарной нагрузки

Е.2.1 Общие положения

(1) Пожарная нагрузка должна включать все горючее содержимое здания и горючие части конструкций, включая облицовки и отделки. Не учитываются горючие части конструкций, которые во время пожара остаются не обугленными.

(2) Удельная пожарная нагрузка определяется одним из следующих способов:

— согласно классификации помещений по пожарной нагрузке (см. Е.2.5);

— индивидуально для определенного проекта (см. Е.2.6).

(3) При определении величины удельной пожарной нагрузки на основе классификации помещений по пожарной нагрузке, ее величина устанавливается как:

— пожарные нагрузки, соответствующие классификации помещений;

— конструктивную пожарную нагрузку, включающую горючие конструктивные элементы, облицовку и отделку, которая, как правило, не включается в пожарную нагрузку, классифицирующую помещения, а затем устанавливают в соответствии со следующими положениями.

Е.2.2 Порядок определения величины пожарной нагрузки

(1) Нормативная пожарная нагрузка, МДж, определяется по формуле

$$Q_{fi,k} = \sum M_{ki} H_{ui} \psi_i = \sum Q_{fi,k,l}, \quad (E.2)$$

где $M_{k,i}$ — масса i -го горючего материала, кг, согласно Е.2.2(3) и Е.2.2(4);

H_{ui} — низшая теплота сгорания i -го материала, МДж·кг⁻¹ (см. Е.2.4);

ψ_i — коэффициент защищенности i -й пожарной нагрузки (см. Е.2.3).

(2) Нормативная удельная пожарная нагрузка $q_{f,k}$, МДж · м⁻², определяется по формуле

$$q_{f,k} = Q_{fi,k}/A, \quad (E.3)$$

где A — площадь пола A_f или площадь внутренних поверхностей A_t помещения; соответственно различают $q_{f,k}$ и $q_{t,k}$.

(3) Постоянные пожарные нагрузки, для которых предполагается, что они не изменяются в течение срока службы строительной конструкции, определяются путем сбора экспертных данных.

(4) Переменные пожарные нагрузки, для которых предполагается, что они изменяются в течение срока службы строительной конструкции, должны учитываться значениями, которые, как ожидается, не будут превышены в течение 80 % рассматриваемого интервала времени.

Е.2.3 Защищенная пожарная нагрузка

(1) Пожарную нагрузку между защитными слоями, которые запроектированы таким образом, чтобы выдержать воздействие пожара, учитывать не следует.

(2) Пожарную нагрузку, расположенную между негорючими защитными слоями, которые не предназначены специально для сопротивления воздействию пожара, но которые сохраняются целыми в течение воздействия пожара, следует учитывать следующим образом:

- наибольшую из пожарных нагрузок, указанных в Е.2.1(2) и только 10 % защищенной пожарной нагрузки следует принимать с коэффициентом $\beta_i = 1,0$;

- если этой пожарной нагрузки вместе с незащищенной пожарной нагрузкой не достаточно, чтобы нагреть остальную защищенную пожарную нагрузку выше температуры ее воспламенения, тогда защищенная пожарная нагрузка может быть принята с коэффициентом $\beta_i = 0,0$.

Иначе, величина коэффициента β_i должен быть оценена индивидуально.

Е.2.4 Низшая теплота сгорания

(1) Низшая теплота сгорания определяется согласно EN ISO 1716:2002.

(2) Влажность материалов, $\text{МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, определяется по формуле:

$$H_u = H_{u0} \cdot (1 - 0,01u) - 0,025u, \quad (E.4)$$

где u — влажность, выраженная в процентах относительно сухого веса;

H_{u0} — низшая теплота сгорания сухого материала.

(3) Низшая теплота сгорания некоторых твердых материалов, жидкостей и газов приведена в таблице Е.3.

Таблица Е.3 — Низшая теплота сгорания горючих материалов H_u , МДж · кг⁻¹, для расчета пожарной нагрузки

Наименование горючего материала	Низшая теплота сгорания H_u , МДж · кг ⁻¹
Твердые материалы	
Древесина	17,5
Другие целлюлозные материалы: одежда пробка хлопок бумага, картон шелк солома шерсть	20
Углероды: антрацит древесный уголь каменный уголь	30
Химические вещества	
Предельные углеводороды: метан этан пропан бутан	50
Олефины (непредельные углеводороды): этилен пропилен бутен	45

Ароматические вещества: бензол толуол	40
Спирты: метанол этанол	30
Топливо: бензин, керосин дизельное топливо	45
Чистые углеводородные пластмассы: полиэтилен полистирол полипропилен	40
Другие продукты	
ABS (пластик)	35
Полиэстер (пластик)	30
Полиизоцианат и полиуретан (пластик)	25
Поливинилхлорид, PVC (пластик)	20
Битум, асфальт	40
Кожа	20
Линолеум	20
Шинная резина	30
ПРИМЕЧАНИЕ — Значения, приведенные в таблице, не применимы для определения энергетического содержания топлива.	

Е.2.5 Классификация помещений по пожарной нагрузке

(1) Нормативные значения удельной пожарной нагрузки, $q_{f,k}$, МДж · м⁻² в зависимости от назначения помещений (зданий), приведены в таблице Е.4.

Таблица Е.4 — Удельная пожарная нагрузка $q_{f,k}$, МДж · м⁻², для помещений различного назначения

Назначение помещения (здания)	Среднее значение	Квантиль 80%
Жилые помещения	780	948
Больница (комнаты)	230	280
Гостиница (комнаты)	310	377
Библиотека	1500	1824
Офис	420	511
Школа (классные комнаты)	285	347
Торговый центр	600	730
Театр (кинотеатр)	300	365
Вокзал (пространство для пассажиров)	100	122
ПРИМЕЧАНИЕ — Предполагается 80% квантиль распределения Гумбеля.		

(2) Приведенные в таблице Е.4 значения удельной пожарной нагрузки $q_{f,k}$ действительны при $\delta_{q2} = 1$ (таблица Е.1).

(3) Приведенная в таблице Е.4 пожарная нагрузка действительна для зданий (помещений) в соответствии с их назначением. Конкретные помещения рассматриваются согласно Е.2.2.

(4) Конструктивная пожарная нагрузка (конструкции, облицовки и отделка) определяется согласно Е.2.2 и, если требуется, суммируется к пожарным нагрузкам согласно Е.2.5(1).

Е.2.6 Индивидуальная оценка удельной пожарной нагрузки

(1) При отсутствии установленной классификации удельная пожарная нагрузка определяется индивидуально для отдельного проекта путем сбора данных для помещений конкретного назначения.

(2) При определении пожарных нагрузок и их расположения должны учитываться назначение помещения, применяемое оборудование и мебель, их возможные изменения в течение времени, неблагоприятные воздействия, а также возможное изменение назначения помещения.

(3) Сбор данных о пожарных нагрузках, по возможности, следует проводить на существующем сопоставимом проекте, что позволяет обосновать различия с существующим проектом.

Е.3 Характеристики горения

(1) Характеристики горения должны учитываться в зависимости от назначения помещения и типа пожарной нагрузки.

(2) Для материалов, преимущественно содержащих целлюлозу, коэффициент полноты сгорания устанавливается $m = 0,8$.

Е.4 Мощность теплового потока

(1) Стадия развития пожара определяется по формуле:

$$Q = 10^6 \cdot \left(\frac{t}{t_\alpha} \right)^2, \quad (\text{Е.5})$$

где Q — мощность теплового потока, Вт;

t — время, с;

t_α — время, необходимое для достижения мощности теплового потока 1 МВт.

(2) Параметр t_α и максимальная мощность теплового потока RHR_f для помещений различного назначения приведены в таблице Е.5.

(3) Значения скорости развития пожара и RHR_f , приведенные в таблице Е.5, действительны при $\delta_{q2} = 1$ (таблица Е.1).

(4) При экстремально быстром развитии пожара t_α допускается принимать до 75 с.

(5) Стадия развития ограничивается горизонтальным участком на диаграмме, который соответствует установившемуся состоянию, определяемому по формуле

$$Q = RHR_f \cdot A_{fi},$$

где A_{fi} — максимальная площадь пожара м^2 , соответствующая площади помещения при равномерном распределении пожарной нагрузки, однако при локальном пожаре может быть меньше;

RHR_f — максимальная мощность теплового потока пожара, приведенная к 1 м^2 площади, для пожара, регулируемого пожарной нагрузкой, $\text{кВт} \cdot \text{м}^2$ (см. таблицу Е.5).

Таблица Е.5 — Скорость развития пожара и RHR_f для помещений различного назначения

Максимальная мощность теплового потока RHR_f			
Назначение помещения	Скорость развития пожара	t_a , с	RHR_f , кВт · м ⁻²
Жилые помещения	Средняя	300	250
Больница (комнаты)	Средняя	300	250
Гостиница (комнаты)	Средняя	300	250
Библиотека	Быстрая	150	500
Офис	Средняя	300	250
Школа (классные комнаты)	Средняя	300	250
Торговый центр	Быстрая	150	250
Театр (кинотеатр)	Быстрая	150	500
Вокзал (пространство для пассажиров)	Медленная	600	250

(6) Горизонтальный участок на диаграмме ограничивается фазой затухания, которая начинается при выгорании 70% всей пожарной нагрузки.

(7) Для стадии затухания принимается линейная зависимость, от момента выгорания 70% пожарной нагрузки до ее полного выгорания.

(8) Для пожаров, регулируемых вентиляцией, уровень горизонтального участка может быть уменьшен, исходя из имеющегося содержания кислорода. Этот процесс производится автоматически с использованием компьютерной программы с однозонной моделью или определяется по формуле:

$$Q_{\max} = 0,1m \cdot H_u \cdot A_v \cdot \sqrt{h_{eq}}, \text{ МВт}, \quad (\text{Е.2})$$

где A_v — площадь проема, м²;

h_{eq} — средняя высота проемов, м;

H_u — низшая теплота сгорания древесины, $H_u = 17,5 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$;

m — коэффициент полноты сгорания, $m = 0,8$.

(9) Если для пожаров, регулируемых вентиляцией, максимальная мощность теплового потока уменьшена, то график мощности теплового потока удлинится соответственно возможной энергии, выделяемой пожарной нагрузкой. Если график не удлинится, тогда принимается наличие пожара вне помещения, который является причиной понижения температуры среды (газов) в помещении.

Приложение F

(справочное)

Эквивалентная продолжительность пожара

(1) Данный метод используется при проектировании элементов конструкций, основанный на табличной информации или упрощенных методах, применяющих стандартный температурный режим пожара.

ПРИМЕЧАНИЕ — Данный метод зависит от применяемых материалов. Не допускается его применение для сталебетонных и деревянных конструкций.

(2) Если удельная пожарная нагрузка определена без учета специальных характеристик горения (см. Приложение E), то использование данного метода ограничивается помещениями с преимущественно целлюлозной пожарной нагрузкой.

(3) Эквивалентная продолжительность стандартного воздействия пожара определяется по формуле:

$$t_{e,d} = (q_{f,d} k_b w_f) \cdot k_c \text{ или} \\ t_{e,d} = (q_{t,d} k_b w_t) \cdot k_c, \text{ мин,} \quad (F.1)$$

где $q_{f,d}$ — расчетная удельная пожарная нагрузка согласно Приложению E, $q_{t,d} = q_{f,d} \cdot A_f / A_t$;

k_b — коэффициент пересчета согласно (4);

w_t — коэффициент вентиляции согласно (5), $w_t = w_f \cdot A_f / A_t$;

k_c — корректировочный коэффициент, определяемый по таблице F.1.

Таблица F.1 — Корректировочный коэффициент k_c

Строительный материал	Корректировочный коэффициент k_c
Железобетон	1
Защищенная сталь	1
Незащищенная сталь	$13,7 \cdot O$
ПРИМЕЧАНИЕ — O — коэффициент проемности, определенный согласно Приложению A.	

(4) Если не проводится детальная оценка теплотехнических характеристик материалов ограждения, коэффициент k_b допускается принимать:

$$k_b = 0,07 \text{ мин} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{МДж}^{-1}. \quad (F.2)$$

В противном случае коэффициент k_b в зависимости от теплопоглощающей способности ограждающих конструкций ($b = \sqrt{\rho c \lambda}$) определяется по таблице F.2. Для расчета

теплопоглощающей способности b стен, полов и потолков, выполненных из многослойных материалов или комбинированных материалов — см. (5),(6) Приложения А.

Таблица F.2 — Коэффициент пересчета k_b в зависимости от теплопоглощающей способности ограждения

$b = \sqrt{\rho c \lambda}$, Дж · м ⁻² с ^{-1/2} К ⁻¹	k_b , мин·м ² · МДж ⁻¹
$b > 2500$	0,04
$720 \leq b \leq 2500$	0,055
$b < 720$	0,07

(5) Коэффициент вентиляции w_f допускается определять по формуле

$$w_f = \left(\frac{6}{H} \right)^{0,3} \cdot \frac{0,62 + 90 \cdot (0,4 - \alpha_v)^4}{1 + b_v \alpha_h} \geq 0,5, \quad (F.3)$$

где $\alpha_v = A_v/A_f$ — отношение площади вертикальных проемов на фасаде A_v к площади пола A_f помещения, при условии, что $0,025 \leq \alpha_v \leq 0,25$;

$\alpha_h = A_h/A_f$ — отношение площади горизонтальных проемов в покрытии A_h к площади пола A_f помещения;

$$b_v = 12,5 \cdot (1 + 10\alpha_v - \alpha_v^2) \geq 10;$$

H — высота помещения, м.

Для небольших помещений ($A_f < 100 \text{ м}^2$) без проемов в покрытии коэффициент w_f допускается определять по формуле

$$w_f = O^{-1/2} \cdot A_f/A_t, \quad (F.4)$$

где O - коэффициент проемности согласно Приложению А.

(6) Должно подтверждаться выполнение условия

$$t_{e,d} < t_{fi,d}, \quad (F.5)$$

где $t_{fi,d}$ — время, соответствующее расчетной огнестойкости, определенное согласно противопожарных частей EN 1992 – EN 1996 и EN 1999.

Приложение G

(справочное)

Угловой коэффициент облученности

G.1 Общие сведения

(1) Математическое выражение для определения углового коэффициента облученности Φ представлено формулой:

$$dF_{d1-d2} = \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi S_{1-2}^2} \cdot dA_2. \quad (G.1)$$

Угловой коэффициент облученности указывает долю общего теплового потока от заданной излучающей поверхности, которая достигает заданную принимающую поверхность. Его значение зависит от размера излучающей поверхности, расстояния между излучающей и принимающей поверхностью и от их ориентации по отношению друг к другу (рисунок G.1).

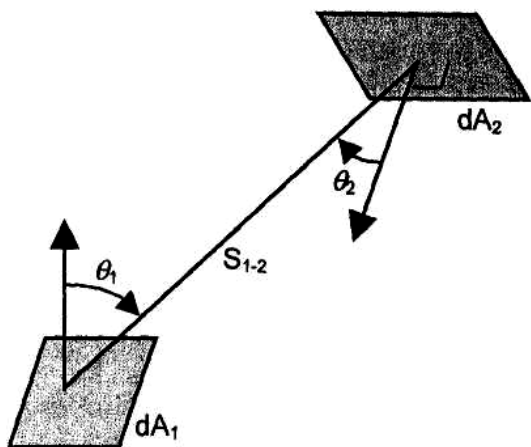


Рисунок G.1 — Лучистый теплообмен между двумя поверхностями

(2) Если излучающая поверхность обладает равномерной температурой и степенью черноты, определение углового коэффициента Φ упрощается до: пространственного угла, внутри которого может быть видна бесконечно малая величина площади излучающей поверхности, деленного на 2π .

(3) Тепловое излучение к бесконечно малой площадке выпуклой поверхности облучаемого элемента определяется только положением и размерами пожара (влияние положения).

(4) Тепловое излучение к бесконечно малой площадке вогнутой поверхности облучаемого элемента определяется положением и размерами пожара (влияние положения), а также излучением от других частей элемента (эффект затенения).

(5) Верхние пределы углового коэффициента облученности Φ приведены в таблице G.1.

Таблица G.1 — Пределы углового коэффициента облученности Φ

Ориентация		Локальный по- жар	Полностью развившийся по- жар
Влияние положения		$\Phi \leq 1$	$\Phi = 1$
Эффект затенения	Выпуклый	$\Phi = 1$	$\Phi = 1$
	Вогнутый	$\Phi \leq 1$	$\Phi \leq 1$

G.2 Эффект затенения

(1) Особые правила для определения величины эффекта затенения указываются в частях Еврокода, касающихся строительных материалов.

G.3 Наружные конструкции

(1) При расчете температуры в наружных конструкциях предполагается, что все поверхности имеют прямоугольную форму. Это касается окон и других проемов в стенах помещения, а также эквивалентных прямоугольников пламени согласно Приложению В.

(2) В расчете углового коэффициента облученности для заданной ситуации, на поперечном сечении обогреваемой конструкции вначале вычерчиваются проекции прямоугольников (рисунок G.2). Это необходимо для учета эффекта затенения. Величина коэффициента Φ определяется для средней точки P каждой поверхности прямоугольников.

(3) Угловой коэффициент облученности каждой обогреваемой поверхности определяется как сумма долей от каждой из зон излучающей поверхности (обычно четырех), которые видимы из точки P на обогреваемой поверхности (рисунки G.3 и G.4). Эти зоны определяются относительно точки X , находящейся в месте пересечения горизонтальной линии, перпендикулярной к обогреваемой поверхности. Не учитываются доли от зон, которые не видимы из точки P (см. рисунок G.4).

(4) Если точка X лежит вне излучающей поверхности, то эффективный угловой коэффициент облученности определяется суммированием долей двух прямоугольников, построенных от X до удаленного края излучающей поверхности, и вычитанием долей двух прямоугольников, построенных от X до близлежащего края излучающей поверхности.

(5) Доля каждой зоны определяется следующим образом:

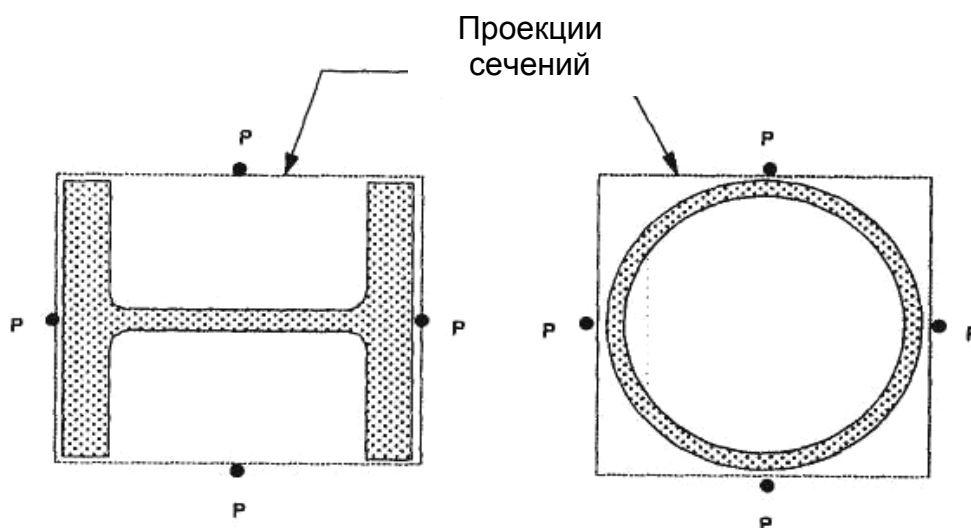


Рисунок G.2 — Проекции принимающих поверхностей

а) принимающая и излучающая поверхности параллельны:

$$\Phi = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[\frac{a}{\sqrt{1+a^2}} \cdot \tan^{-1} \left(\frac{b}{\sqrt{1+a^2}} \right) + \frac{b}{\sqrt{1+b^2}} \cdot \tan^{-1} \left(\frac{a}{\sqrt{1+b^2}} \right) \right], \quad (\text{G.2})$$

где $a = h/s$;

$b = w/s$;

s — расстояние от точки P до точки X ;

h — высота зоны излучающей поверхности;

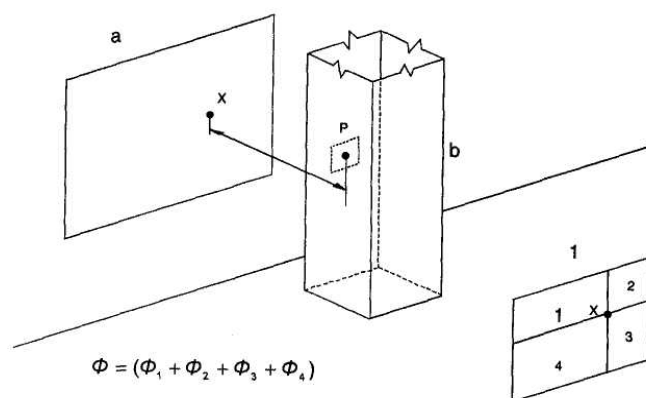
w — ширина зоны излучающей поверхности;

б) принимающая и излучающая поверхности перпендикулярны:

$$\Phi = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[\tan^{-1}(a) - \frac{1}{\sqrt{1+b^2}} \cdot \tan^{-1} \left(\frac{a}{\sqrt{1+b^2}} \right) \right]; \quad (\text{G.3})$$

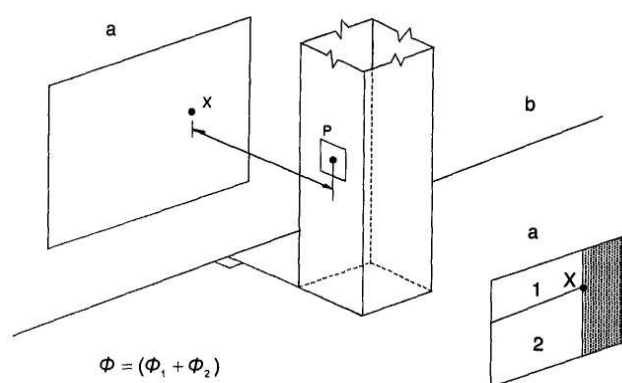
в) принимающая и излучающая поверхности расположены под углом θ :

$$\begin{aligned} \Phi = \frac{1}{2\pi} \cdot & \left[\tan^{-1}(a) \cdot \frac{(1-b\cos\Theta)}{\sqrt{1+b^2-2b\cos\Theta}} \tan^{-1} \left(\frac{a}{\sqrt{1+b^2-2b\cos\Theta}} \right) + \right. \\ & \left. + \frac{a\cos\Theta}{\sqrt{a^2+\sin^2\Theta}} \left[\tan^{-1} \left(\frac{(b-\cos\Theta)}{\sqrt{a^2+\sin^2\Theta}} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{\cos\Theta}{\sqrt{a^2+\sin^2\Theta}} \right) \right] \right]. \end{aligned} \quad (\text{G.4})$$



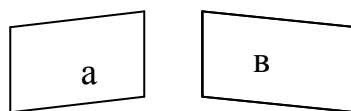
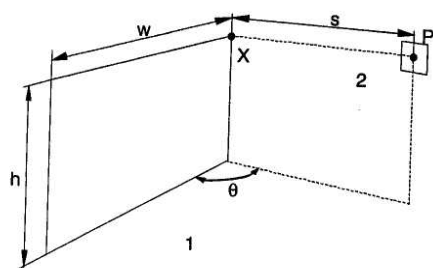
a — излучающая поверхность; b — принимающая поверхность

Рисунок G.3 — Принимающая и излучающая поверхности параллельны



a — излучающая поверхность; b — принимающая поверхность

Рисунок G.4 — Принимающая и излучающая поверхности перпендикулярны



а — излучающая поверхность; в — принимающая поверхность

Рисунок G.5 — Принимающая и излучающая поверхности расположены под углом

НАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

к НСР ЕН 1991-1-1-2011

Еврокод 1: Воздействия на сооружения –

Часть 1-2: Основные воздействия –

Воздействия на сооружения при пожаре

National Annex

to NSR EN 1991-1-2-2011

Eurocode 1:

ACTIONS ON STRUCTURES –

Part 1-2: General actions –

Actions on structures exposed to fire

Предисловие

Настоящее национальное приложение следует применять совместно с Национальным стандартом НСР ЕН 1991-1-2-2011.

Настоящее Национальное приложение содержит информацию о Национально определяемых параметрах НСР ЕН 1991-1-2-2011, предназначенных для проектирования и строительства зданий на территории РФ, а также рекомендации по применению справочных Приложений НСР ЕН 1991-1-2-2011.

НП а) Национально определяемые параметры и требования, предназначенные для проектирования зданий и сооружений на территории Российской Федерации

Пункт ЕН 1991-1-2	Наименование раздела, пункта и (или) таблицы, содержание статьи	Пункт Национального приложения
2.4(4)	<p>Раздел 2 Методы расчета огнестойкости</p> <p>2.4 Теплотехнический расчет</p> <p>2.4(4) (4) В зависимости от выбранного в соответствии с разделом 3 расчетного пожара, используются следующие условия:</p> <ul style="list-style-type: none">— при использовании номинального (стандартного) температурного режима теплотехнический расчет элементов конструкции производится для установленного периода времени без учета фазы охлаждения; <p>ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Установленный период времени может быть принят по национальным нормам, или получен на основании положений приложения F следуя указаниям национального приложения.</p> <ul style="list-style-type: none">— при моделировании пожара теплотехнический расчет элементов конструкции производится для полной продолжительности пожара, включая фазу охлаждения. <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Предельные значения времени огнестойкости могут быть установлены в Национальном Приложении</p>	НП 2.4(4)
3.1(10)	<p>Раздел 3 Режим теплового воздействия для теплотехнического расчета</p> <p>3.1 Общие правила</p> <p>3.1(10) Температура среды вблизи конструкции θ_g определяется с использованием номинальных температурных режимов согласно 3.2 или с помощью моделей пожара согласно 3.3.</p>	НП 3.1(10)

Пункт EN 1991-1-2	Наименование раздела, пункта и (или) таблицы, содержание статьи	Пункт Национального приложения
	ПРИМЕЧАНИЕ — Использование номинальных температурных режимов согласно 3.2 или альтернативное использование моделей реальных пожаров согласно 3.3 регулируется в национальном приложении.	
3.3.1.1(1)	3.3 Моделирование реальных пожаров 3.3.1 Упрощенные модели пожаров 3.3.1.1 Общие положения 3.3.1.1(1) Упрощенные модели пожаров базируются на установленных физических параметрах с определенной областью применения. ПРИМЕЧАНИЕ — Методика определения расчетной удельной пожарной нагрузки $q_{f,d}$ приведена в приложении Е.	НП 3.3.1.1(1)
3.3.1.2(1)	3.3.1.2 Пожары в помещениях 3.3.1.2(1) Температура среды (газов) должна рассчитываться на основании физических параметров, которые, как минимум, учитывают удельную пожарную нагрузку и условия вентиляции. ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Национальное приложение может устанавливать метод расчета условий нагрева. ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Для находящихся внутри здания элементов конструкций метод расчета температуры среды (газа) приведен в приложении А.	НП 3.3.1.2(1)
3.3.1.2(2)	3.3.1.2(2) Для наружных конструкций результирующий удельный лучистый тепловой поток определяется суммой составляющих от пожара в помещении и от пламени, выходящего из проемов. ПРИЛОЖЕНИЕ — Для наружных элементов конструкций, подверженных воздействию пожара через проемы, метод расчета условий нагрева приведен в приложении В.	Положение данного пункта применяются без изменений
3.3.1.3(1)	3.3.1.3 Локальные пожары 3.3.1.3(1) При невозможности общей вспышки в расчете должны быть приняты во внимание тепловые воздействия локального пожара. ПРИМЕЧАНИЕ — Национальное	НП 3.3.1.3(1)

Пункт EN 1991-1-2	Наименование раздела, пункта и (или) таблицы, содержание статьи	Пункт Национального приложения
	приложение может устанавливать метод расчета условий нагрева. Метод расчета теплового воздействия локального пожара приведен в приложении С.	
3.3.2(1)	<p>3.3.2 Общие модели пожаров</p> <p>3.3.2(1) Общие модели пожаров должны учитывать:</p> <ul style="list-style-type: none"> — свойства среды (газов); — массообмен; — теплообмен (энергетический обмен). <p>ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Существующие модели, как правило, содержат методы итераций.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Метод расчета удельной пожарной нагрузки $q_{f,d}$ приведен в приложении Е.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Метод расчета мощности теплового потока Q приведен в приложении Е.</p>	НП 3.3.2(1)
3.3.2(2)	<p>3.3.2(2) Должна использоваться одна из следующих моделей:</p> <ul style="list-style-type: none"> — однозонные модели, основанные на равномерном распределении температуры в помещении в зависимости от времени; — двухзонные модели, основанные на использовании двух слоев: верхнего с равномерным распределением температуры и толщиной, зависящей от времени, и нижнего слоя с равномерной, зависящей от времени более низкой температурой и толщиной; — вычислительные газодинамические (полевые) модели, определяющие рост температуры в помещении в зависимости от продолжительности пожара и пространственного расположения. <p>ПРИМЕЧАНИЕ — Национальное приложение может устанавливать метод расчета условий нагрева. Методы расчета тепловых воздействий при использовании однозонной, двухзонной или полевой модели приведены в приложении D.</p>	НП 3.3.2(2)
4.2.2(2)	Раздел 4 Механические воздействия для статического расчета	НП 4.2.2(2)

Пункт EN 1991-1-2	Наименование раздела, пункта и (или) таблицы, содержание статьи	Пункт Национального приложения
	<p>4.2 Одновременность воздействий</p> <p>4.2.2(2) В зависимости от чрезвычайной расчетной ситуации учитываются дополнительные воздействия, включая те, что могут возникнуть на протяжении пожара, например динамические воздействия вследствие разрушения конструктивных элементов или тяжелых механизмов.</p> <p><i>Примечание</i> — Выбор дополнительных воздействий может быть установлен в национальном приложении.</p>	
4.3.1(2)	<p>4.3 Правила сочетания воздействий</p> <p>4.3.1 Общее правило</p> <p>4.3.1(2) Расчетное значение переменного воздействия Q_1 учитывается как частое $\psi_{2,1}Q_1$ или, в качестве альтернативы, как почти постоянное $\psi_{1,1}Q_1$.</p> <p><i>Примечание</i> — Использование $\psi_{2,1}Q_1$ или $\psi_{1,1}Q_1$ устанавливается в национальном приложении. Рекомендуется использовать $\psi_{2,1}Q_1$.</p>	НП 4.3.1(2)

НП 2.4(4)

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Установленный период огнестойкости для номинального режима пожара следует понимать как требуемый предел огнестойкости строительной конструкции. Его значения, в зависимости от функционального назначения здания, его размеров и требуемой степени огнестойкости, следует приниматься по СП 2.13130-2009 «Обеспечение огнестойкости объектов защиты». При разработке специальных технических условий на противопожарную защиту зданий значение требуемого предела огнестойкости может быть скорректировано по правилам Приложения F.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Методы моделирования реальных пожаров могут быть использованы при разработке специальных технических условий на противопожарную защиту зданий, в которых, исходя из условий безопасности эвакуации, требования устойчивости и геометрической неизменяемости здания, обосновываются требования к минимальному значению времени огнестойкости конструкции здания.

НП 3.1(10)

ПРИМЕЧАНИЕ — В нормах проектирования используется только номинальный температурный режим стандартного пожара по 3.2.1(1). Моделирование реальных пожаров согласно 3.3 может использоваться при разработке специальных технических условий на противопожарную защиту здания.

НП 3.3.1.1(1)

ПРИМЕЧАНИЕ — Методика определения расчетной удельной пожарной нагрузки $q_{f,d}$ приведена в приложении E. Для определения расчетной удельной пожарной

нагрузки объектов производственного назначения следует пользоваться СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

НП 3.3.1.2(1)

Положения данного пункта применяются без ПРИМЕЧАНИЯ 1.

НП 3.3.1.3(1)

ПРИМЕЧАНИЕ — Метод расчета теплового воздействия локального пожара приведен в приложении С.

НП 3.3.2(1)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 — Метод расчета удельной пожарной нагрузки $q_{f,d}$ приведен в приложении Е. Для определения расчетной удельной пожарной нагрузки объектов производственного назначения следует пользоваться СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 и ПРИЛОЖЕНИЕ 3 принимаются без изменения.

НП 3.3.2(2)

ПРИЛОЖЕНИЕ — Методы расчета тепловых воздействий при использовании однозонной, двухзонной или полевой модели приведены в приложении D.

НП 4.2.2(2)

ПРИЛОЖЕНИЕ — Дополнительные воздействия не учитываются за исключением случаев, оговоренных в конкретных нормативных документах или в задании на проектирование объекта.

нп 4.3.1(2)

ПРИЛОЖЕНИЕ — Рекомендуется использовать $\psi_{2,1}Q_1$.

НП б) Рекомендации по применению справочных Приложений НСР ЕН 1991-1-2-2011

В отечественных нормах пожарной безопасности о методах расчета пределов огнестойкости содержится только упоминание в стандартах на методы испытаний конструкций на огнестойкость.

Поэтому все справочные приложения НСР ЕН 1991-1-2-2011 рекомендуется использовать наряду с технической литературой, посвященной методам расчета строительных конструкций на огнестойкость для систематизации положений предлагаемых методов.

Приложение НП А
(справочное)

**Сведения о соответствии европейских стандартов,
на которые даны ссылки, государственным стандартам,
принятым в качестве идентичных государственных стандартов**

Таблица НП А

Обозначение и наименование европейского стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
EN 1991-1-2 Еврокод 1: Воздействия на сооружения – Часть 1-2: Основные воздействия - Воздействия на сооружения при пожаре	IDT	НСП ЕН 1991-1-2-2011 Еврокод 1: Воздействия на сооружения – Часть 1-2: Основные воздействия - Воздействия на сооружения при пожаре

УДК 69+624.042.4(083.74)

МКС 91.010.30

КП 03

IDT

Ключевые слова: сооружение, воздействие, нагрузка, удельный вес, собственный вес, постоянные нагрузки, временные нагрузки, характеристические значения нагрузок
