

---

Общество с ограниченной ответственностью  
«ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы»

---



**ТЕХНОНИКОЛЬ**

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
СТО 72746455-4.2.3-2024

---

## **ФУНДАМЕНТЫ МАЛОЗАГЛУБЛЕННЫЕ**

Материалы для проектирования

*Издание официальное*

Москва 2024



## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом Российской Федерации [от 29.06.2015 N 162-ФЗ](#) «О стандартизации в Российской Федерации», а правила применения и разработки стандартов организации - и [ГОСТ Р 1.4 – 2004](#) «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

- |   |                                              |                                                                               |
|---|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>РАЗРАБОТАН</b>                            | ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы»                                      |
| 2 | <b>УТВЕРЖДЕН<br/>И ВВЕДЕН<br/>В ДЕЙСТВИЕ</b> | Приказом ООО «ТехноНИКОЛЬ - Строительные системы»<br>№ О255-СТО от 16.12.2024 |
| 3 | <b>ВВЕДЕН</b>                                | ВЗАМЕН СТО 72746455-4.2.3-2023                                                |

*В настоящем стандарте учтены основные положения [ГОСТ Р 1.5 – 2012](#) «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения».*

*Стандарт, а также информация о его изменении публикуется в корпоративном пространстве SharePoint по ссылке:*

[ТехноНИКОЛЬ > Техническая Дирекция > Стандартизация и Сертификация > СТАНДАРТИЗАЦИЯ > СТАНДАРТЫ ТехноНИКОЛЬ > СТО на системы > Стандарты по Фундаментам > СТО Малозаглубленные фундаменты](#)

*Рецензенты:*

*кафедра «Основания и фундаменты» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I» зав. кафедрой д.т.н. В.Н. Парамонов, доцент, к.т.н. П.А. Кравченко, доцент, к.т.н. К.В. Сливец*

© ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы», 2024

*Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован, распространен и использован другими организациями в своих интересах, без договора с ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы».*

## Содержание

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки .....	1
3	Термины и определения .....	3
4	Общие положения .....	6
5	Нормативные и расчетные значения характеристик грунтов.....	7
6	Проектирование оснований .....	8
7	Нагрузки и воздействия при расчете оснований.....	11
8	Особенности проектирования малозаглубленных фундаментов на пучинистых грунтах .....	12
9	Защита пучинистых грунтов от промерзания .....	20
10	Подземные воды .....	22
11	Требования к материалам конструкций малозаглубленных фундаментов .....	23
12	Требования к производству работ .....	27
	12.1 Земляные работы .....	27
	12.2 Устройство систем водоснабжения и водоотведения.....	30
	12.3 Устройство опалубки .....	30
	12.4 Уход за бетоном.....	32
	12.5 Распалубка .....	33
	12.6 Контроль качества .....	34
	Приложение А (справочное) Нормативные значения прочностных и деформационных характеристик грунтов .....	36
	Приложение Б (справочное) Минимальные параметры теплоизоляции малозаглубленных фундаментов .....	43
	Приложение В (справочное) Методика расчета параметров утепленной отмостки .....	58
	Приложение Г (рекомендуемое) Системные решения ТЕХНОНИКОЛЬ для малозаглубленных фундаментов .....	61
	Библиография .....	62

## Введение

Настоящий стандарт разработан в расширение существующей нормативно-технической базы документации, регламентирующей проектирование изоляционных систем малозаглубленных фундаментов, глубина заложения которых располагается в толще сезонного промерзания грунтов.

Приведенные в стандарте технические решения и информация основаны на анализе действующих в Российской Федерации нормативных документов в области проектирования строительства систем подземных частей зданий и сооружений, а также знаниях и практическом опыте ведущих специалистов в данной отрасли.

Целями разработки настоящего стандарта являются:

- повышение качества проектирования малозаглубленных фундаментов;
- содействие соблюдению требований технических регламентов;
- повышение уровня энергетической эффективности зданий, строений, сооружений в соответствии с Федеральным законом [от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ](#) [1].

Стандарт может быть использован проектирующими и строительными организациями, а также специалистами строительных инспекций.



## СТАНДАРТ ТЕХНОНИКОЛЬ

---

### ФУНДАМЕНТЫ МАЛОЗАГЛУБЛЕННЫЕ. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Shallow foundations. Design guidelines

---

Дата введения – 2024-12-16

#### 1 Область применения

Настоящий стандарт содержит положения по проектированию малозаглубленных (с глубиной заложения выше глубины сезонного промерзания грунта основания) фундаментов зданий и сооружений пониженного и нормального уровня ответственности (КС-1 и КС-2) в соответствии с [ГОСТ 27751](#) до трех этажей включительно, к которым относятся малоэтажные жилые и общественные здания, производственные, сельскохозяйственные здания, гаражи и другие малоэтажные здания и сооружения.

В настоящем стандарте не рассматриваются специфические и особые инженерно-геологические условия: сейсмоопасные районы строительства, районы с мерзлыми и вечномерзлыми грунтами, просадочные грунты, набухающие и т.п. Проектирование оснований со специфическими условиями необходимо вести в соответствии с [СП 22.13330](#) и другими нормативными документами, регламентирующими особые условия.

#### 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

<a href="#">ГОСТ 2695</a>	Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия
<a href="#">ГОСТ 5180</a>	Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик
<a href="#">ГОСТ 8486</a>	Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия
<a href="#">ГОСТ 9463</a>	Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия
<a href="#">ГОСТ 10180</a>	Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
<a href="#">ГОСТ 17624</a>	Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности
<a href="#">ГОСТ 22690</a>	Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля

<a href="#">ГОСТ 22733</a>	Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности
<a href="#">ГОСТ 25100-2020</a>	Грунты. Классификация
<a href="#">ГОСТ 27751</a>	Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения
<a href="#">ГОСТ 28514</a>	Строительная геотехника. Определение плотности грунтов методом замещения объема
<a href="#">ГОСТ 30672</a>	Грунты. Полевые испытания. Общие положения
<a href="#">ГОСТ 31384</a>	Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования
<a href="#">ГОСТ 34329</a>	Опалубка. Общие технические условия
<a href="#">ГОСТ Р 57361/ EN ISO 13793</a>	Фундаменты зданий. Теплотехнический расчет
<a href="#">ГОСТ Р 70260</a>	Грунты. Методы полевого определения плотности крупнообломочных грунтов.
<a href="#">СП 20.13330</a>	Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85*
<a href="#">СП 22.13330.2016</a>	Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83*
<a href="#">СП 28.13330</a>	Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85
<a href="#">СП 30.13330</a>	Внутренний водопровод и канализация зданий СНиП 2.04.01–85*
<a href="#">СП 32.13330</a>	Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03–85
<a href="#">СП 45.13330</a>	Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87
<a href="#">СП 50.13330.2024</a>	Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003
<a href="#">СП 63.13330.2018</a>	Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003
<a href="#">СП 104.13330</a>	Инженерная защита территории от затопления и подтопления. Актуализированная редакция СНиП 2.06.15-85
<a href="#">СП 435.1325800.2018</a>	Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

### **3 Термины и определения**

3.1 В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

#### 3.1.1

**геотехническая категория:** Категория сложности объекта строительства с точки зрения проектирования оснований и фундаментов, определяемая в зависимости от уровня ответственности и сложности инженерно-геологических условий площадки строительства [[СП 22.13330.2016](#), п. 3.8]

3.1.2 **гидроизоляция:** Элемент изоляционной системы, предназначенный для защиты подземных частей зданий, сооружений или их элементов от подземных и поверхностных вод, атмосферных осадков, агрессивного воздействия окружающих грунтов.

3.1.3 **глубина заложения фундамента:** Расстояние, измеряемое по вертикали, считая от дневной поверхности грунта с учетом подсыпки или срезки до подошвы фундамента, а при наличии специальной подготовки из песка, щебня или тощего бетона — до низа слоя подготовки.

#### 3.1.4

**грунт:** Любая горная порода, почва, осадок и техногенные минеральные образования, рассматриваемые как многокомпонентные динамичные системы и часть геологической среды, изучаемые в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью. [[ГОСТ 25100-2020](#), п. 3.3]

**3.1.5 глинистый:** Связный минеральный грунт, обладающий числом пластичности  $I_p \geq 1$ .

**3.1.6 грунт дисперсный:** Грунт, состоящий из отдельных минеральных частиц (зерен) разного размера, слабосвязанных друг с другом, который образуется в результате выветривания скальных грунтов с последующей транспортировкой продуктов выветривания водным или эоловым путем и их отложения.

**3.1.7 грунт крупнообломочный:** Несвязный минеральный грунт, в котором масса частиц размером крупнее 2 мм составляет более 50 %.

**3.1.8 грунт скальный:** Грунт, состоящий из кристаллитов одного или нескольких минералов, имеющих жесткие структурные связи кристаллизационного типа.

**3.1.9 грунты намывные:** Техногенные грунты, перемещение и укладка которых осуществляются с помощью средств гидромеханизации.

**3.1.10 дренажная система (дренаж):** Элемент изоляционной системы, предназначенный для отвода подземных вод от фундаментов, подземных частей зданий, сооружений или их элементов.

**3.1.11 зона (слой) сезонного промерзания грунта:** Поверхностный слой грунта, промерзающий в холодный период года и оттаивающий в теплый, под которым находятся немерзлые грунты.

**3.1.12 коэффициент теплоусвоения поверхности пола:** Отношение величины амплитуды гармонических колебаний плотности теплового потока, вызванных неравномерностью отдачи теплоты системой отопления, к величине амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности наружного ограждения.

3.1.13

**малозаглубленный фундамент:** Фундамент с глубиной заложения подошвы выше расчетной глубины сезонного промерзания грунта.

[СП 22.13330.2016, п. 3.19]

3.1.14

**малоэтажные здания:** Жилые и общественные здания высотой, не превышающей три этажа.

[СП 22.13330.2016, п. 3.20]

**3.1.15 морозное (криогенное) пучение:** Процесс, вызванный промерзанием грунта, миграцией влаги, образованием ледяных прослоев, деформацией скелета грунта, приводящих к увеличению объема грунта и поднятию его поверхности.

**3.1.16 неподтопляемые территории:** Территории, на которых вследствие благоприятных природных условий (наличие проницаемых грунтов большой толщины, глубокое положение уровня подземных вод, дренированность территории) и

благоприятных техногенных условий (отсутствие или незначительные утечки из коммуникаций, незначительный барражный эффект) не происходит заметного увеличения влажности грунтов основания и повышения уровня подземных вод.

### 3.1.17

**основание сооружения:** Массив грунта, взаимодействующий с сооружением. [СП 22.13330.2016, п. 3.26]

3.1.18 **осушаемые территории:** Территории, на которых происходит понижение уровня подземных вод в результате действия водоотлива в период строительства и действия дренажей в период эксплуатации сооружения, что вызывает оседание земной поверхности и может явиться причиной деформаций сооружений.

3.1.19 **песок:** Несвязный минеральный грунт, в котором масса частиц размером меньше 2 мм составляет более 50 % ( $I_p = 0$ ).

3.1.20 **подошва фундамента:** Нижняя плоскость конструкции фундамента, опирающаяся на грунт и передающая на грунт давление от веса здания и сооружения.

### 3.1.21

**подземное сооружение или подземная часть сооружения:** Сооружение или часть сооружения, расположенная ниже уровня поверхности земли (планировки). [СП 22.13330.2016, п. 3.28]

3.1.22 **потенциально подтопляемые территории:** Территории, на которых вследствие неблагоприятных природных и техногенных условий в результате их строительного освоения или в период эксплуатации возможно повышение уровня подземных вод, вызывающее нарушение условий нормальной эксплуатации сооружений, что требует проведения защитных мероприятий и устройства дренажей.

### 3.1.23

**пучинистый грунт:** Дисперсный грунт, который при промерзании увеличивается в объеме вследствие кристаллизации поровой и мигрирующей воды и имеет относительную деформацию морозного пучения. [ГОСТ 25100-2020, п. 3.22]

3.1.24 **теплоизоляционный слой:** Слой, предназначенный для снижения теплопереноса через конструкцию фундамента.

### 3.1.25

**фундамент сооружения:** Часть сооружения, которая служит для передачи нагрузки от сооружения на основание. [СП 22.13330.2016, п. 3.43]

## 4 Общие положения

4.1 Выбор конструктивных решений фундаментов должен осуществляться с учетом:

- назначения и конструктивных особенностей проектируемого здания или сооружения;
- нагрузок и воздействий на фундаменты;
- глубины прокладки инженерных коммуникаций;
- существующего и проектируемого рельефа застраиваемой площадки;
- инженерно-геологических условий площадки строительства;
- гидрогеологических условий площадки и возможных их изменений.

4.2 Изоляционные системы подземных частей зданий и сооружений должны:

- обеспечивать защиту несущих и ограждающих конструкций, а также внутренних помещений подземных частей зданий, сооружений от проникновения и агрессивного воздействия подземных и поверхностных вод и грунтов, атмосферных осадков, а также других неблагоприятных факторов, указанных в задании на проектирование или определенных по результатам изысканий и анализа нормативной документации;
- обеспечивать требуемый температурно-влажностный режим в помещениях;
- минимизировать негативные воздействия на окружающие здания и сооружения и прилегающую территорию;
- соответствовать требованиям санитарных и экологических норм.

4.3 Требования по защите ограждающих конструкций от воздействия агрессивных сред указаны в [ГОСТ 31384](#), [СП 28.13330](#).

4.4 Требования и рекомендации настоящего стандарта распространяются на фундаменты зданий и сооружений нормального (КС-2) и пониженного (КС-1) уровня ответственности (в соответствии с [ГОСТ 27751](#)), располагающиеся в зоне сезонного промерзания грунта основания. Глубину заложения фундаментов допускается назначать независимо от расчетной глубины промерзания, если установлено, что грунты в зоне промерзания не обладают пучинистыми свойствами или предусмотрены специальные мероприятия, исключающие возможность деформации грунта основания от морозного пучения.

4.5 Строительные и монтажные работы должен выполнять квалифицированный и опытный персонал с обеспечением на строительной площадке контроля качества.

4.6 Используемые материалы и изделия должны удовлетворять требованиям настоящего стандарта, проектной документации и технических условий.

4.7 Здание или сооружение должно использоваться в соответствии с назначением и со своевременным техническим обслуживанием самого здания или сооружения, а также связанных с ним инженерных систем.

4.8 Проектирование без результатов инженерно-геологических изысканий или при их недостаточности не допускается. Результаты инженерных изысканий должны содержать данные, необходимые и достаточные для проведения расчетов оснований и фундаментов сооружений по предельным состояниям с учетом прогноза возможных изменений (в процессе строительства и эксплуатации) инженерно-геологических условий площадки строительства.

4.9 При проектировании оснований должна быть предусмотрена срезка плодородного слоя почвы для последующего использования в целях восстановления (рекультивации) нарушенных земель, озеленения района застройки и т.п.

На участках, где по данным инженерно-геологических изысканий имеются выделения газов (радона, метана и др.), должны быть предусмотрены мероприятия по изоляции соприкасающихся с грунтом конструкций или способствующие снижению концентрации газов в соответствии с [СанПиН 1.2.3685 \[2\]](#) и [СанПиН 2.1.3684 \[3\]](#).

## **5 Нормативные и расчетные значения характеристик грунтов**

5.1 При проектировании оснований и фундаментов зданий и сооружений следует использовать физико-механические характеристики грунтов, определяемые на основании данных инженерно-геологических изысканий участка строительства, для которых устанавливаются их нормативные и расчетные значения.

5.2 Инженерно-геологические изыскания должны содержать сведения:

- о местоположении территории предполагаемого строительства, ее рельефе, климатических и сейсмических условиях и ранее выполненных инженерно-геологических изысканиях;
- об инженерно-геологическом строении площадки строительства с описанием последовательности напластований грунтов, формы залегания грунтовых образований, их размеров в плане и по глубине, возраста, происхождения и классификационных наименований грунтов и с указанием выделенных инженерно-геологических элементов;
- о гидрологических условиях площадки с указанием наличия, толщины и расположения водоносных горизонтов и режима подземных вод, отметок появившихся и установившихся уровней подземных вод, амплитуды их сезонных и многолетних колебаний, расходов воды, сведений о фильтрационных характеристиках грунтов, а также сведений о химическом составе подземных вод и их агрессивности по отношению к материалам подземных конструкций;

- о наличии специфических грунтов;
- о наблюдаемых неблагоприятных геологических и инженерно-геологических процессах (карст, оползни, подтопление, суффозия, горные подработки, температурные аномалии и др.);
- о физико-механических характеристиках грунтов;
- о возможном изменении гидрогеологических условий и физико-механических свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации здания или сооружения.

5.3 Основными параметрами механических свойств грунтов, определяющими несущую способность оснований и их деформации, являются прочностные и деформационные характеристики грунтов: угол внутреннего трения  $\varphi$ , удельное сцепление  $c$ , предел прочности на одноосное сжатие скальных грунтов  $R_c$ , модуль деформации  $E$ , коэффициент поперечной деформации  $\nu$ .

5.4 Для предварительных расчетов оснований зданий и сооружений геотехнической категории 2, а также для окончательных расчетов оснований зданий и сооружений геотехнической категории 1 допускается определять нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных характеристик грунтов по таблицам А.1-А.8, приведенным [приложении А](#), а при соответствующем обосновании для окончательных расчетов для геотехнической категории 2.

5.5 При определении значений угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , удельного сцепления  $c_n$ , и модуля деформации  $E$  по таблицам А.1-А.8, приведенным в [приложении А](#), расчетные значения характеристик требуется принимать при следующих значениях коэффициента надежности по грунту:

- в расчетах оснований по деформациям  $\gamma_g = 1$ ;
- в расчетах оснований по несущей способности для удельного сцепления  $\gamma_{g(c)} = 1,5$ ;
- в расчетах оснований по несущей способности для угла внутреннего трения песчаных грунтов  $\gamma_{g(\varphi)} = 1,1$ ;
- в расчетах оснований по несущей способности для угла внутреннего трения глинистых грунтов  $\gamma_{g(\varphi)} = 1,15$ .

## **6 [Проектирование оснований](#)**

6.1 Проектные решения оснований и фундаментов должны удовлетворять требованиям надежности, безопасности и долговечности на весь срок службы здания или сооружения.

6.2 При проектировании основания и фундаменты следует проверять согласно [СП 22.13330](#), т.е. по двум группам предельных состояний:

- расчеты по предельным состояниям первой группы оснований включают в себя проверку потери устойчивости формы и положения (хрупкое, вязкое или иного характера разрушение);
- расчеты по предельным состояниям второй группы оснований производятся из условия, по которому относительные и абсолютные значения деформаций не должны превышать соответствующих предельно допустимых значений (регламентируется [СП 22.13330](#)). При этом рекомендуется также ограничиваться предельными значениями исходя из архитектурно-эстетических соображений и обеспечения целостности инженерных систем.

6.3 Проверку оснований по несущей способности следует проводить в случаях, если:

- основание сложено скальными грунтами;
- здание или сооружение расположено на откосе или вблизи откоса;
- здание или сооружение расположено вблизи котлована или подземной выработки;
- основание сложено дисперсными грунтами, указанными в [СП 22.13330.2016](#) (пункт 5.7.5).

6.4 Проектные решения оснований и фундаментов должны основываться на результатах инженерно-геологических изысканий (см. п.5.2).

6.5 Основание не следует проверять по деформациям только в случае, если среднее давление под фундаментами не превышает расчетное сопротивление грунтов основания и выполняется одно из следующих условий:

- грунтовые условия площадки строительства представляют собой один из следующих вариантов: крупнообломочные грунты при содержании заполнителя менее 40 %; пески любой крупности, кроме пылеватых, плотные и средней плотности; пески любой крупности, только плотные; пески пылеватые при коэффициенте пористости  $e \leq 0,65$ ; супеси при  $e \leq 0,65$ , суглинки при  $e \leq 0,85$  и глины при  $e \leq 0,95$ , если диапазон изменения коэффициента пористости этих грунтов на площадке не превышает 0,2, а  $I_1 < 0,5$  независимо от порядка их залегания. Площади отдельных фундаментов не должны отличаться более чем в два раза;
- инженерно-геологические условия площадки строительства соответствуют области применения типового проекта.

6.6 При проектировании зданий и сооружений уровень подземных вод должен приниматься с учетом его прогнозирования на период эксплуатации и влияния на него водопонижающих мероприятий, если таковые предусматриваются проектом.

6.7 В проекте оснований и фундаментов должны предусматриваться мероприятия, не допускающие увлажнения грунтов основания, а также замораживания их в период строительства.

6.8 Для совместного расчета фундамента и здания / сооружения могут быть использованы как аналитические, так и численные методы (в т. ч. метод конечных элементов).

6.9 При наличии промежуточного слоя между фундаментом и основанием в виде теплоизоляционного материала (утеплителя), следует уделять особое внимание при проектировании контролю деформаций в утеплителе. Характеристики и рекомендуемые теплоизоляционные материалы указаны в п. 11.3. Наличие необратимых деформаций может являться причиной реализации ненормативных перемещений конструкций фундамента и надземных конструкций.

6.10 Расчет по I группе предельных состояний теплоизоляционного материала (утеплителя) в составе фундамента заключается в оценке уровня напряжений в нем. Напряжения в материале должны соответствовать упругой работе или быть близкой к ней (не допускается превышение деформаций свыше 2 %). Расчет по II группе предельных состояний теплоизоляционного материала (утеплителя) в составе фундамента заключается в оценке его расчетной деформации.

#### **6.11 Требования к основанию**

6.11.1 В качестве естественного основания под малозаглубленные фундаменты рекомендуется грунт со следующими минимальными физико-механическими характеристиками под соответствующие ожидаемые нагрузки:

- модуль деформации  $E = 8$  МПа;
- угол внутреннего трения  $\varphi = 10^\circ$  для глинистого грунта или  $\varphi = 28^\circ$  для песков;
- значение внутреннего сцепления  $c = 10$  кПа для глинистого грунта (для песков значение отсутствует).

6.11.2 Следует избегать применения в качестве основания специфических грунтов без расчетного обоснования, т.е. тех, которые способны существенно изменить свои качественные или количественные характеристики под действием внешних факторов за период эксплуатации здания. При идентификации таких грунтов следует руководствоваться положениями [СП 22.13330](#).

6.11.3 При проектировании малозаглубленных оснований и фундаментов рекомендуется всегда выполнять подготовку искусственного основания

(противопучинистая подушка). При устройстве искусственных оснований или насыпей следует руководствоваться требованиями настоящего стандарта и [СП 45.13330](#).

6.11.4 Толщина подготавливаемых песчаных подушек должна быть не менее 30 см, если иное не обусловлено инженерно-геологической обстановкой площадки строительства при соответствующем расчетном обосновании.

6.11.5 Минимальные требуемые характеристики подготовленного основания, включая песчаную подушку, должны соответствовать напряженно-деформированному состоянию, соответствующему нагрузке нормальной эксплуатации.

6.11.6 Для песчаной подушки значение модуля деформации должно составлять не менее 15 МПа при соответствующем уплотнении в диапазоне ожидаемых нагрузок. Крупность песка следует принимать не ниже средней.

6.11.7 Песчаная подушка должна быть уплотнена с коэффициентом  $\geq 0,95$ . Под значением коэффициента уплотнения принято считать отношение достигнутой плотности сухого грунта к максимальной плотности сухого грунта, полученной в приборе стандартного уплотнения по [ГОСТ 22733](#).

6.11.8 Контроль уплотнения рекомендуется выполнять методом режущих колец ([ГОСТ 5180](#)). Допускается применение других методов (с применением динамических и статических плотномеров) с погрешностью (в том числе инструментальной) определения коэффициента уплотнения, близкой к рекомендованному методу.

6.11.9 По завершению уплотнения основания должен быть произведен контроль выполненного уплотнения лабораторными испытаниями или испытаниями на площадке строительства в соответствии с требованиями [ГОСТ Р 70260](#), [ГОСТ 22733](#), [ГОСТ 28514](#), [ГОСТ 30672](#).

## **7 Нагрузки и воздействия при расчете оснований**

7.1 Нагрузки и воздействия на основание, передаваемые фундаментами, следует устанавливать расчетом исходя из рассмотрения совместной работы сооружения и основания, с учетом их возможного изменения на различных стадиях строительства и эксплуатации.

Учитываемые при этом нагрузки и воздействия, коэффициенты надежности по нагрузке, а также возможные сочетания нагрузок принимаются согласно [СП 20.13330](#).

Нагрузки и воздействия допускается определять без учета их перераспределения надфундаментной конструкцией при расчете:

- оснований зданий и сооружений геотехнической категории 1;
- общей устойчивости массива грунта основания совместно со зданием или сооружением;

- средних значений осадок основания фундаментов;
- деформаций основания при привязке типового проекта к местным грунтовым условиям.

7.2 Все расчеты оснований следует производить на расчетные значения нагрузок и воздействий, которые определяют как произведение нормативных значений на коэффициент надежности по нагрузке, устанавливаемый с учетом группы предельного состояния (по первой группе предельных состояний – по [СП 20.13330](#), по второй группе – равным единице).

7.3 Расчет оснований по деформациям следует производить на основное сочетание нагрузок; по несущей способности – на основное сочетание, а при наличии особых нагрузок и воздействий – на основное и особое сочетания.

Нагрузки на перекрытия и снеговые нагрузки согласно [СП 20.13330](#) при расчете оснований по несущей способности считают кратковременными, а при расчете по деформациям – длительными.

7.4 В расчетах оснований необходимо учитывать нагрузки от складированного материала и оборудования, размещаемых вблизи или непосредственно на фундаментах на различных этапах строительства.

## **8 Особенности проектирования малозаглубленных фундаментов на пучинистых грунтах**

8.1 Пучинистые грунты характеризуются:

- абсолютной деформацией морозного пучения  $h_f$ , представляющей подъем ненагруженной поверхности промерзающего грунта;
- относительной деформацией (интенсивностью) морозного пучения  $\varepsilon_{fh}$  – отношением  $h_f$  к толщине промерзающего слоя  $d_f$ ;
- вертикальным давлением морозного пучения  $p_{fh,v}$ , действующим нормально к подошве фундамента;
- горизонтальным давлением морозного пучения  $p_{fh,h}$ , действующим нормально к боковой поверхности фундамента;
- удельным значением касательной силы морозного пучения  $T_{fh}$ , действующей вдоль боковой поверхности фундамента.

8.2 Указанные характеристики должны устанавливаться на основе опытных данных с учетом возможного изменения гидрогеологических условий (см. п. 6.5).

8.3 Основания, сложенные пучинистыми грунтами, должны проектироваться с учетом способности таких грунтов при сезонном или многолетнем промерзании увеличиваться в объеме.

Для сооружений пониженного уровня ответственности КС-1 допускается определять значения  $\varepsilon_{fh}$  в зависимости от параметра  $R_f$  (взаимосвязь параметров приведена на рисунке 8.1) по следующей формуле

$$R_f = 0,67 \rho_d \left[ 0,012(w - 0,1) + \frac{w(w - w_{cr})^2}{w_{sat} w_p \sqrt{M_0}} \right] \quad (8.1)$$

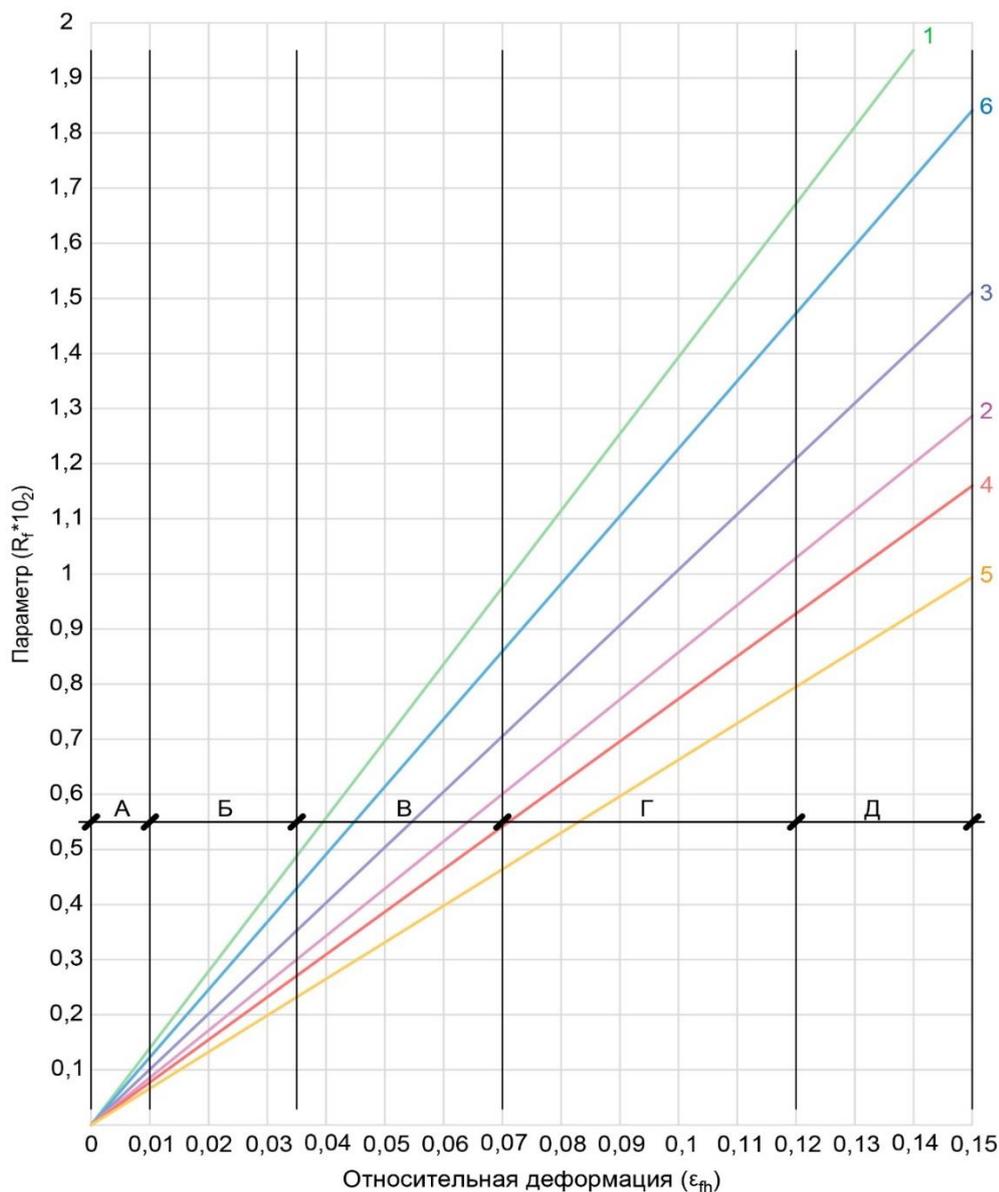
где  $w$ ,  $w_p$  – влажность в пределах слоя промерзающего грунта соответственно природная и на границе раскатывания, доли единицы;

$w_{cr}$  – критическая влажность, ниже значения которой в промерзающем пучинистом грунте прекращается перераспределение влаги, вызывающей морозное пучение, доли единицы. Зависимость критической влажности от влажности на границе текучести определяется по графику на рисунке 8.2;

$w_{sat}$  – полная влагоемкость грунта, доли единицы;

$\rho_d$  – плотность сухого грунта, т/м<sup>3</sup>;

$M_0$  – безразмерный коэффициент, численно равный абсолютному значению средней многолетней температуры воздуха за зимний период, определяемый в соответствии с [СП 50.13330](#).



- |                                                                                                                                  |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1, 2 – соответственно супеси и супеси пылеватые с $0,02 < I_P \leq 0,07$ ;                                                       | а – непучинистый;       |
| 3 – суглинки с $0,07 < I_P \leq 0,17$ ;                                                                                          | б – слабопучинистый;    |
| 4 – суглинки пылеватые с $0,07 < I_P \leq 0,13$ ;                                                                                | в – среднепучинистый;   |
| 5 – суглинки пылеватые с $0,13 < I_P \leq 0,17$ ;                                                                                | г – сильнопучинистый;   |
| 6 – глины с $I_P > 0,17$ (в грунтах 2, 4 и 5 содержание пылеватых частиц размером 0,05-0,005 мм составляет более 50 % по массе); | д – чрезмернопучинистый |

Рисунок 8.1 – Взаимосвязь параметра  $R_f$  и относительной деформации морозного пучения  $\epsilon_{fm}$

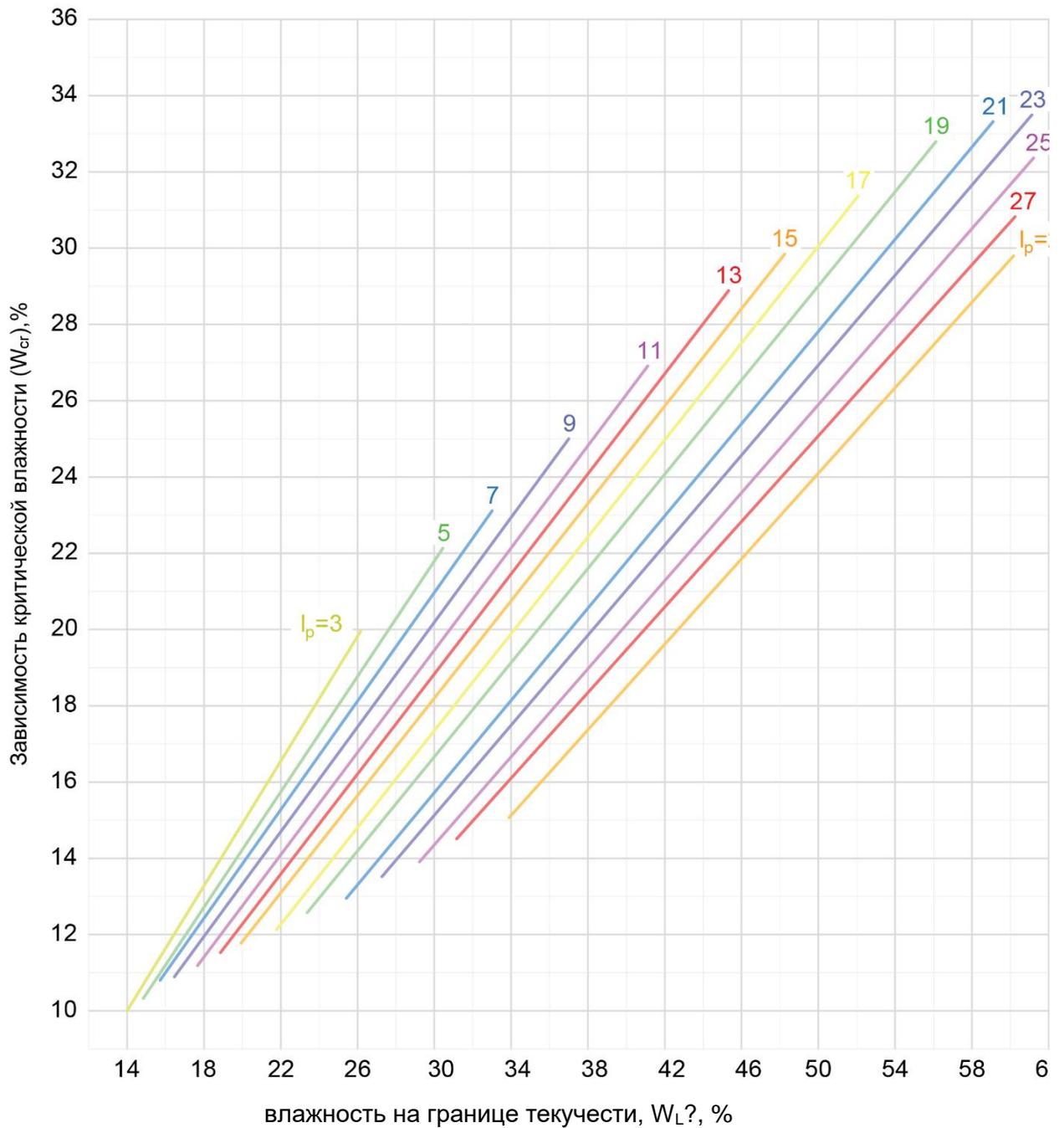


Рисунок 8.2 – Зависимость критической влажности  $W_{кр}$  от числа пластичности  $I_p$  и влажности на границе текучести  $W_L$ .

8.4 По степени пучинистости грунты подразделяют в зависимости от  $\varepsilon_{fh}$  на пять групп согласно таблице 8.1.

Таблица 8.1 - Относительная деформация морозного пучения

Относительная деформация морозного пучения $\varepsilon_{fh}$ , %	Разновидность грунта*
$\varepsilon_{fh} < 1,0$	Непучинистый
$1,0 \leq \varepsilon_{fh} \leq 3,5$	Слабопучинистый
$3,5 < \varepsilon_{fh} \leq 7,0$	Среднепучинистый
$7,0 < \varepsilon_{fh} \leq 10,0$	Сильнопучинистый
$\varepsilon_{fh} > 10,0$	Чрезмерно пучинистый
* Применяют также для класса мерзлых грунтов	

8.5 Принадлежность глинистого грунта к одной из групп также может быть оценена по параметру  $R_f$  (см. рисунок 8.1).

8.6 Пучинистые свойства крупнообломочных грунтов и песков, содержащих пылевато-глинистые фракции, а также супесей при  $I_p < 0,02$  определяются через показатель дисперсности  $D$ . Эти грунты относятся к непучинистым при  $D < 1$ , к пучинистым – при  $D \geq 1$ . Для слабопучинистых грунтов показатель  $D$  изменяется в пределах  $1 < D < 5$ . Значение  $D$  определяется по формуле

$$D = k/\bar{d}^2 e, \quad (8.2)$$

где  $k$  – коэффициент, равный  $1,85 \times 10^{-4} \text{ см}^3$ ;

$e$  – коэффициент пористости;

$\bar{d}$  – средний диаметр частиц грунта, см, определяемый по формуле

$$\bar{d} = (p_1/d_1 + p_2/d_2 + \dots + p_i/d_i)^{-1}, \quad (8.3)$$

где  $p_1, p_2, \dots, p_i$  – процентное содержание отдельных фракций грунта, доли единицы;

$d_1, d_2, \dots, d_i$  – средний диаметр частиц отдельных фракций, см.

8.7 Если расчетные деформации морозного пучения основания малозаглубленных фундаментов больше предельных или устойчивость фундаментов на действие сил морозного пучения недостаточна, то кроме возможности изменения глубины заложения фундаментов следует рассмотреть необходимость применения мероприятий, уменьшающих силы и деформации морозного пучения, а также глубину промерзания (водозащитные, теплозащитные или физико-химические). Если при применении указанных мероприятий деформации морозного пучения не исключены, следует предусматривать конструктивные мероприятия, назначаемые исходя из расчета

фундаментов и конструкций сооружения с учетом возможных деформаций морозного пучения.

8.8 Во избежание промерзания грунтов под подошвой фундаментов в подвальных и цокольных этажах недостроенных или построенных зданий без обеспечения теплового контура следует организовать временное отопление этих помещений в зимние месяцы или применение теплоизоляции.

Не допускается устройство фундаментов на промороженных грунтах без проведения специальных исследований замерзшего грунта. Для предотвращения деформаций и разрушения фундаментов необходимо проводить проверку устойчивости фундаментов на действие касательных и нормальных сил морозного пучения. При устройстве фундаментов в зимний период для предохранения грунтов от промерзания следует устраивать временные теплоизоляционные покрытия, параметры которых определяются в соответствии с теплотехническим расчетом.

8.9 При наличии чрезмерно пучинистых грунтов и значительной восприимчивости зданий к неравномерным деформациям рекомендуется следующее:

- возводить их на малозаглубленных и незаглубленных монолитных железобетонных плитных фундаментах;
- частичная или полная замена грунта основания на непучинистый (песчаные, щебеночные «подушки»);
- провести противопучинистые мероприятия, указанные в п. 9.1.

8.10 Примыкающие к зданиям веранды на сильнопучинистых и чрезмерно пучинистых грунтах следует возводить на фундаментах, не связанных с фундаментами зданий.

8.11 В основу конструирования незаглубленных и малозаглубленных фундаментов для легких зданий должны быть положены такие решения, которые направлены на снижение сил морозного пучения (нормальных и касательных) и неравномерных деформаций конструкций зданий, а также на приспособление зданий к неравномерным деформациям оснований.

8.12 При строительстве на непучинистых грунтах несущие элементы малозаглубленных и незаглубленных фундаментов укладывают на выравнивающую подсыпку из песка, на пучинистых грунтах – на подушку из непучинистого материала (песок гравелистый, крупный или средней крупности, мелкий щебень, котельный шлак и др.). В необходимых случаях для увеличения расчетного сопротивления грунта основания целесообразно предусматривать устройство песчано-щебеночной (песчано-гравийной) подушки. Минимальные толщины подсыпок указаны в п.8.15.

8.13 При проектировании фундаментов на основаниях, сложенных пучинистыми грунтами, следует учитывать возможность повышения влажности грунта за счет подъема уровня подземных вод, инфильтрации поверхностных вод и экранирования поверхности.

8.14 При незапланированной остановке строительства и при консервации сооружений необходимо до наступления зимнего периода выполнить мероприятия по предотвращению деформаций и разрушений, обусловленных процессами сезонного промерзания-оттаивания пучинистых грунтов основания.

#### **8.15 Проектирование подсыпок**

8.16.1 Материал подсыпки должен отвечать следующим требованиям:

- обладать необходимой несущей способностью в уплотненном состоянии;
- иметь способность дренировать воду в уплотненном состоянии;
- содержание пучинистых примесей не должно превышать 10 %.

8.16.2 Основной причиной увлажнения подсыпок является отсутствие водонепроницаемого или капиллярно-прерывающегося слоя между материалом подсыпки и водонасыщенным основанием естественного сложения.

8.16.3 Комбинированные подсыпки (песчано-гравийные, щебеночно-песчаные) устраиваются из материалов с различной влагопропускной способностью: нижний слой толщиной 15-30 см выполняется из мелкого щебня, галечника, гравия; верхний – из песка среднезернистого.

8.16.4 Толщина подсыпки под подошвой фундамента назначается по расчету в зависимости от степени пучинистости грунта основания, на котором возводится здание, и материала подсыпки.

8.16.5 В первом приближении толщину подушки, в зависимости от расчетной глубины промерзания грунта и степени морозной пучинистости, можно принимать по таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Толщина подушки для малозаглубленных фундаментов в первом приближении

Категория морозоопасности	Наименование грунтов по степени морозной пучинистости	Относительная деформация пучения грунта	Толщина подушки* $h_n$ при расчетной глубине промерзания грунта $d_f$ , м		
			1,5	2,0	2,5
I	чрезмерно-пучинистый	$\varepsilon_{fh} > 0,10$	$h_n \geq 0,8$	$h_n \geq 1,3$	$h_n \geq 1,8$
II	сильно-пучинистый	$0,07 < \varepsilon_{fh} \leq 0,12$	$0,4 < h_n \leq 0,8$	$0,8 < h_n \leq 1,3$	$1,3 < h_n \leq 1,8$
III	средне-пучинистый	$0,035 < \varepsilon_{fh} \leq 0,07$	$0,2 < h_n < 0,4$	$0,4 < h_n \leq 0,8$	$0,9 < h_n \leq 1,4$
IV	слабо-пучинистый	$0,01 < \varepsilon_{fh} \leq 0,035$	$h_n = 0,2$	$h_n = 0,2$	$h_n = 0,2$
V	непучинистых	$\varepsilon_{fh} \leq 0,01$	$h_n = 0,2$	$h_n = 0,2$	$h_n = 0,2$

\*Толщину подушки следует принимать не менее толщины снятого плодородного слоя

### 8.16 Расчет оснований, сложенных пучинистыми грунтами

8.17.1 Расчет оснований, сложенных пучинистыми грунтами, должен выполняться в соответствии с рекомендациями настоящего раздела и предусматривать проверку устойчивости фундаментов при действии сил морозного пучения.

8.17.2 При заложении фундаментов выше расчетной глубины промерзания пучинистых грунтов необходимо производить расчет по деформациям морозного пучения грунтов основания с учетом касательных и нормальных сил морозного пучения.

Примечание – Малозаглубленные фундаменты допускается применять для сооружений класса КС-1 и малоэтажных зданий при нормативной глубине промерзания не более 1,7 м.

8.17.3 Расчет основания по деформациям пучения грунта, промерзающего ниже подошвы фундамента, производится исходя из следующих условий:

$$h_f \leq S_u ; \quad (8.4)$$

$$\varepsilon_{fh} \leq \left( \frac{\Delta S}{L} \right)_u , \quad (8.5)$$

где  $h_f$  – абсолютная деформация морозного пучения, представляющая подъем ненагруженной поверхности промерзающего грунта;

$\varepsilon_{fh}$  – относительная деформация морозного пучения;

$S_u, \left(\frac{\Delta S}{L}\right)_u$  – соответственно предельные значения подъема и относительной деформации основания, принимаемые по таблице 8.3.

Таблица 8.3 – Предельные значения деформаций основания фундаментов

Конструктивные особенности зданий	Предельные деформации основания фундаментов		
	подъем $S_u$ , см	относительная деформация $(\Delta S/L)_u$	
		вид	значение
Бескаркасные здания с несущими стенами из:			
панелей	2,5	относительный прогиб или выгиб	0,00035
блоков и кирпичной кладки без армирования	2,5	отн. прогиб или выгиб	0,0005*
Блоков и кирпичной кладки с армированием или железобетонными поясами при наличии сборно-монолитных (монолитных) ленточных или столбчатых фундаментов со сборно-монолитными фундаментными балками	3,5	отн. прогиб или выгиб	0,0006*
Здания с деревянными конструкциями:			
на ленточных фундаментах	5,0	отн. прогиб или выгиб	0,002
на столбчатых фундаментах	5,0	относительная разность подъемов	0,006
* Допускается принимать большие значения $(\Delta S/L)_u$ , если на основании расчета стены на прочность будет установлено, что напряжения в кладке не превышают расчетных сопротивлений кладки растяжению при изгибе			

## 9 Защита пучинистых грунтов от промерзания

9.1 Противоупучинистые мероприятия подразделяются на следующие виды:

- инженерно-мелиоративные (тепломелиорация и гидромелиорация);
- конструктивные (глубина заложения, применение обратного уклона граней фундамента и т.д.);
- физико-химические (гидрофобизация грунтов, засоление и т.д.);

9.2 В рамках настоящего стандарта рассматриваются инженерно-мелиоративные и конструктивные мероприятия.

9.3 Тепломелиоративные мероприятия заключаются в горизонтальной и вертикальной теплоизоляции фундамента утеплителем XPS ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON, прокладке вблизи фундамента по наружному периметру подземных коммуникаций или греющего кабеля, выделяющих в грунт тепло.

9.4 Гидромелиоративные мероприятия сводятся к понижению уровня подземных вод, осушению грунтов в пределах сезонно-мерзлого слоя и предохранению грунтов от насыщения атмосферными и производственными водами. Применяют отмостки, водопонижение, открытые и закрытые дренажные системы (лотки, канавы, трубы), проектирование которых производят по [СП 104.13330](#).

9.5 Конструктивные мероприятия подразумевают приспособление конструкций фундаментов и надземной части здания к возможным неравномерным деформациям основания:

- устройство распределительных поясов в конструкциях стен и фундаментах;
- устройство деформационных швов;
- устройство сплошных подсыпок в основании здания или сооружения с заменой пучинистого грунта на непучинистый (крупный песок, гравий, щебень).

## 9.6 Расчет толщины теплоизоляции

9.6.1 Приведенное сопротивление теплопередаче полов  $R_{0,пол}$ ,  $м^2 \cdot 0C/Вт$  согласно [СП 50.13330](#) определяется в нижеследующей последовательности.

Для неутепленных полов на грунте и стен, расположенных ниже уровня земли, с коэффициентом теплопроводности  $\lambda \geq 1,2 Вт/(м^2 \cdot 0C)$  по зонам шириной 2 м, параллельным наружным стенам, принимая  $R_{п}$ ,  $м^2 \cdot 0C/Вт$ , равным:

- 2,1 — для I зоны;
- 4,3 — для II зоны;
- 8,6 — для III зоны;
- 14,2 — для IV зоны (для оставшейся площади пола).

Для утепленных полов на грунте и стен, расположенных ниже уровня земли, с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_h < 1,2 Вт/(м^2 \cdot 0C)$ , утепляющего слоя толщиной  $\delta$ , м, принимая  $R_{0,пол}$ ,  $м^2 \cdot 0C/Вт$ , по формуле

$$R_{0,пол} = R_{п} + \delta/\lambda_h, \quad (9.1)$$

Для полов на лагах, принимая  $R_{п}$ ,  $м^2 \cdot 0C/Вт$ , по формуле

$$R_{0,пол} = 1,18 \cdot (R_{п} + \delta/\lambda_h) \quad (9.2)$$

9.6.2 Согласно [СП 50.13330](#) поверхность пола жилых и общественных зданий, вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятий и отапливаемых помещений производственных зданий (на участках с постоянными рабочими местами)

должна иметь расчетный показатель теплоусвоения,  $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$ , не более нормируемой величины.

9.7 Наличие стационарного слоя теплоизоляции поверхности грунта приводит к задержке начала промерзания грунта. При оценке характеристик пучения теплоизолированного грунта необходимо определение не только глубины промерзания грунта под теплоизоляцией, но и средней температуры его поверхности и др. Рекомендуемые параметры теплоизоляции приведены в [приложении Б](#). Методика расчета утепленной отмостки приведена в [приложении В](#).

## 10 [Подземные воды](#)

10.1 При проектировании оснований и фундаментов необходимо учитывать гидрогеологические условия района строительства и возможность их изменения в процессе возведения и эксплуатации сооружения, а именно:

- естественные сезонные и многолетние колебания уровней подземных вод;
- техногенные изменения уровней подземных вод и возможность образования «верховодки»;
- высоту зоны капиллярного подъема над уровнем подземных вод в пылеватых песках и глинистых грунтах;
- степень агрессивности подземных вод по отношению к материалам подземных конструкций и коррозионную агрессивность грунтов результатам инженерно-геологических изысканий.

10.2 Для оценки степени воздействия сооружения на режим подземных вод застраиваемой и прилегающей к ней территории необходимо выполнить прогноз изменения гидрогеологических условий для стадии строительства и эксплуатации.

10.3 Оценку возможных естественных сезонных и многолетних колебаний уровня подземных вод проводят на основе данных многолетних режимных наблюдений по государственной стационарной сети с использованием результатов краткосрочных наблюдений, в том числе разовых замеров уровня подземных вод, выполняемых при инженерных изысканиях на площадке строительства.

10.4 Для разработки проектов сооружений и производства земляных работ необходимы данные о среднем многолетнем положении уровня подземных вод и их максимальном и минимальном уровнях за период наблюдений, а также о продолжительности стояния паводковых (весенних и летне-осенних) уровней подземных вод.

10.5 По характеру подтопления следует выделять естественно или техногенно подтопленные территории (с глубинами залегания подземных вод менее 3 м) и неподтопленные.

Основными факторами подтопления являются: при строительстве – изменение условий поверхностного стока при вертикальной планировке территории, длительный разрыв между выполнением земляных и строительных работ; при эксплуатации – инфильтрация утечек, уменьшение испарения под зданиями и покрытиями и т.д.

10.6 По характеру техногенного воздействия неподтопленные застраиваемые территории подразделяют на неподтопляемые (дополнительные мероприятия не требуются), потенциально подтопляемые (требует проведения защитных мероприятий или устройства дренажей) и осушаемые (может явиться причиной деформации основания из-за чрезмерного понижения уровня подземных вод).

10.7 Если подземные воды агрессивны по отношению к материалам заглубленных конструкций или могут повысить коррозионную агрессивность грунтов, следует предусматривать антикоррозионные мероприятия в соответствии с требованиями [СП 28.13330](#).

## **11 Требования к материалам конструкций малозаглубленных фундаментов**

### **11.1 Бетон**

11.1.1 Железобетонные конструкции малозаглубленных фундаментов рекомендуется выполнять из тяжёлого бетона, с классом по прочности на сжатие не ниже В20.

11.1.2 При подборе состава бетонной смеси рекомендуется (при наличии элементов толщиной  $\leq 100$  мм) применение заполнителя с размером фракций от 5 до 10 мм. Количество данных фракций к общему количеству большего размера, должно быть не менее 50 %. Максимальный размер фракций заполнителя составляет 20 мм и не должен превышать 25 % к общему количеству требуемого заполнителя. Не рекомендуется применять заполнителя из щебня марки по прочности ниже М800.

11.1.3 Марка по морозостойкости и водонепроницаемости назначается из климатических и гидрологических условий площадки строительства. Для конструкций ШУП не рекомендуется применять бетон с маркой по морозостойкости ниже F50, с маркой по водонепроницаемости ниже W6

11.1.4 Рекомендуемые значения нормативных и расчетных сопротивлений осевым сжатию (призменная прочность) и растяжению представлены в таблице 11.1.

Таблица 11.1

Вид сопротивления	Значение в МПа, нормативного / расчётного сопротивления для класса бетона			
	B20	B25	B30	B35
Сжатие	15,00 / 11,50	18,50 / 14,50	22,00 / 17,00	25,50 / 19,50
Растяжение	1,35 / 0,90	1,55 / 1,05	1,75 / 1,15	1,95 / 1,30

11.1.5 Значения модуля упругости бетона, принимается по таблице 11.2.

Таблица 11.2

Значение в ГПа, модуля упругости для класса тяжёлого бетона			
B20	B25	B30	B35
27,5	30,0	32,5	34,5

11.1.6 Значения модуля деформации для учета ползучести бетона при анализе по второй группе предельных состояний принимается в соответствии с [СП 63.13330.2018](#) (раздел 6).

11.1.7 Допускается применение ускорителей твердения и цементы с повышенным тепловыделением при необходимости получения заданной прочности в ранние сроки.

11.1.8 При бетонировании в условиях ожидаемой среднесуточной температуры ниже плюс 5 °С, во избежание раннего замораживания, необходимо применять противоморозные добавки с контролем их максимального применения на 1 м<sup>3</sup>. Рекомендуется применять добавки согласно рекомендациям производителя.

11.1.9 При бетонировании в условиях ожидаемой среднесуточной температуры выше плюс 25 °С и влажности менее 50 %, рекомендуется вводить замедлители схватывания и твердения. Добавление воды не допускается для восстановления подвижности бетонной смеси.

Для приготовленной бетонной смеси без добавок, продолжительность укладки регламентируется в зависимости от температуры бетонной смеси по таблице 11.3.

Таблица 11.3

Температура смеси, °С	Допустимое время укладки, мин
25	30-60
30	15-30
35	10-15

## 11.2 Арматура

11.2.1 Армирование в железобетонных конструкциях малозаглубленных монолитных фундаментах следует выполнять стержнями гладкого и периодического профиля арматуры класса А. Класс для поперечного армирования, как правило, применяется А240, для основного рабочего – А400.

11.2.2 Рекомендуемые значения нормативных и расчетных сопротивлений сжатию и растяжению представлены в таблице 11.4.

Таблица 11.4

Вид сопротивления	Значение в МПа, нормативного / расчётного сопротивления для класса арматуры	
	A240	A400
Растяжение	240 / 210 / 170*	400 / 350 / 280*
Сжатие	240 / 210	400 / 350
* Для поперечной арматуры		

11.2.3 Допускается эквивалентная замена арматуры класса А400 на класс А500 / А500С при соблюдении соответствующих требований к анкеровке и нахлестке.

11.2.4 Модуль упругости для арматуры принимают одинаковым при растяжении и сжатии равным  $E=200$  ГПа.

## 11.3 Утеплитель

11.3.1 В качестве подстилающего слоя в конструкциях фундаментов (и других подземных конструкциях) в виде эффективного утеплителя рекомендуется применять плиты экструзионного пенополистирола XPS ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON. Системные решения приведены в [приложении Г](#)

11.3.2 Под нагружаемыми конструкциями следует применять утеплитель с высокими значениями прочностных и деформационных характеристик. Утеплитель должен иметь способность работать в упругой стадии в необходимом диапазоне нагрузок без необратимых деформаций. Требования к подстилающему слою из утеплителя должны быть сформулированы на основании расчета и ожидаемого диапазона нагрузок.

11.3.3 Применяемый утеплитель под нагружаемыми конструкциями должен пройти соответствующую сертификацию и лабораторные испытания на сжатие и изгиб, гарантирующие сохранение физико-механических свойств в течение всего срока эксплуатации здания или сооружения.

11.3.4 Плиты утеплителя должны удовлетворять следующим требованиям:

- быть биостойкими (определяют на основе химического анализа);
- быть нетоксичными (заключение СЭС или иной документ);

- выдерживать нагрузки, возникающие при возведении и эксплуатации здания.

11.3.5 В качестве утепляющих материалов под нагружаемыми элементами здания рекомендуется применять экструзионный пенополистирол марки XPS ТЕХНОКОЛЬ CARBON ECO SP (допускается замена на XPS ТЕХНОКОЛЬ CARBON SOLID при соответствующем расчетном и экономическом обосновании).

11.3.6 Для утепления фундаментов с наружной стороны (вертикальная плоскость) рекомендуется применять XPS ТЕХНОКОЛЬ CARBON ECO (допускается замена на XPS ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF при необходимом обосновании).

11.3.7 Теплоизоляционный слой вблизи наружных фундаментов (под отмосткой) рекомендуется укладывать из плит экструзионного пенополистирола марки XPS ТЕХНОКОЛЬ CARBON ECO, XPS ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF, на глубине 20-30 см (защитный слой). Плиты теплоизоляции укладываются на подготовку из крупнозернистого песка или гравия толщиной 10 см, выполненную с уклоном 3-5 % от наружных стен здания.

11.3.8 Не допускается организация продольных стыков плит утеплителя под линейными конструкциями, воспринимающими значительные нагрузки (ребра плитных фундаментов, ленточные фундаменты).

11.3.9 Физико-механические характеристики плит XPS ТЕХНОКОЛЬ CARBON приведены в таблице 11.5.

Таблица 11.5

Показатель	Единица измерения	XPS ТЕХНОКОЛЬ CARBON	
		ECO SP	ECO
1	2	3	4
Прочность на сжатие при 10 %-ной относительной деформации, не менее	кПа	400	для толщин 20-29 мм: 100 30-39 мм: 150 ≥40 мм: 200
Прочность на сжатие при 2 %-ной относительной деформации, не менее	кПа	200	-
Прочность при изгибе, не менее	кПа	300	для толщин <30 мм: 100 ≥30 мм: 200
Модуль упругости	МПа	17,0	17,0
Декларируемая теплопроводность (λD), не более	Вт/(м·К)	0,034	0,034
Теплопроводность в условиях эксплуатации (λA), не более	Вт/(м·К)	0,035	0,035

## Окончание таблицы 11.5

1	2	3	4
Теплопроводность в условиях эксплуатации (ЛБ), не более	Вт/(м·К)	0,036	0,036
Водопоглощение по объему, не более	%	0,4	0,4
Водопоглощение при длительном полном погружении образцов на 28 суток, не более	%	0,4	0,22
Коэффициент паропроницаемости	мг/(м·ч·Па)	0,009	0,009
Группа горючести / воспламеняемости	-	Г4/В2	Г4,Г3 / В2
Группа дымообразующей способности /токсичность	-	Д3/Т2	Д3/Т2
Диапазон эксплуатационных температур	°С	от -70 до +75	от -70 до +75
Геометрические параметры (длина/ширина/толщина), в пределах	мм	2360/580/100	1180/580/10-100

## 12 Требования к производству работ

### 12.1 Земляные работы

12.1.1 Земляные работы должны производиться в соответствии с [СП 45.13330](#).

12.1.2 Применяемые при возведении земляных сооружений, устройстве оснований и фундаментов грунты, материалы, изделия и конструкции должны удовлетворять требованиям проектов и соответствующих стандартов. Замена предусмотренных проектом грунтов, материалов, изделий и конструкций, входящих в состав возводимого сооружения или его основания, допускается только по согласованию с проектной организацией и заказчиком.

12.1.3 При наличии в период производства работ подземных вод в пределах выемок или вблизи их дна мокрыми следует считать не только грунты, расположенные ниже уровня подземных вод, но и грунты, расположенные выше этого уровня на величину капиллярного поднятия, которую следует принимать:

- 0,3 м - для крупных, средней крупности и мелких песков;
- 0,5 м - для пылеватых песков и супесей;
- 1,0 м - для суглинков и глин.

12.1.4 Устройство водопонижения производится в соответствии с [СП 45.13330](#).

12.1.5 Подушку под основание фундамента следует устраивать в соответствии с [ВСН 29-85 \[4\]](#) и [СП 45.13330](#).

12.1.6 Песчаные подушки устраиваются под фундаментами с целью замены биогенных грунтов, уменьшения давления на нижележащие слои и повышения, в случае необходимости, отметки подошвы фундаментов. Песчаные подушки устраиваются, как правило, из песков крупных и средней крупности и, выполняя роль дренажа, способствуют ускорению процесса консолидации (уплотнения) нижележащих грунтов.

12.1.7 При пониженной влажности грунтов необходимо доувлажнять их расчетным количеством воды, как правило, в карьере или резерве либо в процессе отсыпки и разравнивания отдельных слоев путем равномерного разбрызгивания воды из шлангов с перемешиванием доувлажненных грунтов бульдозерами.

12.1.8 Уплотнение доувлажненных в процессе отсыпки грунтов следует осуществлять через 0,5-2 суток после достаточно полного распределения воды по всему объему отсыпанного слоя.

12.1.9 Отсыпка по подготовленной поверхности несущего слоя должна быть толщиной 0,2-0,4 м из крупного гравелистого песка, щебеночного грунта с уплотнением его бульдозерами, по которому могут свободно перемещаться и маневрировать автотранспорт и другие строительные машины и механизмы.

12.1.10 Допускается применение щебня, гравия или естественной гравийно-песчаной смеси. Мелкие и пылеватые пески не рекомендуются для устройства подушек.

12.1.11 Поверхность слоев из менее дренирующих грунтов, располагаемых под слоями из более дренирующих, должна иметь уклон в пределах 0,04 - 0,1 от оси насыпи к краям.

12.1.12 Уплотнение происходит послойно. Толщина слоя принимается в зависимости от типа применяемого оборудования для уплотнения. Для уплотнения подушки следует использовать виброплиту для достижения максимального равномерного уплотнения. При использовании специальной техники и оборудования значения по уплотнению грунта приведены в таблице 12.1.

12.1.13 Также при расчете необходимого количества песка или гравия необходимо учитывать коэффициент уплотнения, который для различных сыпучих материалов, используемых для создания подушки под фундаментом, находится в пределах 1,05 – 1,5.

Таблица 12.1 - Уплотнение грунта с помощью спец. техники и оборудования

Машины и оборудование	Толщина слоя уплотненного грунта, м		Количество проходов (ударов трамбовки)
	песчаного	глинистого	
1	2	3	4
Самоходные и прицепные пневмокатки массой, т:			
25	0,5	0,6	10-12
40	0,6	0,7	10-12
Груженные автосамосвалы типа:			
БелАЗ	0,6	0,7	8-10
КрАЗ	0,5	0,5	10-12
КамАЗ	0,4	0,4	-
Вибрационные катки массой, т:			
2	0,7	0,3	2-3
5	1,2	0,4	2-3
Самоходные вибрационные (виброударные) машины массой, т:			
0,5	0,5	0,15(0,3)	2-3
1	0,7	0,2(0,4)	2-3
2	1	0,3(0,6)	2-3
Тракторы, бульдозеры (типа Т-100, Т-140)	0,3	0,2	8-10
Подвесные падающие трамбовки:			
диаметром 1,2 м, массой 2,5 т	2,2	2	10-12
диаметром 1,4 м, массой 3,5 т	2,6	2,4	-
диаметром 1,6 м, массой 4,5 т	3	2,7	-
диаметром 2 м, массой 6 т	3,6	3,2	-
Примечания			
1 В таблице приведены средние значения толщины уплотненного грунта, достигаемые при уплотнении грунтов до коэффициента уплотнения $k_{com} = 0,95$ при их влажности близкой к оптимальной и количестве проходов (ударов) - до «отказа».			
2 При уплотнении грунтов с пониженной влажностью, близкой к предельным значениям по 7.6, а также до коэффициента уплотнения $k_{com} = 0,98$ толщина уплотненных слоев грунтов должна быть снижена на 20-30 %.			
3 При заданном минимальном значении коэффициента уплотнения $k_{com} = 0,92$ толщину уплотненного слоя следует принимать на 15-20 % больше.			
4 В рыхлом состоянии толщину отсыпаемых грунтов следует принимать больше приведенных в таблице величин для песчаных грунтов на 10-15 %, а глинистых на 20-25 %.			

## 12.2 Устройство систем водоснабжения и водоотведения

12.2.1 Монтаж закладных под ввод воды, а также устройство канализационной системы необходимо производить до заливки самого фундамента. В противном случае изготовление проходок в железобетонной конструкции фундамента может снизить его жесткость, что в свою очередь может привести к образованию трещин.

12.2.2 Уклон канализационных труб назначается с учетом с требований [СП 30.13330](#) и [СП 32.13330](#) и должен быть не менее 0,02 для труб диаметром до 150 мм, 0,008 для труб диаметром до 200 мм и 0,007 для труб диаметром 200 мм и более. Угол между присоединяемой и отводящей трубами должен быть не менее 90°.

12.2.3 Все соединения труб ГВС, ХВС и труб канализации должны быть тщательно загерметизированы. После монтажа всех систем необходимо проверить герметичность всех соединений с помощью опрессовки. Эта проверка обязательна, так как после заливки плиты фундамента доступа к системам водоснабжения и водоотведения не будет.

12.2.4 Трубы должны быть изготовлены из полимерных материалов, которые не подвержены коррозии и имеют срок службы, сопоставимый со сроком службы здания.

## 12.3 Устройство опалубки

12.3.1 Опалубку и ее крепления следует проектировать и изготавливать согласно [СП 63.13330.2018](#).

12.3.2 Существует два типа опалубки: съемная и несъемная. Съемная опалубка изготавливается из досок или фанеры и состоит из следующих элементов:

- формообразующие элементы опалубки (устанавливаются вертикально и служат для создания формы для заливки);
- распорные элементы (устанавливаются под углом, одним концом упираясь в одежду опалубки, другим концом упирается жестко закрепленный вертикальный брус; поддерживают щиты для создания жесткости опалубки и сопротивления нагрузкам от бетонной смеси);
- упоры (принимают на себя нагрузку от распорных элементов);
- стяжки (выполняют ту же функцию, что и распорные элементы, а также регулируют точность геометрии опалубки).

12.3.3 Одежда опалубки может изготавливаться из досок толщиной 20-30 мм. Доски должны иметь ширину не более 150 мм. Доски должны иметь ровную геометрию без изгибов. Элементы опалубки должны плотно прилегать друг к другу при сборке. Щели в стыковых соединениях не должны быть более 2 мм. Доски могут быть строганными с одной стороны для получения более ровной поверхности фундамента. Из досок и щитов собираются отдельные элементы – панели.

12.3.4 Специальная опалубочная (ламинированная) фанера имеет ламинированную поверхность, что препятствует приклейки опалубки к бетонной смеси. Рекомендуемая толщина листов - 18 и 21 мм. Фанера предназначена для многоразового использования.

12.3.5 На палубе щитов из металла, фанеры или пластмасс не допускаются трещины, заусенцы и местные отклонения глубиной более 2 мм, на палубе из древесины - более 3 мм в количестве более 3 на 1 м<sup>2</sup>.

12.3.6 Для деревянных поддерживающих элементов должны применяться лесоматериалы круглые хвойных пород не ниже II сорта по [ГОСТ 9463](#), пиломатериалы хвойных пород не ниже II сорта по [ГОСТ 8486](#); для палубы - пиломатериалы хвойных пород по [ГОСТ 8486](#) и лиственных пород по [ГОСТ 2695](#) не ниже II сорта.

12.3.7 Съёмную опалубку следует проектировать и изготавливать таким образом, чтобы была обеспечена распалубка конструкции без повреждения бетона. Для снижения риска повреждения поверхности бетона при распалубке (защитного слоя) рекомендуется обрабатывать лицевую поверхность опалубки специальными составами, не влияющими на свойства бетона. Так для деревянной опалубки допускается применение известкового молока, меловой эмульсии, для металлической – отработанное машинное масло.

12.3.8 Распалубку конструкций следует производить после набора бетоном распалубочной прочности.

12.3.9 Несъёмную опалубку следует проектировать как составную часть конструкции.

12.3.10 Несъёмная опалубка изготавливается из плит экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON, который обладает практически нулевым водопоглощением, благодаря чему в купе с высокой биостойкостью он имеет большой срок службы.

12.3.11 При изготовлении опалубки для ленточного фундамента плиты утеплителя могут связываться при помощи специальных элементов:

– модульный элемент стяжки для несъёмной опалубки представляет собой набор элементов, изготовленных из полимерных материалов. Два элемента стяжки имеют стержни с рифлением для установки крепежных замков и установки стенок опалубки толщиной от 10 до 100 мм, а соединение элементов между собой осуществляется при помощи специального крепления по принципу «шип-паз». По краям стяжек имеются закладные под арматуру, с помощью которых возможна регулировка толщины защитного слоя бетона (30, 50 или 70 мм);

- винты полимерные тарельчатые R18 предназначены для фиксации плит теплоизоляции друг с другом. Крепежи может быть применен в конструкции для скрепления угловых элементов;

- клей-пена ТЕХНОНИКОЛЬ PROFESSIONAL для пенополистирола предназначена для крепления плит из экструзионного пенополистирола между собой при формировании несъемной опалубки;

- угловой крепеж ТЕХНОНИКОЛЬ, изготовленный из высокопрочного пластика. Угловой крепеж состоит из уголка с углом 90°, ребрами жесткости с вырезом под арматуру и отверстий под винты (по 3 на каждой плоскости); винта R16, длиной 50 мм, внешним диаметром 25 мм, винт имеет шестигранный шлиц.

12.3.12 При изготовлении опалубки для плитного фундамента плиты утеплителя могут связываться при помощи специальных элементов:

- винты полимерные тарельчатые R18 предназначены для фиксации плит теплоизоляции друг с другом. Крепеж предназначен для фиксации плит теплоизоляции друг с другом в конструкции фундамента УШП для скрепления угловых элементов, для фиксации плит между собой.

- клей-пена ТЕХНОНИКОЛЬ PROFESSIONAL для пенополистирола предназначена для крепления плит из экструзионного пенополистирола между собой при формировании несъемной опалубки;

- фиксаторы для арматуры – приспособления для монтажа металлического каркаса под бетонирование. Фиксаторы обеспечивают полное погружение арматурных стержней диаметром до 20 мм или сетки в раствор для защиты от влияния внешних факторов: воздуха, влаги и химических веществ в составе грунта. Примерный расход фиксаторов 6 – 10 штук на 1 м<sup>2</sup> основания;

- угловой крепеж ТЕХНОНИКОЛЬ, изготовленный из высокопрочного пластика. Угловой крепеж состоит из уголка с углом 90°, ребрами жесткости с вырезом под арматуру и отверстий под винты (по 3 на каждой плоскости); винта R16, длиной 50 мм, внешним диаметром 25 мм, винт имеет шестигранный шлиц.

#### **12.4 Уход за бетоном**

12.4.1 Уход за твердеющим бетоном должен обеспечить достижение им требуемых нормируемых показателей качества в промежуточном и проектном возрасте. При уходе за твердеющим бетоном необходимо руководствоваться указаниями [СП 435.1325800.2018](#) (раздел 10).

12.4.2 Бетон следует поддерживать в процессе набора прочности в температурно-влажностном режиме, способствующему набору минимальной прочности

необходимого для распалубки. Данные мероприятия необходимо выполнить немедленно после укладки бетонной смеси в опалубку.

12.4.3 Свежеуложенный бетон необходимо предохранять от испарения воды, а также предотвращать попадание на него атмосферных осадков и прямое попадание солнечных лучей. Защита открытых поверхностей бетона должна быть осуществлена в течение срока, обеспечивающего приобретение бетоном прочности не менее 70% проектного уровня.

12.4.4 Благоприятные температурно-влажностные условия обеспечиваются регулярным увлажнением бетона.

12.4.5 Движение людей по уложенному бетону допускается после набора прочности на сжатие бетона 2,5 МПа.

12.4.6 При необходимости прогрева бетона для более быстрого набора прочности, необходимо следить за температурным градиентом по площади, не допускать существенных перепадов температур, которые могут привести к нежелательным температурным напряжениям и возникновению трещин. При этом максимальная рекомендуемая температура прогрева не более плюс 60 °С.

12.4.7 При достижении температуры смеси более плюс 35 °С необходима немедленная её укладка в опалубку.

12.4.8 При появлении на поверхности свежеуложенного бетона трещин в течение 1 часа после укладки допускается его поверхностное вибрирование до начала схватывания.

## **12.5 Распалубка**

12.5.1 Съёмная опалубка должна соответствовать требованиям, при которых не допускается повреждения при распалубке.

12.5.2 Распалубку следует осуществлять при наборе прочности бетона не менее 70 % от проектной прочности соответствующего класса.

12.5.3 Для приблизительной оценки времени, через которое допускается распалубка, можно воспользоваться соответствующими зависимостями, представленными в технической литературе или на рисунке 12.1.

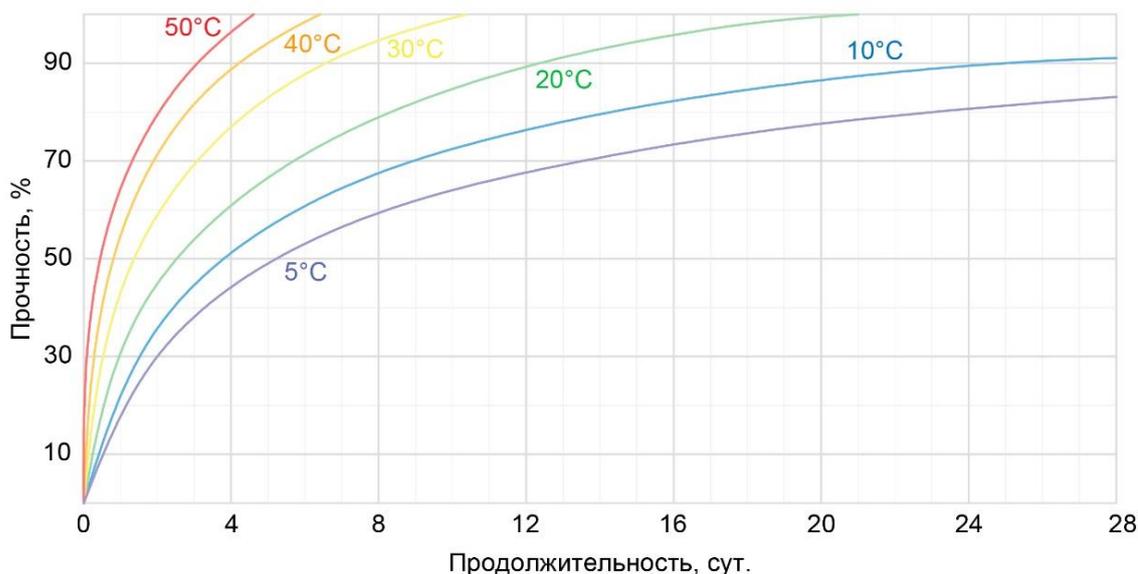


Рисунок 12.1 – График набора прочности бетона от времени (сут.) в зависимости от температуры окружающей среды

12.5.4 При распалубке в зимнее время рекомендуется устройство временных отапливаемых шатров или иные методы прогрева поверхности подвергающейся распалубке.

## 12.6 Контроль качества

12.6.1 Контроль качества работ осуществляется на этапах установки опалубки и арматурного каркаса в проектное положение, приготовления и укладки бетонной смеси, выдержке бетона, распалубке и приёмке фундамента.

12.6.2 На различных этапах контроля качества бетона при устройстве фундамента рекомендуется проводить периодический визуальный осмотр, вести наблюдения за набором прочности бетона с применением неразрушающих методов контроля (ультразвуковых по [ГОСТ 17624](#), неразрушающих механических по [ГОСТ 22690](#)). Также допускается применение методов испытания бетона «отрыв», «скалывание ребра» и «отрыв со скалыванием» по [ГОСТ 22690](#) при условии восстановления поврежденного участка сразу после завершения испытания.

12.6.3 При отсутствии возможности проведения неразрушающего контроля прочности бетона допускается контроль прочности по контрольным образцам, изготовленным на месте укладки смеси, при эквивалентных условиях твердения в соответствии с требованиями [ГОСТ 10180](#).

12.6.4 Для опалубки, при контроле качества, оценки отклонений, местных неровностей рекомендуется руководствоваться положениями [ГОСТ 34329](#). Показатель допустимых отклонений для опалубки следует назначать из размеров сечения выдерживаемой формы. Так, для сечений большего размера, требования к точности и геометрическим отклонениям опалубки будут менее строгими. Допускается

согласование максимального отклонения со стороны Заказчика на строительство здания.

12.6.5 Арматура должна быть установлена в опалубку с предусмотренной надежной фиксацией, гарантирующей проектное положение при производстве работ.

12.6.6 Размеры сечений железобетонных элементов должны обеспечивать минимальную толщину защитного слоя (для участков, находящихся в грунте - минимум 40 мм, для остальных частей - минимум 30 мм.)

12.6.7 Максимальное смещение армирования, в частности арматурных стержней для фундаментов не должно превышать значения в 25 % от диаметра стержня, а также не более 5 мм.

12.6.8 Приёмку железобетонных конструкций фундаментов после снятия опалубки следует осуществлять путём соответствия выполненных конструкций проекту: соответствия геометрических размеров, физико-механических характеристик материалов несущей конструкции.

**Приложение А**  
**Нормативные значения прочностных и деформационных**  
**характеристик грунтов**

А.1 Характеристики грунтов, приведенные в таблицах А.1 - А.8, допускается использовать в расчетах оснований сооружений в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

А.2 Характеристики песков в таблице А.1 относятся к кварцевым пескам с зернами различной окатанности, содержащим не более 20 % полевого шпата и не более 5 % в сумме различных примесей (слюда, глауконит и пр.), включая органическое вещество, независимо от коэффициента водонасыщения грунтов  $S_r$ .

А.3 Характеристики глинистых грунтов в таблицах А.2 и А.3 относятся к грунтам, содержащим не более 5 % органического вещества и имеющим коэффициент водонасыщения  $S_r \geq 0,8$ .

А.4 Характеристики, приведенные в таблице А.8, распространяются на намывные пески в возрасте не менее четырех лет.

А.5 Для грунтов с промежуточными значениями  $e$ , не указанными в таблицах А.1 - А.8, значения  $c_n$ ,  $\varphi_n$  и  $E$  определяют интерполяцией.

Если значения  $e$ ,  $I_L$  и  $S_r$  грунтов выходят за пределы, предусмотренные таблицами А.1 - А.8, характеристики  $c_n$ ,  $\varphi_n$  и  $E$  следует определять по данным непосредственных испытаний этих грунтов.

Допускается в запас надежности принимать характеристики  $c_n$ ,  $\varphi_n$  и  $E$  по соответствующим нижним пределам  $e$ ,  $I_L$  и  $S_r$  в таблицах А.1 - А.8, если грунты имеют значения  $e$ ,  $I_L$  и  $S_r$  меньше этих предельных значений.

А.6 Для определения значений  $c_n$ ,  $\varphi_n$  и  $E$  по таблицам А.1 - А.8 используют нормативные значения  $e$ ,  $I_L$  и  $S_r$ .

Таблица А.1 - Нормативные значения удельного сцепления  $c_n$ , кПа, угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , град, и модуля деформации  $E$ , МПа, песков четвертичных отложений

Пески	Обозначение характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости $e$ , равном			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистые и крупные	$c$	2	1	-	-
	$\varphi$	43	40	38	-
	$E$	50	40	30	-
Средней крупности	$c$	3	2	1	-
	$\varphi$	40	38	35	-
	$E$	50	40	30	-
Мелкие	$c$	6	4	2	-
	$\varphi$	38	36	32	28
	$E$	48	38	28	18
Пылеватые	$c$	8	6	4	2
	$\varphi$	36	34	30	26
	$E$	39	28	18	11

Таблица А.2 - Нормативные значения удельного сцепления  $c_n$ , кПа, угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , град, глинистых нелессовых грунтов четвертичных отложений

Наименование грунтов и пределы нормативных значений их показателя текучести $I_L$		Обозначение характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости $e$ , равном						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супеси	$0 \leq I_L \leq 0,25$	$c$	21	17	15	13	-	-	-
		$\varphi$	30	29	27	24	-	-	-
	$0,25 < I_L \leq 0,75$	$c$	19	15	13	11	9	-	-
		$\varphi$	28	26	24	21	18	-	-
Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	$c$	47	37	31	25	22	19	-
		$\varphi$	26	25	24	23	22	20	-
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	$c$	39	34	28	23	18	15	-
		$\varphi$	24	23	22	21	19	17	-
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	$c$	-	-	25	20	16	14	12
		$\varphi$	-	-	19	18	16	14	12
Глины	$0 \leq I_L \leq 0,25$	$c$	-	81	68	54	47	41	36
		$\varphi$	-	21	20	19	18	16	14
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	$c$	-	-	57	50	43	37	32
		$\varphi$	-	-	18	17	16	14	11
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	$c$	-	-	45	41	36	33	29
		$\varphi$	-	-	15	14	12	10	7

Таблица А.3 - Нормативные значения модуля деформации  $E$ , МПа, глинистых нелессовых грунтов

Происхождение и возраст грунтов		Наименование грунтов и пределы нормативных значений их показателя текучести $I_L$		Модуль деформации грунтов $E$ МПа, при коэффициенте пористости $e$ , равном										
				0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2	1,4	1,6
Четвертичные отложения	Аллювиальные, делювиальные, озерные, озерно-аллювиальные	Супеси	$0 \leq I_L \leq 0,75$	-	32	24	16	10	7	-	-	-	-	-
		Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	34	27	22	17	14	11	-	-	-	-
			$0,25 < I_L \leq 0,5$	-	32	25	19	14	11	8	-	-	-	-
			$0,5 < I_L \leq 0,75$	-	-	-	17	12	8	6	5	-	-	-
		Глины	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	-	28	24	21	18	15	12	-	-	-
			$0,25 < I_L \leq 0,5$	-	-	-	21	18	15	12	9	-	-	-
	$0,5 < I_L \leq 0,75$		-	-	-	-	15	12	9	7	-	-	-	
	Флювио-гляциальные	Супеси	$0 \leq I_L \leq 0,75$	-	33	24	17	11	7	-	-	-	-	-
		Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	40	33	27	21	-	-	-	-	-	-
			$0,25 < I_L \leq 0,5$	-	35	28	22	17	14	-	-	-	-	-
			$0,5 < I_L \leq 0,75$	-	-	-	17	13	10	7	-	-	-	-
	Моренные	Супеси	$I_L \leq 0,5$	60	50	40	-	-	-	-	-	-	-	-
Суглинки														
Юрские отложения оксфордского яруса	Глины	$-0,25 \leq I_L \leq 0$	-	-	-	-	-	-	-	27	25	22	-	-
		$0 < I_L \leq 0,25$	-	-	-	-	-	-	-	24	22	19	15	-
		$0,25 < I_L \leq 0,5$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	12	10

Таблица А.4 - Нормативные значения модуля деформации  $E$ , МПа, угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , град, и удельного сцепления  $c_n$ , кПа, глинистых заторфованных грунтов при относительном содержании органического вещества  $0,05 \leq I_L \leq 0,25$

Пределы нормативных значений показателя текучести $I_L$	Обозначение характеристик грунтов	Характеристики глинистых грунтов при относительном содержании органического вещества $I_r$ и коэффициенте пористости $e$ , равных							
		$0,05 \leq I_r \leq 0,1$				$0,1 < I_r \leq 0,25$			
		0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25	1,35
$0 \leq I_L \leq 0,25$	$E$	13,0	12	11	10	8,5	8	7	5,0
	$\varphi$	21	20	18	16	15	-	-	-
	$c$	29	33	37	45	48	-	-	-
$0,25 < I_L \leq 0,5$	$E$	11	10	8,5	7,5	7	6	5,5	5
	$\varphi$	21	20	18	16	15	14	13	12
	$c$	21	22	24	31	33	36	39	42
$0,5 < I_L \leq 0,75$	$E$	8,0	7	6,0	5,5	5	5	4,5	4
	$\varphi$	21	20	18	16	15	14	13	12
	$c$	18	19	20	21	23	24	26	28
$0,75 < I_L \leq 1$	$E$	6	5	4,5	4,0	3,5	3	2,5	-
	$\varphi$	-	-	-	18	18	18	17	-
	$c$	-	-	-	15	16	17	18	-

Таблица А.5 - Нормативные значения удельного сцепления  $c_n$ , кПа, угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , град, и модуля деформации  $E$ , МПа, элювиальных песков

Пески	Обозначение характеристик	Характеристики песков при коэффициенте пористости $e$ , равном						
		0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	1,0	1,2
Дресвянистые	$c$	45	41	39	37	35	34	-
	$\varphi$	34	31	28	25	23	21	-
	$E$	44	33	24	18	15	14	-
Крупные и средней крупности	$c$	41	35	29	23	19	-	-
	$\varphi$	32	30	27	24	22	-	-
	$E$	44	31	22	14	13	-	-
Пылеватые	$c$	58	51	44	39	33	29	24
	$\varphi$	32	30	27	24	22	20	18
	$E$	48	38	29	21	16	12	10
Примечание - Данные таблицы распространяются на элювиальные пески, образованные при выветривании кварцесодержащих магматических пород.								

Таблица А.6 - Нормативные значения удельного сцепления  $c_n$ , кПа, угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , град, и модуля деформации  $E$ , МПа, элювиальных глинистых грунтов магматических и метаморфических пород

Наименование грунтов и пределы нормативных значений их показателя текучести $I_L$		Обозначение характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости $e$ , равном						
			0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2
Супеси	$I_L < 0$	$c$	47	44	42	41	40	39	-
		$\varphi$	34	31	28	26	25	24	-
		$E$	37	30	25	20	15	10	-
	$0 \leq I_L \leq 0,75$	$c$	42	41	40	39	38	-	-
		$\varphi$	31	28	26	25	24	-	-
		$E$	25	18	14	12	11	-	-
Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	$c$	57	55	54	53	52	51	50
		$\varphi$	24	23	22	21	20	19	18
		$E$	27	25	23	21	19	17	14
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	$c$	-	48	46	44	42	40	37
		$\varphi$	-	22	21	20	19	18	17
		$E$	-	19	16	14	13	12	11
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	$c$	-	-	41	36	32	29	25
		$\varphi$	-	-	20	19	18	17	16
		$E$	-	-	15	13	11	10	9
Глины	$0 \leq I_L \leq 0,25$	$c$	-	62	60	58	57	56	-
		$\varphi$	-	20	19	18	17	16	-
		$E$	-	19	18	17	16	15	-
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	$c$	-	54	50	47	44	-	-
		$\varphi$	-	17	15	13	12	-	-
		$E$	-	14	12	10	9	-	-

Примечание - Данные таблицы распространяются на элювиальные глинистые грунты, в которых содержание крупнообломочных частиц ( $d \geq 2$  мм) не превышает 20 % по массе

Таблица А.7 - Нормативные значения удельного сцепления  $c_n$ , кПа, угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , град, и модуля деформации  $E$ , МПа, элювиальных глинистых грунтов осадочных аргиллито-алевролитовых пород

Обозначение характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости $e$ , равном				
	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85
$c$	58	48	40	35	31
$\varphi$	29	24	21	19	17
$E$	25	21	17	13	10

Таблица А.8 - Нормативные значения удельного сцепления  $c_n$ , кПа, угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , град, и модуля деформации  $E$ , МПа, песчаных намывных грунтов

Наименование грунтов	Обозначение характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости $e$ , равном					
		0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Средней крупности	$c$	8	4	3	2	-	-
	$\varphi$	39	37	33	30	-	-
	$E$	45	32	25	17	-	-
Мелкие	$c$	10	6	4	3	1	-
	$\varphi$	36	33	30	27	25	-
	$E$	35	27	19	15	12	-
Пылеватые	$c$	-	10	7	5	3	2
	$\varphi$	-	33	29	25	23	20
	$E$	-	20	16	10	8	5

## Приложение Б

### Минимальные параметры теплоизоляции малозаглубленных фундаментов

Б.1 Расчет малозаглубленных фундаментов, по территориально-строительным нормам, сводится к определению деформаций пучения и обеспечению условия не превышения их допустимых деформаций. С целью проведения более точных расчетов по определению величины снижения деформаций пучения в программе HEAT2 (программный комплекс для двумерного моделирования стационарного и нестационарного процессов теплопередачи) выполнены нестационарные расчеты температурных полей малозаглубленных фундаментов.

Б.2 Параметры расчетных моделей подбирались исходя из условия выполнения сан-гигиен требований по критерию минимальной температуры на внутренних поверхностях теплового контура.

Б.3 Согласно [СП 50.13330.2012](#) (пункт 5.7) температура внутренней поверхности  $t_{в}$ , °С, ограждающей конструкции (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций, т.е. с углом наклона к горизонту 45° и более) в зоне теплопроводных включений, в углах и оконных откосах, а также зенитных фонарей должна быть не ниже точки росы  $t_{\text{точки росы}}$ , °С, внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха  $t_{н}$ , °С.

Б.5 Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции должна определяться по результатам расчета температурных полей всех зон с теплотехнической неоднородностью или по результатам испытаний в климатической камере.

Б.6 Согласно [СП 50.13330.2024](#) (пункт Г.4) удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность определяются по результатам расчета двумерного температурного поля узла конструкций при температуре внутреннего воздуха  $t_{в}$  и температуре наружного воздуха  $t_{н}$ .

Б.7 Расчетные условия приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Расчетные параметры для расчета теплоизоляции фундаментов (для г. Москва).

№ п.п	Наименование расчетных параметров	Обозн. Параметра	Ед. изм	Расчетное значение
1	Расчетная температура наружного воздуха	$t_n$	°С	-25
2	Расчетная температура внутреннего воздуха	$t_e$	°С	+20
3	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от} (< 8^{\circ}\text{C})$	°С	-3,1
4	Среднегодовая температура наружного воздуха	$t_{ср.год}$	°С	+5,8
5	Продолжительность отопительного периода	$Z_{от}$	сут./год	214
6	Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°С·сут./год	4551
7	Температура точки росы при 20 °С и относительной влажности 55 %	$t_{точки\ росы}$	°С	10,7
8	Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стен, грунта	$\alpha_n$	Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	8,7
9	Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стен, пола	$\alpha_e$	Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	23
10	Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности фундаментной плиты	$\alpha_n$	Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	0
11	Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности фундамента с проветриваемым подпольем	$\alpha_n$	Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	17
12	Размеры фундамента		м	6,5х6,5

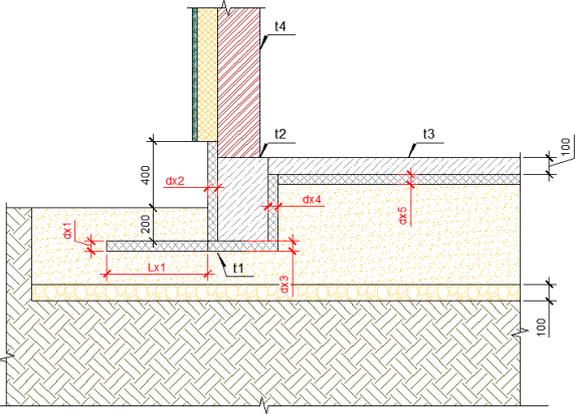
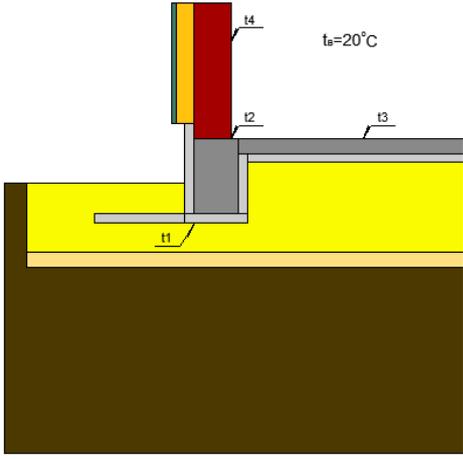
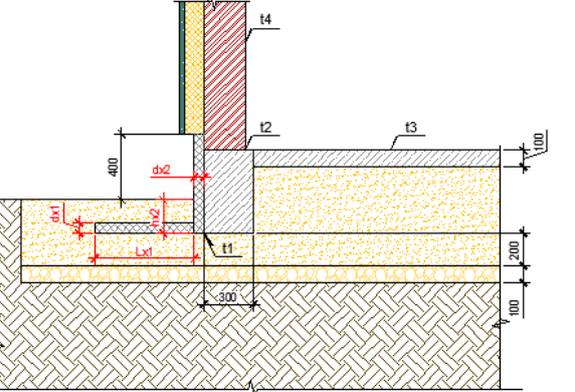
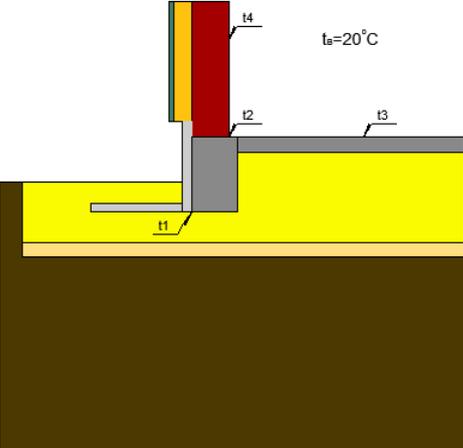
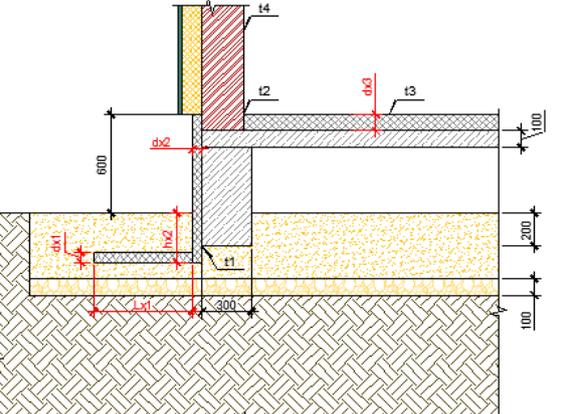
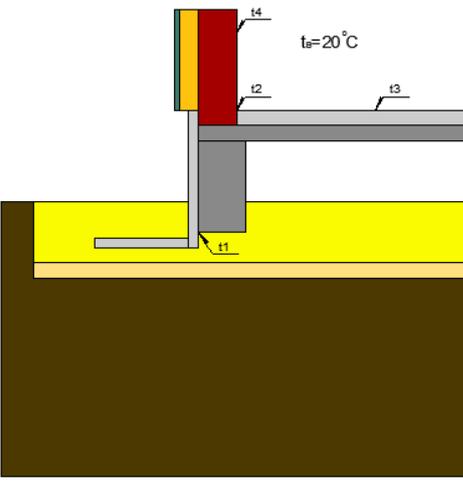
Б.8 Конструкция фундамента считается защищенной от пучения при замерзании, если полностью отсутствует промерзание грунта ниже подошвы фундамента в течение расчетного зимнего периода, т.е. температура остается выше минус 1 °С под всей подошвой фундамента. Для проверки, необходимо изучить максимальное прохождение изотермы минус 1 °С к основанию фундамента.

Б.9 В результате расчетов с учетом требований [ГОСТ Р 57361/ EN ISO 13793](#) получены данные, приведенные в таблицах Б.2 и Б.3.

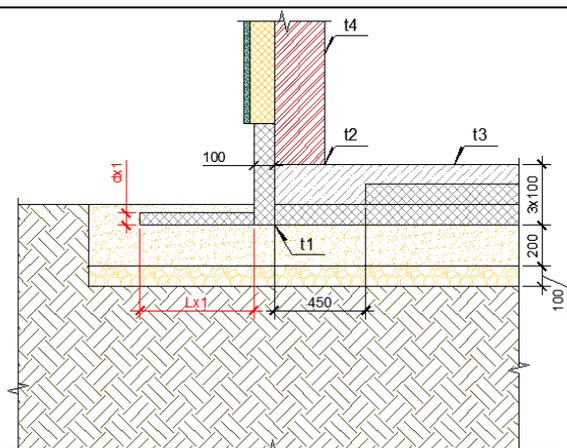
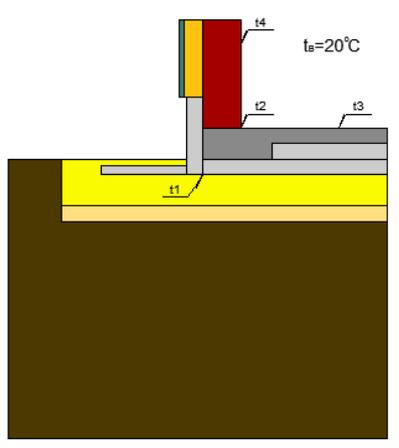
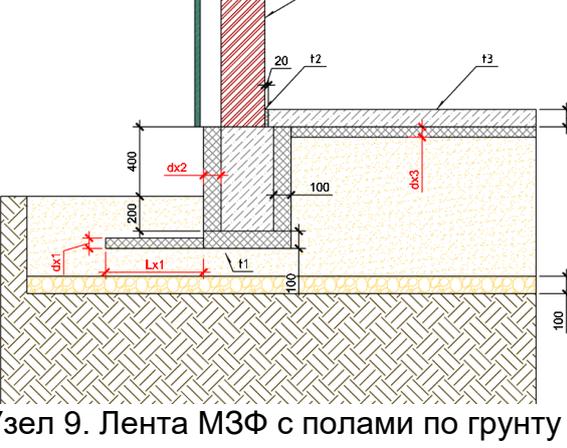
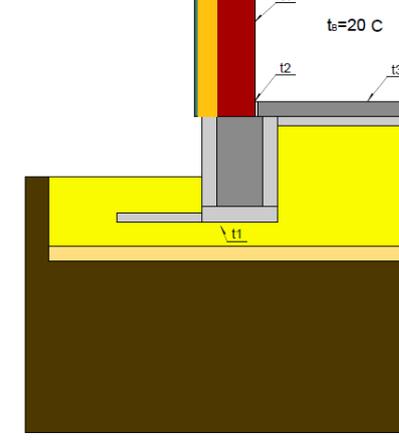
Таблица Б.2 - Расчетные схемы МЗФ

Схема узла МЗФ	Расчетная модель узла МЗФ	Специфик.																																					
		3	4																																				
<p style="text-align: center;"><b>1</b></p> <p>Узел 1. Плитный малозаглубленный фундамент (новое строительство)</p>	<p style="text-align: center;"><b>2</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\frac{\lambda}{B\gamma}</math> (м<sup>2</sup> °С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0.042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0.87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2.04</td></tr> <tr><td>ХРВ теплоизоляция</td><td>0.034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1.7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2.5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\frac{\lambda}{B\gamma}$ (м <sup>2</sup> °С)	Штукатурка	0.80	Минеральная вата	0.042	Кирпичная кладка	0.87	Железобетон	2.04	ХРВ теплоизоляция	0.034	Песок	1.5	Щебень	1.7	Грунт	2.5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\frac{\lambda}{B\gamma}</math> (м<sup>2</sup> °С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0.042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0.87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2.04</td></tr> <tr><td>ХРВ теплоизоляция</td><td>0.034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1.7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2.5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\frac{\lambda}{B\gamma}$ (м <sup>2</sup> °С)	Штукатурка	0.80	Минеральная вата	0.042	Кирпичная кладка	0.87	Железобетон	2.04	ХРВ теплоизоляция	0.034	Песок	1.5	Щебень	1.7	Грунт	2.5
Материал	$\frac{\lambda}{B\gamma}$ (м <sup>2</sup> °С)																																						
Штукатурка	0.80																																						
Минеральная вата	0.042																																						
Кирпичная кладка	0.87																																						
Железобетон	2.04																																						
ХРВ теплоизоляция	0.034																																						
Песок	1.5																																						
Щебень	1.7																																						
Грунт	2.5																																						
Материал	$\frac{\lambda}{B\gamma}$ (м <sup>2</sup> °С)																																						
Штукатурка	0.80																																						
Минеральная вата	0.042																																						
Кирпичная кладка	0.87																																						
Железобетон	2.04																																						
ХРВ теплоизоляция	0.034																																						
Песок	1.5																																						
Щебень	1.7																																						
Грунт	2.5																																						
<p style="text-align: center;"><b>2</b></p> <p>Узел 2. Плитный малозаглубленный фундамент (реконструкция)</p>	<p style="text-align: center;"><b>2</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\frac{\lambda}{B\gamma}</math> (м<sup>2</sup> °С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0.042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0.87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2.04</td></tr> <tr><td>ХРВ теплоизоляция</td><td>0.034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1.7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2.5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\frac{\lambda}{B\gamma}$ (м <sup>2</sup> °С)	Штукатурка	0.80	Минеральная вата	0.042	Кирпичная кладка	0.87	Железобетон	2.04	ХРВ теплоизоляция	0.034	Песок	1.5	Щебень	1.7	Грунт	2.5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\frac{\lambda}{B\gamma}</math> (м<sup>2</sup> °С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0.042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0.87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2.04</td></tr> <tr><td>ХРВ теплоизоляция</td><td>0.034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1.7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2.5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\frac{\lambda}{B\gamma}$ (м <sup>2</sup> °С)	Штукатурка	0.80	Минеральная вата	0.042	Кирпичная кладка	0.87	Железобетон	2.04	ХРВ теплоизоляция	0.034	Песок	1.5	Щебень	1.7	Грунт	2.5
Материал	$\frac{\lambda}{B\gamma}$ (м <sup>2</sup> °С)																																						
Штукатурка	0.80																																						
Минеральная вата	0.042																																						
Кирпичная кладка	0.87																																						
Железобетон	2.04																																						
ХРВ теплоизоляция	0.034																																						
Песок	1.5																																						
Щебень	1.7																																						
Грунт	2.5																																						
Материал	$\frac{\lambda}{B\gamma}$ (м <sup>2</sup> °С)																																						
Штукатурка	0.80																																						
Минеральная вата	0.042																																						
Кирпичная кладка	0.87																																						
Железобетон	2.04																																						
ХРВ теплоизоляция	0.034																																						
Песок	1.5																																						
Щебень	1.7																																						
Грунт	2.5																																						
<p style="text-align: center;"><b>3</b></p> <p>Узел 3. Плитный незаглубленный фундамент (реконструкция)</p>	<p style="text-align: center;"><b>2</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\frac{\lambda}{B\gamma}</math> (м<sup>2</sup> °С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0.042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0.87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2.04</td></tr> <tr><td>ХРВ теплоизоляция</td><td>0.034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1.7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2.5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\frac{\lambda}{B\gamma}$ (м <sup>2</sup> °С)	Штукатурка	0.80	Минеральная вата	0.042	Кирпичная кладка	0.87	Железобетон	2.04	ХРВ теплоизоляция	0.034	Песок	1.5	Щебень	1.7	Грунт	2.5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\frac{\lambda}{B\gamma}</math> (м<sup>2</sup> °С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0.042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0.87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2.04</td></tr> <tr><td>ХРВ теплоизоляция</td><td>0.034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1.7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2.5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\frac{\lambda}{B\gamma}$ (м <sup>2</sup> °С)	Штукатурка	0.80	Минеральная вата	0.042	Кирпичная кладка	0.87	Железобетон	2.04	ХРВ теплоизоляция	0.034	Песок	1.5	Щебень	1.7	Грунт	2.5
Материал	$\frac{\lambda}{B\gamma}$ (м <sup>2</sup> °С)																																						
Штукатурка	0.80																																						
Минеральная вата	0.042																																						
Кирпичная кладка	0.87																																						
Железобетон	2.04																																						
ХРВ теплоизоляция	0.034																																						
Песок	1.5																																						
Щебень	1.7																																						
Грунт	2.5																																						
Материал	$\frac{\lambda}{B\gamma}$ (м <sup>2</sup> °С)																																						
Штукатурка	0.80																																						
Минеральная вата	0.042																																						
Кирпичная кладка	0.87																																						
Железобетон	2.04																																						
ХРВ теплоизоляция	0.034																																						
Песок	1.5																																						
Щебень	1.7																																						
Грунт	2.5																																						

Продолжение таблицы Б.2

<p style="text-align: center;"><b>1</b></p>  <p>Узел 4. Ребристый плитный фундамент (новое строительство)</p>	<p style="text-align: center;"><b>2</b></p>  <p style="text-align: center;"><math>t_a=20^{\circ}\text{C}</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>3</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\lambda</math> Вт/(м·°С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0,042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0,87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2,04</td></tr> <tr><td>хрв твоничоль</td><td>0,034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2,5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\lambda$ Вт/(м·°С)	Штукатурка	0,80	Минеральная вата	0,042	Кирпичная кладка	0,87	Железобетон	2,04	хрв твоничоль	0,034	Песок	1,5	Щебень	1,7	Грунт	2,5	<p style="text-align: center;"><b>4</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\lambda</math> Вт/(м·°С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0,042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0,87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2,04</td></tr> <tr><td>хрв твоничоль</td><td>0,034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2,5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\lambda$ Вт/(м·°С)	Штукатурка	0,80	Минеральная вата	0,042	Кирпичная кладка	0,87	Железобетон	2,04	хрв твоничоль	0,034	Песок	1,5	Щебень	1,7	Грунт	2,5
Материал	$\lambda$ Вт/(м·°С)																																						
Штукатурка	0,80																																						
Минеральная вата	0,042																																						
Кирпичная кладка	0,87																																						
Железобетон	2,04																																						
хрв твоничоль	0,034																																						
Песок	1,5																																						
Щебень	1,7																																						
Грунт	2,5																																						
Материал	$\lambda$ Вт/(м·°С)																																						
Штукатурка	0,80																																						
Минеральная вата	0,042																																						
Кирпичная кладка	0,87																																						
Железобетон	2,04																																						
хрв твоничоль	0,034																																						
Песок	1,5																																						
Щебень	1,7																																						
Грунт	2,5																																						
<p style="text-align: center;"><b>1</b></p>  <p>Узел 5. Ребристый плитный малозаглубленный фундамент (реконструкция)</p>	<p style="text-align: center;"><b>2</b></p>  <p style="text-align: center;"><math>t_a=20^{\circ}\text{C}</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>3</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\lambda</math> Вт/(м·°С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0,042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0,87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2,04</td></tr> <tr><td>хрв твоничоль</td><td>0,034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2,5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\lambda$ Вт/(м·°С)	Штукатурка	0,80	Минеральная вата	0,042	Кирпичная кладка	0,87	Железобетон	2,04	хрв твоничоль	0,034	Песок	1,5	Щебень	1,7	Грунт	2,5	<p style="text-align: center;"><b>4</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\lambda</math> Вт/(м·°С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0,042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0,87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2,04</td></tr> <tr><td>хрв твоничоль</td><td>0,034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2,5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\lambda$ Вт/(м·°С)	Штукатурка	0,80	Минеральная вата	0,042	Кирпичная кладка	0,87	Железобетон	2,04	хрв твоничоль	0,034	Песок	1,5	Щебень	1,7	Грунт	2,5
Материал	$\lambda$ Вт/(м·°С)																																						
Штукатурка	0,80																																						
Минеральная вата	0,042																																						
Кирпичная кладка	0,87																																						
Железобетон	2,04																																						
хрв твоничоль	0,034																																						
Песок	1,5																																						
Щебень	1,7																																						
Грунт	2,5																																						
Материал	$\lambda$ Вт/(м·°С)																																						
Штукатурка	0,80																																						
Минеральная вата	0,042																																						
Кирпичная кладка	0,87																																						
Железобетон	2,04																																						
хрв твоничоль	0,034																																						
Песок	1,5																																						
Щебень	1,7																																						
Грунт	2,5																																						
<p style="text-align: center;"><b>1</b></p>  <p>Узел 6. Ленточный малозаглубленный фундамент с проветриваемым подпольем (реконструкция)</p>	<p style="text-align: center;"><b>2</b></p>  <p style="text-align: center;"><math>t_a=20^{\circ}\text{C}</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>3</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\lambda</math> Вт/(м·°С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0,042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0,87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2,04</td></tr> <tr><td>хрв твоничоль</td><td>0,034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2,5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\lambda$ Вт/(м·°С)	Штукатурка	0,80	Минеральная вата	0,042	Кирпичная кладка	0,87	Железобетон	2,04	хрв твоничоль	0,034	Песок	1,5	Щебень	1,7	Грунт	2,5	<p style="text-align: center;"><b>4</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\lambda</math> Вт/(м·°С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0,042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0,87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2,04</td></tr> <tr><td>хрв твоничоль</td><td>0,034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2,5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\lambda$ Вт/(м·°С)	Штукатурка	0,80	Минеральная вата	0,042	Кирпичная кладка	0,87	Железобетон	2,04	хрв твоничоль	0,034	Песок	1,5	Щебень	1,7	Грунт	2,5
Материал	$\lambda$ Вт/(м·°С)																																						
Штукатурка	0,80																																						
Минеральная вата	0,042																																						
Кирпичная кладка	0,87																																						
Железобетон	2,04																																						
хрв твоничоль	0,034																																						
Песок	1,5																																						
Щебень	1,7																																						
Грунт	2,5																																						
Материал	$\lambda$ Вт/(м·°С)																																						
Штукатурка	0,80																																						
Минеральная вата	0,042																																						
Кирпичная кладка	0,87																																						
Железобетон	2,04																																						
хрв твоничоль	0,034																																						
Песок	1,5																																						
Щебень	1,7																																						
Грунт	2,5																																						

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4																																				
 <p>Узел 7. УШП, тип 1</p>	 <p><math>t_{в}=20^{\circ}\text{C}</math></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\lambda</math> Вт/(м·°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0,042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0,87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2,04</td></tr> <tr><td>ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ</td><td>0,034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2,5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\lambda$ Вт/(м·°C)	Штукатурка	0,80	Минеральная вата	0,042	Кирпичная кладка	0,87	Железобетон	2,04	ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ	0,034	Песок	1,5	Щебень	1,7	Грунт	2,5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\lambda</math> Вт/(м·°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0,042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0,87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2,04</td></tr> <tr><td>ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ</td><td>0,034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2,5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\lambda$ Вт/(м·°C)	Штукатурка	0,80	Минеральная вата	0,042	Кирпичная кладка	0,87	Железобетон	2,04	ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ	0,034	Песок	1,5	Щебень	1,7	Грунт	2,5
Материал	$\lambda$ Вт/(м·°C)																																						
Штукатурка	0,80																																						
Минеральная вата	0,042																																						
Кирпичная кладка	0,87																																						
Железобетон	2,04																																						
ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ	0,034																																						
Песок	1,5																																						
Щебень	1,7																																						
Грунт	2,5																																						
Материал	$\lambda$ Вт/(м·°C)																																						
Штукатурка	0,80																																						
Минеральная вата	0,042																																						
Кирпичная кладка	0,87																																						
Железобетон	2,04																																						
ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ	0,034																																						
Песок	1,5																																						
Щебень	1,7																																						
Грунт	2,5																																						
 <p>Узел 8. УШП, тип 2</p>	 <p><math>t_{в}=20^{\circ}\text{C}</math></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\lambda</math> Вт/(м·°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0,042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0,87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2,04</td></tr> <tr><td>ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ</td><td>0,034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2,5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\lambda$ Вт/(м·°C)	Штукатурка	0,80	Минеральная вата	0,042	Кирпичная кладка	0,87	Железобетон	2,04	ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ	0,034	Песок	1,5	Щебень	1,7	Грунт	2,5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\lambda</math> Вт/(м·°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0,042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0,87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2,04</td></tr> <tr><td>ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ</td><td>0,034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2,5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\lambda$ Вт/(м·°C)	Штукатурка	0,80	Минеральная вата	0,042	Кирпичная кладка	0,87	Железобетон	2,04	ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ	0,034	Песок	1,5	Щебень	1,7	Грунт	2,5
Материал	$\lambda$ Вт/(м·°C)																																						
Штукатурка	0,80																																						
Минеральная вата	0,042																																						
Кирпичная кладка	0,87																																						
Железобетон	2,04																																						
ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ	0,034																																						
Песок	1,5																																						
Щебень	1,7																																						
Грунт	2,5																																						
Материал	$\lambda$ Вт/(м·°C)																																						
Штукатурка	0,80																																						
Минеральная вата	0,042																																						
Кирпичная кладка	0,87																																						
Железобетон	2,04																																						
ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ	0,034																																						
Песок	1,5																																						
Щебень	1,7																																						
Грунт	2,5																																						
 <p>Узел 9. Лента МЗФ с полами по грунту</p>	 <p><math>t_{в}=20\text{ C}</math></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\lambda</math> Вт/(м·°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0,042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0,87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2,04</td></tr> <tr><td>ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ</td><td>0,034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2,5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\lambda$ Вт/(м·°C)	Штукатурка	0,80	Минеральная вата	0,042	Кирпичная кладка	0,87	Железобетон	2,04	ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ	0,034	Песок	1,5	Щебень	1,7	Грунт	2,5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Материал</th> <th><math>\lambda</math> Вт/(м·°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Штукатурка</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>Минеральная вата</td><td>0,042</td></tr> <tr><td>Кирпичная кладка</td><td>0,87</td></tr> <tr><td>Железобетон</td><td>2,04</td></tr> <tr><td>ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ</td><td>0,034</td></tr> <tr><td>Песок</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>Щебень</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>Грунт</td><td>2,5</td></tr> </tbody> </table>	Материал	$\lambda$ Вт/(м·°C)	Штукатурка	0,80	Минеральная вата	0,042	Кирпичная кладка	0,87	Железобетон	2,04	ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ	0,034	Песок	1,5	Щебень	1,7	Грунт	2,5
Материал	$\lambda$ Вт/(м·°C)																																						
Штукатурка	0,80																																						
Минеральная вата	0,042																																						
Кирпичная кладка	0,87																																						
Железобетон	2,04																																						
ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ	0,034																																						
Песок	1,5																																						
Щебень	1,7																																						
Грунт	2,5																																						
Материал	$\lambda$ Вт/(м·°C)																																						
Штукатурка	0,80																																						
Минеральная вата	0,042																																						
Кирпичная кладка	0,87																																						
Железобетон	2,04																																						
ХПС ТЕХНОНИКОЛЬ	0,034																																						
Песок	1,5																																						
Щебень	1,7																																						
Грунт	2,5																																						

Окончание таблицы Б.2

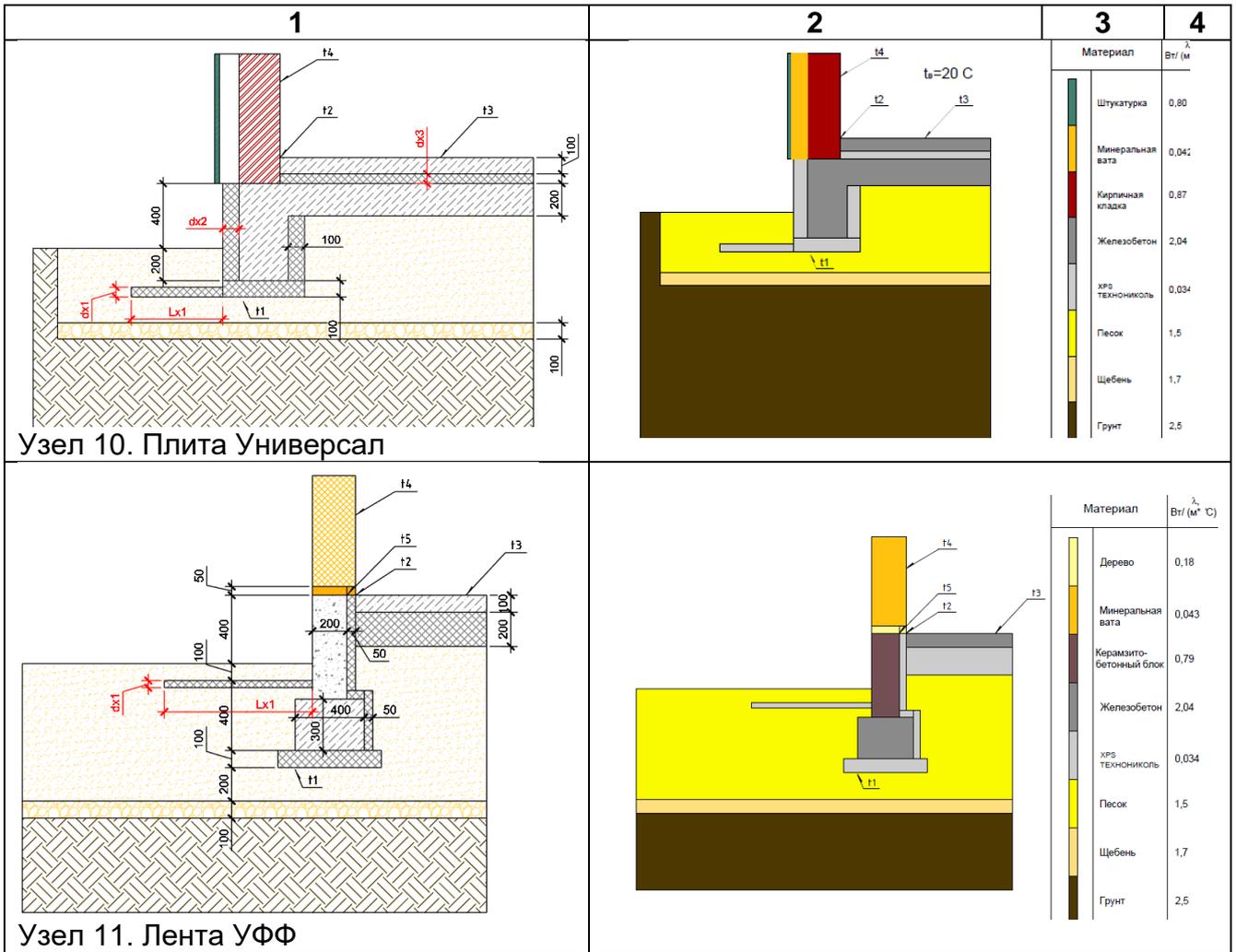


Таблица Б.3 - Рекомендуемая толщина теплоизоляции МЗФ

пп	Город	Тол. утеп. стены	№ уз.	Искомые параметры, мм								
				dx1 <sup>1)</sup>	Lx1 <sup>2)</sup>	dx2 <sup>3)</sup>	hx2 <sup>4)</sup>	dx3 <sup>5)</sup>	dx4 <sup>6)</sup>	dx5 <sup>7)</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	Барнаул	130	1	60	1200	120	-	90	-	-		
			2		900		200	-	-	-		
			3		1200		-	90	-	-		
			4		900		-	90	90	90		
			5	1500	200		-	-	-			
			6	1800	-		-	-	-			
			7	1200	-		-	-	-			
			8	1200	300		90	-	-			
			9	1200	-		-	-	-			
			10	1200	-		-	-	-			
		250	11	80	1800	-	-	-	-	-		
2	Волгоград	110	1	30	300	90	-	50	-	-		
			2	0	0		200	-	-	-		
			3	30	300		-	50	-	-		
			4				50	50	50			
			5				200	-	-	-		
			6				150	-	-			
			7	600	-		-	-	-			
			8	-	-		-	-				
			9	300	300		50	-	-			
			10	300	-		-	-				
		250	11	600	-	-	-	-	-			
3	Воронеж	110	1	30	600	100	-	60	-	-		
			2		300		200	-	-	-		
			3		600		600	-	60	-	-	
			4					60	60	60		
			5	200				-	-	-		
			6	150				-	-			
			7	40	-		-	-	-			
			8	-	-		-	-				
			9	300	300		60	-	-			
			10	30	-		-	-				
		250	11	800	-	-	-	-	-			
4	Владивосток	130	1	50	600	110	-	70	-	-		
			2	40			200	-	-	-		
			3	50			600	-	70	-	-	
			4					70	70	70		
			5					40	200	-	-	-
			6					170	-	-		
			7	50			900	-	-	-	-	
			8					-	-	-	-	
			9					600	300	70	-	-
			10					600	-	-	-	
		250	11	1500	-	-	-	-	-			

## Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	Екатеринбург	130	1	50	900	120	-	80	-	-
			2				200	-	-	-
			3					80	-	-
			4				-	-	80	80
			5				200	-	-	-
			6	180	-			-		
			7	60	1200		-	-	-	
			8		1500		-	-	-	
			9	50	900		300	80	-	-
			10				-	-	-	
		250	11	70	1500		-	-	-	-
6	Иркутск	140	1	80	1500	130	-	100	-	-
			2	70	1200		200	-	-	-
			3	80	1500			-	100	-
			4				-	100	100	100
			5	70	1200		200	-	-	-
			6	90	1800			200	200	-
			7				-	-	-	-
			8	-	-		-	-		
			9	80	1500		300	100	-	-
			10				-	-	-	
		250	11	120	2100		-	-	-	-
7	Казань	140	1	50	800	120	-	70	-	-
			2		600		200	-	-	-
			3		800			-	70	-
			4				-	70	70	70
			5		600		200	-	-	-
			6	60	1200			140	-	-
			7		-		-	-	-	
			8	-	-		-	-		
			9	50	600		300	80	-	-
			10				-	-	-	
		250	11	60	1200		-	-	-	-
8	Краснодар	80	1	0	0	80	-	30	-	-
			2				200	-	-	-
			3					30	-	-
			4				-		30	30
			5				200	-	-	-
			6	120	-			-		
			7	30	300		-	-	-	
			8		-		-	-	-	
			9	0	0		300	30	-	-
			10				-	-	-	
		250	11	-	-		-	-	-	-

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	Москва	130	1	40	600	110	-	70	-	-
			2	30			200	-	-	-
			3	40				70	-	-
			4				-	-	70	70
			5	30			200	-	-	-
			6	800	160			-	-	
			7		-		-	-	-	
			8		40		-	-	-	
			9				300	70	-	-
			10					-	-	
		250	11	50	900		-	-	-	-
10	Новосибирск	140	1	60	1200	130	-	90	-	-
			2		900		200	-	-	-
			3		1200			90	-	-
			4				-	90	90	90
			5		900		200	-	-	-
			6	80	1500			160	-	-
			7		1800		-	-	-	
			8		-		-	-	-	
			9	60	1200		300	90	-	-
			10		-		-	-	-	
		250	11	100	2100		-	-	-	-
11	Ростов-на-Дону	100	1	30	300	90	-	50	-	-
			2	0	0		200	-	-	-
			3	30	300			50	-	-
			4		-		50	50	50	
			5	0	0		200	-	-	-
			6	30	300			140	-	-
			7		600		-	-	-	
			8		-		-	-	-	
			9		300		300	50	-	-
			10		-		-	-	-	
		250	11	-	600		-	-	-	-
12	Санкт-Петербург	130	1	30	600	110	-	70	-	-
			2		300		200	-	-	-
			3		600			70	-	-
			4				-	70	70	70
			5		40		200	-	-	-
			6	160				-	-	
			7	-			-	-	-	
			8	30	-		-	-	-	
			9		300		70	-	-	
			10	-			-	-	-	
		250	11	50	800		-	-	-	-

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
13	Севастополь	80	1	0	0	70	-	30	-	-	
			2				200	-	-		
			3				-	30	-	-	
			4				-	-	30	30	
			5				200	-	-	-	
			6				200	110	-	-	
			7				-	-	-	-	
			8				-	-	-	-	
			9				300	30	-	-	
			10				-	-	-	-	
		250	11	-	-	-	-	-			
14	Уфа	130	1	50	900	120	-	80	-	-	
			2		800		200	-	-	-	
			3		900		-	80	-	-	
			4		800		200	-	-	-	
			5		1200		-	180	-	-	
			6		1500		-	-	-	-	
			7		60		900	300	80	-	-
			8		50		900	-	-	-	-
			9		60		1500	-	-	-	-
			10		60		1500	-	-	-	-
		250	11	-	-	-	-	-			
15	Хабаровск	150	1	70	1200	130	-	90	-	-	
			2	60			200	-	-	-	
			3	70			-	90	-	-	
			4	60			-	-	90	90	
			5	80			1800	200	-	-	
			6	70			1200	-	190	-	-
			7	80			1800	-	-	-	-
			8	70			1200	-	-	-	-
			9	70			1200	300	90	-	-
			10	100			2100	-	-	-	-
		250	11	-	-	-	-	-			
16	Брест	110	1	30	300	100	-	60	-	-	
			2				200	-	-	-	
			3				-	60	-	-	
			4				-	-	60	60	
			5				200	-	-	-	
			6				-	150	-	-	
			7				600	-	-	-	
			8				300	-	-	-	
			9				300	60	-	-	
			10				600	-	-	-	
		250	11	-	-	-	-	-			

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17	Витебск	130	1	40	600	110	-	80	-	-
			2	30			200	-	-	-
			3				80	-	-	
			4	40				-	80	80
			5	30			200	-	-	
			6	40			200	170	-	-
			7				-	-	-	-
			8				-	-	-	-
			9				300	80	-	-
			10				-	-		
		250	11	900	-	-	-	-	-	
18	Гомель	120	1	40	600	100	-	70	-	-
			2	30	300		200	-	-	-
			3		70		-	-	-	
			4				70	70	70	
			5		600		200	-	-	-
			6	40	160		-	-		
			7		-		-	-	-	
			8		-		-	-	-	
			9	600	300		70	-	-	
			10	30	600		300	70	-	-
		250	11	900	-	-	-	-	-	
19	Алматы	90	1	30	300	90	-	50	-	-
			2	0	0		200	-	-	-
			3	30	300		50	-	-	
			4		50			50	50	
			5		0		-	-	-	
			6		300		200	140	-	-
			7	600	-		-	-	-	
			8	-	-		-	-	-	
			9	300	300		50	-	-	
			10	-	-					
		250	11	600	-	-	-	-	-	
20	Астана	130	1	50	900	120	-	90	-	-
			2				200	-	-	-
			3				90	-	-	-
			4					90	90	90
			5				200	-	-	-
			6	1200	180		-	-		
			7	60	1500		-	-	-	
			8		-		-	-	-	
			9	900	300		90	-	-	
			10	-	-					
		250	11	60	1800	-	-	-	-	

## Окончание таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<p><sup>1</sup>)dx1 – толщина теплоизоляции отмостки, мм, принимается по результатам моделирования температурных полей в программе HEAT2, исходя из условий, что полностью отсутствует промерзание грунта ниже фундамента в течение расчетного зимнего периода, т.е. температура остается выше минус 1 °С под основанием фундамента.</p> <p><sup>2</sup>)Lx1 – длина теплоизоляции отмостки, мм, принимается по результатам моделирования температурных полей в программе HEAT2, исходя из условий, что полностью отсутствует промерзание грунта ниже фундамента в течение расчетного зимнего периода, т.е. температура остается выше минус 1 °С под основанием фундамента.</p> <p><sup>3</sup>)dx2 – толщина теплоизоляции наружной части фундамента, мм, принимается по результатам моделирования температурных полей в программе HEAT2, исходя из условий ограничения температуры на внутренней поверхности и углах.</p> <p><sup>4</sup>)hx2 – глубина теплоизоляции наружной части фундамента, мм, принимается по результатам моделирования температурных полей в программе HEAT2, исходя из условий, что полностью отсутствует промерзание грунта ниже фундамента в течение расчетного зимнего периода, т.е. температура остается выше минус 1 °С под основанием фундамента.</p> <p><sup>5</sup>)dx3 – толщина теплоизоляции пола изнутри, мм, принимается из условий удовлетворения нормативным значениям требуемого сопротивления теплопередаче.</p> <p><sup>6</sup>)dx4 – толщина теплоизоляции внутренней части фундамента, мм, принимается по результатам моделирования температурных полей в программе HEAT2, исходя из условий ограничения температуры на внутренней поверхности и углах.</p> <p><sup>7</sup>)dx5 – толщина теплоизоляции пола снаружи, мм, принимается из условий удовлетворения нормативным значениям требуемого сопротивления теплопередаче.</p>										

Б.10 Для снижения действия сил морозного пучения в угловых зонах МЗФ, при условии постоянной температуры внутри помещений плюс 20 °С, рекомендуется предусмотреть уширения теплоизоляционного слоя по всему периметру здания. Параметры теплоизоляции, применяемой для утепленной отмостки, в данном случае подбираются на основе рисунка Б.1 и таблицы Б.4.



Рисунок Б.1 – Схема подбора параметров утепленной отмостки

Таблица Б.4 – Рекомендуемые параметры утепленной отмостки МЗФ

№ узла	Парам.	Город						
		Красно-дар	Ростов-на-Дону	Волгоград	Воронеж	Санкт-Петербург	Москва	Владивос-ток
1	dx1	0	30	30	30	30	40	50
	A	0	300	300	600	600	600	600
	B	0	600	600	1200	1200	1200	1200
	C	0	900	900	1800	1800	1800	1800
2	dx1	0	0	0	30	30	30	40
	A	0	0	0	300	300	600	600
	B	0	0	0	600	600	1200	1200
	C	0	0	0	900	900	1800	1800
3	dx1	0	30	30	30	30	40	50
	A	0	300	300	600	600	600	600
	B	0	600	600	1200	1200	1200	1200
	C	0	900	900	1800	1800	1800	1800
4	dx1	0	30	30	30	30	40	50
	A	0	300	300	600	600	600	600
	B	0	600	600	1200	1200	1200	1200
	C	0	900	900	1800	1800	1800	1800
5	dx1	0	0	30	30	30	30	40
	A	0	0	300	600	600	600	600
	B	0	0	600	1200	1200	1200	1200
	C	0	0	900	1800	1800	1800	1800
6	dx1	0	30	30	40	40	40	50
	A	0	300	600	600	600	800	900
	B	0	600	1200	1200	1200	1600	1800
	C	0	900	1800	1800	1800	2400	2700
7	dx1	30	30	30	40	40	40	50
	A	300	600	600	600	600	800	900
	B	600	1200	1200	1200	1200	1600	1800
	C	900	1800	1800	1800	1800	2400	2700
8	dx1	30	30	30	40	40	40	50
	A	300	600	600	600	600	800	900
	B	600	1200	1200	1200	1200	1600	1800
	C	900	1800	1800	1800	1800	2400	2700
9	dx1	0	30	30	30	30	40	50
	A	0	600	600	600	600	800	900
	B	0	1200	1200	1200	1200	1600	1800
	C	0	1800	1800	1800	1800	2400	2700
10	dx1	0	30	30	30	30	40	50
	A	0	600	600	600	600	800	900
	B	0	1200	1200	1200	1200	1600	1800
	C	0	1800	1800	1800	1800	2400	2700
11	dx1	0	30	30	30	50	50	50
	A	0	600	600	600	900	900	900
	B	0	1200	1200	1200	1800	1800	1800
	C	0	1800	1800	1800	2700	2700	2700

## Продолжение таблицы Б.4

№ узла	Парам.	Город						
		Казань	Уфа	Екатеринбург	Барнаул	Хабаровск	Новосибирск	Иркутск
1	dx1	50	50	50	60	70	60	80
	A	800	900	900	1200	1200	1200	1500
	B	1200	1400	1400	2100	2100	2100	2700
	C	1800	2400	2400	3000	3000	3000	3600
2	dx1	50	50	50	60	60	60	70
	A	600	800	900	900	1200	900	1200
	B	900	1200	1400	1800	2100	1800	2100
	C	1500	1800	2400	2400	3000	2400	3000
3	dx1	50	50	50	60	70	60	80
	A	800	900	900	1200	1200	1200	1500
	B	1200	1400	1400	2100	2100	2100	2700
	C	1800	2400	2400	3000	3000	3000	3600
4	dx1	50	50	50	60	70	60	80
	A	800	900	900	1200	1200	1200	1500
	B	1200	1400	1400	2100	2100	2100	2700
	C	1800	2400	2400	3000	3000	3000	3600
5	dx1	50	50	50	60	60	60	70
	A	600	800	900	900	1200	900	1200
	B	900	1200	1400	1800	2100	1800	2100
	C	1500	1800	2400	2400	3000	2400	3000
6	dx1	60	60	60	70	80	80	90
	A	1200	1200	1200	1500	1800	1500	1800
	B	1800	1800	1800	2700	3300	2700	3300
	C	3000	3000	3000	3600	4500	3600	4500
7	dx1	60	60	60	70	80	80	90
	A	1200	1500	1500	1800	1800	1800	1800
	B	1800	2400	2400	3300	3300	3300	3300
	C	3000	3600	3600	4500	4500	4500	4500
8	dx1	60	60	60	70	80	80	90
	A	1200	1500	1500	1800	1800	1800	1800
	B	1800	2400	2400	3300	3300	3300	3300
	C	3000	3600	3600	4500	4500	4500	4500
9	dx1	50	50	50	60	70	60	80
	A	800	800	1200	1200	1200	1200	1500
	B	1200	1200	1800	1800	2100	2100	2700
	C	1800	1800	3000	3000	3000	3000	3600
10	dx1	50	50	50	60	70	60	80
	A	800	800	1200	1200	1200	1200	1500
	B	1200	1200	1800	1800	2100	2100	2700
	C	1800	1800	3000	3000	3000	3000	3600
11	dx1	60	60	70	80	100	100	120
	A	1200	1500	1800	1800	1800	1800	2100
	B	1800	2400	3300	3300	3300	3300	3600
	C	3000	3600	4500	4500	4500	4500	4800

Окончание таблицы Б.4

№ узла	Парам.	Город					
		Севастополь	Брест	Витебск	Гомель	Алматы	Астана
1	dx1	0	30	40	40	30	50
	A	0	300	600	600	300	800
	B	0	600	1200	1200	600	1200
	C	0	900	1800	1800	900	1800
2	dx1	0	30	30	30	0	50
	A	0	300	600	600	0	800
	B	0	600	1200	1200	0	1200
	C	0	900	1800	1800	0	1800
3	dx1	0	30	40	30	30	50
	A	0	300	600	600	300	800
	B	0	600	1200	1200	600	1200
	C	0	900	1800	1800	900	1800
4	dx1	0	30	40	30	30	50
	A	0	300	600	600	300	800
	B	0	600	1200	1200	600	1200
	C	0	900	1800	1800	900	1800
5	dx1	0	30	30	30	30	50
	A	0	300	600	600	300	800
	B	0	600	1200	1200	600	1200
	C	0	900	1800	1800	900	1800
6	dx1	0	30	40	40	30	60
	A	0	600	600	600	600	1500
	B	0	1200	1200	1200	1200	2400
	C	0	1800	1800	1800	1800	3600
7	dx1	30	30	40	40	30	60
	A	300	600	600	600	600	1500
	B	600	1200	1200	1200	1200	2400
	C	900	1800	1800	1800	1800	3600
8	dx1	30	30	40	40	30	60
	A	300	300	600	600	300	1500
	B	600	600	1200	1200	600	2400
	C	900	900	1800	1800	900	3600
9	dx1	0	30	40	30	30	50
	A	0	300	600	600	300	800
	B	0	600	1200	1200	600	1200
	C	0	900	1800	1800	900	1800
10	dx1	0	30	40	30	30	50
	A	0	300	600	600	300	800
	B	0	600	1200	1200	600	1200
	C	0	900	1800	1800	900	1800
11	dx1	0	30	40	30	30	60
	A	0	300	600	600	300	1500
	B	0	600	1200	1200	600	2400
	C	0	900	1800	1800	900	3600

## Приложение В

### Методика расчета параметров утепленной отмостки

В.1 Наличие стационарного слоя теплоизоляции поверхности грунта приводит к задержке начала промерзания грунта, исчисляемой периодом времени  $t_n$ , причем в течение последующего периода промерзания грунта  $t_b$  средняя температура его поверхности будет более высокая, чем значение  $T_0$ . Поэтому при оценке характеристик пучения теплоизолированного грунта необходимо определение не только глубины промерзания грунта под теплоизоляцией  $d_{fb}$ , но и средней температуры его поверхности  $T_b$ , а также периода времени  $t_n$ .

В.2 Условия теплоотдачи с поверхности грунта, характеризующие среднее за период промерзания термическое сопротивление теплоизоляции, могут быть учтены путем введения в расчет некоторого эквивалентного этому сопротивлению слоя  $s_c$ , зависящего от нестационарного коэффициента теплопередачи  $k(t)$  и коэффициента теплопроводности промерзающего грунта

$$s_c = \lambda/k(t) = \lambda_f(1/\alpha_c + h_b/\lambda_b), \quad (\text{B.1})$$

где  $\alpha_c$  - коэффициент теплоотдачи свободной поверхности, зависящий от конвективного теплообмена у поверхности; в расчетах  $\alpha_c$  может быть принят (с запасом)  $23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$  [ $20 \text{ ккал/(м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C)}$ ];

$h_b/\lambda_b$  - термическое сопротивление теплоизоляции при мощности ее слоя  $h_b$ , м, и коэффициенте теплопроводности  $\lambda_b$ ,  $\text{Вт/м} \cdot \text{°C}$  [ $\text{ккал/(м} \cdot \text{ч} \cdot \text{°C)}$ ];

$\lambda_f$  - коэффициент теплопроводности мерзлого грунта,  $\text{Вт/(м} \cdot \text{°C)}$  [ $\text{ккал/(м} \cdot \text{ч} \cdot \text{°C)}$ ].

В.3 При наличии исходных данных о  $d_f$ ,  $T_0$ ,  $h_b$ ,  $\lambda_f$ ,  $\lambda_b$ , рассмотренные выше значения могут быть определены из следующих формул

$$d_{fb} = \sqrt{d_f^2 + s_c^2} - s_c \quad (\text{B.2})$$

$$T_b = T_0 \frac{\lambda_b d_{fb}}{2\lambda_b \left( h_b + \frac{\lambda_b}{\alpha_c} \right) + \lambda_b d_{fb}} \quad (\text{B.3})$$

$$t_b = t_0 \frac{T_0 d_{fb}^2}{T_b \left( d_f^2 + 2d_f \frac{\lambda_f}{\alpha_c} \right)} \quad (\text{B.4})$$

$$t_n = t_0 - t_b \quad (\text{B.5})$$

Примечание - При малых глубинах промерзания (до 1 - 1,5 м) значениями  $\lambda_b/\alpha_c$  и  $\lambda_f/d_c$  можно пренебречь.

В.4 Температура поверхности грунта, оголенного от снега и других видов теплоизоляции, формируется в результате теплообмена промерзающего грунта с атмосферой и подстилающими его слоями.

В.5 Теплоотдача грунта в зимний период приводит к тому, что температура его поверхности  $T_d$  несколько превышает температуру воздуха, но, как правило, не более чем на 1,5 - 2°C. Поэтому в практике инженерных расчетов процессов промерзания и пучения за расчетную температуру поверхности оголенного грунта может быть принято значение температуры воздуха  $T_0$ .

В.6 Температура воздуха  $T_0(t)$  на момент времени  $t$  зимнего периода может быть определена по формуле

$$T_0(t) = 4t(a - bt), \quad (\text{В.6})$$

при

$$a = T_{min}/t_0; b = T_{min}/t_0^2$$

где  $T_0(t)$  - отрицательная температура воздуха в момент времени  $t$  (месяц), °С;

$T_{min}$  - минимальная среднемесячная температура воздуха за зимний период  $t_0$  (месяц), °С.

В.7 Температура поверхности теплоизолированного грунта  $T_b(t)$  текущий момент  $t$  его сезонного промерзания определяется по формуле В.6 при значениях коэффициентов

$$a = T_{bmin}/t_b; b = T_{bmin}/t_b^2$$

где  $T_{bmin}$  - минимальная температура поверхности грунта под теплоизоляцией, определяемая по рисунку В.1 в зависимости от термического сопротивления  $R = h_b/\lambda_b$ .

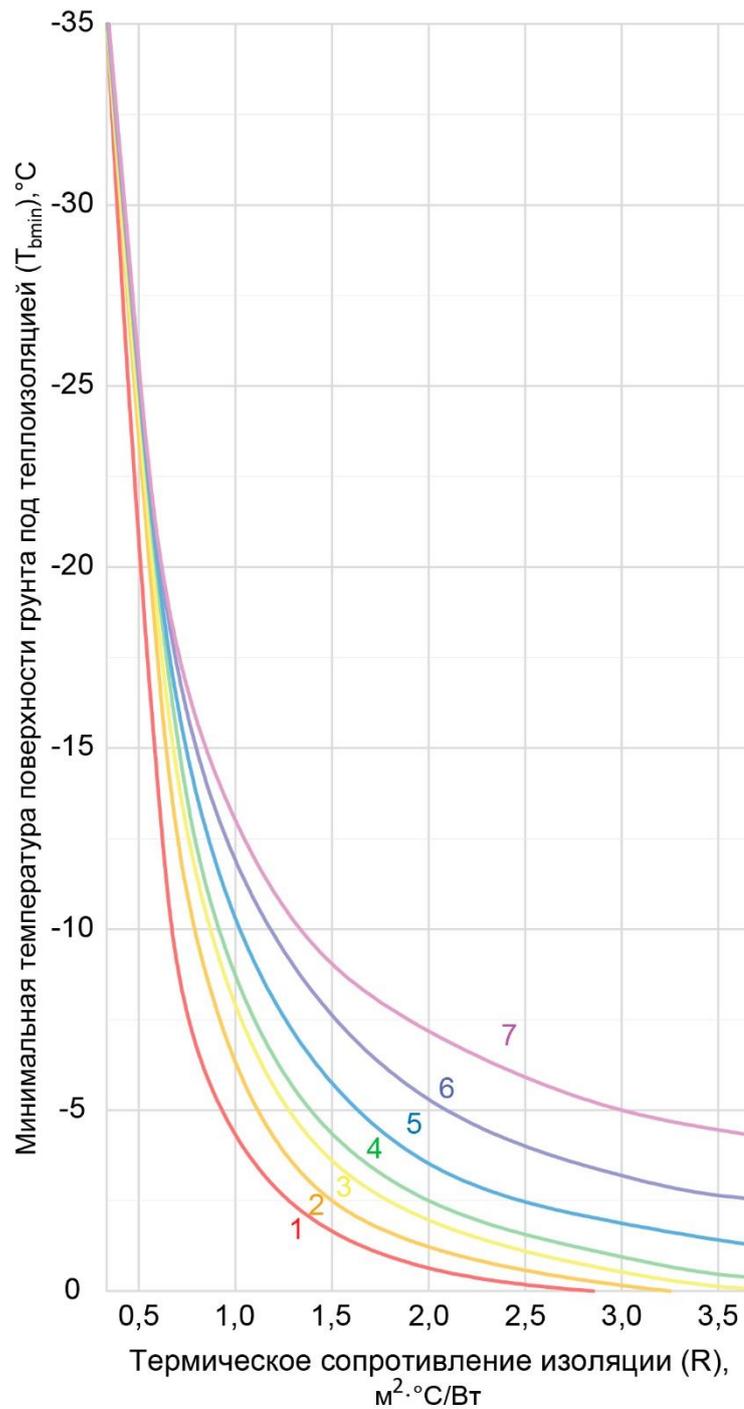


Рисунок В.1 – Номограмма для расчета минимальной температуры поверхности грунта под теплоизоляцией  $T_b$ , °C в зависимости от термического сопротивления изоляции  $R$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , суммы градус-суток отрицательной температуры ( $\Sigma T$ , °C) и числа зимних периодов промерзания ( $n$ ) при  $n = 1$ .

## Приложение Г

### Системные решения ТЕХНОНИКОЛЬ для малозаглубленных фундаментов

Система ТН-ФУНДАМЕНТ	Описание	Контур утепления
<a href="#">ТН-ФУНДАМЕНТ</a> <a href="#">Плита УШП</a>	Система ТН-ФУНДАМЕНТ Плита УШП (утепленная шведская плита) объединяет в себе устройство утепленной монолитной фундаментной плиты и сети коммуникаций, включая систему подогрева пола	По всему контуру
<a href="#">ТН-ФУНДАМЕНТ</a> <a href="#">Плита Классик</a>	Система ТН-ФУНДАМЕНТ Плита Классик классического плитного фундамента мелкого заложения без организации цокольных помещений	Только цоколь
<a href="#">ТН-ФУНДАМЕНТ</a> <a href="#">Плита Универсал</a>	Система ТН-ФУНДАМЕНТ Плита Универсал представляет собой плитный фундамент с ребрами жесткости. Решение позволяет разделить этапы возведения несущей части фундамента, прокладки коммуникаций, устройство чистовой стяжки с системой теплого пола	Только цоколь
<a href="#">ТН-ФУНДАМЕНТ</a> <a href="#">Плита УРФ</a>	Система ТН-ФУНДАМЕНТ Плита УРФ объединяет в себе преимущества ленточного фундамента и утепленной монолитной фундаментной плиты с интегрированной системой коммуникаций, включающей систему подогрева пола	По всему контуру
<a href="#">ТН-ФУНДАМЕНТ</a> <a href="#">Лента МЗФ</a>	Система ТН-ФУНДАМЕНТ Лента МЗФ представляет собой ленточный малозаглубленный монолитный фундамент в несъемной опалубке	По всему контуру
<a href="#">ТН-ФУНДАМЕНТ</a> <a href="#">Лента УФФ</a>	Система ТН-ФУНДАМЕНТ Лента УФФ объединяет в себе преимущества малозаглубленного сборно-монолитного ленточного фундамента и пола по грунту с интегрированной системой коммуникаций, включающей систему подогрева пола	С внутренней стороны фундамента

## Библиография

[1] Федеральный закон [от 23.11.2009 №261-ФЗ](#) Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации.

[2] [СанПиН 1.2.3685-21](#) Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

[3] [СанПиН 2.1.3684-21](#) Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий.

[4] [ВСН 29-85](#) Ведомственные строительные нормы. Проектирование мелкозаглубленных фундаментов малоэтажных сельских зданий на пучинистых грунтах, утвержденные Приказом Минсельстроя СССР от 14.02.1985 №44.



УДК 624.15

ОКС 91.060

Ключевые слова: Ключевые слова: фундамент; УШП; утепленная шведская плита; винтовые сваи, отмостка, дренаж, дренажная система, утепленная отмостка.

ООО «ТехноНИКОЛЬ - Строительные Системы»

Руководитель разработки,  
исполнитель:

Руководитель направления «Коттеджное  
и малоэтажное строительство»  
Технической дирекции ТЕХНОНИКОЛЬ  
должность

  
личная подпись

Е.В. Линьков

инициалы, фамилия

Нормоконтроль

Руководитель направления  
Сертификации и Стандартизации  
должность

  
личная подпись

С.Н. Колдашев

инициалы, фамилия

Технический директор  
должность

  
личная подпись

Е.П. Войлов

инициалы, фамилия

(по доверенности от 01.01.2024  
№01012024/61441)

Рецензенты:

доцент кафедры «Основания и  
фундаменты» ФГБОУ ВО ПГУПС  
должность

  
личная подпись

П.А. Кравченко

инициалы, фамилия

доцент кафедры «Основания и  
фундаменты» ФГБОУ ВО ПГУПС  
должность

  
личная подпись

К.В. Сливец

инициалы, фамилия

заведующий кафедрой «Основания и  
фундаменты» ФГБОУ ВО ПГУПС  
должность

  
личная подпись

В.Н. Парамонов

инициалы, фамилия

Подпись руки П.А. Кравченко  
К.В. Сливца, В.Н. Парамонова  
удостоверяю:  
Документовед отдела кадров М.Ф. Мухомов  
" 11 " 10 2024

