

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ**

**СВОД ПРАВИЛ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

ҚР ЕЖ EN
1991-1-2:2002/2011
2004 ж. желтоқсаны және
2009 ж. наурыз айының
өзгертулерімен.
СП РК EN
1991-1-2:2002/2011
Включая исправления на
декабрь 2004 г. и на март
2009 г.

**КҮШ ТҮСЕТІН
КОНСТРУКЦИЯЛАРҒА ӘСЕРЛЕР**
1-2 бөлім. Жалпы әсерлер. Конструкцияларға өрт
кезіндегі әсерлер

**ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ**
Часть 1-2. Общие воздействия. Воздействия на
конструкции при пожарах

Ресми басылым
Издание официальное

Осы ережелер жинағы EN 1990:2002+A1:2005
сәйкес келеді және CEN рұқсатымен қолданылады,
мекен-жайы: В-1000 Брюссель, Маркинс даңғылы, 17

Настоящий свод правил идентичен EN 1990:2002+A1:2005
и применяется с разрешения CEN,
по адресу: В-1000 Брюссель, проспект Маркинс, 17

Қазақстан Республикасы Өнеркәсіп және құрылыс министрлігінің
Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері
комитеті

Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального
хозяйства Министерства промышленности и строительства
Республики Казахстан

Астана 2025

- | | |
|--|---|
| 1 ӘЗІРЛЕГЕН: | АЛҒЫ СӨЗ
«ҚазҚСҒЗИ» АҚ |
| 2 ҰСЫНҒАН: | Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігі Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитетінің Техникалық реттеу және нормалау басқармасы |
| 3 ҚАБЫЛДАНҒАН ЖӘНЕ ҚОЛДАНЫСҚА ЕНГІЗІЛГЕН МЕРЗІМІ: | Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігі Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің 2014 жылғы 29 желтоқсандағы №156-НҚ бұйрығымен 2015 жылғы 1 шілдеден бастап |
| 4 ОРНЫНА: | Алғаш рет |

Осы мемлекеттік нормативті Қазақстан Республикасы сәулет, қала құрылысы және құрылыс істері жөніндегі уәкілетті мемлекеттік органының рұқсатынсыз ресми басылым ретінде толық немесе ішінара қайта басуға, көбейтуге және таратуға болмайды.

Қазақстан Республикасы Өнеркәсіп және құрылыс министрлігі Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитетінің 12.08.2025 жылғы №117-НҚ бұйрығына сәйкес өзгертулер енгізілді.

- | | |
|--------------------------------------|---|
| | ПРЕДИСЛОВИЕ |
| 1 РАЗРАБОТАН: | АО «КазНИИСА» |
| 2 ПРЕДСТАВЛЕН: | Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства национальной экономики Республики Казахстан |
| 3 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ: | Приказом Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан от 29 декабря 2014 года №156-НҚ с 1 июля 2015 года |
| 4 ВЗАМЕН: | Введен впервые |

Настоящий государственный норматив не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Уполномоченного государственного органа по делам архитектуры, градостроительства и строительства Республики Казахстан.

Внесены изменения в соответствии с приказом Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства промышленности и строительства Республики Казахстан от 12.08.2025 года №117-НҚ.

НАЦИОНАЛЬНОЕ ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий Свод правил Республики Казахстан СП РК EN1991-1-2:2002/2011 «Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-2. Общие воздействия. Воздействия на конструкции при пожарах» идентичен Европейскому стандарту EN 1991-1-1:2002 «Eurocode 1: Action on Structures. Part 1-2: General actions. Actions on structures exposed to fire», разработанному техническим комитетом CEN/TC 250 «Строительные Еврокоды», секретариат которого находится при BSI.

Настоящий государственный нормативный документ является редакцией на русском языке официальной версии EN 1991-1-2:2002.

Настоящий государственный норматив входит в систему Сводов Правил Республики Казахстан (СП РК EN), представляющих собой комплект документов:

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

Официальные версии Европейских стандартов, на основе которых подготовлен настоящий документ, и стандартов, на которые даны ссылки, хранятся в уполномоченном органе по архитектуре, градостроительству и строительству Республики Казахстан.

Неотъемлемой частью настоящего норматива является его Национальное Приложение.

Без Национального Приложения настоящий государственный норматив не должен применяться для проектирования зданий и сооружений и может использоваться исключительно в целях изучения и образования.

Национальное Приложение содержит информацию о тех параметрах, которые в EN 1991-1-2:2002 оставлены открытыми для национального выбора, ссылки на которые даны в тексте EN 1991-1-2:2002.

С введением в действие настоящего свода правил в течение переходного периода будут отменены все противоречащие государственные нормативы Республики Казахстан, устанавливающие основные положения и правила по определению тепловых и механических воздействий на конструкции зданий и сооружений при пожаре.

Редакция на русском языке

Еврокод 1. Воздействия на несущие конструкции.
Часть 1-2. Общие воздействия. Воздействия на конструкции при пожарах

Настоящий свод правил разработан на основе европейского стандарта, принятого CEN 1 сентября 2002 г.

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

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

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



Европейский комитет по стандартизации
Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

СОДЕРЖАНИЕ

Введение к Еврокодам	VIII
Статус и область применения Еврокодов	IX
Национальные редакции Еврокодов	IX
Связь Еврокодов и гармонизированных технических требований (ENs и ETAs) на изделия... X	
1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	1
1.1 Область применения	1
1.2 Нормативные ссылки	1
1.3 Допущения	2
1.4 Различие между принципами и правилами применения	2
1.5 Термины и определения	2
1.5.1 Общие противопожарные термины, используемые в Еврокоде	2
1.5.3 Термины, относящиеся к тепловым воздействиям	4
1.5.4 Термины, относящиеся к расчету теплопередачи	5
1.6 Условные обозначения	6
2 Методы расчета огнестойкости	9
2.1 Общие положения	9
2.2 Расчетные сценарии пожара	9
2.3 Расчетный пожар	10
2.4 Теплотехнический расчет	10
2.5 Статический расчет	10
3. Тепловые воздействия для теплотехнического расчета	11
3.1 Общие правила	11
3.2 Номинальные температурные режимы	12
3.2.1 Стандартный температурный режим	12
3.2.2 Температурный режим наружного пожара	13
3.2.3 Температурный режим пожара углеводородов	13
3.3 Моделирование пожаров	13
3.3.1 Упрощенные модели пожаров	13
3.3.1.1 Общие положения	13
3.3.1.2 Объемные пожары	14
3.3.1.3 Локальные пожары	14
3.3.2 Общие модели пожаров	14
4 Механические воздействия для статического расчета	15
4.1 Общие положения	15
4.2 Одновременность воздействий	16
4.2.1 Воздействия при нормальной температуре	16
4.2.2 Дополнительные воздействия	16
4.3 Комбинации воздействий	16
4.3.1 Общее правило	16
4.3.2 Упрощенные правила	16
4.3.3 Уровень нагрузки	17
Приложение А	18

(информационное).....	18
Параметрические температурные режимы.....	18
Приложение В.....	21
Тепловые воздействия на наружные конструкции –	21
упрощенный метод расчета.....	21
В.1 Область применения	21
В.2 Условия применения	21
В.3 Воздействия ветра	22
В.3.1 Режим вентиляции	22
В.3.2 Отклонение пламени ветром	22
В.4 Характеристики пожара и пламени	22
В.4.1 Естественная вентиляция	22
В.4.2 Принудительная вентиляция	25
В.5 Угловой коэффициент облученности	28
Приложение С.....	30
(информационное).....	30
Локальные пожары.....	30
Приложение D	33
Общие модели пожаров	33
D.1 Однозонные модели	33
D.2 Двухзонные модели	34
D.3 Вычислительные газодинамические модели (полевые модели)	34
Приложение Е.....	35
Удельная пожарная нагрузка	35
Е.1 Общие положения	35
Е.2 Определение удельной пожарной нагрузки	37
Е.2.1 Общие положения	37
Е.2.2 Порядок определения	37
Е.2.3 Защищенная пожарная нагрузка	38
Е.2.4 Низшая теплота сгорания	38
Е.2.5 Классификация помещений по пожарной нагрузке	40
Е.2.6 Индивидуальная оценка удельной пожарной нагрузки	41
Е.3 Характеристики горения	41
Е.4 Мощность теплового потока	41
Приложение F	44
Эквивалентная продолжительность пожара.....	44
Приложение G	46
Угловой коэффициент облученности.....	46
G.1 Общие сведения	46
G.2 Эффект затенения	47
G.3 Наружные конструкции	47
Библиография	51
Приложение Д.А.....	52

Сведения о соответствии государственных стандартов.....	52
ссылочным европейским стандартам.....	52

Введение к Еврокодам

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

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

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

В 1989 г. Комиссия и страны-члены ЕС и ЕАСТ на основании соглашения¹⁾ между Комиссией и CEN приняли решение о передаче подготовки и издания Еврокодов посредством ряда мандатов с целью предоставления им будущего статуса европейского стандарта (EN). Это фактически связывает Еврокоды с положениями Директив Совета и/или постановлениями Комиссии, рассматривающими европейские стандарты (например, Директива Совета 89/106/ЕЕС по строительным изделиям –CPD – и Директивы Совета 93/37/ЕЕС, 92/50/ЕЕС и 89/440/ЕЕС по общественным работам и услугам и аналогичные ЕАСТ Директивы, цель которых состоит в создании внутреннего рынка). Программа Еврокодов конструкций включает следующие стандарты, как правило, состоящие из частей:

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

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

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

Статус и область применения Еврокодов

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

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

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

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

Еврокоды, поскольку они непосредственно касаются строительных работ, имеют прямое отношение к разъясняющим документам²⁾, на которые приводится ссылка в статье 12 CPD, хотя они отличаются от гармонизированных стандартов на изделия³⁾.

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

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

Национальные редакции Еврокодов

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

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

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

- а) приводить к определенной форме существенные требования посредством стандартизации терминологии и технических основ и указания классов или уровней для каждого требования, где это необходимо;
- б) устанавливать методы соотношения данных классов или уровней требований с техническими условиями, например методами расчета и доказательства, техническими правилами для проектной разработки и т. д.;
- в) выступать в качестве ссылки для введения гармонизированных стандартов и руководства для европейского технического утверждения.

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

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

- числовые значения частных коэффициентов безопасности и/или классов, по которым Еврокодами допускается альтернативное решение;
- числовые значения, которые следует использовать в тех случаях, когда в Еврокодах указаны только символы;
- специальная информация о стране, географические и климатические данные, которые применимы только для определенной страны, например карты снеговой нагрузки на грунт;
- методики в случаях, когда Еврокодами допускается применение нескольких альтернативных методик.

Они могут также содержать:

- рекомендации по применению справочных приложений;
- указания по применению дополняющей и не противоречащей настоящему Еврокоду информации, помогающей пользователю применять Еврокоды.

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

Существует необходимость согласования гармонизированных технических условий на строительные изделия и технических правил на выполнение строительных работ⁴⁾. В частности, информация, сопровождающая CE-маркировку строительных изделий, должна четко устанавливать, какие параметры, установленные на национальном уровне (NDP), положены в основу.

Национальное Приложение к EN 1991-1-2:2002

Европейский стандарт содержит ряд альтернативных методов, значений и рекомендаций по классификации, отмеченных в примечаниях, на которые распространяется возможность выбора на национальном уровне. Поэтому государственный норматив, внедряющий EN1991-1-2:2002, должен иметь Национальное Приложение, которое должно содержать все определяемые на национальном уровне параметры, необходимые для проектирования зданий и сооружений, возводимых в соответствующей стране.

Национальный выбор допускается в следующих пунктах EN 1991-1-2:

- 2.4(4) — продолжительность пожара и предел огнестойкости, принимаемые для теплотехнических расчетов;
- 3.1(10) — использование номинальных температурных режимов согласно 3.2 или альтернативных моделей реальных пожаров согласно 3.3 ;
- 3.3.1.2(1) — метод расчета условий нагрева объемных пожаров;
- 3.3.1.3(1) — метод расчета условий нагрева локальных пожаров;
- 3.3.2(2) — метод расчета условий нагрева для принятой модели пожара;
- 4.2.2(2) — выбор дополнительных воздействий при статическом расчете;
- 4.3.1(2) — расчетные комбинации и правила сочетания воздействий.

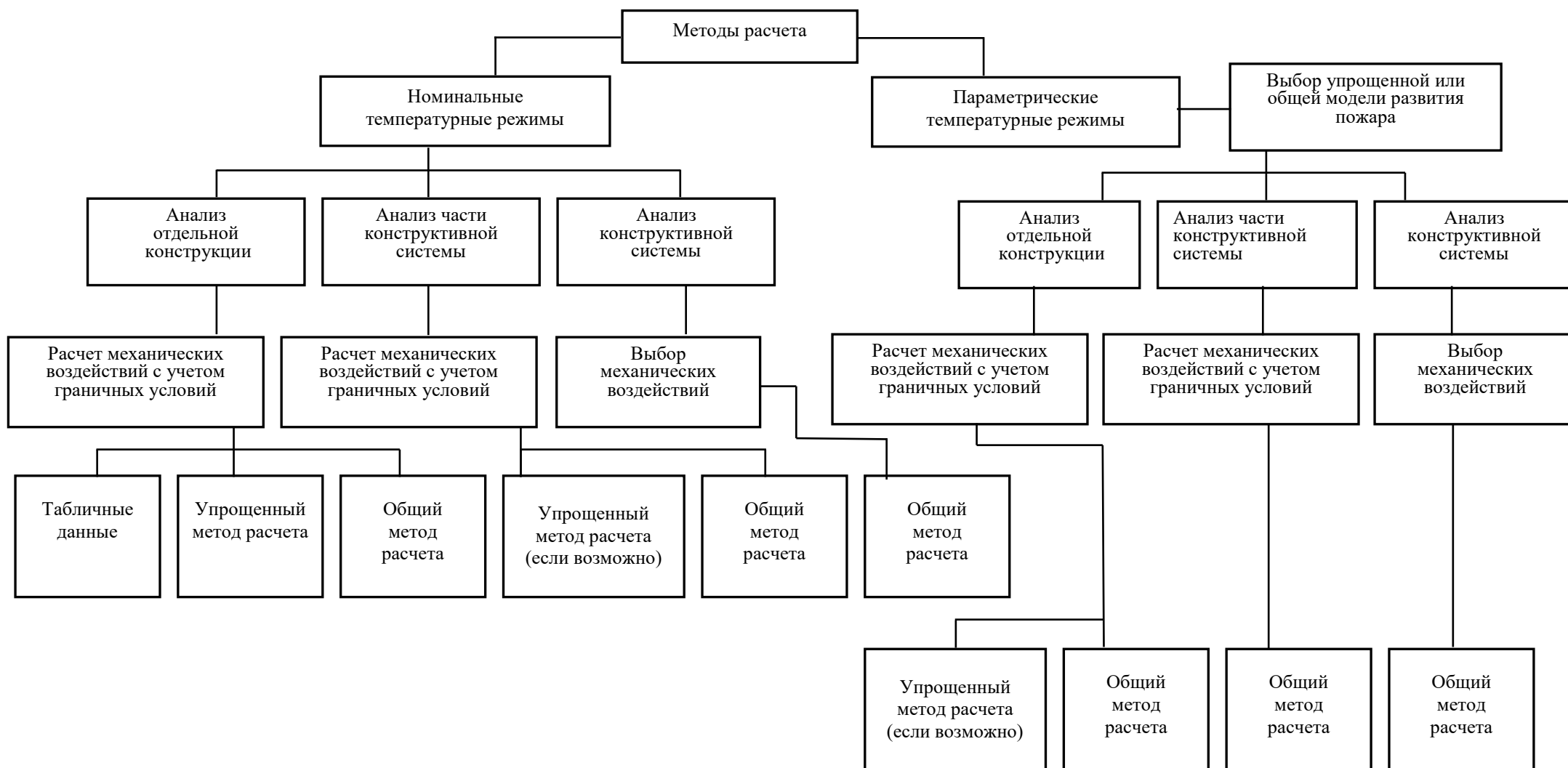


Рисунок 1 – Варианты методов расчета

СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ**Часть 1-2. Общие воздействия. Воздействия на конструкции при пожарах****EUROCODE 1.ACTIONS ON STRUCTURES****Part 1-2. General actions. Actions on structures exposed to fire**

Дата введения – 2015-07-01

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**1.1 Область применения**

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

(2) В настоящих нормах рассмотрены тепловые и механические воздействия на строительные конструкции при пожаре. EN 1991-1-2:2002 необходимо использовать совместно с противопожарными частями EN 1992 – EN 1996 и EN 1999, содержащими правила проектирования строительных конструкций с учетом обеспечения их огнестойкости.

(3) Настоящие нормы содержат номинальные и параметрические (физически обоснованные) тепловые воздействия. Дополнительные данные и модели физически обоснованных тепловых воздействий приведены в приложениях.

(4) Настоящие нормы устанавливают принципы и правила определения тепловых и механических воздействий, которые должны применяться совместно с EN 1990, EN 1991-1-1, EN 1991-1-3 и EN 1991-1-4.

(5) Настоящие нормы не рассматривают порядок определения повреждений строительных конструкций при пожаре.

1.2 Нормативные ссылки

(1)Р Для применения настоящих норм необходимы следующие ссылочные документы. Для недатированных ссылок применяется последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

EN 13501-2. Классификация строительных конструкций, материалов и изделий по пожарной опасности. Часть 2. Классификация по огнестойкости строительных конструкций и изделий, за исключением применяемых в вентиляционных системах

EN 1990 Еврокод. Основы проектирования несущих конструкций

EN 1991-1-1. Еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции. Часть 1-1. Общие воздействия. Собственный вес, постоянные и временные нагрузки на здания

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.

ПРИМЕЧАНИЕ Приведены ссылки на опубликованные или находящиеся на стадии подготовки европейские стандарты.

1.3 Допущения

(1) Р Действуют основные допущения, приведенные в EN 1990, а также следующие:

– учитываемые при проектировании системы активной и пассивной противопожарной защиты должны быть обоснованы;

– выбор расчетного сценария пожара в случаях, дополнительно не оговоренных национальными правилами, производится опытным и квалифицированным персоналом.

1.4 Различие между принципами и правилами применения

(1) Действуют правила 1.4 EN 1990.

1.5 Термины и определения

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

1.5.1 Общие противопожарные термины, используемые в Еврокоде

1.5.1.1 эквивалентная продолжительность пожара (equivalent time of fire exposure):

Продолжительность пожара, характеризующего стандартным температурным режимом, в течение которого предполагается такое же тепловое воздействие в помещении, как при реальном пожаре.

1.5.1.2 наружная конструкция (external member): Конструкция, расположенная вне здания, которая может быть подвержена воздействию пожара через проемы в его ограждающих конструкциях.

1.5.1.3 пожарная секция (отсек) (fire compartment): Замкнутое пространство в здании, в пределах одного или нескольких этажей, выделенное ограждающими конструкциями, препятствующими распространению регламентируемого пожара за его пределы.

1.5.1.4 огнестойкость (fire resistance): Способность конструктивной системы, ее части или отдельной конструкции выполнять требуемые функции (несущую и/или ограждающую) в течение установленной продолжительности регламентируемого пожара при заданном уровне нагрузки.

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

1.5.1.6 общий анализ конструктивной системы при пожаре (global structural analysis for fire): Анализ конструктивной системы в целом, полностью или частично подвергнутой воздействию пожара. Непрямые воздействия пожара учитываются для всей конструктивной системы.

1.5.1.7 не прямые воздействия пожара (in direct fire actions): Усилия, вызванные температурным расширением.

1.5.1.8 целостность (integrity (E)): Способность ограждающей конструкции при одностороннем огневом воздействии предотвращать проникновение пламени и продуктов горения на не обогреваемую поверхность

1.5.1.9 теплоизолирующая способность (insulation (I)): Способность ограждающей конструкции при одностороннем огневом воздействии ограничивать рост температуры не обогреваемой поверхности выше установленного уровня .

1.5.1.10 несущая способность (load bearing function (R)): Способность конструктивной системы или отдельной конструкции выдерживать при пожаре установленные воздействия в соответствии с заданными параметрами.

1.5.1.11 отдельная конструкция (member): Основной элемент конструктивной системы, который можно рассматривать отдельно с учетом граничных условий и схемы опирания (например, балка, колонна, а также сборные конструкции, такие как фермы и т. д.).

1.5.1.12 анализ отдельной конструкции при пожаре (member analysis (for fire)):

Теплотехнический и статический расчеты конструкции, рассматриваемой отдельно с соответствующими граничными условиями и схемой опирания в условиях воздействия пожара. Непрямые воздействия пожара не рассматриваются, за исключением, вызванных температурными перепадами.

1.5.1.13 расчет при нормальной температуре (normal temperature design): Расчет конструкции при температуре окружающей среды согласно EN 1992 – EN 1996 или EN 1999.

1.5.1.14 ограждающая способность (separating function): Способность ограждающей конструкции предотвращать распространение регламентируемого пожара или воспламенение от нагреваемой поверхности (включает целостность (E) и теплоизолирующую способность (I)).

1.5.1.15 ограждающая конструкция (separating element): Несущая или ненесущая конструкция (стена), образующая часть ограждения пожарного отсека .

1.5.1.16 стандартная огнестойкость (standard fire resistance): Способность конструктивной системы, ее части или обычно только отдельной конструкции, выполнять требуемую несущую и/или ограждающую функции, при регламентированном сочетании нагрузок, в течение установленного времени в условиях теплового воздействия, определяемого стандартным температурным режимом.

1.5.1.17 конструкции (structural members): Несущие элементы конструктивной системы, включая связи.

1.5.1.18 теплотехнический расчет (temperature analysis): Методы определения нарастания температуры в конструкциях с учетом тепловых воздействий (тепловой поток),

теплотехнических свойств материалов конструкции и, в случае необходимости, свойств защитных поверхностей.

1.5.1.19 тепловые воздействия (thermal actions): Воздействия на конструктивную систему, описываемые с помощью модели теплового потока к конструкциям.

1.5.2 Специальные термины, относящиеся к общим положениям проектирования

1.5.2.1 общая модель пожара (advanced fire model): Расчетная модель пожара, основанная на уравнениях баланса 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 пожарного отсека.

1.5.2.3 противопожарная стена (firewall): 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.

1.5.2.4 одно зонная модель (one zone model): Модель пожара, основанная на использовании усредненной температуры в помещении.

1.5.2.5 простая модель пожара (simple fire model): Расчетный пожар, основанный на ограниченном числе принятых физических параметров.

1.5.2.6 двух зонная модель (two zone model): Модель пожара, основанная на определении различных зон в помещении: верхний уровень, нижний уровень, пламя и его выброс, 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): Схема развития пожара, принятая при проектировании.

1.5.3.3 расчетная удельная пожарная нагрузка (design fire load density): Удельная пожарная нагрузка, принимаемая для определения теплового воздействия расчетного пожара с учетом возможных неопределенностей.

1.5.3.4 расчетный сценарий пожара (design fire scenario): Сценарий пожара, принятый для расчетного анализа 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 с различных частей фасада, непосредственно из помещения с ожидаемым пожаром или из помещений, расположенных ниже/выше по отношению к рассматриваемой наружной стене.

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

1.5.3.7 удельная пожарная нагрузка (fire load density): Пожарная нагрузка, отнесенная к единице площади пола q_f или к единице площади поверхности всех ограждений q_r , включая проемы.

1.5.3.8 пожарная нагрузка (fire load): Сумма тепловой энергии, выделяемой при сгорании всех горючих веществ в определенном пространстве (конструктивные элементы и внутреннее оснащение зданий).

1.5.3.9 сценарий пожара (fire scenario): Качественное описание протекания процесса пожара с указанием времени ключевых событий, которые характеризуют данный пожар и отличают его от других возможных. Сценарий обычно описывает процессы возгорания и развития пожара, стадии его полного развития и затухания во взаимосвязи с оснащением 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 пожара углеводородов (hydrocarbon fire curve): Номинальная температурно-временная зависимость для оценки воздействий при пожаре углеводородного типа.

1.5.3.12 локальный пожар (localized fire): Пожар, охвативший 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 стенах, высоты проемов и общей площади ограждающих поверхностей.

1.5.3.14 мощность теплового потока (rate of heat release): Теплота (энергия), высвобождаемая при сгорании веществ и материалов, в функции времени.

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

1.5.3.16 температурные режимы (temperature-time curves): Зависимость 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 пожара углеводородов);
- параметрические: зависимости, определенные на базе моделей пожара и специальных физических параметров, определяющих условия в помещении при пожаре.

1.5.4 Термины, относящиеся к расчету теплопередачи

1.5.4.1 угловой коэффициент облученности (configuration factor): Коэффициент облученности для передачи тепла излучением от поверхности A к поверхности B ,

определяемый отношением энергии, полученной поверхностью B , к энергии, диффузно излученной поверхностью A .

1.5.4.2 коэффициент теплоотдачи конвекцией (convective heat transfer coefficient): Конвективный поток тепла к конструкции, отнесенный к разнице температур окружающей среды и поверхностью конструкции.

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

1.5.4.4 результирующий тепловой поток (net heat flux): Энергия, поглощенная конструкцией, отнесенная к единице площади.

1.6 Условные обозначения

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

Прописные буквы латинского алфавита

A – площадь пожарного отсека;

$A_{ind,d}$ – расчетное значение непрямого воздействия пожара;

A_f – площадь пола пожарного отсека;

A_{fi} – площадь пожара;

A_h – площадь горизонтальных проемов в покрытии пожарного отсека;

$A_{h,v}$ – 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 конструкции i ;

D – глубина пожарного отсека, диаметр пожара;

E_d – значение расчетного воздействия, полученное из основного сочетания, согласно EN 1990;

$E_{d,fi}$ – постоянное расчетное значение воздействия при пожаре;

$E_{d,fi,t}$ – расчетное значение 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 – протяженность зоны горения;

L_f – протяженность пламени вдоль оси;

L_H – горизонтальная проекция пламени (по фасаду);

L_h – горизонтальная протяженность 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 пожарного отсека, $O = A \sqrt{h_{eq}} / A_t$;

O_{lim} – приведенный коэффициент проемности для пожара, с регулируемой 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^* – мощность теплового потока, отнесенная к диаметру D локального пожара;

Q_H^* – мощность теплового потока, отнесенная к высоте 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, $R = 287 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$;

R_d – расчетное сопротивление конструкции при нормальной температуре;

$R_{d,fi,t}$ – расчетное сопротивление 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 пожарном 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 проемами (W_1 и W_2);

W_1 – ширина стены 1, для которой принята наибольшая площадь проемов;

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 i ограждающей поверхности;

b_j – теплопоглощающая способность ограждающей поверхности j ;

c – удельная теплоемкость;

d_{eq} – геометрический параметр наружной конструкции (диаметр или размер стороны);

d_f – ширина пламени;

d_i – размеры поверхности конструкции i ;

g – ускорение свободного падения;

- h_{eq} – приведенная по всем стенам высота проемов, $h_{eq} = \sum(A_{v,i}h_i)/A_v$;
 – суммарная ширина проемов по всем стенам ($w_t = \sum w_i$), коэффициент вентилирования относящийся к 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 через проемы;
 $\Phi_{f,i}$ – 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_r – эффективная температура излучения пожара, °C;
 Ω – расчетный параметр, $\Omega = (A_f \cdot q_{f,d}) / (A_v \cdot A_t)^{1/2}$;
 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 (пожарного отсека и 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 частных значений переменных воздействий;

ψ_2 – коэффициент для квазипостоянных значений переменных воздействий.

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 При определении механических характеристик конструкции следует учитывать прямые результаты механических воздействий, тепловые воздействия и связанные с ними изменения характеристик материалов, а также не прямые механические воздействия.

(2) Расчет огнестойкости включает использование воздействий для теплотехнического и статического расчета согласно 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) Установление чрезвычайной расчетной ситуации, возможных сценариев пожара и связанных с ними расчетных пожаров производится на основе анализа пожарных рисков.

(2) Если для конструкции возникают особые пожарные риски вследствие других чрезвычайных воздействий, то эти риски учитываются при создании общей концепции безопасности.

(3) Зависящие от времени и нагрузки характеристики конструкции не должны учитываться в момент, предшествующий чрезвычайной ситуации, за исключением указанных в 2.2(2).

2.3 Расчетный пожар

(1) Расчетный пожар для каждого сценария расчетного пожара в пожарном отсеке должен быть оценен согласно разделу 3 EN 1991-1-2.

(2) Расчетный пожар одновременно должен охватывать только один пожарный отсек, если сценарием расчетного пожара не установлено иное.

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

2.4 Теплотехнический расчет

(1) При выполнении теплотехнического расчета отдельной конструкции должно быть указано положение расчетного пожара по отношению к ней.

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

(3) Для наружных ограждающих стен воздействие пожара изнутри (для соответствующего пожарного отсека) и, в качестве альтернативы, снаружи (от другого пожарного отсека) учитывается только в установленных случаях.

(4) В зависимости от выбранного в разделе 3 расчетного пожара используются следующие методы:

– при использовании номинального температурного режима теплотехнический расчет отдельной конструкции производится для установленного периода времени без учета фазы охлаждения;

– при моделировании пожара с полным участием всех горючих поверхностей (развившийся пожар) теплотехнический расчет отдельной конструкции производится для полной продолжительности пожара, включая фазу охлаждения.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Продолжительность пожара устанавливается в Национальном Приложении или обосновывается правилами приложения F с учетом национального приложения.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Пределы огнестойкости устанавливаются в национальных приложениях.

2.5 Статический расчет

(1) Теплотехнический и статический расчеты должны производиться для одинаковых промежутков времени.

(2) Огнестойкость подтверждается выполнением следующих условий:

– во временных параметрах

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

– 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

$t_{fi,d}$ – расчетный предел огнестойкости;

$t_{fi,requ}$ – требуемый предел огнестойкости;

$R_{fi,d,t}$ – 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.

3. Тепловые воздействия для теплотехнического расчета

3.1 Общие правила

(1) Тепловые воздействия задаются результирующим тепловым потоком на поверхность конструкции $\dot{h}_{net}$, Вт/м².

(2) Результирующий тепловой поток на обогреваемую при пожаре конструкцию $\dot{h}_{net}$, Вт/м², определяется с учетом теплопередачи конвекцией и излучением:

$$\dot{h}_{net} = \dot{h}_{net,c} + \dot{h}_{net,r}, \quad (3.1)$$

где

$\dot{h}_{net,c}$ – результирующий удельный тепловой поток от теплопередачи конвекцией, определяемый по Формуле (3.2);

$\dot{h}_{net,r}$ – результирующий удельный тепловой поток от теплопередачи излучением, определяемый по Формуле (3.3).

(3) Результирующий удельный тепловой поток от теплопередачи конвекцией, Вт/м², определяется по формуле

$$\dot{h}_{net,c} = \alpha_c \cdot (\Theta_g - \Theta_m), \quad (3.2)$$

где

α_c – коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/м²·К⁻¹;

Θ_g – температура вблизи конструкции, °С;

Θ_m – температура поверхности конструкции, °С.

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

(5) На необогреваемой стороне ограждающей конструкции суммарный тепловой поток определяется с использованием Формулы (3.1), принимая $\alpha_c = 4$ Вт/м²·К. Если принимается, что коэффициент теплоотдачи конвекцией включает теплоотдачу излучением, то

$$\alpha_c = 9 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

(6) Результирующий удельный тепловой поток от теплопередачи излучением, Вт/м², определяется по формуле

$$\dot{h}_{\text{net},r} = \Phi \cdot \varepsilon_m \cdot \varepsilon_f \cdot \sigma \cdot ((\Theta_r + 273)^4 - (\Theta_m + 273)^4), \quad 3.3)$$

где

Φ – угловой коэффициент облученности;

ε_m – степень черноты поверхности конструкции;

ε_f – степень черноты пламени (пожара);

$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/м²·К⁴ – 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 (пожара) 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 эффектов положения и затенения.

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

(8) Для полностью охваченной пламенем конструкции эффективная температура излучения пожара Θ_r 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 температурные режимы

3.2.1 Стандартный температурный режим

(1) Стандартный температурный режим определяется по формуле

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

где

Θ_g – температура среды вблизи конструкций, °C;

t – время, мин.

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

3.2.2 Температурный режим наружного пожара

(1) Температурный режим наружного пожара определяется по формуле

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

где

Θ_g – температура среды вблизи конструкции, °C;

t – время, мин.

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

3.2.3 Температурный режим пожара углеводородов

(1) Температурный режим пожара углеводородов определяется по формуле

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

где

Θ_g – температура среды вблизи конструкции, °C;

t – время, мин.

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

3.3 Моделирование пожаров

3.3.1 Упрощенные модели пожаров

3.3.1.1 Общие положения

(1) Упрощенные модели пожаров базируются на установленных физических параметрах с ограниченной областью 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 $\alpha_c = 35 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$.

3.3.1.2 Объемные пожары

(1) Температура газовой среды 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 конструкций метод расчета температуры газовой среды приведен в Приложении А.

(2) Для наружных конструкций результирующий удельный тепловой поток излучением определяется суммированием составляющих от пожарной секции и от пламени, выходящего из проемов.

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

3.3.1.3 Локальные пожары

(1) При невозможности объемного воспламенения в расчете должны быть приведены 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) Должна использоваться одна 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, зависящими от времени, а также нижнего с равномерной, зависящей от времени более низкой температурой;
- вычислительные газодинамические (полевые) модели, определяющие рост температуры в помещении в зависимости от продолжительности пожара и пространственного расположения.

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

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

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

4 Механические воздействия для статического расчета

4.1 Общие положения

(1) Р Действующие и вынужденные удлинения и деформации, обусловленные изменением температуры при пожаре, и представленные в виде воздействий (например, силами и моментами), должны учитываться, за исключением следующих случаев:

- воздействиями можно пренебречь, либо их эффект является благоприятным;
- воздействия учтены посредством выбора консервативных схемы опирания и граничных условий и/или полностью учитываются установленными противопожарными требованиями.

(2) Оценка не прямых воздействий должна учитывать:

- ограниченное температурное расширение самой конструкции (например, колонн многоэтажных каркасных конструктивных систем с жесткими стенами);
- отличающееся температурное расширение в статически неопределенных конструкциях (например, неразрезных плитах перекрытия);
- температурные градиенты в поперечных сечениях, вызывающие внутренние напряжения;
- температурное расширение примыкающих конструкций (например, смещение верхней части колонны вследствие расширения перекрытия или расширение присоединенных тросов);
- температурное расширение конструкции, воздействующее на другие конструкции за пределами пожарного отсека.

(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 при нормальной температуре

(1)Р Воздействия на конструкции рассматриваются для состояний нормального температурного режима. Характерные значения переменных воздействий, рассматриваемых в чрезвычайной расчетной ситуации пожара, должны приниматься в соответствии с EN 1990.

(3) Снижение действующей нагрузки вследствие ее сгорания в расчете не учитывается.

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

(5) Воздействия от производственных процессов не учитываются.

4.2.2 Дополнительные воздействия

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

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

ПРИМЕЧАНИЕ Выбор дополнительных воздействий может быть установлен в Национальном Приложении.

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

4.3 Комбинации воздействий

4.3.1 Общее правило

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

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

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 расчета конструкций для комбинации 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 воздействий ограждений и опор при проведении расчета частей конструктивной системы 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:

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

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

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

где

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

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

Приложение А
(информационное)

Параметрические температурные режимы

(1) Следующие температурные режимы применимы для пожарных отсеков без проемов в покрытии с площадью пола до 500 м² и максимальной высотой до 4 м. Принимается полное выгорание пожарной нагрузки в рассматриваемом пространстве.

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

(3) Температурный режим на стадии нагрева определяется по формуле

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

где Θ_g – температура в пожарной секции, °С.

$$t^* = t \cdot \Gamma, \text{ ч}, (\text{А.2а})$$

здесь t – время, ч;

$$\Gamma = \frac{(O/b)^2}{(0,04/1160)^2},$$

где $b = \sqrt{\rho c \lambda}$ – теплопоглощающая способность всего ограждения ($100 < b < 2200$),
Дж·м⁻²·с^{-1/2}·К⁻¹;

здесь

ρ – плотность ограждения, кг/м³;

c – удельная теплоемкость ограждения, Дж/кг·К;

λ – коэффициент теплопроводности ограждения, Вт/м·К;

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 многослойной структуры материала поверхности ограждения

$$b = \sqrt{\rho c \lambda} \quad (\text{А.3})$$

производится следующим образом:

– если $b_1 < b_2$, то $b = b_1$;

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

$$s_{\text{lim}} = \sqrt{\frac{3600 t_{\text{max}} \lambda_1}{c_1 \rho_1}}, \quad (\text{А.4})$$

где t_{max} – определяется по Формуле (А.7);

– если $s_1 > s_{\text{lim}}$, то $b = b_1$; (А.4а)

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

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

$$b = \frac{\sum (b_j \cdot A_j)}{A_t \cdot A_v}, \quad (\text{А.5})$$

где

A_j – площадь поверхности ограждения j без учета проемов;

b_j – теплопоглощающая способность поверхности покрова j согласно Формулам (А.3) и (А.4).

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

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

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

где $q_{t,d}$ – расчетная удельная пожарная нагрузка, приведенная к суммарной площади A_t поверхности ограждений, МДж/м², определяется по формуле

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

Должны соблюдаться следующие пределы: $50 < q_{t,d} < 1000$, МДж/м²,

где $q_{f,d}$ – расчетная удельная пожарная нагрузка, приведенная к суммарной площади пола A_f , МДж/м² (приложение Е);

t_{lim} – время достижения максимальной температуры для пожаров, регулируемых пожарной нагрузкой, q , 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^* , q , в Формуле (А.1) заменяется на:

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

$$\Gamma_{lim} = \frac{(O_{lim} / b)^2}{(0,04 / 1160)^2}, \quad (A.8)$$

где

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

(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:

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

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

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

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

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

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

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

Приложение В
(информационное)

Тепловые воздействия на наружные конструкции – упрощенный метод расчета

В.1 Область применения

(1) Данный метод позволяет определить:

- максимальную температуру в пожарной секции (отсеке);
- 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 пожарном отсеке более одного окна, то 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 имеет окна, то отношение D/W определяется по формуле

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

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

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

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 пожарной секции.

(4) Если зона горения расположена непосредственно в пожарной секции, то отношение D/W при соблюдении пределов, указанных в (7), определяется по формуле

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

где

L_c, W_c – длина и ширина очага соответственно;

W_1, W_2 – длина и ширина пожарной секции 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 пожарного отсека 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

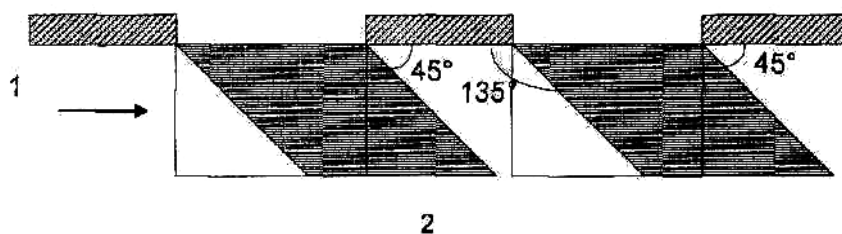
В.3.1 Режим вентиляции

1(Р) Если на противоположных сторонах пожарного отсека 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

(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 пожарной секции определяется по формуле

$$T_f = 6000 \sqrt{O} \cdot \left(1 e^{\frac{0,1}{O}} \right) \cdot \left(1 e^{0,00286 \Omega} \right) + T_0. \quad (\text{B.5})$$

(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) Глубина пламени принимается равной 2/3 высоты окна: $2/3 h_{eq}$ (Рисунок В.2).

(6) Горизонтальная проекция пламени принимается:

– если есть стена над окном:

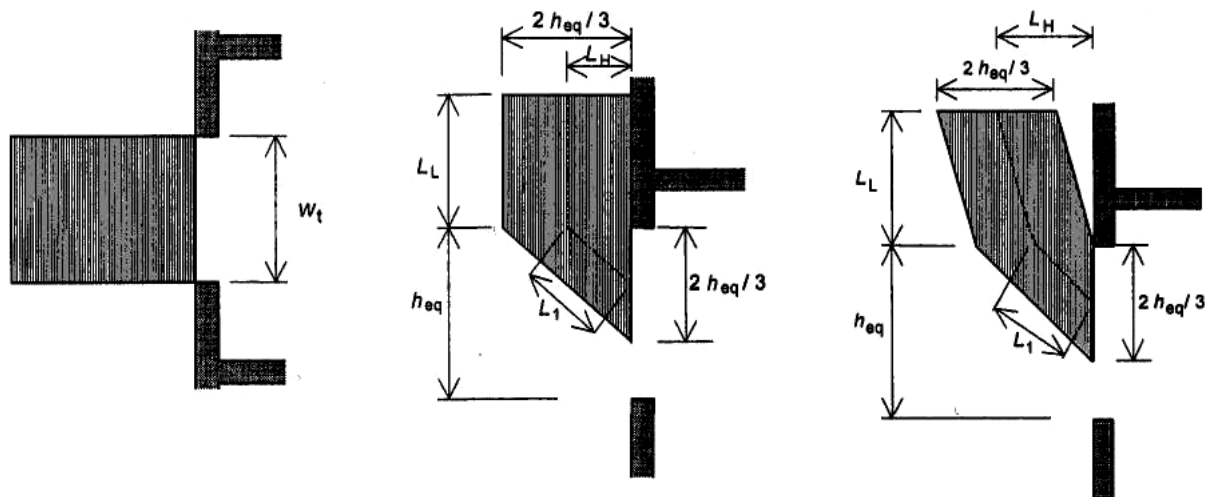
$$L_H = \frac{h_{eq}}{3}, \quad \text{если } h_{eq} \leq 1,25 w_t; \quad (\text{B.8})$$

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

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

– 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

$$L_L = \frac{h_{eq}}{3}$$

$$h_{eq} < 1,25w_t$$

Вертикальное
поперечное сечение

$$L_1 = \sqrt{L_H^2 + \frac{h_{eq}^2}{9}} \cong \frac{h_{eq}}{2}$$

$$L_f = L_L + L_1$$

Стена выше

Вертикальное
поперечное сечение

$$L_1 \cong \frac{h_{eq}}{3}$$

$$L_f = \sqrt{L_L^2 + \left(L_H - \frac{h_{eq}}{3}\right)^2} + L_1$$

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 $L_L > 0$:

$$L_f = L_L + \frac{h_{eq}}{2},$$

если есть стена над окном

или $h_{eq} \leq 1,25w_t$;

(B.12)

$$L_f = \sqrt{L_L^2 + \left(L_H - \frac{h_{eq}}{3}\right)^2} + \frac{h_{eq}}{2},$$

если нет стены над окном

или $h_{eq} > 1,25w_t$;

(B.13)

– если $L_L = 0$, то $L_1 = 0$.

(8) Температура пламени в окне, определяется по формуле

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

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

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

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

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

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

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

где d_f – толщина пламени, м.

(12) Коэффициент теплоотдачи конвекцией определяется по формуле

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

(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 .

(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 $h_{eq} > 1,25 w_t$, 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 .

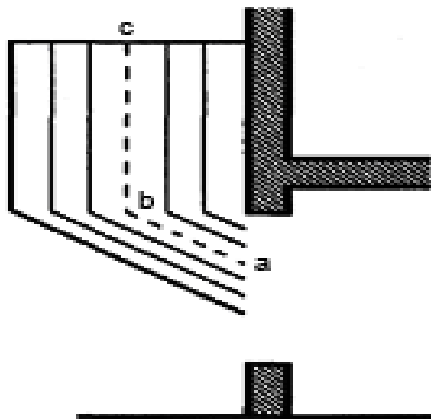
В.4.2 Принудительная вентиляция

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

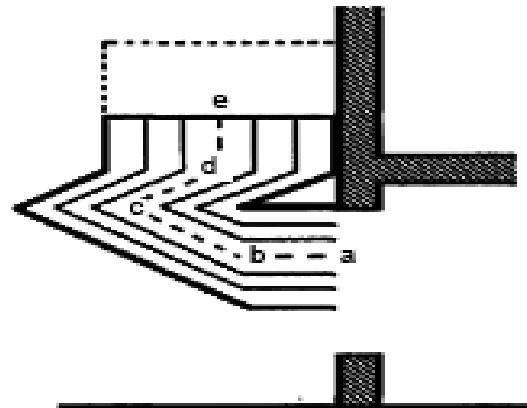
$$Q = \frac{A_f \cdot q_{f,d}}{\tau_F}. \quad (\text{В.18})$$

(2) Температура в пожарной секции (отсеке) определяется по формуле

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



Вертикальное поперечное сечение
 $a \ b \ c = L_f$



Вертикальное поперечное сечение
 $a \ b \ c \ d \ e = L_f w_a = a \ b$

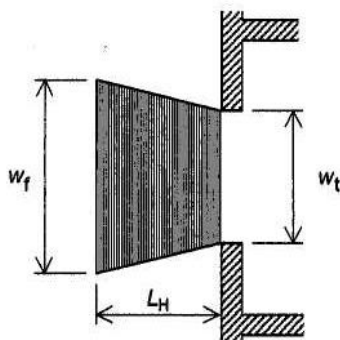
Рисунок В.3 – Отклонение пламени

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

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

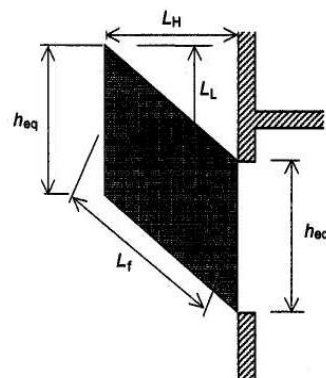
ПРИМЕЧАНИЕ Принимая $u = 6$ м/с, формула (B.20) может быть упрощена:

$$L_L \approx 0,628 Q / A_v^{1/2} - h_{eq}.$$



Горизонтальное поперечное сечение

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



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 (B.21) может быть упрощена: $L_H = 1,33 \cdot (L_L + h_{eq})/h_{eq}^{0,22}$.

(5) Ширина пламени определяется по формуле

$$w_f = w_t + 0,4L_H. \quad (B.22)$$

(6) Длина пламени вдоль оси определяется по формуле

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

(7) Температура пламени в окне определяется по формуле

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

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

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

(9) Температура пламени вдоль оси определяется по формуле

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

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

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

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

где d_f – толщина пламени, м.

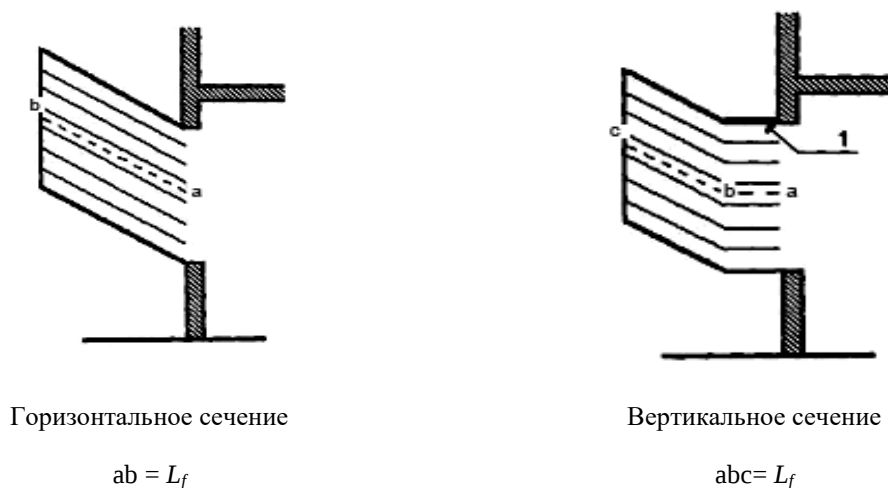
(11) Коэффициент теплоотдачи конвекцией определяется по формуле

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

ПРИМЕЧАНИЕ Принимая $u = 6$ м/с, формула (B.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.



1 – выступ (балкон, козырек и т. д.)

Рисунок В.5 – Отклонение пламени

В.5 Угловой коэффициент облученности

(1) Общий угловой коэффициент облученности конструкции для теплопередачи излучением от проемов 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_f – угловой коэффициент облученности поверхности конструкции i к проему (см. Приложение G);

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 G).

(4) Угловой коэффициент облученности $\Phi_{z,i}$ отдельных сторон 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 (информационное)

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 конструкциям определяется по Формуле (3.1), угловой коэффициент облученности определяется согласно Приложению G.

(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).

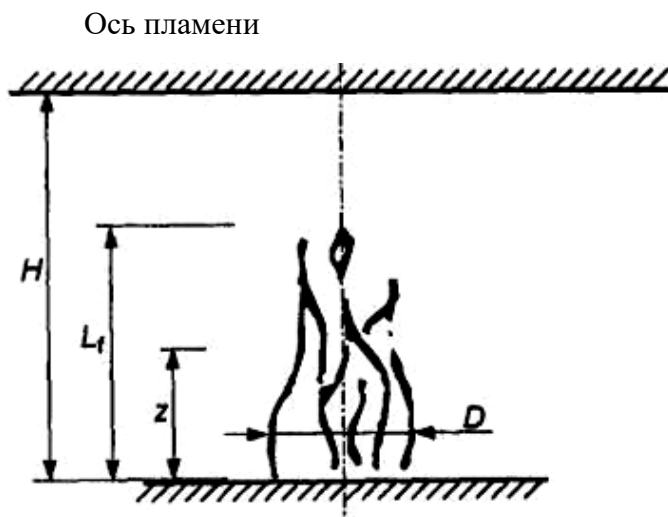


Рисунок С.1 – Локальный пожар ($L_f < H$)

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

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

(6) Если пламя достигает потолка ($L_f \geq H$; Рисунок С.2), удельный тепловой поток $\dot{h}$, Вт/м², 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).

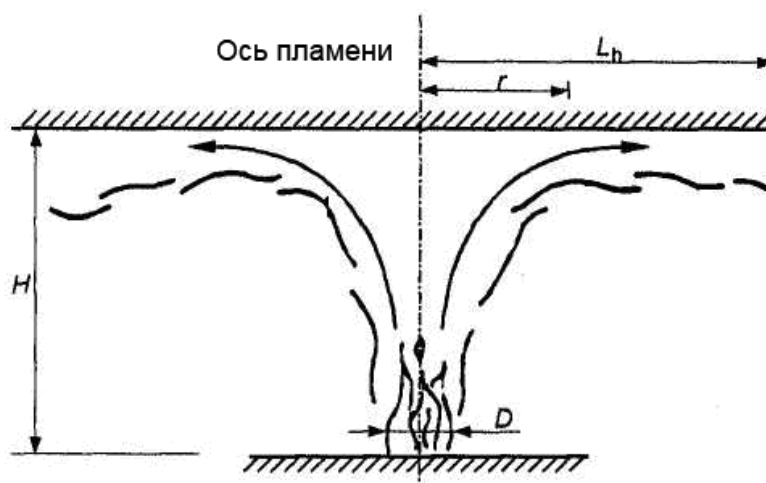


Рисунок С.2 – Локальный пожар

(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

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

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

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

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

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

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/м², определяется по формуле

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

Приложение D
(информационное)

Общие модели 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 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, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$;

$\dot{m}_{\text{out}}$ – расход потоков, выходящих через проемы;

$\dot{m}_{\text{in}}$ – расход потоков, входящих через проемы;

$\dot{m}_{\text{fi}}$ – 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;

$\dot{h}_{\text{net}}$ – 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 пожарной секции (отсека) с равномерно распределенной пожарной нагрузкой двухзонная модель преобразуется в однозонную в одном из следующих случаев:

- температура газов в верхнем слое больше чем 500°C;
- 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:

- сохранения массы;
- изменение импульса частицы жидкости (газа) равно сумме приложенных сил (второй закон Ньютона);
- изменение энергии частицы жидкости (газа) равно сумме изменения теплоты и выполненной работы (первый закон термодинамики).

Приложение Е
(информационное)
Удельная пожарная нагрузка

Е.1 Общие положения

(1) В расчетах следует использовать расчетную удельную пожарную нагрузку, определяемую путем измерений или в установленных случаях на основании национальных требований 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 исследования 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 (см. Е.3);

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

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

$\delta_n = \prod_{i=1}^{10} \delta_{ni}$ – коэффициент, учитывающий наличие специальных решений (мер) для тушения пожара i . Эти решения, как правило, направлены на защиту жизни людей (Таблица Е.2 и (4) и (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 , м ²	Опасность возникновения пожара δ_{q1}	Опасность возникновения пожара δ_{q2}	Примеры зданий (помещений)
25	1,1	0,78	Художественная галерея, музей, бассейн
250	1,5	1	Офис, жилое здание, гостиница, производство бумаги

Таблица Е.1 (продолжение)

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}

Решения (меры) активной противопожарной защиты											
Автоматические установки пожаротушения				Автоматическая пожарная сигнализация			Неавтоматическое тушение пожара				
Автоматическое пожаротушение	Независимое противопожарное водоснабжение			Автоматическая индикация и сигнализация о пожаре		Автоматическая передача сообщения в пожарное	пожарное	пожарное	Безопасные пути доступа	Устройства для тушения пожара	Системы дымоудаления
	0	1	2	Тепловые извещатели	Дымовые извещатели						
δ_{n1}	δ_{n2}			δ_{n3}	δ_{n4}	δ_{n5}	δ_{n6}	δ_{n7}	δ_{n8}	δ_{n9}	δ_{n10}
0,61	1,0	0,87 или 0,7		0,87	0,73	0,87	0,61 или 0,78		0,9 или 1 или 1,5	1 или 1,5	1 или 1,5

(4) Для обычных решений противопожарной защиты, которые почти всегда должны быть в наличии: пути доступа, устройства для тушения пожара и системы дымоудаления в лестничных клетках – значение δ_{ni} по Таблице Е.2 принимается 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 (см. также 1.3). Однако локальные обстоятельства

могут влиять на значения, приведенные в Таблице Е.2. Ссылочный документ 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 относительно горючие части конструкций, включая облицовку и отделку. 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) Пожарная нагрузка включает:

- технологическую пожарную нагрузку, определяемую по типу помещения (здания);
- конструктивную пожарную нагрузку, включающую горючие конструктивные элементы, облицовку и отделку.

В классификации, как правило, приводится технологическая пожарная нагрузка, при необходимости конструктивную пожарную нагрузку определяют согласно следующим пунктам.

Е.2.2 Порядок определения

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

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

где

$M_{k,I}$ – масса горючего материала, кг, согласно Е.2.2(3) и Е.2.2(4);

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

ψ_i – коэффициент защищенности пожарной нагрузки (см. Е.2.3).

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

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

где A – площадь пола A_f или площадь внутренней поверхности A_t пожарной секции, соответственно различают $q_{f,kI}$ 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) Изменяемые пожарные нагрузки, для которых предполагается, что они изменяются в течение срока службы строительной конструкции, должны учитываться посредством значений, которые не превышаются в течение 80 % рассматриваемого интервала времени.

Е.2.3 Защищенная пожарная нагрузка

(1) В частях здания, способных по проекту выдерживать воздействия пожара, пожарная нагрузка не учитывается.

(2) В негорючих частях здания, без особых требований по огнестойкости, которые остаются неповрежденными в течение всей продолжительности огневого воздействия, пожарная нагрузка учитывается следующим образом.

Наибольшая пожарная нагрузка, но не менее 10 % защищенной пожарной нагрузки, учитывается с $\psi_i = 1$.

Если указанной пожарной нагрузки, включая не защищенную, недостаточно для нагрева оставшейся нагрузки выше температуры воспламенения, то оставшаяся защищенная пожарная нагрузка учитывается с коэффициентом $\psi_i = 0$.

В остальных случаях значение ψ_i определяется 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

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

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 , $\text{МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, для расчета пожарной нагрузки

Наименование горючего материала	Низшая теплота сгорания H_u , $\text{МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$
Твердые материалы	
Древесина	17,5
Другие целлюлозные материалы: одежда пробка хлопок бумага, картон шелк солома шерсть	20

Таблица Е.3 (продолжение)

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

Таблица Е.3 (продолжение)

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) Характеристические значения удельной пожарной нагрузки в зависимости от назначения помещений (зданий) $q_{f,k}$, МДж · м⁻², 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	80 % фракции
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 Распределение Гумбеля предполагается для 80 % фракции.		

(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. Особые 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 экспертных данных.

(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 $iRHR_f$, приведенные в Таблице Е.5, действительны при $\delta_{q2} = 1$ (Таблица Е.1).

(4) При экстремально быстром развитии пожара $t_a = 75$ с.

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

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

где A_{fi} – максимальная площадь пожара, соответствующая площади пожарной секции (отсека) при равномерном распределении пожарной нагрузки, однако при локальном пожаре может быть меньше, m^2 ;

RHR_f – максимальная мощность теплового потока пожара, приведенная к $1 m^2$ площади, для пожара, регулируемого пожарной нагрузкой, кВт · m^2 (см. Таблицу E.5).

Таблица E.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/ m^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

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

где

A_v – площадь проема, м^2 ;

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 удлиняется соответственно возможной энергии, выделяемой пожарной нагрузкой. Если график не удлиняется, тогда принимается наличие пожара вне секции, который является причиной понижения температуры среды (газов) в помещении.

Приложение F
(информационное)

Эквивалентная продолжительность пожара

(1) Данный метод используется при проектировании 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 пожарными секциями (отсеками) с преимущественно целлюлозной пожарной нагрузкой.

(3) Эквивалентная продолжительность стандартного воздействия пожара определяется по формуле

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

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), $w_t = w_f \cdot A_t / A_f$;
 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	13,70
ПРИМЕЧАНИЕ О – коэффициент проемности, определенный согласно Приложению А.	

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

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

В противном случае коэффициент k_b в зависимости от теплопоглощающей способности ограждения ($b = \sqrt{\rho c \lambda}$) 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

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

где

$\alpha_v = A_v / A_f$ – отношение площади вертикальных проемов на фасаде A_v к площади пола A_f помещения, $0,025 \leq \alpha_v \leq 0,25$;

$\alpha_h = A_h / A_f$ – 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 пожарного отсека, м.

Для небольших пожарных отсеков ($A_f < 100$ м²) 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} – время, соответствующее расчетной огнестойкости, определенное согласно противопожарных частей EN 1992 – EN 1996 и EN 1999.

Приложение G
(информационное)

Угловой коэффициент облученности

G.1 Общие сведения

(1) Угловой коэффициент облученности Φ определяется по формуле

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

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

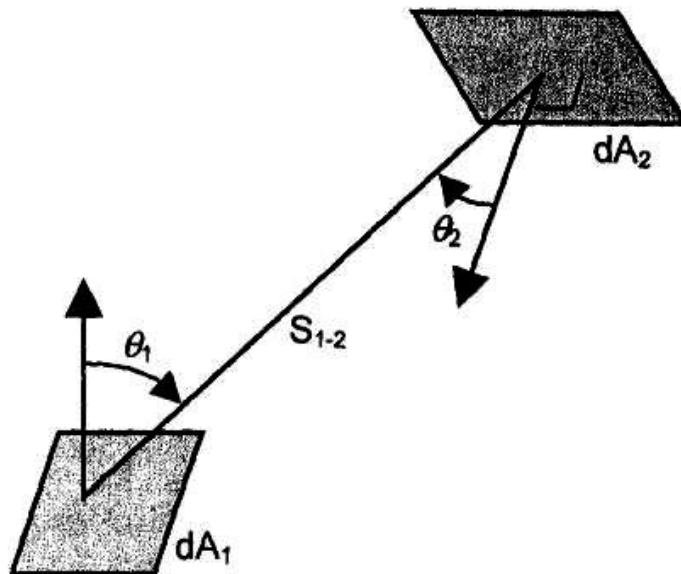


Рисунок G.1 – Лучистый теплообмен между двумя поверхностями

(2) Если излучающая поверхность обладает равномерными температурой и степенью черноты, то определение Φ упрощается: Пространственный угол, внутри которого может быть видна излучающая поверхность с особой бесконечно малой поверхностью площадки, деленный на 2π .

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

(4) Тепловое излучение к бесконечно малой площадке вогнутой поверхности 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 пожар	Полностью развившийся пожар
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 пожарной секции, 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 Р 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 Р на обогреваемой поверхности (Рисунки G.3 и G.4). Эти зоны определяются относительно точки Х, находящейся в месте пересечения горизонтальной линии, перпендикулярной к обогреваемой поверхности. Не учитываются доли от зон, которые не видимы из точки Р (см. Рисунок G.4).

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

(5) Доля каждой зоны определяется следующим образом:

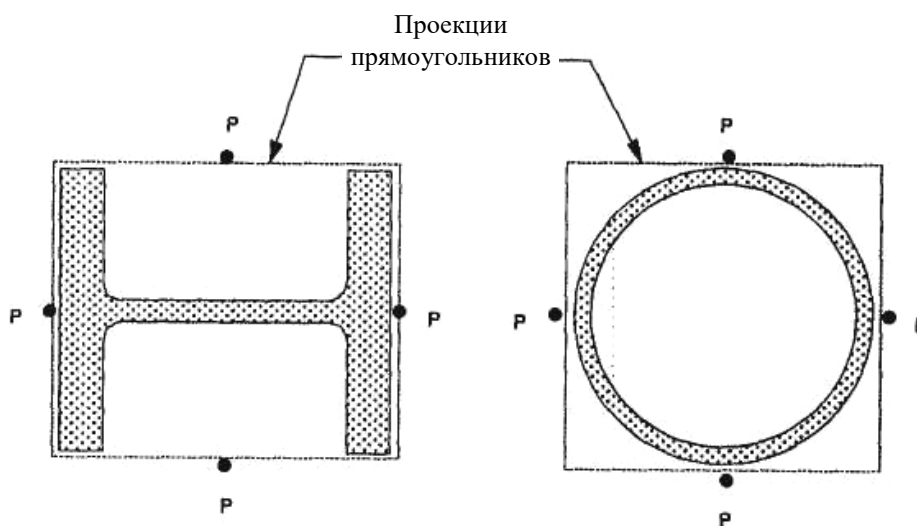


Рисунок G.2 – Проекции принимающих поверхностей

а) принимающая и излучающая поверхности параллельны:

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

где

$a=h/s$;

$b=w/s$;

s – расстояние от точки Р до точки Х;

h – высота зоны излучающей поверхности;

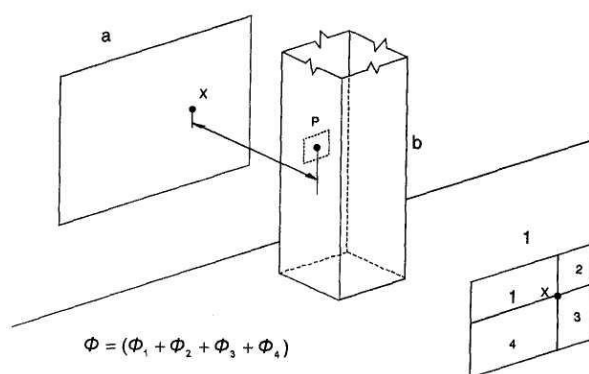
w – ширина зоны излучающей поверхности;

б) принимающая и излучающая поверхности перпендикулярны:

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

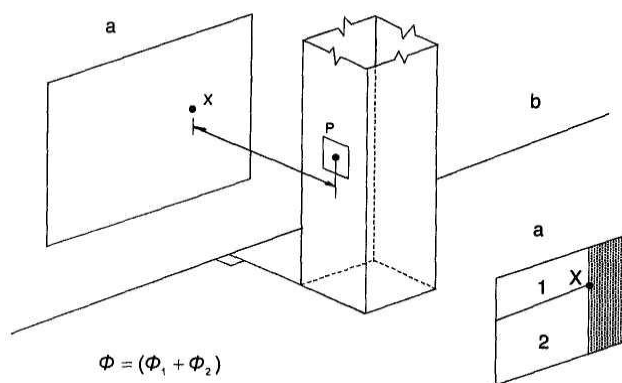
в) принимающая и излучающая поверхности расположены под углом θ :

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



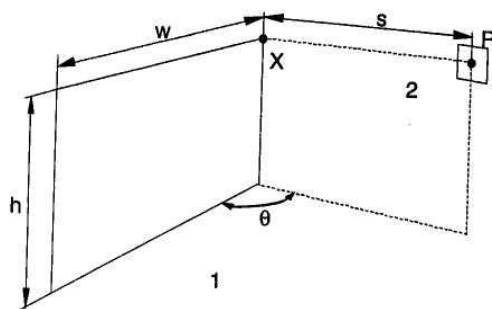
a – излучающая поверхность; b – принимающая поверхность

Рисунок G.3 – Принимающая и излучающая поверхности параллельны



a – излучающая поверхность; b – принимающая поверхность

Рисунок G.4 – Принимающая и излучающая поверхности перпендикулярны



a – излучающая поверхность; b – принимающая поверхность

Рисунок G.5 – Принимающая и излучающая поверхности расположены под углом θ

Библиография

- | | |
|------------------------------|---|
| EN ISO 1716
(ЕН ИСО 1716) | Reaction to fire tests for building products – Determination of the heat of combustion (Испытания строительных материалов и изделий на пожарную опасность. Определение теплоты сгорания). |
| EN 1363-2
(ЕН 1363-2) | Fire resistance tests – Part 2: Alternative and additional procedures (Испытания на огнестойкость. Часть 2. Альтернативные и дополняющие методы). |

Приложение Д.А.
(информационное)

Сведения о соответствии государственных стандартов
ссылочным европейским стандартам

Таблица Д.А.1

Обозначение и наименование европейского стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
EN 1990:2002 Еврокод. Основы проектирования несущих конструкций	IDT	EN 1990:2002/2011 Еврокод. Основы проектирования несущих конструкций
EN 1991-1-1:2002 Еврокод 1. Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-1. Удельный вес, постоянные и временные нагрузки на здания каменных конструкций	IDT	EN 1991-1-1:2002/2011 Еврокод 1. Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-1. Собственный вес, постоянные и временные нагрузки на здания
EN 1991-1-3:2003 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки	IDT	EN 1991-1-3:2003/2011 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки
EN 1991-1-4:2005 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия.	IDT	EN 1991-1-1:2005/2011 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия
EN 13501-2:2007 Классификация строительных материалов и изделий по пожарной опасности. Часть 2. Классификация по результатам испытаний на огнестойкость, за исключением вентиляции	IDT	EN 13501-2:2007 Классификация строительных материалов и изделий по пожарной опасности. Часть 2. Классификация по результатам испытаний на огнестойкость, за исключением вентиляции

УДК 624.012.35.04:614.841.332(083.74)

МКС 13.220; 91.040:91.120

Ключевые слова: Еврокод, Европейский стандарт, основы строительного проектирования, наружная конструкция, аварийные воздействия, пожарное воздействие, огнестойкость, теплотехнический расчет.

Ресми басылым
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ӨНЕРКӘСПІ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС МИНИСТРЛІГІНІҢ
ТҰРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ ШАРУАШЫЛЫҚ ІСТЕРІ КОМИТЕТІ

**Қазақстан Республикасының
ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ**

ҚР ЕЖ EN 1991-1-2:2002 /2011
КҮШ ТҮСЕТІН КОНСТРУКЦИЯЛАРҒА ӘСЕРЛЕР.
Жалпы әсерлер. Конструкцияларға өрт кезіндегі әсерлер

Басылымға жауаптылар: «ҚазҚСҒЗИ» АҚ

Компьютерлік беттеу:

Пішімі 60 x 84 ¹/₈. Қарпі: Times New Roman.

«ҚазҚСҒЗИ» АҚ

050046, Алматы қаласы, Солодовников көшесі, 21

Тел./факс: +7 (727) 392 76 16 – қабылдау бөлмесі

Официальное издание

КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО–
КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА МИНИСТЕРСТВА ПРОМЫШЛЕННОСТИ И
СТРОИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СВОД ПРАВИЛ
Республики Казахстан

СП РК EN 1991-1-2:2002 /2011

ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ.
ОБЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Общие воздействия. Воздействия на
конструкции при пожарах

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

Набор и компьютерная вертка:

Формат 60 x 84 ¹/₈

Гарнитура: Times New Roman.

АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова, 21

Тел./факс: +7 (727) 392 76 16 – приемная