

**Еврокод 1**  
**ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ**  
**Часть 1-5. Общие воздействия.**  
**Температурные воздействия**

**Еўракод 1**  
**УЗДЗЕЯННІ НА КАНСТРУКЦЫІ**  
**Частка 1-5. Агульныя ўздзеянні.**  
**Тэмпературныя ўздзеянні**

**(EN 1991-1-5:2003, IDT)**

Издание официальное

УДК 624.07.045.5(083.74)

МКС 91.010.30

КП 06

IDT

**Ключевые слова:** несущие конструкции, температурные воздействия, характеристические значения, температурные перепады, значения составляющих температуры, карты изотерм

## Предисловие

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

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

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

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

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

3 Настоящий технический кодекс установившейся практики идентичен европейскому стандарту EN 1991-1-5:2003 Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-5: General actions — Thermal actions (Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-5. Общие воздействия. Температурные воздействия).

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

Перевод с немецкого языка (de).

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

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

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

Степень соответствия — идентичная (IDT)

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© Минстройархитектуры, 2009

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

---

Издан на русском языке

## Белорусская редакция

### Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-5. Общие воздействия. Температурные воздействия

Настоящий технический кодекс установившейся практики разработан на основе европейского стандарта, принятого CEN 18 сентября 2003 г.

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

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

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



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

## **Введение к Еврокодам**

В 1975 г. Комиссия Европейских сообществ 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 последующем 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 соглашения<sup>1)</sup> 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.

### **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).

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

Еврокоды, поскольку они непосредственно касаются строительных работ, имеют прямое отношение к разъясняющим документам<sup>2)</sup>, на которые приводится ссылка в статье 12 CPD, хотя они отличаются от гармонизированных стандартов на изделие<sup>3)</sup>. Следовательно, техническим комитетам CEN и/или рабочим группам EOTA, работающим над стандартами на изделие с целью достижения полного соответствия данных технических условий Еврокодам, следует соответствующим образом рассмотреть технические аспекты действия Еврокодов.

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

### **Национальные редакции Еврокодов**

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

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

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

Они могут также содержать:

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

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

Существует необходимость согласования гармонизированных технических условий на строительные изделия и технических правил на проектирование конструкций<sup>4)</sup>. В частности, информация, сопровождающая CE-маркировку строительных изделий, должна четко устанавливать, какие параметры, устанавливаемые на национальном уровне, являются основополагающими.

### **Специальные указания по применению EN 1991-1-5**

EN 1991-1-5 устанавливает правила учета температурных воздействий на здания и сооружения, обусловленных климатическими и эксплуатационными условиями.

Информация по температурным воздействиям при пожаре содержится в EN 1991-1-2.

EN 1991-1-5 предназначен для применения проектировщиками, государственными органами, строительными фирмами и строительным надзором.

<sup>2)</sup> 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.

<sup>3)</sup> В соответствии со статьей 12 CPD разъясняющие документы должны:

- a) приводить в определенную форму существенные требования посредством стандартизации терминологии и технических основ и указания классов или уровней для каждого требования, где это необходимо;
- b) устанавливать методы соотношения данных классов или уровней требований с техническими условиями, например, методами расчета и доказательства, техническими правилами для проектной разработки и т. д.;

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

<sup>4)</sup> 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 Основопологающего документа № 1.

EN 1991-1-5 предназначен для применения совместно с EN 1990 и EN 1992 – EN 1999 при проектировании конструкций.

Национальное приложение устанавливает общие нелинейные или упрощенные линейные температурные составляющие, применяемые в расчетах по определению расчетных параметров конструкций мостов.

Температурные воздействия на дымовые трубы при их эксплуатации установлены в EN 13084-1.

#### **Национальное приложение к техническому кодексу установившейся практики EN 1991-1-5**

Европейский стандарт содержит альтернативные методы, значения и рекомендации по классам, отмеченные в примечаниях, на которые распространяется возможность выбора на национальном уровне. Для этого в соответствующую национальную редакцию EN 1991-1-5 включают национальное приложение с установленными требованиями, которые применяют при проектировании и строительстве зданий и сооружений в конкретной стране.

Национальный выбор допускается в следующих элементах стандарта EN 1991-1-5:

- 5.3(2) (таблицы 5.1, 5.2 и 5.3);
- 6.1.1(1);
- 6.1.2(2);
- 6.1.3.1(4);
- 6.1.3.2(1);
- 6.1.3.3(3);
- 6.1.4(3);
- 6.1.4.1(1);
- 6.1.4.2(1);
- 6.1.4.3(1);
- 6.1.4.4(1);
- 6.1.5(1);
- 6.1.6(1);
- 6.2.1(1)P;
- 6.2.2(1);
- 6.2.2(2);
- 7.2.1(1);
- 7.5(3);
- 7.5(4);
- A.1(1);
- A.1(3);
- A.2(2);
- B(1) (таблицы B.1, B.2 и B.3).

#### **Национальное введение**

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

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

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

## Содержание

1	Общие положения .....	1
1.1	Область применения .....	1
1.2	Нормативные ссылки .....	1
1.3	Условия применения .....	1
1.4	Различие между принципами и правилами применения .....	2
1.5	Термины и определения .....	2
1.6	Условные и буквенные обозначения .....	2
2	Классификация воздействий .....	3
3	Расчетные ситуации .....	3
4	Описание воздействий .....	4
5	Температурные изменения в зданиях .....	4
5.1	Общие положения .....	4
5.2	Определение температуры .....	5
5.3	Определение температурных профилей .....	5
6	Температурные изменения в мостах .....	6
6.1	Пролетное строение моста .....	6
6.1.1	Типы пролетных строений моста .....	6
6.1.2	Анализ температурных воздействий .....	6
6.1.3	Составляющая равномерно распределенной температуры .....	7
6.1.4	Составляющие температурного перепада .....	8
6.1.5	Одновременный учет составляющих равномерно распределенной температуры и температурного перепада .....	12
6.1.6	Перепады в конструктивных элементах с различными составляющими равномерно распределенной температуры .....	12
6.2	Промежуточные опоры моста .....	12
6.2.1	Учет температурных воздействий .....	12
6.2.2	Температурные перепады .....	13
7	Температурные изменения в промышленных дымовых трубах, трубопроводах, силосных башнях, резервуарах и градирнях .....	13
7.1	Общие положения .....	13
7.2	Составляющие температуры .....	13
7.2.1	Температура наружного воздуха .....	13
7.2.2	Протекающие газы, горячие жидкости и горячие материалы .....	13
7.2.3	Температура конструктивного элемента .....	13
7.3	Учет составляющих температуры .....	14
7.4	Определение составляющих температуры .....	14
7.5	Значения составляющих температуры (ориентировочные значения) .....	14
7.6	Одновременный учет составляющих температуры .....	14



Приложение А (обязательное) Изотермы национальных минимальных и максимальных температур наружного воздуха .....	16
Приложение В (обязательное) Температурные перепады для различной толщины мостового полотна .....	18
Приложение С (справочное) Коэффициенты линейного температурного расширения.....	20
Приложение D (справочное) Распределение температуры (температурные профили) в зданиях и других сооружениях .....	21
Библиография .....	22
Приложение Д.А (справочное) Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным европейским стандартам .....	23
Национальное приложение .....	24

## ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

---

**Еврокод 1**  
**ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ**  
**Часть 1-5. Общие воздействия.**  
**Температурные воздействия**

**Еўракод 1**  
**УЗДЗЕЯННІ НА КАНСТРУКЦЫІ**  
**Частка 1-5. Агульныя ўздзеянні.**  
**Тэмпературныя ўздзеянні**

Eurocode 1  
Actions on structures  
Part 1-5. General actions.  
Thermal actions

---

Дата введения 2010-01-01

## 1 Общие положения

### 1.1 Область применения

(1) В ТКП EN 1991-1-5 содержатся принципы и положения по расчету температурных воздействий на здания, мосты и другие конструкции, включая их отдельные элементы. В нем указаны также положения по обшивке фасадов и других элементов зданий.

(2) Настоящая часть устанавливает температурные воздействия на элементы конструкций и указывает их характеристические значения, которые могут применяться для определения расчетных параметров конструкций, подвергаемых суточным и годовым колебаниям температуры. Температурные воздействия не учитывают, если конструкция не подвергается температурным воздействиям, обусловленным климатическими условиями.

(3) Конструкции, в которых температурные воздействия обусловлены, главным образом, их назначением (например, градирни, элеваторы, резервуары, складское оборудование, обогревательные камеры и холодильники), рассматриваются в разделе 7. На дымовые трубы распространяется действие EN 13084-1.

### 1.2 Нормативные ссылки

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

EN 1990:2002 Еврокод. Основы проектирования конструкций

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

EN 13084-1 Промышленные дымовые трубы. Часть 1. Общие требования

ISO 2394 Общие принципы надежности конструкций

ISO 3898 Основы проектирования конструкций. Условные обозначения. Общие символы

ISO 8930 Общие принципы надежности конструкций. Перечень эквивалентных терминов.

### 1.3 Условия применения

(1) [C1] Основные условия, установленные в EN 1990, распространяются также на EN 1991-1-5.

#### 1.4 Различие между принципами и правилами применения

(1) Принципы и правила применения, содержащиеся в 1.4 EN 1990:2002, распространяются также на EN 1991-1-5.

#### 1.5 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применены термины и определения, установленные в EN 1990, ISO 2394, ISO 3898 и ISO 8930.

**1.5.1 температурные воздействия** (thermal actions): Воздействия на конструктивный элемент, которые появляются вследствие изменений температурных полей в течение определенного периода времени.

**1.5.2 температура наружного воздуха** (shade air temperature): Температура, измеряемая термометром, помещенным в деревянную будку белого цвета с жалюзи для свободного доступа воздуха к приборам, известную как «Stevenson screen».

**1.5.3 максимальная температура наружного воздуха  $T_{\max}$**  (maximum shade air temperature): Значение максимальной температуры наружного воздуха с годовой вероятностью превышения 0,02 °C (соответствует периоду повторяемости 50 лет).

**1.5.4 минимальная температура наружного воздуха  $T_{\min}$**  (minimum shade air temperature): Значение минимальной температуры наружного воздуха с годовой вероятностью превышения 0,02 °C (соответствует периоду повторяемости 50 лет).

**1.5.5 начальная температура  $T_0$**  (initial temperature): Температура, соответствующая замыканию конструкции или ее части в законченную систему.

**1.5.6 наружные ограждающие конструкции** (cladding): Элемент здания, образующий устойчивую к климатическим воздействиям оболочку. В общем случае, наружные ограждающие конструкции воспринимают только собственный вес и/или воздействия ветра.

**1.5.7 составляющая равномерно распределенной температуры** (uniform temperature component): Температура, равномерно распределенная по всему сечению, которая вызывает удлинение или укорочение конструктивного элемента или самой конструкции (для мостов ее нередко определяют как «эффективная температура», но в настоящую часть Еврокода введен термин «равномерно распределенная»).

**1.5.8 составляющая температурного перепада** (temperature difference component): Часть распределенной в конструктивном элементе температуры, которая представляет разность температур между внешней стороной элемента конструкции и любой точкой, расположенной внутри элемента.

#### 1.6 Условные и буквенные обозначения

(1) В настоящем техническом кодексе применяют нижеследующие символы.

*Примечание* — Применяемые условные и буквенные обозначения установлены в соответствии с ISO 3898.

(2) Перечень основных обозначений приведен в EN 1990. Следующие обозначения распространяются на настоящую часть технического кодекса.

##### Прописные буквы латинского алфавита

$R$	— термическое сопротивление конструктивного элемента;
$R_{in}$	— термическое сопротивление на внутренней поверхности;
$R_{out}$	— термическое сопротивление на внешней поверхности;
$T_{\max}$	— максимальная температура наружного воздуха с годовой вероятностью превышения 0,02 °C (соответствует периоду повторяемости 50 лет);
$T_{\min}$	— минимальная температура наружного воздуха с годовой вероятностью превышения 0,02 °C (соответствует периоду повторяемости 50 лет);
$T_{\max,p}$	— максимальная температура наружного воздуха с годовой вероятностью превышения $p$ (соответствует усредненному периоду повторяемости 1/ $p$ );
$T_{\min,p}$	— минимальная температура наружного воздуха с годовой вероятностью превышения $p$ (соответствует усредненному периоду повторяемости 1/ $p$ );
$T_{e,\max}$	— максимальная составляющая равномерно распределенной температуры для мостов;
$T_{e,\min}$	— минимальная составляющая равномерно распределенной температуры для мостов;

$T_0$	— начальная температура конструктивного элемента, находящегося в условиях ограничения перемещений;
$T_{in}$	— температура внутреннего воздуха;
$T_{out}$	— температура наружного воздуха;
$\Delta T_1, \Delta T_2, \Delta T_3, \Delta T_4$	— значения температурного перепада при нагреве (охлаждении);
$\Delta T_u$	— составляющая равномерно распределенной температуры;
$\Delta T_{N,exp}$	— максимальное положительное изменение составляющей равномерно распределенной температуры для мостов ( $T_{e,max} \geq T_0$ );
$\Delta T_{N,con}$	— максимальное отрицательное изменение составляющей равномерно распределенной температуры для мостов ( $T_0 \geq T_{e,min}$ );
$\Delta T_N$	— общий диапазон колебаний составляющей равномерно распределенной температуры для мостов;
$\Delta T_M$	— составляющая линейного температурного перепада;
$\Delta T_{M,heat}$	— составляющая линейного температурного перепада (нагрев);
$\Delta T_{M,cool}$	— составляющая линейного температурного перепада (охлаждение);
$\Delta T_E$	— составляющая нелинейного температурного перепада;
$\Delta T$	— сумма составляющих линейного и нелинейного температурных перепадов;
$\Delta T_P$	— разность температуры между различными элементами конструкции, определяемая различными средними температурами этих элементов.

#### Строчные буквы латинского алфавита

$h$	— высота сечения;
$k_1, k_2, k_3, k_4$	— коэффициенты для расчета максимальной (минимальной) температуры наружного воздуха с годовой вероятностью превышения $p$ , отличающейся от 0,02 °С;
$k_{sur}$	— коэффициент, учитывающий толщину мостового полотна при определении составляющей линейного температурного перепада;
$p$	— годовая вероятность превышения максимальной (минимальной) температуры наружного воздуха (соответствует среднему периоду повторяемости $1/p$ лет);
$u, c$	— параметры вида и функции распределения годовых максимумов (минимумов) температуры наружного воздуха.

#### Прописные буквы греческого алфавита

$\alpha_T$	— коэффициент линейного температурного расширения ( $1/^\circ\text{C}$ );
$\lambda$	— теплопроводность;
$\omega_N$	— понижающий коэффициент для составляющей равномерно распределенной температуры в сочетании с составляющей температурного перепада;
$\omega_M$	— понижающий коэффициент для составляющей температурного перепада в сочетании с составляющей равномерно распределенной температуры.

## 2 Классификация воздействий

(1)Р Температурные воздействия следует классифицировать как переменные и не прямые воздействия, см. 1.5.3 и 4.1.1 EN 1990:2002.

(2) Все значения температурных воздействий, указанные в настоящей части стандарта, являются характеристическими значениями, если не установлено иное.

(3)Р Данные в настоящей части стандарта характеристические значения температурных воздействий являются значениями, установленными с годовой вероятностью превышения 0,02 °С, если

не установлено иное, например, для переходных расчетных ситуаций.

*Примечание* — Значения температурных воздействий для переходных расчетных ситуаций допускается устанавливать, применяя метод расчета, указанный в А.2.

## 3 Расчетные ситуации

(1)Р Температурные воздействия должны быть установлены в соответствии с EN 1990 для каждой применяемой расчетной ситуации.

*Примечание* — Температурные воздействия на конструкции, не подвергающиеся суточным и сезонным климатическим и эксплуатационным изменениям температуры, не учитывают.

(2) Для подтверждения того, что температурные деформации (перемещения) не вызовут перенапряжений в конструкции, элементы несущих конструкций следует проверять, включая в расчет эффекты от температурных воздействий, либо применять конструктивные мероприятия, обеспечивающие свободное перемещение (движение) узлов и соединений.

#### 4 Описание воздействий

(1) Суточные и сезонные изменения температуры наружного воздуха, солнечное излучение, обратное отражение и т.д. приводят к изменению распределения температуры в отдельных элементах конструкции.

(2) Величина температурных эффектов зависит от местных климатических условий, совместно с пространственной ориентацией конструкции, ее общей массой, свойствами внешних поверхностей (облицовок, отделки зданий), режимами работы систем обогрева и кондиционирования, а также тепловой изоляцией.

(3) Распределение температуры в пределах отдельного элемента допускается подразделять на четыре основные составляющие, как показано на рисунке 4.1:

- составляющая равномерно распределенной температуры,  $\Delta T_{U_i}$ ;
- составляющая линейного температурного перепада по оси  $z-z$ ,  $\Delta T_{My}$ ;
- составляющая линейного температурного перепада по оси  $y-y$ ,  $\Delta T_{Mz}$ ;
- составляющая нелинейного температурного перепада  $\Delta T_E$ . Это создает систему самоуравновешенных внутренних напряжений, которые не создают нагрузочный эффект на элемент.

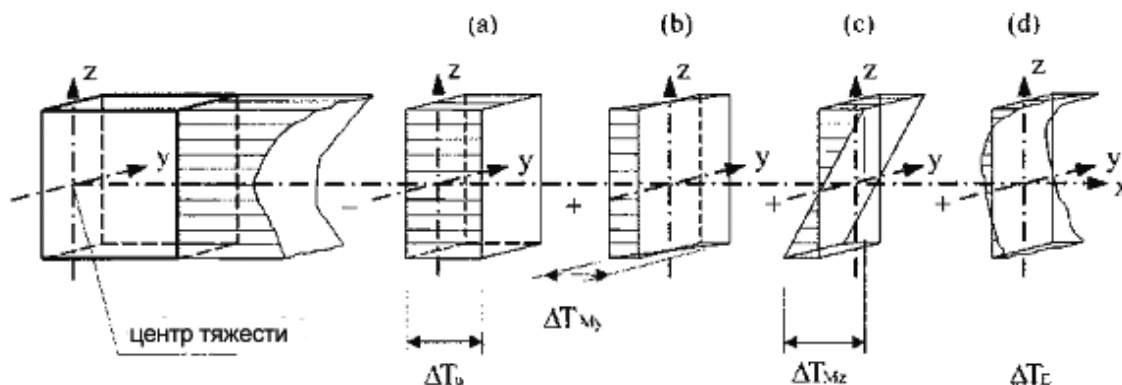


Рисунок 4.1 — Диаграмма отдельных составляющих температурного профиля

(4) Деформации, следовательно, любые напряжения, являющиеся их результатом, зависят от геометрии и условий опирания элемента конструкции, а также от физических свойств применяемого материала. При применении материалов с различными коэффициентами линейного температурного расширения, в расчетах следует учитывать температурные эффекты.

(5) С целью определения температурных эффектов следует применять коэффициенты линейного температурного расширения для материалов.

*Примечание* — Коэффициенты линейного температурного расширения для обычно применяемых материалов даны в приложении С.

## 5 Температурные изменения в зданиях

### 5.1 Общие положения

(1) Температурные воздействия на здание, вызванные климатическими и эксплуатационными изменениями температуры следует учитывать при определении расчетных параметров здания, если существует возможность превышения предельных состояний по несущей способности и эксплуатационной пригодности вследствие температурных перемещений и/или напряжений.

*Примечание 1* — На объемные изменения и/или напряжения, вызванные температурными изменениями, могут также влиять:

- затенение соседними зданиями;

- b) применение различных материалов с различными коэффициентами температурного расширения и теплопроводностью;
- c) применение различных форм поперечного сечения с различными равномерно распределенными температурами.

*Примечание 2* — На изменения объема элемента конструкции могут также влиять влажность и другие условия окружающей среды.

## 5.2 Определение температуры

(1) Температурные воздействия на здания, вызванные климатическими и эксплуатационными изменениями температуры, определяются в соответствии с принципами и правилами настоящего раздела с учетом национальных (региональных) сведений и опытных данных.

(2) Р Климатические эффекты следует определять с учетом колебания температуры наружного воздуха и солнечного излучения. В отдельных случаях, для конкретного проекта устанавливают эксплуатационные нагрузки (например, обогрев, технологические и производственные процессы).

(3) Р В соответствии с составляющими температуры, указанными в разделе 4, устанавливают климатические и эксплуатационные колебания температуры, воздействующие на элемент конструкции, применяя следующие параметры:

a) составляющую равномерно распределенной температуры,  $\Delta T_u$  определяемую как разность между средним значением температуры  $T$  элемента и его начальной температурой  $T_0$ ;

b) составляющую линейного температурного перепада, определяемую разностью температуры  $\Delta T_M$  между внешней и внутренней стороной сечения или между поверхностями отдельных слоев;

c) разность температуры  $\Delta T_P$  для различных частей конструкции, определяемую разностью средних значений температуры этих частей.

*Примечание* — Значения  $\Delta T_M$  и  $\Delta T_P$  допускается указывать для конкретного проекта.

(4) При необходимости, кроме  $\Delta T_u$ ,  $\Delta T_M$  и  $\Delta T_P$ , в соответствующих проектах (например, опоры или крепления несущих элементов конструкции и фасадных элементов) следует учитывать локальные эффекты температурных воздействий. Для этого устанавливают соответствующее описание температурных воздействий с учетом положения здания и его конструктивных особенностей (деталей).

(5) Составляющую равномерно распределенной температуры несущего элемента конструкции  $\Delta T_u$  устанавливают следующим образом:

$$\Delta T_u = T - T_0, \quad (5.1)$$

где  $T$  — среднее значение температуры конструктивного элемента, вызванное климатическими температурами зимой или летом и эксплуатационными температурами.

(6) Значения  $\Delta T_u$ ,  $\Delta T_M$ ,  $\Delta T_P$  и  $T$  определяют в соответствии с установленными в 5.3 принципами с учетом региональных данных. При отсутствии региональных данных допускается применять правила согласно 5.3.

## 5.3 Определение температурных профилей

(1) Температуру  $T$  в формуле (5.1) следует определять как среднюю температуру конструктивного элемента зимой или летом с использованием температурного профиля. В случае многослойных элементов,  $T$  является средней температурой отдельного слоя.

*Примечание 1* — Методы теории теплопроводности содержатся в приложении D.

*Примечание 2* — Если элементы имеют только один слой и условия окружающей среды на обеих сторонах одинаковы, то  $T$  допускается определять как среднее значение внутренней и наружной температур воздуха  $T_{in}$  и  $T_{out}$ .

(2) Температуру внутреннего воздуха  $T_{in}$  определяют по таблице 5.1. Температуру наружного воздуха  $T_{out}$  определяют по:

- a) таблице 5.2 — для элементов, расположенных над уровнем земли;
- b) таблице 5.3 — для элементов, расположенных ниже уровня земли.

**Таблица 5.1 — Температура внутреннего воздуха  $T_{in}$**

Время года	Температура $T_{in}$
------------	----------------------

Лето	$T_1$
Зима	$T_2$
<i>Примечание</i> — Значения $T_1$ и $T_2$ допускается устанавливать в национальном приложении. При отсутствии данных рекомендованы следующие значения: $T_1 = 20\text{ °C}$ и $T_2 = 25\text{ °C}$ .	

**Таблица 5.2 — Температура для элементов над уровнем земли  $T_{out}$**

Время года	Основные факторы		Температура $T_{out}$ , °C
Лето	Относительная адсорбция в зависимости от цвета и поверхности	0,5 лучисто светлая поверхность	$T_{max} + T_3$
		0,7 светлая цветная поверхность	$T_{max} + T_4$
		0,9 темная поверхность	$T_{max} + T_5$
Зима			$T_{min}$
<i>Примечание</i> — Значения максимальной температуры наружного воздуха $T_{max}$ , минимальной температуры наружного воздуха $T_{min}$ , а также температурные влияния от солнечного излучения $T_3$ , $T_4$ и $T_5$ допускается устанавливать в национальном приложении. При отсутствии значений для областей между широтой 45°N и 55°N рекомендуется применение значений: $T_3 = 0\text{ °C}$ , $T_4 = 2\text{ °C}$ и $T_5 = 4\text{ °C}$ — для элементов в направлении северо-восток; $T_3 = 18\text{ °C}$ , $T_4 = 30\text{ °C}$ и $T_5 = 42\text{ °C}$ — для юго-западного направления или горизонтально расположенных элементов.			

*Примечание* — Температура  $T_{out}$ , указанная в таблице 5.2 для лета, зависит от теплопоглощающей способности и ориентации поверхности сооружения или элемента конструкции следующим образом:  
 — температурный максимум достигается обычно на горизонтальных поверхностях, ориентированных на юго-запад,  
 — температурный минимум (приблизительно половинное значение максимума, °C) достигается на поверхностях, ориентированных на север.

**Таблица 5.3 — Температура для элементов ниже уровня земли  $T_{out}$**

Время года	Глубина ниже уровня земли	Температура $T_{out}$ , °C
Лето	Менее 1 м	$T_6$
	Более 1 м	$T_7$
Зима	Менее 1 м	$T_8$
	Более 1 м	$T_9$
<i>Примечание</i> — Значения $T_6$ , $T_7$ , $T_8$ и $T_9$ допускается устанавливать в национальном приложении. При отсутствии значений для областей между широтой 45°N и 55°N рекомендуется применять $T_6 = 8\text{ °C}$ , $T_7 = 5\text{ °C}$ , $T_8 = -5\text{ °C}$ и $T_9 = -3\text{ °C}$ .		

## 6 Температурные изменения в мостах

### 6.1 Пролетное строение моста

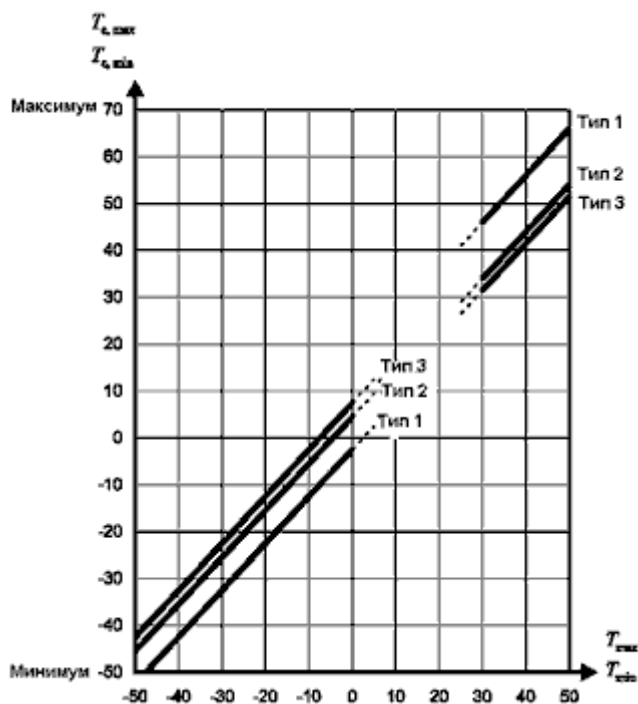
#### 6.1.1 Типы пролетных строений моста

(1) В настоящей части стандарта пролетные строения моста подразделяют следующим образом:

- Тип 1 Стальные конструкции: — балка коробчатого сечения из стали;  
 — решетчатая балка или балка из листового металла.
- Тип 2 Составная конструкция







*Примечание 1* — Значения на рисунке 6.1 базируются на суточных колебаниях температуры в 10 °C. Такой диапазон для большинства стран можно считать достаточным.

*Примечание 2* — Максимальные значения для стальных решетчатых конструкций типа 1 допускается уменьшить на 3 °C.

**Рисунок 6.1 — Корреляция между минимальной/ максимальной температурой наружного воздуха ( $T_{min}/T_{max}$ ) и минимальной/максимальной составляющей равномерно распределенной температуры для мостов ( $T_{e,min}/T_{e,max}$ )**

### 6.1.3.2 Температура наружного воздуха

(1)P Характеристические значения минимальной и максимальной температуры наружного воздуха определяют для географического положения сооружения по национальным картам изотерм.

*Примечание* — Информацию (например, карты изотерм) о минимальной и максимальной температуре наружного воздуха, применяемую в конкретной стране, допускается устанавливать в национальном приложении.

(2) Эти характеристические значения должны отражать температуру наружного воздуха для средней высоты над уровнем моря открытой местности с годовой вероятностью превышения 0,02 °C. Для других годовых вероятностей превышения ( $p$  отличается от 0,02 °C), высоты местности над уровнем моря и местных условий (например, скопление холодного воздуха в низинах) значения допускается корректировать в соответствии с приложением А.

(3) Если годовая вероятность превышения 0,02 °C не применима, минимальную и максимальную температуру наружного воздуха корректируют в соответствии с приложением А.

### 6.1.3.3 Изменения составляющей равномерно распределенной температуры мостов

(1)P Значения минимальной и максимальной составляющей равномерно распределенной температуры мостов, для определения соответствующих им вынужденных усилий, следует определять в зависимости от минимальной  $T_{min}$  и максимальной  $T_{max}$  температуры наружного воздуха (см. 6.1.3.1(3) и 6.1.3.1(4)).

(2) Начальную температуру моста  $T_0$ , в момент времени, когда происходит замыкание элементов конструкции, допускается принимать из приложения А: для расчета укорочения длины элементов — на основе минимальной составляющей равномерно распределенной температуры и удлинения — на основе максимальной составляющей равномерно распределенной температуры.

(3) Характеристическое значение максимального отрицательного изменения составляющей равномерно распределенной температуры моста  $\Delta T_{N,con}$  следует принять как:

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} , \quad (6.1)$$

и характеристическое значение максимального положительного изменения составляющей равномерно распределенной температуры моста  $\Delta T_{N,exp}$  следует принять как:

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0. \tag{6.2}$$

*Примечание 1* — Общий диапазон колебаний составляющей равномерно распределенной температуры моста составляет

$$\Delta T_N = T_{e,max} - T_{e,min}.$$

*Примечание 2* — При отсутствии других требований для опор и узлов (швов) расширения мостов, в национальном приложении допускается устанавливать максимальное положительное изменение (увеличение) составляющей равномерно распределенной температуры и максимальное отрицательное изменение (уменьшение) составляющей равномерно распределенной температуры мостов. Рекомендуемыми значениями являются  $\Delta T_{N,exp}, ^\circ\text{C} + 20$  и  $\Delta T_{N,con}, ^\circ\text{C} + 20$ . Если температура, при которой применяются опоры и швы расширения, установлена, рекомендуемыми значениями являются  $\Delta T_{N,exp}, ^\circ\text{C} + 10$  и  $\Delta T_{N,con}, ^\circ\text{C} + 10$ .

*Примечание 3* — Для расчета параметров опор и узлов (швов) расширения в приложении С указаны значения коэффициентов линейного температурного расширения. Таблицу С.1 допускается корректировать, если альтернативные значения подтверждены испытаниями и дополнительными уточняющими исследованиями.

#### 6.1.4 Составляющие температурного перепада

(1) В течение установленного периода времени нагрев и охлаждение верхней поверхности пролетного строения моста вызывает максимальное изменение температуры вследствие нагрева (верхняя сторона теплее) и максимальное изменение температуры вследствие охлаждения (нижняя сторона теплее).

(2) Температурный перепад по вертикали в пределах конструкции может вызвать эффекты в виде:

- ограничения свободного изгиба из-за формы конструкции (например, порталная рама, неразрезная балка и т.д.);
- трения в роликовых опорах или опорах скольжения;
- нелинейных геометрических эффектов (эффекты 2-го рода).

(3) В случае консольных конструкций может потребоваться при их объединении учитывать начальный перепад температур.

*Примечание* — Значения начального перепада температур допускается устанавливать в национальном приложении.

##### 6.1.4.1 Составляющие линейного температурного перепада по вертикали (метод 1)

(1) Эффекты от температурного перепада по вертикали следует рассматривать, используя эквивалентную составляющую линейного температурного перепада (см. 6.1.2(2)) с  $\Delta T_{M,heat}$  и  $\Delta T_{M,cool}$ . Эти значения должны применяться между верхней и нижней гранями сечения пролетного строения моста.

*Примечание* — Значения  $\Delta T_{M,heat}$  и  $\Delta T_{M,cool}$ , применяемые в конкретной стране, устанавливаются в национальном приложении. Значения  $\Delta T_{M,heat}$  и  $\Delta T_{M,cool}$  в таблице 6.1 являются рекомендуемыми.

**Таблица 6.1 — Рекомендуемые значения составляющих линейного температурного перепада для различных типов пролетного строения дорожных, пешеходных и железнодорожных мостов**

Тип пролетного строения	Верхняя сторона теплее нижней	Нижняя сторона теплее верхней
	$\Delta T_{M,heat}, ^\circ\text{C}$	$\Delta T_{M,cool}, ^\circ\text{C}$
Тип 1: стальная конструкция	18	13
Тип 2: составная конструкция	15	18
Тип 3: бетонная конструкция		
балка коробчатого сечения	10	5
балка	15	8
плита	15	8
<i>Примечание 1</i> — Значения в таблице являются верхними предельными значениями составляющей линейного температурного перепада для характерных примеров геометрии мостов.		
<i>Примечание 2</i> — Значения в таблице базируются на толщине мостового полотна 50 мм дорожных и		

железнодорожных мостов. При другой толщине мостового полотна эти значения умножают на коэффициент  $k_{sur}$ . Рекомендуемые значения коэффициента  $k_{sur}$  указаны в таблице 6.2.

**Таблица 6.2 — Рекомендуемые значения коэффициента  $k_{sur}$  для учета различной толщины мостового полотна**

Дорожные, пешеходные и железнодорожные мосты						
Толщина мостового полотна, мм	Тип 1		Тип 2		Тип 3	
	Верхняя сторона теплее нижней	Нижняя сторона теплее верхней	Верхняя сторона теплее нижней	Нижняя сторона теплее верхней	Верхняя сторона теплее нижней	Нижняя сторона теплее верхней
	$k_{sur}$	$k_{sur}$	$k_{sur}$	$k_{sur}$	$k_{sur}$	$k_{sur}$
Без полотна	0,7	0,9	0,9	1,0	0,8	1,1
Водонепроницаемое <sup>1)</sup>	1,6	0,6	1,1	0,9	1,5	1,1
50	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
100	0,7	1,2	1,0	1,0	0,7	1,0
150	0,7	1,2	1,0	1,0	0,5	1,0
Засыпка (750 мм)	0,6	1,4	0,8	1,2	0,6	1,0

<sup>1)</sup> Эти значения являются верхним предельным значением для темных цветов.

**6.1.4.2 Вертикальные составляющие температуры с нелинейными эффектами (метод 2)**

(1) Эффекты от температурного перепада по вертикали включают составляющую нелинейного температурного перепада (см. 6.1.2.2).

*Примечание 1* — Значения температурного перепада по вертикали для пролетных строений мостов, применяемые в конкретной стране, допускается устанавливать в национальном приложении. Рекомендуемые значения указаны на рисунках 6.2a – 6.2c. На этих рисунках «нагрев» относится к таким условиям, в которых солнечное излучение и другие влияния увеличивают теплоту, передаваемую через мостовое полотно пролетного строения. И наоборот, «охлаждение» относится к условиям, в которых теплота теряется через мостовое полотно пролетного строения как результат обратного отражения и других влияний.

*Примечание 2* — Температурный перепад  $\Delta T$  включает  $\Delta T_M$  и  $\Delta T_E$  (см. 4(3)), вместе с малой долей  $\Delta T_N$ . Последняя содержится в составляющей равномерно распределенной температуры для мостов (см. 6.1.3).

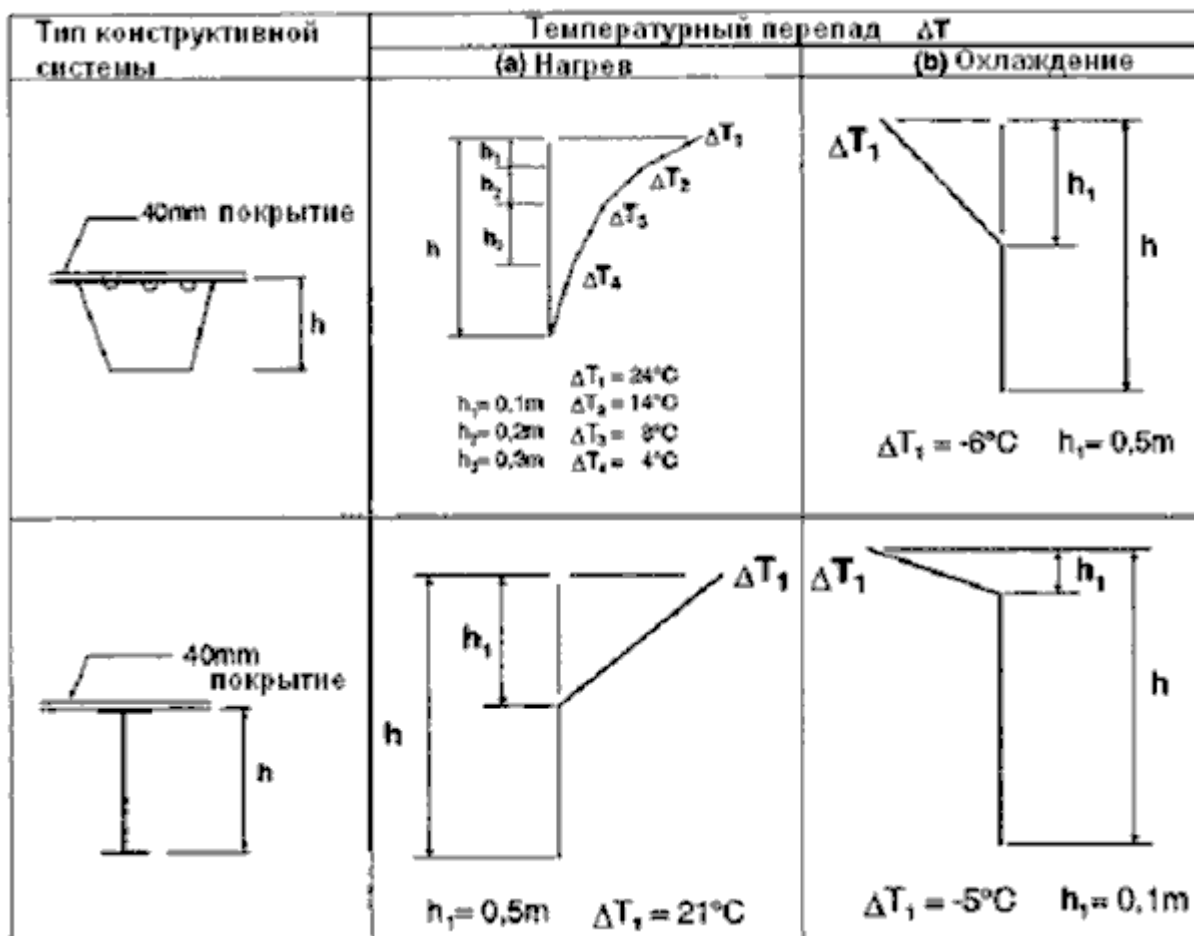


Рисунок 6.2a — Температурный перепад для пролетных строений мостов – Тип 1: стальная конструкция

Тип конструктивной системы	Температурный перепад $\Delta T$																									
	(a) Нагрев	(b) Охлаждение																								
	<p>Стандартный метод</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>h</th> <th><math>\Delta T_1</math></th> <th><math>\Delta T_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>°C</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>0,2</td> <td>13</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>0,3</td> <td>18</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	h	$\Delta T_1$	$\Delta T_2$	m	°C	°C	0,2	13	4	0,3	18	4	<p>Стандартный метод</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>h</th> <th><math>\Delta T_1</math></th> <th><math>\Delta T_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>°C</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>0,2</td> <td>-3,5</td> <td>-8</td> </tr> <tr> <td>0,3</td> <td>-5,0</td> <td>-8</td> </tr> </tbody> </table>	h	$\Delta T_1$	$\Delta T_2$	m	°C	°C	0,2	-3,5	-8	0,3	-5,0	-8
	h	$\Delta T_1$	$\Delta T_2$																							
m	°C	°C																								
0,2	13	4																								
0,3	18	4																								
h	$\Delta T_1$	$\Delta T_2$																								
m	°C	°C																								
0,2	-3,5	-8																								
0,3	-5,0	-8																								
<p>Упрощенный метод</p> <p><math>\Delta T_1 = 10^\circ\text{C}</math></p> <p><math>\Delta T_1 = -10^\circ\text{C}</math></p>	<p>Примечание – Для мостов из составных конструкций можно применять упрощенный метод, с помощью которого получают верхние предельные значения эффектов от температуры. Значения <math>\Delta T_1</math>, полученные этим методом, являются характеристическими значениями и могут применяться, если в Национальном приложении не установлены специальные значения.</p>																									

Рисунок 6.2b — Температурный перепад для пролетных строений мостов — Тип 2: составная конструкция

Тип конструктивной системы	Температурный перепад $\Delta T$																																																																	
	(a) Нагрев	(b) Охлаждение																																																																
	<p>Стандартный метод</p> <p> <math>h_1 = 0,3h \leq 0,15\text{m}</math>  <math>h_2 = 0,3h \geq 0,10\text{m}</math>  <math>\leq 0,25\text{m}</math>  <math>h_3 = 0,3h \leq (0,10\text{m} + \text{только для тонких плит в м})</math>                      (для тонких плит <math>h_3</math> ограничивается <math>h - h_1 - h_2</math>)                 </p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>h</th> <th><math>\Delta T_1</math></th> <th><math>\Delta T_2</math></th> <th><math>\Delta T_3</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>°C</td> <td>°C</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td><math>\leq 0,2</math></td> <td>8,5</td> <td>3,5</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>0,4</td> <td>12,0</td> <td>3,0</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>0,6</td> <td>13,0</td> <td>3,0</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td><math>\geq 0,8</math></td> <td>13,0</td> <td>3,0</td> <td>2,5</td> </tr> </tbody> </table>	h	$\Delta T_1$	$\Delta T_2$	$\Delta T_3$	m	°C	°C	°C	$\leq 0,2$	8,5	3,5	0,5	0,4	12,0	3,0	1,5	0,6	13,0	3,0	2,0	$\geq 0,8$	13,0	3,0	2,5	<p>Стандартный метод</p> <p> <math>h_1 = h_4 = 0,20h \leq 0,25\text{m}</math>  <math>h_2 = h_3 = 0,25h \leq 0,20\text{m}</math> </p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>h</th> <th><math>\Delta T_1</math></th> <th><math>\Delta T_2</math></th> <th><math>\Delta T_3</math></th> <th><math>\Delta T_4</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>°C</td> <td>°C</td> <td>°C</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td><math>\leq 0,2</math></td> <td>-2,5</td> <td>-0,5</td> <td>-0,5</td> <td>-1,5</td> </tr> <tr> <td>0,4</td> <td>-4,5</td> <td>-1,4</td> <td>-1,0</td> <td>-3,5</td> </tr> <tr> <td>0,6</td> <td>-6,5</td> <td>-1,8</td> <td>-1,5</td> <td>-5,0</td> </tr> <tr> <td>0,8</td> <td>-7,6</td> <td>-1,7</td> <td>-1,5</td> <td>-6,0</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>-8,0</td> <td>-1,5</td> <td>-1,5</td> <td>-6,3</td> </tr> <tr> <td><math>\geq 1,5</math></td> <td>-8,4</td> <td>-0,5</td> <td>-1,0</td> <td>-6,5</td> </tr> </tbody> </table>	h	$\Delta T_1$	$\Delta T_2$	$\Delta T_3$	$\Delta T_4$	m	°C	°C	°C	°C	$\leq 0,2$	-2,5	-0,5	-0,5	-1,5	0,4	-4,5	-1,4	-1,0	-3,5	0,6	-6,5	-1,8	-1,5	-5,0	0,8	-7,6	-1,7	-1,5	-6,0	1,0	-8,0	-1,5	-1,5	-6,3	$\geq 1,5$	-8,4	-0,5	-1,0	-6,5
	h	$\Delta T_1$	$\Delta T_2$	$\Delta T_3$																																																														
m	°C	°C	°C																																																															
$\leq 0,2$	8,5	3,5	0,5																																																															
0,4	12,0	3,0	1,5																																																															
0,6	13,0	3,0	2,0																																																															
$\geq 0,8$	13,0	3,0	2,5																																																															
h	$\Delta T_1$	$\Delta T_2$	$\Delta T_3$	$\Delta T_4$																																																														
m	°C	°C	°C	°C																																																														
$\leq 0,2$	-2,5	-0,5	-0,5	-1,5																																																														
0,4	-4,5	-1,4	-1,0	-3,5																																																														
0,6	-6,5	-1,8	-1,5	-5,0																																																														
0,8	-7,6	-1,7	-1,5	-6,0																																																														
1,0	-8,0	-1,5	-1,5	-6,3																																																														
$\geq 1,5$	-8,4	-0,5	-1,0	-6,5																																																														
<p>Упрощенный метод</p> <p><math>\Delta T_1 = 10^\circ\text{C}</math></p> <p><math>\Delta T_1 = -10^\circ\text{C}</math></p>	<p>Примечание – Для мостов из составных конструкций можно применять упрощенный метод, с помощью которого получают верхние предельные значения эффектов от температуры. Значения <math>\Delta T_1</math>, полученные этим методом, являются характеристическими значениями и могут применяться, если в Национальном приложении не установлены специальные значения.</p>																																																																	

Рисунок 6.2c — Температурный перепад для пролетных строений мостов — Тип 3:

## бетонная конструкция

### 6.1.4.3 Горизонтальные составляющие

(1) В общем случае, составляющую температурного перепада необходимо учитывать только в вертикальном направлении. В определенных случаях (например, когда из-за ориентации или формы одна сторона моста подвергается более сильному солнечному излучению по сравнению с другой), следует учитывать также температурный перепад в горизонтальном направлении.

*Примечание* — Числовые значения температурного перепада допускается устанавливать в национальном приложении. При отсутствии другой информации и указаний на применение более высоких значений рекомендуется принимать линейный температурный перепад 5 °С между внешними гранями поперечного сечения моста независимо от ширины моста.

### 6.1.4.4 Температурный перепад в стенах бетонных балок коробчатого сечения

(1) Расчетные параметры при проектировании мостов с большими коробчатыми сечениями рекомендуется устанавливать с осторожностью, поскольку между внутренними и внешними стенками (ребрами) конструкций может возникать существенный температурный перепад.

*Примечание* — Числовые значения температурного перепада допускается устанавливать в национальном приложении. Рекомендуемое значение линейного температурного перепада составляет 15 °С.

### 6.1.5 Одновременный учет составляющих равномерно распределенной температуры и температурного перепада

(1) В случае, когда одновременно необходимо учитывать обе составляющие температуры  $\Delta T_{M,heat}$  (или  $\Delta T_{M,cool}$ ) и максимальное изменение составляющей равномерно распределенной температуры моста  $\Delta T_{N,exp}$  (или  $\Delta T_{N,con}$ ) (например, для рамных конструкций), допускается применять следующее выражение (которое можно рассматривать как сочетание нагрузок):

$$\Delta T_{M,heat} \text{ (или } \Delta T_{M,cool}) + \omega_N \Delta T_{N,exp} \text{ (или } \Delta T_{N,con}) \quad (6.3)$$

или

$$\omega_M \Delta T_{M,heat} \text{ (или } \Delta T_{M,cool}) + \Delta T_{N,exp} \text{ (или } \Delta T_{N,con}), \quad (6.4)$$

выбирая при этом выражение с самым неблагоприятным воздействием.

*Примечание 1* — Числовые значения  $\omega_N$  и  $\omega_M$  допускается устанавливать в национальном приложении. При отсутствии другой информации рекомендуется применять следующие значения  $\omega_N$  и  $\omega_M$ :

$$\omega_N = 0,35;$$

$$\omega_M = 0,75.$$

*Примечание 2* — При применении обеих составляющих линейного и нелинейного температурного перепада по вертикали (см. 6.1.4.2)  $\Delta T_M$  заменяют на  $\Delta T$ , включающую  $\Delta T_M$  и  $\Delta T_E$ .

### 6.1.6 Перепады в конструктивных элементах с различными составляющими равномерно распределенной температуры

(1) В конструкциях с различными составляющими равномерно распределенной температуры в отдельных типах элементов могут возникать неблагоприятные нагрузочные эффекты, которые следует учитывать в расчете.

*Примечание* — Национальные приложения могут давать значения составляющих равномерно распределенной температуры. Рекомендуемые значения:

— 15 °С между главными конструктивными элементами (например, затяжка и арка);

— 10 °С и 20 °С для светлых и темных цветов между поддерживающим/стабилизирующим канатом и мостовым полотном (или пилоном).

(2) Эти эффекты следует учитывать дополнительно к эффектам, являющимся результатом действия составляющей равномерно распределенной температуры в элементах, определяемой согласно 6.1.3.

## 6.2 Промежуточные опоры моста

### 6.2.1 Учет температурных воздействий

(1) При определении расчетных параметров следует учитывать температурный перепад между внешними (открытыми) поверхностями полых или массивных промежуточных опор моста.

*Примечание* — Метод определения расчетных параметров, применяемый в конкретной стране, допускается устанавливать в национальном приложении. При отсутствии метода можно применять эквивалентную составляющую линейного температурного перепада.

(2) Температуру, в целом воздействующую на промежуточные опоры, следует учитывать, если она вызывает реакции связи или перемещения в примыкающих конструкциях.

### 6.2.2 Температурные перепады

(1) Для бетонных промежуточных опор (полых или массивных) следует учитывать в расчетах линейный температурный перепад между противоположными внешними поверхностями.

*Примечание* — Значения линейного температурного перепада допускается устанавливать в национальном приложении. При отсутствии значений рекомендуется применять 5 °С.

(2) Для стенок следует учитывать линейный температурный перепад между внутренней и внешней сторонами.

*Примечание 1* — Значения линейного температурного перепада допускается устанавливать в национальном приложении. При отсутствии значений рекомендуется применять 15 °С.

*Примечание 2* — При необходимости учета температурного перепада для стальных опор может потребоваться привлечение специалистов.

## 7 Температурные изменения в промышленных дымовых трубах, трубопроводах, силосных башнях, резервуарах и градирнях

### 7.1 Общие положения

(1) Конструкции, находящиеся в контакте с газами, жидкостями или материалами с различной температурой (например, промышленные дымовые трубы, трубопроводы, силосные башни, резервуары и градирни), должны быть рассчитаны, при необходимости, при учете следующих условий:

- температурных воздействий, вызванных климатическими воздействиями, вследствие колебаний температуры наружного воздуха и солнечного излучения;
- распределения температуры при обычных и аномальных условиях эксплуатации;
- эффектов, возникающих от взаимодействия между конструкцией и ее облицовками во время изменений температуры (например, усадка конструкции по отношению к жесткой массивной облицовке или расширение массивной облицовки во время нагрева или охлаждения).

*Примечание 1* — Значения эксплуатационной температуры допускается устанавливать для отдельных проектов.

*Примечание 2* — На эксплуатационную температуру дымовых труб, распространяется действие EN 13084-1.

*Примечание 3* — Конструкции с облицовками под воздействием температуры могут претерпевать изменения формы, обусловленные нагревом / охлаждением обшивок или окружающей их среды.

*Примечание 4* — В настоящем стандарте не указывается дополнительная информация об усадке несущей конструкции по отношению к жесткой массивной облицовке. Эти воздействия на силосные башни см. в EN 1991-4.

### 7.2 Составляющие температуры

#### 7.2.1 Температура наружного воздуха

(1) Значения минимальной и максимальной температуры наружного воздуха применительно к месту размещения площадки содержатся, например, в национальных картах изотерм.

*Примечание* — Сведения о минимальной и максимальной температуре наружного воздуха (например, карты изотерм), используемые в конкретной стране, допускается устанавливать в национальном приложении.

(2) Температуру наружного воздуха определяют для средней высоты над уровнем моря на открытой местности с годовой вероятностью превышения 0,02 °С. В приложении А содержатся корректировочные коэффициенты для других значений вероятности превышения, высоты местности над уровнем моря и других местных условий, например, при скоплении холодного воздуха в низинах.

(3) В случаях, когда годовая вероятность превышения 0,02 °С является неприемлемой, например во время производства строительных работ (см. EN 1991-1-6), значения минимальной или максимальной температуры наружного воздуха следует изменить в соответствии с приложением А.

#### 7.2.2 Протекающие газы, горячие жидкости и горячие материалы

(1) Максимальные и минимальные значения температур протекающих газов, горячих жидкостей и других материалов с различными температурами устанавливают для конкретного проекта.

#### 7.2.3 Температура конструктивного элемента



(1) Значения температуры отдельного конструктивного элемента зависят от состава материала, ориентации, положения элемента и определяются в функции от максимальной и минимальной температуры наружного воздуха, солнечного излучения и внутренней эксплуатационной температуры.

*Примечание* — Общие правила определения температурных профилей указаны в приложении D, см. также 7.5.

### 7.3 Учет составляющих температуры

(1)Р Для каждого слоя следует учитывать как распределение составляющей равномерно распределенной температуры (см. рисунок 4.1(a)), так и распределение составляющей линейного температурного перепада (см. рисунок 4.1(b)).

(2)Р При определении расчетных параметров в расчетах следует учитывать влияние солнечного излучения.

(3) Этот эффект может быть аппроксимирован ступенчатым распределением температуры по периметру конструкции.

(4)Р Составляющие равномерно распределенной температуры и линейного температурного перепада, вызванные эксплуатационными температурами, учитывают для каждого слоя.

### 7.4 Определение составляющих температуры

(1)Р Составляющие равномерно распределенной температуры и линейного температурного перепада определяют с учетом климатических эффектов и эксплуатационных условий.

(2) Если имеются специальные данные о корреляции температуры строительного элемента с солнечным излучением и температурой наружного воздуха, их следует использовать при установлении расчетных значений температуры элементов.

(3)Р Значения составляющих равномерно распределенной температуры горячих газов, жидкостей и других горячих материалов устанавливаются для конкретного проекта. Эти значения для дымовых труб установлены в EN 13804-1.

(4)Р Составляющие линейного температурного перепада в стенах или слоях стен определяют по перепаду, возникающему между минимальной (или максимальной) температурой на внешней стороне и значением температуры жидкости или газа на внутренней стороне с учетом изоляции.

*Примечание* — Распределения температуры можно определять согласно приложению D.

### 7.5 Значения составляющих температуры (ориентировочные значения)

(1) При отсутствии специальных данных о характеристических значениях температуры конструктивного элемента применяют следующие ориентировочные значения.

*Примечание* — С целью контроля, что эти значения являются верхними предельными значениями для рассматриваемой местности и строительного элемента, их можно проверить на основании имеющихся данных.

(2) В качестве значений минимальной и максимальной составляющей равномерно распределенной температуры следует принять значения минимальной и максимальной температуры наружного воздуха (см. 7.2.1).

(3) Для трубопроводов из бетона следует учитывать составляющую линейного температурного перепада между внутренней и внешней стороной.

*Примечание 1* — Значения составляющей линейного температурного перепада допускается устанавливать в национальном приложении. Рекомендуемое значение составляет 15 °С.

*Примечание 2* — На дымовые трубы распространяется действие EN 13084-1.

(4) Для трубопроводов из бетона следует учитывать ступенчатую составляющую температуры по периметру, вызванную как общими, так и локальными температурными эффектами на том основании, что квадрант периметра имеет среднюю температуру более высокую по сравнению с остаточным периметром.

*Примечание* — Значения составляющей линейного температурного перепада допускается устанавливать в национальном приложении. Рекомендуемое значение составляет 15 °С.

(5) Для трубопроводов из стали следует рассчитывать составляющую линейного температурного перепада и составляющую ступенчато распределенной температуры по периметру строительного элемента с учетом эксплуатационных условий, установленных для конкретного проекта.

*Примечание* — На дымовые трубы распространяется EN 13084-1.

### 7.6 Одновременный учет составляющих температуры

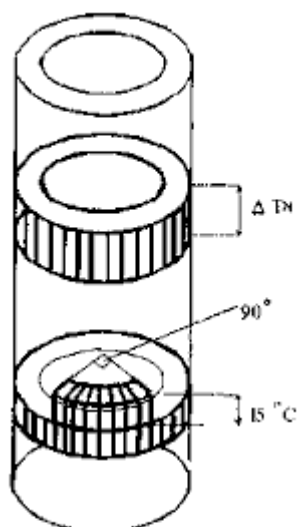
(1) Если рассматриваются температурные эффекты, вызванные только климатическими воздействиями, то одновременно следует учитывать следующие составляющие:

- a) составляющую равномерно распределенной температуры (см. 7.5(2) и рисунок 7.1(a));
- b) составляющую ступенчато распределенной температуры (см. 7.5(4) и рисунок 7.1(b));
- c) составляющую линейного температурного перепада между внутренней и внешней поверхностями стенки (см. 7.5(3) и рисунок 7.1(c)).

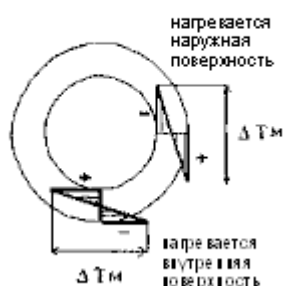
(2) Если рассматривается сочетание климатических и эксплуатационных воздействий температуры (горячие газы, жидкости или материалы), то следует учитывать следующие составляющие:

- составляющую равномерно распределенной температуры (см. 7.4(3));
- составляющую линейного температурного перепада (см. 7.4(4));
- составляющую ступенчато распределенной температуры (см. 7.5(4)).

(3) Составляющую ступенчато распределенной температуры следует учитывать одновременно с воздействием от ветра.



(a) составляющая равномерно распределенной температуры;



(b) составляющая ступенчато распределенной температуры;

(c) составляющая линейного температурного перепада между внутренней и внешней поверхностями стенки.

**Рисунок 7.1 — Основные составляющие температуры для трубопроводов, силосных башен, резервуаров и градирен**

## Приложение А (обязательное)

### Изотермы национальных минимальных и максимальных температур наружного воздуха

#### А.1 Общие положения

(1) Значения годовой минимальной и максимальной температуры наружного воздуха являются значениями, соответствующими годовой вероятности превышения 0,02 °С.

*Примечание 1* — Информацию (например, карты или таблицы изотерм) о минимальной и максимальной температуре наружного воздуха, применяемую в конкретной стране, допускается приводить в национальном приложении.

*Примечание 2* — В отдельных случаях эти значения необходимо корректировать применительно к высоте местности над уровнем моря. Метод корректировки указывают в национальном приложении. При отсутствии информации значения температуры наружного воздуха допускается корректировать применительно к высоте местности над уровнем моря, вычитая 0,5 °С на 100 м высоты — для минимальной температуры наружного воздуха и 1,0 °С на 100 м — для максимальной температуры наружного воздуха.

(2) В местностях, в которых минимальные значения отличаются от указанных, например: территории со скоплением холодного воздуха в низинах и защищенные, низко расположенные местности, где минимум существенно меньше, или в крупных районах с высокой плотностью населения и в прибрежных районах, где минимум может быть выше по сравнению с указанным в картах, эти отклонения следует применять с учетом местных метеорологических данных.

(3) Начальную температуру  $T_0$  следует принимать как температуру, соответствующую замыканию конструкции или ее части в законченную систему. Если это не прогнозируемо, то следует принимать среднюю температуру, действующую в течение периода возведения сооружения.

*Примечание* — Значение  $T_0$  допускается устанавливать в национальном приложении. При отсутствии информации применяют  $T_0 = 10$  °С.

#### А.2 Максимальные и минимальные значения температуры наружного воздуха с годовой вероятностью превышения $p$ , отличной от 0,02 °С

(1) Если максимальное (или минимальное) значение температуры наружного воздуха  $T_{\max,p}$  (или  $T_{\min,p}$ ) базируется на годовой вероятности превышения  $p$ , отличной от 0,02 °С, отношение  $T_{\max,p}/T_{\max}$  ( $T_{\min,p}/T_{\min}$ ) может быть определено из рисунка А.1.

(2) В общем случае,  $T_{\max,p}$  (или  $T_{\min,p}$ ) может быть получено из следующей формулы, основанной на распределении экстремальных значений типа I:

$$\text{— для максимума} \quad T_{\max,p} = T_{\max} \{k_1 - k_2 \ln[-\ln(1-p)]\}; \quad (\text{A.1})$$

$$\text{— для минимума} \quad T_{\min,p} = T_{\min} \{k_3 + k_4 \ln[-\ln(1-p)]\}, \quad (\text{A.2})$$

где  $T_{\max}$  ( $T_{\min}$ ) — значение максимальной (минимальной) температуры наружного воздуха с годовой вероятностью превышения 0,02 °С.

$$k_1 = (u,c)/\{(u,c) + 3,902\}; \quad (\text{A.3})$$

$$k_2 = 1/\{(u,c) + 3,902\}, \quad (\text{A.4})$$

здесь  $u, c$  — параметры вида и функции распределения годовых максимумов температуры наружного воздуха;

$$k_3 = (u,c)/\{(u,c) - 3,902\}; \quad (\text{A.5})$$

$$k_4 = 1/\{(u,c) - 3,902\}. \quad (\text{A.6})$$

Параметры  $u$  и  $c$  зависят от среднего значения  $m$  и стандартного отклонения  $\sigma$  экстремальных значений типа I:

$$\begin{aligned} \text{— для максимума:} \quad & u = m - 0,57722/c, \\ & c = 1,2825/\sigma; \end{aligned} \quad (\text{A.7})$$

$$\begin{aligned} \text{— для минимума:} \quad & u = m + 0,57722/c, \\ & c = 1,2825/\sigma. \end{aligned} \quad (\text{A.8})$$

Отношения  $T_{\max,p}/T_{\max}$  и  $T_{\min,p}/T_{\min}$  могут быть приняты из рисунка А.1.

*Примечание 1* — Национальное приложение может устанавливать значения коэффициентов  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  и  $k_4$ , базируясь на значениях параметров  $u$  и  $s$ . При отсутствии информации применяют следующие значения:

$$k_1 = 0,781;$$

$$k_2 = 0,056;$$

$$k_3 = 0,393;$$

$$k_4 = -0,156.$$

*Примечание 2* — Формула (А.2) и рисунок А.1 могут применяться только в том случае, если  $T_{\min}$  отрицательная.

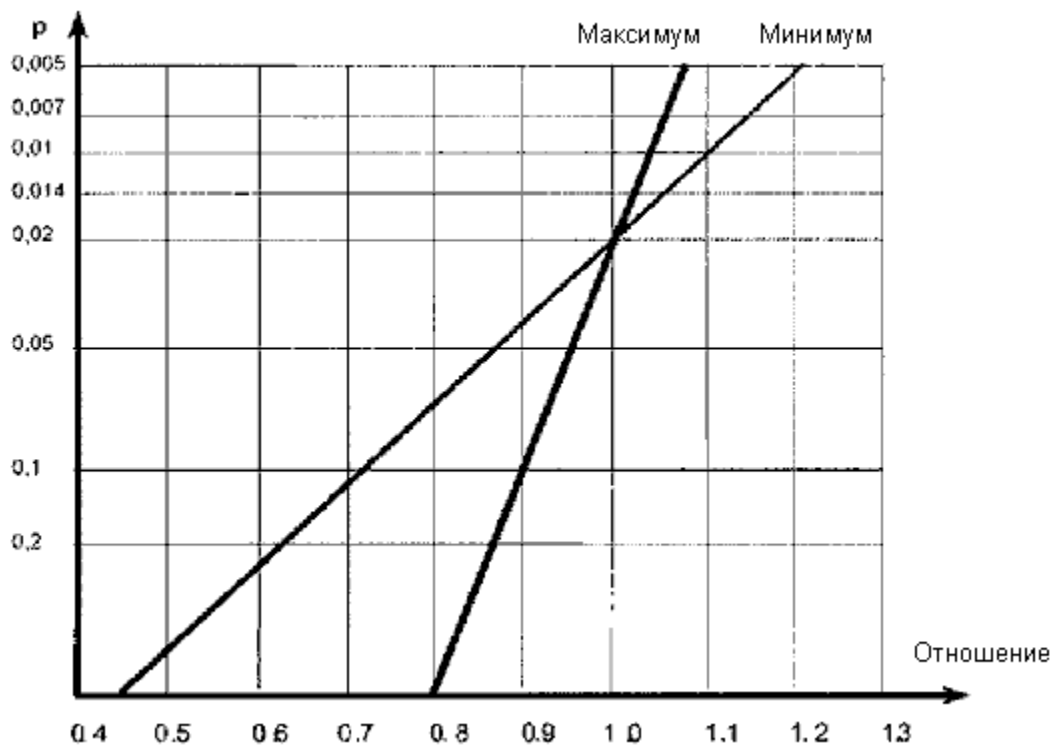


Рисунок А.1 — Отношения  $T_{\max,p}/T_{\max}$  и  $T_{\min,p}/T_{\min}$

**Приложение В**  
(обязательное)

**Температурные перепады для различной толщины мостового полотна**

(1) Температурные профили, указанные на рисунках 6.2а – 6.2с, распространяются на толщину мостового полотна 40 мм пролетного строения типа 1 и на толщину мостового полотна 100 мм пролетных строений типов 2 и 3.

*Примечание* — Значения для других толщин мостового полотна допускается указывать в национальном приложении. Рекомендуемые значения даны в следующих таблицах:

- таблица В.1 — для пролетного строения типа 1;
- таблица В.2 — для пролетного строения типа 2;
- таблица В.3 — для пролетного строения типа 3.

**Таблица В.1 — Рекомендуемые значения  $\Delta T$  для пролетного строения типа 1**

Толщина мостового полотна, мм	Температурный перепад, °C				
	Нагрев				Охлаждение
	$\Delta T_1$	$\Delta T_2$	$\Delta T_3$	$\Delta T_4$	$\Delta T_1$
Без мостового полотна	30	16	6	3	8
20	27	15	9	5	6
40	24	14	8	4	6

**Таблица В.2 — Рекомендуемые значения  $\Delta T$  для пролетного строения типа 2**

Толщина плиты $h$ , м	Толщина мостового полотна, мм	Температурный перепад, °C	
		Нагрев	Охлаждение
		$\Delta T_1$	$\Delta T_1$
0,2	Без мостового полотна	16,5	5,9
	Водонепроницаемое <sup>1)</sup>	23,0	5,9
	50	18,0	4,4
	100	13,0	3,5
	150	10,5	2,3
	200	8,5	1,6
0,3	Без мостового полотна	18,5	9,0
	Водонепроницаемое <sup>1)</sup>	26,5	9,0
	50	20,5	6,8
	100	16,0	5,0
	150	12,5	3,7
	200	10,0	2,7

<sup>1)</sup> Эти значения являются верхними предельными значениями для темных цветов.

Таблица В.3 — Рекомендуемые значения  $\Delta T$  для пролетного строения типа 3

Толщина плиты $h$ , м	Толщина мостового полотна, мм	Температурный перепад, °C						
		Нагрев			Охлаждение			
		$\Delta T_1$	$\Delta T_2$	$\Delta T_3$	$\Delta T_1$	$\Delta T_2$	$\Delta T_3$	$\Delta T_4$
0,2	Без мостового полотна	12,0	5,0	0,1	4,7	1,7	0,0	0,7
	Водонепроницаемое <sup>1)</sup>	19,5	8,5	0,0	4,7	1,7	0,0	0,7
	50	13,2	4,9	0,3	3,1	1,0	0,2	1,2
	100	8,5	3,5	0,5	2,0	0,5	0,5	1,5
	150	5,6	2,5	0,2	1,1	0,3	0,7	1,7
	200	3,7	2,0	0,5	0,5	0,2	1,0	1,8
0,4	Без мостового полотна	15,2	4,4	1,2	9,0	3,5	0,4	2,9
	Водонепроницаемое <sup>1)</sup>	23,6	6,5	1,0	9,0	3,5	0,4	2,9
	50	17,2	4,6	1,4	6,4	2,3	0,6	3,2
	100	12,0	3,0	1,5	4,5	1,4	1,0	3,5
	150	8,5	2,0	1,2	3,2	0,9	1,4	3,8
	200	6,2	1,3	1,1	2,2	0,5	1,9	4,0
0,6	Без мостового полотна	15,2	4,0	1,4	11,8	4,0	0,9	4,6
	Водонепроницаемое <sup>1)</sup>	23,6	6,0	1,4	11,8	4,0	0,9	4,6
	50	17,6	4,0	1,8	8,7	2,7	1,2	4,9
	100	13,0	3,0	2,0	6,5	1,8	1,5	5,0
	150	9,7	2,2	1,7	4,9	1,1	1,7	5,1
	200	7,2	1,5	1,5	3,6	0,6	1,9	5,1
0,8	Без мостового полотна	15,4	4,0	2,0	2,8	3,3	0,9	5,6
	Водонепроницаемое <sup>1)</sup>	23,6	5,0	1,4	12,8	3,3	0,9	5,6
	50	17,8	4,0	2,1	9,8	2,4	1,2	5,8
	100	13,5	3,0	2,5	7,6	1,7	1,5	6,0
	150	10,0	2,5	2,0	5,8	1,3	1,7	6,2
	200	7,5	2,1	1,5	4,5	1,0	1,9	6,0
1,0	Без мостового полотна	15,4	4,0	2,0	13,4	3,0	0,9	6,4
	Водонепроницаемое <sup>1)</sup>	23,6	5,0	1,4	13,4	3,0	0,9	6,4
	50	17,8	4,0	2,1	10,3	2,1	1,2	6,3
	100	13,5	3,0	2,5	8,0	1,5	1,5	6,3
	150	10,0	2,5	2,0	6,2	1,1	1,7	6,2
	200	7,5	2,1	1,5	4,3	0,9	1,9	5,8
1,5	Без мостового полотна	15,4	4,5	2,0	13,7	1,0	0,6	6,7
	Водонепроницаемое <sup>1)</sup>	23,6	5,0	1,4	13,7	1,0	0,6	6,7
	50	17,8	4,0	2,1	10,6	0,7	0,8	6,6
	100	13,5	3,0	2,5	8,4	0,5	1,0	6,5
	150	10,0	2,5	2,0	6,5	0,4	1,1	6,2
	200	7,5	2,1	1,5	5,0	0,3	1,2	5,6

<sup>1)</sup> Эти значения являются верхними предельными значениями для темных цветов.

## Приложение С (справочное)

### Коэффициенты линейного температурного расширения

(1) Для определения эффектов от воздействий, вызванных температурными составляющими (компонентами), в таблице С.1 даны значения коэффициентов линейного температурного расширения для обычно применяемых материалов.

**Таблица С.1 — Коэффициенты линейного температурного расширения**

Материал	$\alpha_T \cdot 10^{-6}, 1/^\circ\text{C}$
Алюминий, алюминиевые сплавы	24
Нержавеющая сталь	16
Строительная сталь, ковкое железо или чугун	12 (см. примечание 6)
Бетон, за исключением нижеуказанного	10
Бетон на легких заполнителях	7
Каменная кладка	6 – 10 (см. примечания)
Стекло	(см. примечание 4)
Древесина вдоль направления волокон	5
Древесина поперек волокон	30 – 70 (см. примечание)
<p><i>Примечание 1</i> — Данные для других материалов предоставляются по запросу.  <i>Примечание 2</i> — Указанные значения применяют для определения температурных воздействий, иные значения могут быть получены из испытаний или более точных исследований.  <i>Примечание 3</i> — Значения для каменной кладки изменяются в зависимости от типа перевязки камней. Значения для древесины поперек волокон могут значительно изменяться в зависимости от вида древесины.  <i>Примечание 4</i> — Более точную информацию см. в EN 572-1, prEN 1748-1-1, prEN 1748-2-1, prEN 14178-1.  <i>Примечание 5</i> — Для некоторых материалов, таких как каменная кладка и древесина, допускается применять другие параметры (например, влагосодержание). См. EN 1995 – EN 1996.  <i>Примечание 6</i> — Для составных конструкций коэффициент линейного температурного расширения стальной компоненты сечения может быть принят равным <math>10 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}</math> для исключения ограничивающих эффектов от различных значений <math>\alpha_T</math>.</p>	

## Приложение D (справочное)

### Распределение температуры (температурные профили) в зданиях и других сооружениях

(1) Распределение температуры (температурные профили) может быть определено с применением теории теплопроводности. В случае простых слоистых элементов (например, плита, стена, оболочка), при отсутствии локальных тепловых «мостиков», температура на расстоянии  $x$  от внутренней поверхности поперечного сечения может быть определена, исходя из статичного температурного режима, следующим образом:

$$T(x) = T_{in} - \frac{R(x)}{R_{tot}}(T_{in} - T_{out}), \quad (D.1)$$

где  $T_{in}$  — температура внутреннего воздуха;  
 $T_{out}$  — температура наружного воздуха;  
 $R_{tot}$  — полное термическое сопротивление элемента, включая сопротивления обеих поверхностей;  
 $R(x)$  — термическое сопротивление на внутренней поверхности и от внутренней поверхности до точки  $x$  (рисунок D.1).

(2) Значения сопротивления  $R_{tot}$  и  $R(x)$ ,  $\text{м}^2\text{К/Вт}$ , могут быть установлены с применением сопротивлений и теплопроводностей, согласно EN ISO 6946 (1996) и EN ISO 13370 (1998), следующим образом:

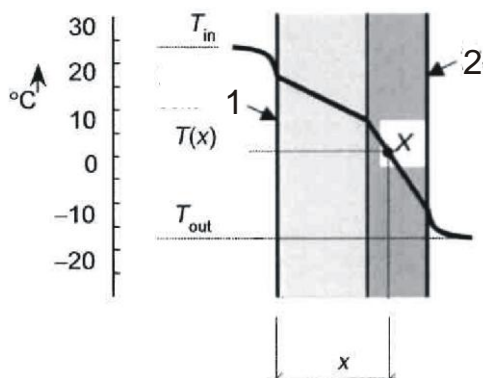
$$R_{tot} = R_{in} + \sum_i \frac{h_i}{\lambda_i} + R_{out}, \quad (D.2)$$

где  $R_{in}$  — термическое сопротивление на внутренней поверхности,  $\text{м}^2\text{К/Вт}$ ;  
 $R_{out}$  — термическое сопротивление на внешней поверхности,  $\text{м}^2\text{К/Вт}$ ;  
 $\lambda_i$  — теплопроводность,  $\text{Вт/мК}$ ;  
 $h_i$  — толщина слоя  $i$ ,  $\text{м}$ ;

$$R(x) = R_{in} + \sum_i \frac{h_i}{\lambda_i}, \quad (D.3)$$

при этом учитывают только слои (или части слоя) от внутренней поверхности до точки  $x$  (см. рисунок D.1).

*Примечание* — Для здания термическое сопротивление  $R_{in}$  составляет от 0,10 до 0,17  $\text{м}^2\text{К/Вт}$  (в зависимости от направления теплового потока), и  $R_{out} = 0,04 \text{ м}^2\text{К/Вт}$  (для всех направлений). Теплопроводность  $\lambda_i$  для бетона (с объемным весом от 21 до 25  $\text{кН/м}^3$ ) варьируется от 1,16 до 1,71  $\text{Вт/мК}$ .



1 — внутренняя поверхность; 2 — наружная поверхность



**Рисунок D.1 — Распределение температуры (температурный профиль) для двухслойного элемента**  
**Библиография**

EN 1991-2 (EN 1991-2)	Eurocode 1: Actions on structures — Part 2: Traffic loads on bridges (Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 2. Транспортные нагрузки на мосты)
EN 1991-4 (EN 1991-4)	Eurocode 1: Bases of design and on structures — Part 4: Silos and tanks (Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 4. Воздействия на башни и резервуары)

**Приложение Д.А**  
(справочное)

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

Таблица Д.А.1

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

**Национальное приложение  
к техническому кодексу установившейся практики  
ТКП EN 1991-1-5-2009  
Еврокод 1  
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ  
Часть 1-5. Общие воздействия. Температурные воздействия**

National Annex  
to technical code  
TCP EN 1991-1-5-2009  
Eurocode 1  
ACTIONS ON STRUCTURES  
Part 1-5: General actions. Thermal actions

**Предисловие**

Настоящее национальное приложение следует применять совместно с ТКП EN 1991-1-5-2009.  
Настоящее национальное приложение содержит национальные параметры и рекомендации для следующих элементов EN 1991-1-5, национальный выбор которых разрешен:

- 5.3(2) (таблицы 5.1, 5.2 и 5.3);
- 6.1.3.2(1);
- 7.2.1(1);
- A.1(1).

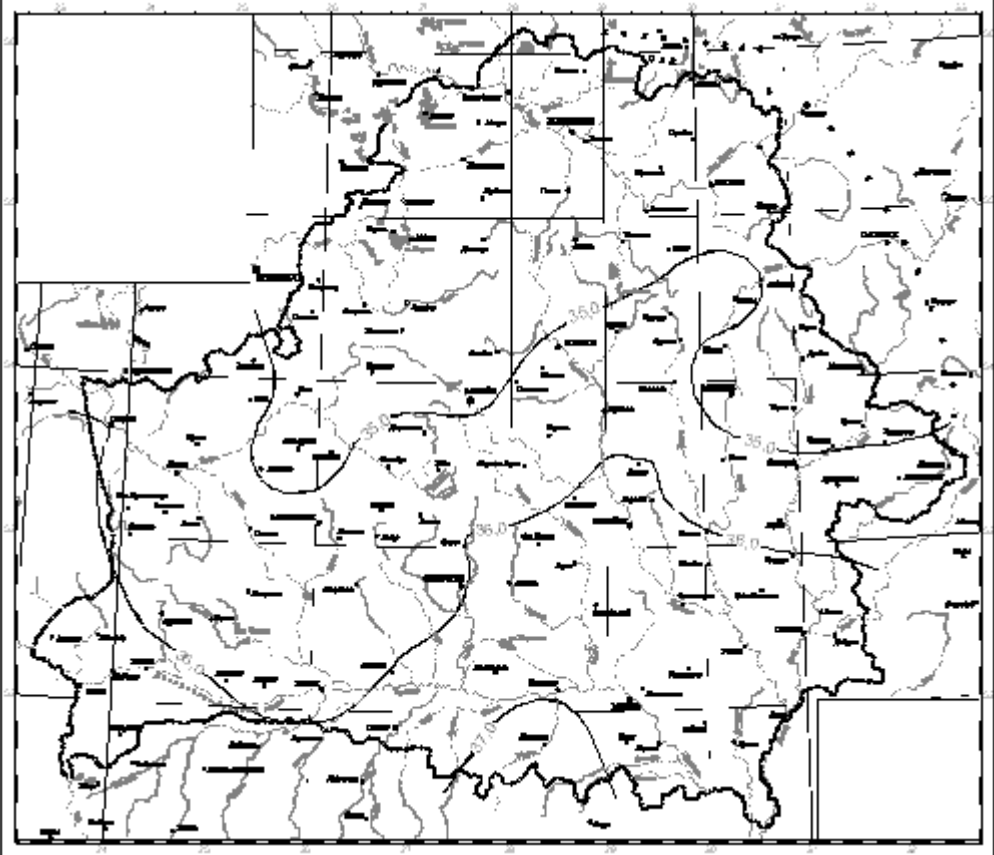
Пункт EN 1991-1-5	Параметры, устанавливаемые на национальном уровне
5.3(2) (таблицы 5.1, 5.2 и 5.3)	<p><b>5.3 Определение температурных профилей</b></p> <p><b>Таблица 5.1 — Температура внутреннего воздуха <math>T_{in}</math></b></p> <p><i>Примечание</i> — Значения температуры внутреннего воздуха <math>T_1</math> и <math>T_2</math> в помещениях для расчета ограждающих конструкций жилых, общественных, административных и бытовых зданий и сооружений следует принимать по ТКП 45-2.04-43-2006 (таблица 4.1, таблица 4.2). Значения температуры внутреннего воздуха <math>T_1</math> и <math>T_2</math> в помещениях производственных зданий промышленных предприятий, в помещениях сельскохозяйственных и складских зданий и сооружений, а также в помещениях с влажным и мокрым режимами общественных зданий следует принимать по СНБ 4.02.01 или нормам технологического проектирования.</p> <p><b>Таблица 5.2 — Температура для элементов над уровнем земли <math>T_{out}</math></b></p> <p><i>Примечание</i> — Значения минимальной температуры наружного воздуха <math>T_{min}</math>, максимальной температуры наружного воздуха <math>T_{max}</math> следует определять по изотермам, представленным, соответственно, на рисунках НП.1 и НП.2. Температурные влияния от солнечного излучения <math>T_3</math>, <math>T_4</math> и <math>T_5</math> рекомендуется учитывать с использованием следующих значений:</p> <p>а) для областей между широтой 45°N и 55°N: <math>T_3 = 0</math> °C, <math>T_4 = 2</math> °C и <math>T_5 = 4</math> °C — для элементов, ориентированных в направлении северо-восток; <math>T_3 = 18</math> °C, <math>T_4 = 30</math> °C и <math>T_5 = 42</math> °C — для юго-западного направления или горизонтально расположенных элементов;</p> <p>б) для областей выше широты 55°N: <math>T_3 = 2</math> °C, <math>T_4 = 5</math> °C и <math>T_5 = 8</math> °C — для элементов, ориентированных в направлении северо-восток; <math>T_3 = 15</math> °C, <math>T_4 = 26</math> °C и <math>T_5 = 38</math> °C — для юго-западного направления или горизонтально расположенных элементов.</p> <p><b>Таблица 5.3 — Температура для элементов ниже уровня земли <math>T_{out}</math></b></p> <p><i>Примечание</i> — Значения <math>T_6</math>, <math>T_7</math>, <math>T_8</math> и <math>T_9</math> принимаются без изменений равными <math>T_6 = 8</math> °C, <math>T_7 = 5</math> °C, <math>T_8 = -5</math> °C и <math>T_9 = -3</math> °C.</p>
6.1.1(1)	Принимается без изменений
6.1.2(2)	Принимается без изменений
6.1.3.1(4)	Принимается без изменений
6.1.3.2(1)	<p><b>6.1.3.2 Температура наружного воздуха</b></p> <p>(1)P Характеристические значения минимальной и максимальной температуры наружного воздуха следует определять для географического положения сооружения по картам изотерм: минимальной температуры наружного воздуха, °C, с годовой вероятностью превышения 0,02 °C (рисунок НП.1) и максимальной температуры наружного воздуха, °C, с годовой вероятностью превышения 0,02 °C (рисунок НП.2)</p>
6.1.3.3(3)	Принимается без изменений
6.1.4(3)	Принимается без изменений
6.1.4.1(1)	Принимается без изменений
6.1.4.2(1)	Принимается без изменений
6.1.4.3(1)	Принимается без изменений
6.1.4.4(1)	Принимается без изменений
6.1.5(1)	Принимается без изменений
6.1.6(1)	Принимается без изменений

6.2.1(1)P	Принимается без изменений
-----------	---------------------------

Продолжение таблицы

Пункт EN 1991-1-5	Параметры, устанавливаемые на национальном уровне
6.2.2(1)	Принимается без изменений
6.2.2(2)	Принимается без изменений
7.2.1(1)	<p><b>7.2.1 Температура наружного воздуха</b></p> <p>(1)P Значения минимальной <math>T_{\min}</math> и максимальной <math>T_{\max}</math> температуры наружного воздуха применительно к месту размещения площадки содержатся на картах изотерм, представленных на рисунках НП.1 и НП.2</p>
7.5(3)	Принимается без изменений
7.5(4)	Принимается без изменений
A.1(1)	<p><b>A.1 Общие положения</b></p> <p>(1) Значения годовой минимальной (рисунок НП.1) и максимальной (рисунок НП.2) температуры наружного воздуха являются значениями, соответствующими годовой вероятности превышения 0,02 °C .</p> <div data-bbox="418 931 1414 1789" data-label="Figure"> </div> <p>Рисунок НП.1 — Минимальная температура наружного воздуха, °C с годовой вероятностью превышения 0,02 °C</p>

Окончание таблицы

Пункт EN 1991-1-5	Параметры, устанавливаемые на национальном уровне
А.1(1)	 <p data-bbox="507 1238 1337 1305"><b>Рисунок НП.2 — Максимальная температура наружного воздуха, °С, с годовой вероятностью превышения 0,02 °С</b></p> <p data-bbox="453 1346 1235 1377"><i>Примечание 2 — Не действует на территории Республики Беларусь.</i></p>
А.1(3)	Принимается без изменений
А.2(2)	Принимается без изменений
В(1) (таблицы В.1, В.2 и В.3)	Принимается без изменений