Федеральное государственное унитарное предприятие
«Научно-исследовательский центр «Строительство»
ФГУП «НИЦ «Строительство»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ИЗ ПЛИТ ПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ВСПЕНЕННЫХ ЭКСТРУЗИОННЫХ ПЕНОПЛЭКС® ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И УСТРОЙСТВЕ МАЛОЗАГЛУБЛЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

## СТО 36554501-012-2008

Москва
2008

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

Цели и задачи разработки, а также использования стандартов организаций в РФ установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила разработки и оформления — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения» и ГОСТ Р 1.4—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»

**Сведения о стандарте:**

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Научно-исследовательским, проектно-изыскательским и конструкторско-технологическим институтом оснований и подземных сооружений (НИИОСП) им. Н.М. Герсеванова — филиалом ФГУП «НИЦ «Строительство» (кандидаты техн. наук В.Е. Конащ, Г.И. Бондаренко, А.Г. Алексеев), МГУ им. М.В. Ломоносова (д-р техн. наук Л.Н. Хрусталев) и ООО «Пеноплэкс СПб» (канд. техн. наук А.И. Бек-Булатов).

2 РЕКОМЕНДОВАН К ИЗДАНИЮ РЕШЕНИЕМ Секции ученого совета НИИОСП им. Н.М. Герсеванова — филиала ФГУП «НИЦ «Строительство» 14 мая 2007 г.

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом и.о. генерального директора ФГУП «НИЦ «Строительство» от 9.04.08 № 86.

4 Стандарт гармонизирован с основными требованиями международных норм, в частности со стандартами SEI, RIL, а также ISO 13793:2001.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

**Замечания и предложения следует направлять в НИИОСП им. Н.М. Герсеванова — филиал ФГУП «НИЦ «Строительство»: т/ф (495) 170-28-20, e-mail:** gost.e-ecolog.ru **:** gost.e-ecolog.ru **и в ООО «Пеноплэкс СПб»: т/ф (819) 329-54-11, 329-54-47, e-mail:** gost.e-ecolog.ru **, web:** gost.e-ecolog.ru

**Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве нормативного документа без разрешения ФГУП «НИЦ «Строительство» и ООО «Пеноплэкс СПб».**

**Настоящий стандарт следует применять на базе договора с НИИОСП им. Н.М. Герсеванова — филиалом ФГУП «НИЦ «Строительство», что определено положениями ГОСТ Р 1.4—2004**

**ISBN 5-9685-0053-0**

© ФГУП «НИЦ «Строительство», 2008

## Содержание

Введение ..... IV
1. Область применения ..... 1
2. Нормативные ссылки ..... 1
3. Термины и определения ..... 2
4. Общие положения по проектированию ..... 3
5. Конструирование фундаментов с применением плит ПЕНОПЛЭКС® ..... 3
6. Расчет теплоизоляции фундаментов и оснований ..... 7
7. Технология производства работ ..... 12
8. Мостики холода ..... 13
Приложение А Схематическая карта распределения ИМ на территории западной части РФ ..... 14
Приложение Б Примеры расчета ..... 15
Приложение В Свойства материалов ..... 17

## Введение

Обеспечение эксплуатационной надежности при одновременном снижении материальных затрат и экономии трудовых ресурсов при строительстве является важной частью программы малоэтажного и коттеджного строительства. Применение новых строительных технологий и материалов при строительстве различных сооружений позволяет добиться значительной экономии ресурсов, снизить трудоемкость и продолжительность строительства.

Сложные грунтовые условия широко распространены в Российской Федерации. При возведении малоэтажных зданий строителям приходится сталкиваться с решением вопросов, обусловленных наличием пучинистых грунтов в основании фундаментов. Значительную долю общей стоимости зданий составляют затраты на устройство фундаментов.

Стандарт разработан в развитие пункта 12.2.5 СП 50-101-2004, допускающего назначать глубину заложения наружных фундаментов независимо от расчетной глубины промерзания, если «предусмотрены специальные теплотехнические мероприятия, исключающие промерзание грунтов».

При устройстве фундаментов на пучинистых грунтах с целью уменьшения глубины промерзания грунта в территориальных строительных нормах ТСН МФ-97 МО при проектировании и устройстве мелкозаглубленных фундаментов малоэтажных зданий в Московской области рекомендуется «применение утеплителей, укладываемых под отмостку» с обязательной защитой их гидроизоляцией.

С освоением промышленного выпуска экструдированного пенополистирола в Скандинавских странах, Канаде и США разработаны стандарты для проектирования и строительства фундаментов мелкого заложения с использованием экструдированного пенополистирола в качестве теплоизолирующего слоя, уменьшающего глубину сезонного промерзания грунта в основании зданий.

Настоящий стандарт разработан с учетом опыта использования теплоизолированных фундаментов мелкого заложения (ТФМЗ) в Америке и Европе, а также особенностей инженерно-геологических, гидрогеологических, климатических условий и опыта строительства малоэтажных зданий в Российской Федерации.

Рецензент — канд. техн. наук Н.Б. Кутвицкая (ФГУП «Фундаментпроект»)

# СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ИЗ ПЛИТ ПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ВСПЕНЕННЫХ ЭКСТРУЗИОННЫХ ПЕНОПЛЭКС® ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И УСТРОЙСТВЕ МАЛОЗАГЛУБЛЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

# DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE FROST-PROTECTED SHALLOW FOUNDATIONS ON THE FROST-SUSCEPTIBLE SOILS WITH XPS BOARDS «PENOPLEX»

**Дата введения 2008-04-09**

## 1 Область применения

Данный стандарт предназначен для проектирования и строительства теплоизолированных фундаментов мелкого заложения на естественном основании, использующих теплоизоляцию из плит полистирольных вспененных экструзионных ПЕНОПЛЭКС® для предотвращения пучения фундаментов при сооружении их на сезонно-промерзающих грунтах. Стандарт применяется к отапливаемым и неотапливаемым одно- и двухэтажным жилым, коммерческим, сельскохозяйственным зданиям и отдельно стоящим опорам с условием, что конструктивные требования, не касающиеся вопросов защиты от пучения, соответствуют строительным нормам и правилам или принятым методам проектирования.

Размещение подошвы фундаментов на малой глубине (0,3—0,4 м) от дневной поверхности значительно сокращает трудоемкость и стоимость работ по возведению малоэтажных зданий и отдельно стоящих опор.

Стандарт не распространяется на проектирование и строительство зданий и опор на вечномерзлых грунтах и в районах со средней годовой температурой наружного воздуха (СГТВ) ниже 0 °С или с величиной индекса мороза (ИМ) более 90 000 градусо-часов.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте приведены ссылки на следующие нормативные и рекомендательные документы:

СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия

СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений

СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии

СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты

СНиП 3.04.01-87 Изоляционные и отделочные покрытия

СНиП 12-01-2004 Организация строительства

СНиП 23-01-99* Строительная климатология

СНиП 31-02-2001 Дома жилые одноквартирные

СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения

СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства

СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства (ч. I—III)

СП 31-105-2002 Проектирование и строительство энергоэффективных одноквартирных жилых домов с деревянным каркасом

СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений

ГОСТ 25100—95 Грунты. Классификация

Руководство по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах. — М.: Стройиздат, 1979

Рекомендации по учету и предупреждению деформаций и сил морозного пучения грунтов. — М.: Стройиздат, 1986

Рекомендации по проектированию и расчету малозаглубленных фундаментов на пучинистых грунтах. — М.: НИИОСП, 1985

Пособие по проектированию основания зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83). — М.: Стройиздат, 1986

ТСН МФ-97 МО Проектирование и устройство мелкозаглубленных фундаментов малоэтажных жилых зданий в Московской области. — М, 1998

ТУ 5767-006-56925804-2007 Плиты полистирольные вспененные экструзионные ПЕНОПЛЭКС®

SEI/ASCE 32-01 Design and Construction of Frost-Protected Shallow Foundations

RIL 193-1992 Routavauriot ja routasuojaus

Canadian Foundation Engineering Manual, 3rd edition, 1992

ISO 13793:2001 Thermal performance of buildings. Thermal design of foundations to avoid frost heave.

## 3 Термины и определения

**Теплоизолированный фундамент мелкого заложения (ТФМЗ)** — фундамент на естественном основании (столбчатый, ленточный, фундаментная плита), подошва которого находится в слое сезонного промерзания, а сам фундамент защищен от выпучивания с помощью плит ПЕНОПЛЭКС® и устройства в его основании подушки из непучинистого грунта, которым также засыпаются пазухи котлованов.

**ПЕНОПЛЭКС®** — теплоизоляционные плиты из вспененного экструзионного пенополистирола, отвечающие требованиям ТУ 5767-006-56925804-2007.

**Неотапливаемые здания** — здания с температурой воздуха в помещениях зимой, равной или ниже 5 °С.

**Пучинистые грунты** — грунты, которые изменяют свой объем и свойства при промерзании — оттаивании. К ним относятся глины, суглинки, супеси, пылеватые и мелкие пески, а также крупнообломочные грунты с включением выше перечисленных грунтов более 35 % объема. При замерзании грунта развиваются силы нормального и касательного пучения, которые, воздействуя на фундамент, могут вызвать его перемещение и деформации надфундаментных конструкций. Практически непучинистыми грунтами могут быть: мелкие и пылеватые пески и глинистые грунты твердой консистенции при глубоком залегании уровня грунтовых вод, а именно мелкие пески при $z > 0{,}5$ м, пылеватые пески при $z > 1{,}0$ м, супеси при $z > 1{,}5$ м, суглинки при $z > 2{,}5$ м и глины при $z > 3{,}0$ м ($z$ — глубина залегания уровня грунтовых вод, считая от подошвы слоя сезонного промерзания).

**Непучинистые грунты** — грунты, которые не изменяют свой объем и свойства при промерзании—оттаивании. К ним относятся галька, гравий, щебень, крупно- и среднезернистые пески, а также их смеси. Кроме того, к непучинистым грунтам относятся промышленные шлаки, не подверженные химическому разложению, и горелые породы шахтных терриконов.

**Сезонно-мерзлые грунты** — грунты, находящиеся в мерзлом состоянии периодически в течение холодного сезона.

**Вертикальная теплоизоляция** — плиты ПЕНОПЛЭКС®, размещенные вертикально по внешнему периметру поверхности фундамента и цоколя отапливаемого здания.

**Горизонтальная теплоизоляция** — плиты ПЕНОПЛЭКС®, размещенные горизонтально в отапливаемых зданиях по их наружному периметру на уровне заложения подошвы фундаментов, в неотапливаемых зданиях и отдельно стоящих колоннах — под подошвой фундаментов, выходя за периметр здания или отдельно стоящего фундамента.

**Теплоизоляционная юбка** — для неотапливаемых зданий и отдельно стоящих опор — часть горизонтальной изоляции, выходящая за контур здания или контур фундамента опоры. Для отапливаемого здания — горизонтальная теплоизоляция за контуром здания, расположенная на глубине заложения подошвы фундамента и граничащая с вертикальной изоляцией.

**Отдельно стоящая опора** — элемент конструкции, воспринимающий вертикальную осевую нагрузку.

**«Мостики холода»** — разрывы в теплоизоляции, которые создают термически проводимые пути и увеличивают возможность выпучивания фундаментов.

**Среднегодовая температура воздуха (СГТВ)** — сумма отрицательных и положительных градусо-часов наружного воздуха за год, деленная на продолжительность года. Обеспеченность СГТВ принимается 50 %. Определяется по СНиП 23-01.

**Индекс мороза (ИМ)** — абсолютное значение отрицательных градусо-часов наружного воздуха с обеспеченностью 1 % или наступлением события с вероятностью один раз в 100 лет. Индекс мороза с такой обеспеченностью не применяется в строительной практике на территории РФ. Необходимые значения ИМ получаются путем специальных вычислений. Такая обеспеченность обусловлена высокими требованиями к долговечности фундаментов. При пониженных требованиях к долговечности фундамента можно принимать значение обеспеченности ИМ 2 % (наступление события с вероятностью один раз в 50 лет).

Для ориентировочных расчетов величина ИМ может быть принята по схематической карте, приведенной в приложении А.

## 4 Общие положения по проектированию

4.1 Теплоизолированные фундаменты мелкого заложения должны проектироваться на основе нормативных документов и с учетом:

результатов инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий для площадки строительства;

прогноза изменения инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки в период строительства и эксплуатации;

климатических условий района строительства;

данных, характеризующих назначение, конструктивные и технологические особенности здания и условия его эксплуатации;

нагрузок, действующих на фундаменты;

наличия существующей застройки и влияния на нее нового строительства;

экологических требований;

технико-экономического сравнения возможных вариантов проектных решений.

4.2 При проектировании должны быть предусмотрены решения, обеспечивающие надежность, долговечность и экономичность сооружений на всех стадиях строительства и эксплуатации.

4.3 Используемые при устройстве ТФМЗ грунты, материалы, изделия и конструкции должны удовлетворять требованиям проектов, соответствующих стандартов и технических условий. Замена предусмотренных проектом грунтов, материалов, изделий и конструкций, входящих в состав возводимого здания или его основания, допускается только по согласованию с проектной организацией и заказчиком.

4.4 При проектировании и возведении ТФМЗ из монолитного и сборного бетона или железобетона следует руководствоваться СНиП 52-01, СНиП 2.03.11 и СНиП 3.04.01, а также соблюдать требования нормативных документов по организации строительного производства, технике безопасности и охране окружающей среды, правил пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ.

При производстве земляных работ следует выполнять приемочный контроль, руководствуясь СНиП 12-01 и СНиП 3.02.01. Приемку ТФМЗ следует выполнять с составлением актов на скрытые работы. При необходимости в проекте допускается указывать другие элементы, подлежащие промежуточной приемке, с составлением актов на скрытые работы.

4.5 При проектировании должна быть предусмотрена срезка экологически чистого плодородного слоя почвы для последующего использования его в целях восстановления (рекультивации) нарушенных или малопродуктивных сельскохозяйственных земель, озеленения района застройки и т.п.

## 5 Конструирование фундаментов с применением плит ПЕНОПЛЭКС®

5.1 В качестве ТФМЗ используются фундаменты на грунтовой подушке (столбчатые, ленточные или фундаментные плиты), подошва которых закладывается на глубину 0,4 м в отап-

ливаемых зданиях и на глубину 0,3 м в неотапливаемых зданиях и под отдельно стоящие опоры. Размеры фундамента определяют расчетом согласно СНиП 2.02.01.

5.2 Во избежание выпучивания фундаментов при сезонном промерзании грунта ТФМЗ включают в себя специальным образом уложенную теплоизоляцию из плит ПЕНОПЛЭКС®, позволяющую уменьшить глубину сезонного промерзания под подошвой фундамента и удержать границу промерзания в слое непучинистого грунта (грунтовой подушке), устраиваемого в отапливаемых зданиях непосредственно под подошвой фундаментов толщиной $H$, в неотапливаемых зданиях и отдельно стоящих опорах — под слоем теплоизоляции, на который опирается сам фундамент.

5.3 Во избежание деформаций фундамента от действия касательных сил пучения пазухи котлованов засыпаются непучинистым грунтом.

5.4 В качестве материала для устройства подушки может быть использован песок гравелистый, крупный и средней крупности, мелкий щебень, котельный шлак. В случае необходимости увеличения несущей способности основания целесообразно применять песчано-щебеночную подушку, состоящую из смеси песка крупного, средней крупности (40 %), щебня или гравия (60 %).

5.5 Устройство подушек и засыпку пазух и траншей следует выполнять с послойным трамбованием или уплотнением площадочными вибраторами. При применении щебеночных подушек для сохранения плит ПЕНОПЛЭКС® от продавливания следует применять выравнивающий слой песка, превышающий по толщине фракцию щебня в два раза.

5.6 Для защиты грунтов основания от обводнения поверхностными и грунтовыми водами на дневной поверхности по периметру здания по песчаной подготовке толщиной 5 см на ширину теплоизоляционной юбки устраивается асфальтовая или бетонная отмостка толщиной 2—3 см. Отмостке придается уклон от здания 3 %. Кроме того, в грунтовой подушке вблизи ее подошвы по всему периметру теплоизоляционной юбки устраивается трубчатый дренаж с выпуском в ливневую канализацию или в пониженные места за пределами здания.

5.7. В отапливаемых зданиях плиты ПЕНОПЛЭКС® толщиной $\delta_v$ укладываются вертикально по внешней поверхности фундамента и цоколя здания на высоту не менее 1,0 м (рис.1) от подошвы фундамента и горизонтально за контуром здания на глубине заложения подошвы фундамента на ширину $D_h$, с образованием теплоизоляционной юбки толщиной $\delta_h$ по всему наружному периметру фундамента (кроме углов) и толщиной $\delta_c$ на углах и длиной участков $L_c$ по углам здания.

Схема укладки и параметры теплоизоляционного слоя в фундаментах отапливаемых зданий с теплоизоляцией пола и без показаны соответственно на рис. 1 и 1 *а*.

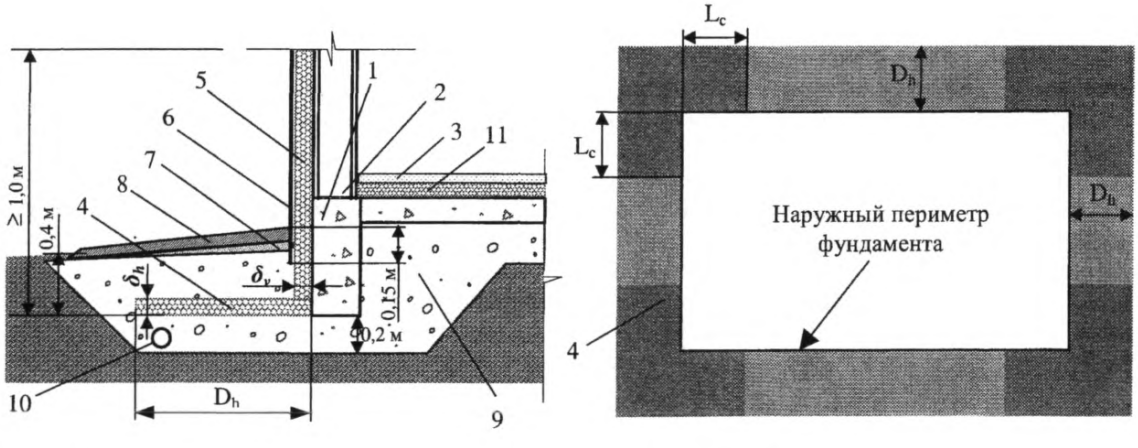



***Рис. 1.*** **Схема укладки и параметры теплоизоляции ПЕНОПЛЭКС® в фундаментах отапливаемых зданий с теплоизоляцией пола**

*1* — фундамент; *2* — стена здания; *3* — пол здания; *4* — горизонтальная теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС®; *5* — вертикальная теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС®; *6* — защитное покрытие; *7* — песчаная подготовка под отмостку; *8* — асфальтовая или бетонная отмостка; *9* — непучинистый грунт; *10* — дренаж; *11* — теплоизоляция пола

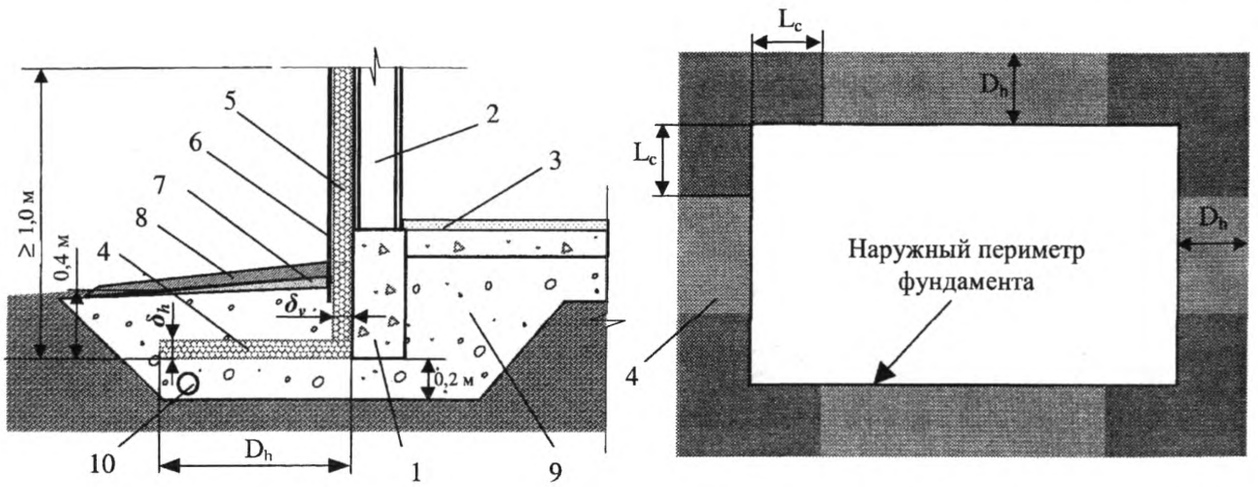



***Рис. 1 а.*** **Схема укладки и параметры теплоизоляции ПЕНОПЛЭКС® в фундаментах отапливаемых зданий без теплоизоляции пола**

*1* — фундамент; *2* — стена здания; *3* — пол здания; *4* — горизонтальная теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС®; *5* — вертикальная теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС®; *6* — защитное покрытие; *7* — песчаная подготовка под отмостку; *8* — асфальтовая или бетонная отмостка; *9* — непучинистый грунт; *10* — дренаж

5.8 В неотапливаемых зданиях ПЕНОПЛЭКС® укладывается только горизонтально под подошвой фундамента в пределах всего здания и изоляционной юбки, которая выступает за контур здания на ширину $D_h$. Толщина слоя ПЕНОПЛЭКС® принимается постоянной и равной $\delta_h$ (рис. 2, 3 и 3 *а*).

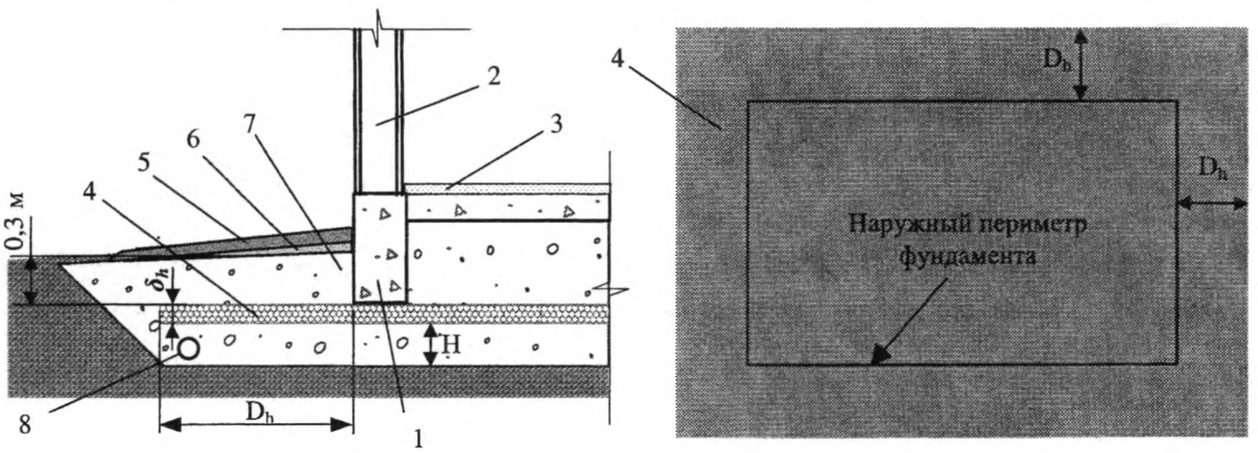



***Рис. 2.*** **Схема укладки и параметры теплоизоляции ПЕНОПЛЭКС® в фундаментах неотапливаемых зданий**
*1* — фундамент; *2* — стена здания; *3* — пол здания; *4* — горизонтальная теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС®; *5* — асфальтовая или бетонная отмостка; *6* — песчаная подготовка под отмостку; *7* — непучинистый грунт; *8* — дренаж

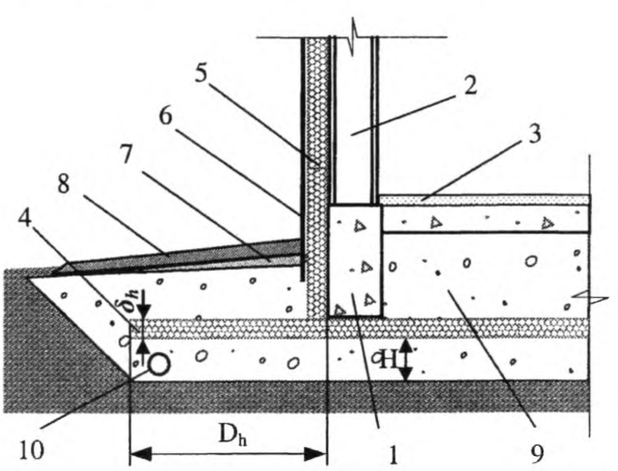



***Рис. 3.*** **Схема укладки и параметры теплоизоляции ПЕНОПЛЭКС® в фундаментах зданий с переменным режимом эксплуатации (отапливаемое — неотапливаемое)**

*1* — фундамент; *2* — стена здания; *3* — пол здания; *4* — горизонтальная теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС®; *5* — вертикальная теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС®; *6* — защитный слой; *7* — песчаная подготовка под отмостку; *8* — асфальтовая или бетонная отмостка; 9 — непучинистый грунт; 10 — дренаж

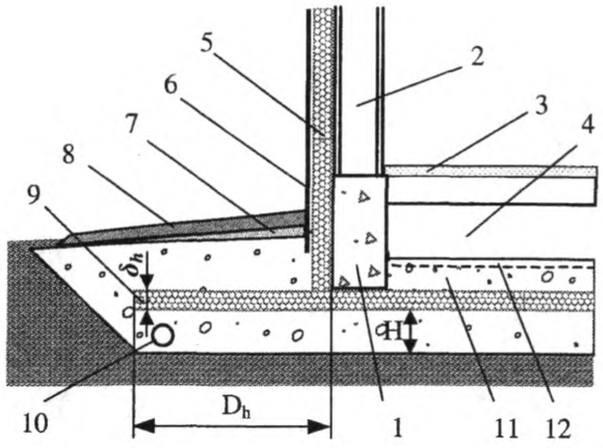



***Рис. 3 а.*** **Схема укладки и параметры теплоизоляции ПЕНОПЛЭКС® в фундаментах зданий с невентилируемым подпольем и переменным режимом эксплуатации (отапливаемое — неотапливаемое)**

*1* — фундамент; *2* — стена здания; *3* — пол здания; *4* — невентилируемое подполье; *5* — вертикальная теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС®; *6* — защитный слой; *7* — песчаная подготовка под отмостку; *8* — асфальтовая или бетонная отмостка; *9* — горизонтальная теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС®; *10* — дренаж; *11* — непучинистый грунт; *12* — парозащитный слой

5.9 Под отдельно стоящей или ленточной опорой ПЕНОПЛЭКС® укладывается горизонтально непосредственно под подошвой фундамента, выступая за его контуры на ширину $D_h$, и имеет толщину $\delta_h$ (рис. 4 и 4 *а*).

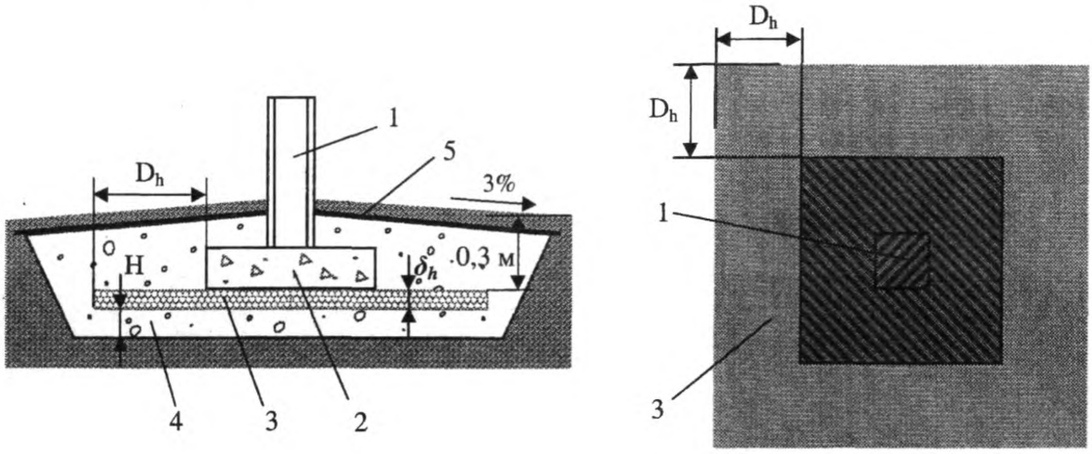



***Рис. 4.*** **Схема укладки и параметры теплоизоляции ПЕНОПЛЭКС® в фундаментах отдельно стоящих опор**

*1* — опора; *2* — фундамент; *3* — теплоизоляционный слой ПЕНОПЛЭКС®; *4* — песчано-гравийная смесь; *5* — водоупорный слой

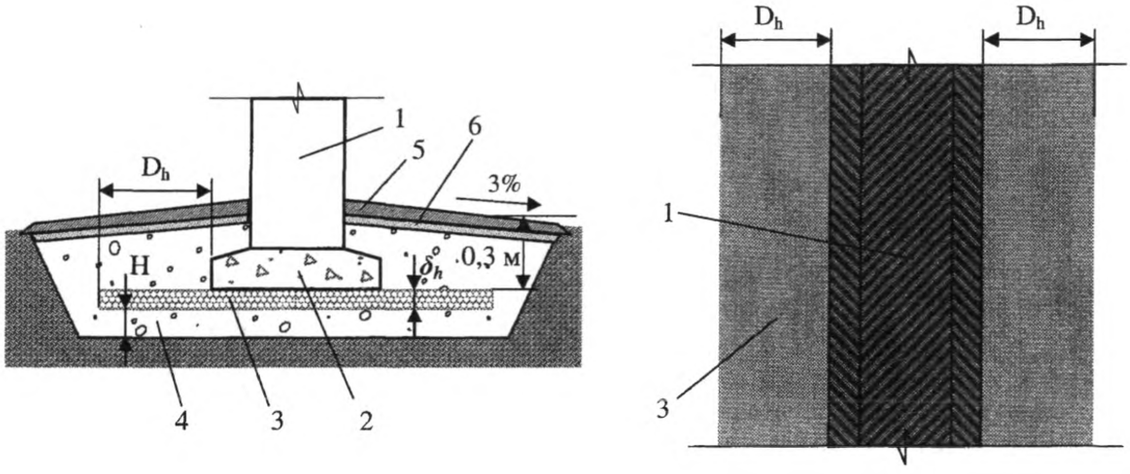



***Рис. 4 а.*** **Схема укладки и параметры теплоизоляции ПЕНОПЛЭКС® при устройстве ленточной опоры**

*1* — ленточная опора; *2* — фундамент; *3* — теплоизоляционный слой ПЕНОПЛЭКС®; *4* — песчано-гравийная смесь; *5* — отмостка; *6* — песчаная подготовка под отмостку

5.10 Если у отапливаемых зданий имеются холодные пристройки, например, террасы, крыльца, то теплоизоляционной юбке придается форма, показанная на рис. 5, а ширина юбки увеличивается на ширину пристройки. При этом ее параметры $D_h$ и $\delta_h$ принимаются как для неотапливаемого здания.

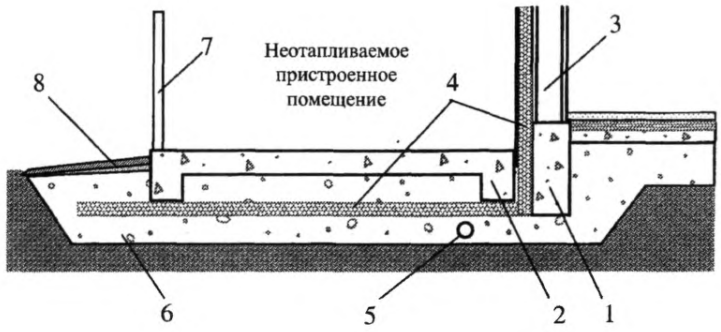



***Рис. 5.* Сопряжение отапливаемого здания с холодной пристройкой**

*1* — фундамент существующего здания; *2* — фундамент пристройки; *3* — стена существующего отапливаемого здания; *4* — теплоизоляционные плиты ПЕНОПЛЭКС®; *5* — дренаж; *6* — песчано-гравийная смесь; *7* — стена пристройки; *8* — отмостка

5.11 Для защиты вертикальной изоляции, расположенной на внешней поверхности фундамента и цоколя здания, от механических повреждений, атмосферных воздействий, ультрафиолетового излучения и обеспечения долговечности конструкции необходимо предусмотреть светонепроницаемое и стойкое к атмосферным воздействиям защитное покрытие, которое совместимо с материалом изоляции. Защитное покрытие заглубляется в грунт на 15 см (рис. 1).

5.12 Для защиты горизонтальной теплоизоляционной юбки от механических повреждений, возникающих в результате воздействия колесной или точечной нагрузки на асфальтовое покрытие или тротуарную плитку в процессе эксплуатации, должна быть предусмотрена защита теплоизоляционных плит ПЕНОПЛЭКС® листовым материалом. Защитный листовой материал может быть изготовлен на основе цементно-волокнистых плит либо другого материала и предназначен для использования в грунте. Защитный слой располагается на верхней поверхности теплоизоляционных плит ПЕНОПЛЭКС®.

## 6. Расчеты теплоизоляции фундаментов и оснований

6.1 Расчеты ТФМЗ заключаются в определении:
размеров теплоизоляции $D_h$, $L_c$, $\delta_v$, $\delta_h$, $\delta_c$;
толщины грунтовой подушки $H$.

6.2 Размеры теплоизоляции и толщина грунтовой подушки определены методом математического моделирования теплового взаимодействия здания или отдельно стоящей опоры с грунтами основания. Результаты моделирования помещены в табл. 1—4. Входными параметрами в таблицы являются средняя годовая температура наружного воздуха (СГТВ), определяется согласно СНиП 23-01, и индекс мороза (ИМ). Если расчетные значения СГТВ и ИМ не совпадают с табличными, то принимается ближайшее табличное значение СГТВ в меньшую сторону, а ИМ — в большую сторону.

6.3 Параметры теплоизоляции отапливаемых зданий с теплоизоляцией пола (рис. 1) приведены в табл. 1.

6.4 Параметры теплоизоляции ПЕНОПЛЭКС® отапливаемых зданий без теплоизоляции пола (рис. 1 *а*) приведены в табл. 2.

Толщина теплоизоляции принимается по ближайшему типоразмеру в большую сторону.

6.5 Параметры теплоизоляции неотапливаемых зданий (рис. 2) приведены в табл. 3. Для жилого здания с переменным режимом эксплуатации (отапливаемое — неотапливаемое) рекомендуется конструкция, которая имеет общие элементы, присущие отапливаемому и неотапливаемому зданию (рис. 3 и 3 *а*) с дополнительным утеплением стен здания.

6.6 Параметры теплоизоляции ПЕНОПЛЭКС® под отдельно стоящими опорами (рис. 4) приведены в табл. 4.

Таблица 1

| Расчетные параметры плит ПЕНОПЛЭКС® для проектирования ТФМЗ отапливаемых зданий с теплоизоляцией пола | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ИМ, град.-ч | $\delta_v$, см | Горизонтальная теплоизоляция вдоль стен | | Горизонтальная теплоизоляция на углах | |
| | | $D_h$, м | $\delta_h$, см | $L_c$, м | $\delta_c$, см |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 20000 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 25000 | 7,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 30000 | 8,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | 0,0 | 0,0 | | 0,0 |
| 35000 | 9,1 | 0,3 | 1,8 | 1,2 | 2,5 |
| 40000 | 9,8 | 0,3 | 3,9 | 1,2 | 5,4 |
| | | 0,6 | 3,2 | | 4,4 |
| 45000 | 10,5 | 0,3 | 5,3 | 1,2 | 7,4 |
| | | 0,6 | 4,6 | | 6,4 |
| 50000 | 11,2 | 0,6 | 5,6 | 1,5 | 7,8 |
| | | 0,9 | 4,9 | | 6,9 |
| 55000 | 11,9 | 0,6 | 7,0 | 1,5 | 9,8 |
| | | 0,9 | 6,0 | | 8,3 |
| 60000 | 12,6 | 0,9 | 7,4 | 2,0 | 11,0 |
| | | 1,2 | 6,3 | | 9,5 |
| 65000 | 13,3 | 0,9 | 8,8 | 2,0 | 13,1 |
| | | 1,2 | 7,7 | | 11,6 |
| 70000 | 14,0 | 1,2 | 9,1 | 2,5 | 13,7 |
| | | 1,5 | 8,1 | | 12,1 |
| 75000 | 14,7 | 1,2 | 10,9 | 2,5 | 16,3 |
| | | 1,5 | 9,8 | | 14,7 |
| 80000 | 15,4 | 1,5 | 11,2 | 3,0 | 16,8 |
| | | 1,8 | 10,2 | | 15,2 |
| 85000 | 16,1 | 1,5 | 12,6 | 3,0 | 18,9 |
| | | 1,8 | 11,6 | | 17,3 |
| 90000 | 16,8 | 1,8 | 13,3 | 3,5 | 20,0 |

Условные обозначения:

$D_h$ — ширина юбки из горизонтальной теплоизоляции, уложенной по периметру здания;
$L_c$ — длина участков по углам здания с толщиной теплоизоляции $\delta_c$;
$\delta_v$ — толщина вертикальной теплоизоляции;
$\delta_h$ — толщина горизонтальной изоляции, уложенной по периметру здания (кроме углов);
$\delta_c$ — толщина горизонтальной изоляции на углах.
Толщина теплоизоляции принимается по ближайшему типоразмеру в большую сторону.

Примечание. Для удобства в графе 3 табл. 1 приведены по два значения $D_h$ и $\delta_h$, соответствующие ИМ. Одно из двух значений $D_h$ и $\delta_h$ выбирается по согласованию с заказчиком или в зависимости от конкретных условий.

Таблица 2

| Расчетные параметры плит ПЕНОПЛЭКС® для проектирования ТФМЗ отапливаемых зданий без теплоизоляции пола | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ИМ, град.-ч | $\delta_v$, см | Горизонтальная теплоизоляция вдоль стен | | Горизонтальная теплоизоляция на углах | |
| | | $D_h$, м | $\delta_h$, см | $\delta_c$, см | $L_c$, м |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 20000 | 2,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 30000 | 3,9 | 0,3 | 0,9 | 2,5 | 1,2 |
| 40000 | 4,8 | 0,3 | 4,0 | 5,3 | 1,2 |
| 50000 | 6,0 | 0,6 | 6,1 | 7,5 | 1,5 |
| 60000 | 7,4 | 0,9 | 7,6 | 9,2 | 2,0 |
| 70000 | 8,6 | 1,2 | 9,1 | 10,7 | 2,5 |
| 80000 | 10,2 | 1,5 | 10,5 | 12,1 | 3,0 |
| 90000 | 11,6 | 1,8 | 11,9 | 13,5 | 3,5 |

Условные обозначения:

$D_h$ — ширина юбки из горизонтальной теплоизоляции, уложенной по периметру здания;
$L_c$ — длина участков по углам здания с толщиной теплоизоляции $\delta_v$;
$\delta_v$ — толщина вертикальной теплоизоляции;
$\delta_h$ — толщина горизонтальной изоляции, уложенной по периметру здания (кроме углов);
$\delta_c$ — толщина горизонтальной изоляции на углах.
Толщина теплоизоляции принимается по ближайшему типоразмеру в большую сторону.

Таблица 3

| Расчетные параметры плит ПЕНОПЛЭКС® и условная глубина промерзания непучинистого грунта для проектирования ТФМЗ неотапливаемых зданий | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ИМ, град.-ч | СГТВ, °С | $\delta_h$, см | $D_h$, м | $d_y$, м |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10000 | 4,5 | 3,5 | 1,00 | 0,37 |
| | 6,0 | 3,5 | | 0,37 |
| 20000 | 3,0 | 4,9 | 1,41 | 0,54 |
| | 4,5 | 4,6 | | 0,52 |
| | 6,0 | 4,2 | | 0,46 |
| 30000 | 1,5 | 10,2 | 1,73 | 0,63 |
| | 3,0 | 8,1 | | 0,58 |
| | 4,5 | 6,7 | | 0,55 |
| | 6,0 | 5,3 | | 0,47 |
| 40000 | 0,0 | 15,8 | 2,00 | 0,62 |
| | 1,5 | 13,7 | | 0,74 |
| | 3,0 | 11,6 | | 0,62 |
| | 4,5 | 9,1 | | 0,56 |
| | 6,0 | 7,0 | | 0,58 |

*Окончание таблицы 3*

| Расчетные параметры плит ПЕНОПЛЭКС® и условная глубина промерзания непучинистого грунта для проектирования ТФМЗ неотапливаемых зданий | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ИМ, град.-ч | СГТВ, °С | $\delta_h$, см | $D_h$, м | $d_y$, м |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 50000 | 0,0 | 19,6 | 2,23 | 0,72 |
| | 1,5 | 17,5 | | 0,74 |
| | 3,0 | 14,7 | | 0,66 |
| | 4,5 | 11,6 | | 0,68 |
| | 6,0 | 9,1 | | 0,68 |
| 60000 | 0,0 | 23,5 | 2,45 | 0,78 |
| | 1,5 | 21,4 | | 0,88 |
| | 3,0 | 17,9 | | 0,72 |
| | 4,5 | 14,4 | | 0,50 |
| 70000 | 0,0 | 27,7 | 2,64 | 0,84 |
| | 1,5 | 25,2 | | 0,78 |
| | 3,0 | 21,4 | | 0,82 |
| | 4,5 | 17,5 | | 0,70 |
| 80000 | 0,0 | 32,2 | 2,83 | 0,88 |
| | 1,5 | 29,1 | | 0,85 |
| 90000 | 0,0 | 36,8 | 3,00 | 0,96 |

Условные обозначения:

$d_y$ — условная глубина промерзания непучинистого грунта, расположенного под и над теплоизоляцией; остальные обозначения те же, что и в табл. 1.

Таблица 4

| Расчетные параметры плит ПЕНОПЛЭКС® и условная глубина промерзания непучинистого грунта для проектирования ТФМЗ отдельно стоящих опор | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ИМ, град.-ч | СГТВ, °С | Толщина горизонтальной теплоизоляции $\delta_h$, см | Ширина горизонтальной теплоизоляции $D_h$, м | Условная глубина промерзания непучинистого грунта $d_y$, м |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10000 | 4,5 | 3,5 | 1,00 | 0,33 |
| | 6,0 | 3,5 | | 0,33 |
| 20000 | 3,0 | 4,9 | 1,41 | 0,53 |
| | 4,5 | 4,6 | | 0,52 |
| | 6,0 | 4,2 | | 0,45 |
| 30000 | 1,5 | 10,2 | 1,73 | 0,58 |
| | 3,0 | 8,1 | | 0,55 |
| | 4,5 | 6,7 | | 0,57 |
| | 6,0 | 5,3 | | 0,63 |

*Окончание таблицы 4*

| Расчетные параметры плит ПЕНОПЛЭКС® и условная глубина промерзания непучинистого грунта для проектирования ТФМЗ отдельно стоящих опор | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ИМ, град.-ч | СГТВ, °С | Толщина горизонтальной теплоизоляции $\delta_h$, см | Ширина горизонтальной теплоизоляции $D_h$, м | Условная глубина промерзания непучинистого грунта $d_y$, м |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 40000 | 0,0 | 15,8 | 2,00 | 0,87 |
| | 1,5 | 13,7 | | 0,74 |
| | 3,0 | 11,6 | | 0,60 |
| | 4,5 | 9,1 | | 0,56 |
| | 6,0 | 7,0 | | 0,66 |
| 50000 | 0,0 | 19,6 | 2,23 | 0,92 |
| | 1,5 | 17,5 | | 0,72 |
| | 3,0 | 14,7 | | 0,63 |
| | 4,5 | 11,6 | | 0,65 |
| | 6,0 | 9,1 | | 0,70 |
| 60000 | 0,0 | 23,5 | 2,45 | 0,96 |
| | 1,5 | 21,4 | | 0,83 |
| | 3,0 | 17,9 | | 0,68 |
| | 4,5 | 14,4 | | 0,58 |
| 70000 | 0,0 | 27,7 | 2,64 | 1,01 |
| | 1,5 | 25,2 | | 0,69 |
| | 3,0 | 21,4 | | 0,78 |
| | 4,5 | 17,5 | | 0,69 |
| 80000 | 0,0 | 32,2 | 2,83 | 1,04 |
| | 1,5 | 29,1 | | 0,76 |
| 90000 | 0,0 | 36,8 | 3,00 | 1,08 |

6.7 Толщина грунтовой подушки для отапливаемых зданий с температурой воздуха в помещениях зимой не ниже 17 °С принимается равной 0,2 м, с температурой воздуха ниже 17 °С, но выше 5 °С — 0,4 м.

6.8 Толщина грунтовой подушки $H$ под неотапливаемыми зданиями и отдельно стоящими опорами вычисляется по формуле

$$H = d_f - (d + \delta_h), \quad (1)$$

где $d$ — глубина заложения подошвы фундамента, м;

$\delta_h$ — толщина горизонтальной теплоизоляции, определяется по табл. 3 или 4, см;

$d_f$ — глубина сезонного промерзания грунта в месте расположения фундамента, определяется по формуле (2), м;

$$d_f = k d_y \sqrt{\frac{\lambda_f (1 + W_c)}{\rho_f W_c}}, \quad (2)$$

где $k$ — эмпирический коэффициент численно равный 10, $\frac{{}^{\circ}C^{\frac{1}{2}} \cdot кг^{\frac{1}{2}}}{м \cdot Вт^{\frac{1}{2}}}$;

$d_y$ — условная глубина промерзания, для неотапливаемого здания принимается по табл. 3, для отдельно стоящей опоры — по табл. 4, м;

$\lambda_f$ — коэффициент теплопроводности непучинистого грунта в мерзлом состоянии, применяемого для устройства грунтовой подушки и засыпки пазух котлована, Вт/(м·°С);

$\rho_f$ — плотность грунтовой подушки непучинистого грунта, кг/м$^3$;

$W_c$ — суммарная влажность грунтовой подушки непучинистого грунта, д.е.

Физико-механические характеристики грунтов, используемых для создания грунтовых подушек и засыпки пазух котлованов, приведены в приложении В.

Если в результате расчета величина $H$ окажется менее 0,2 м, то она принимается равной 0,2 м.

## 7 Технология производства работ

7.1 При устройстве ТФМЗ следует руководствоваться требованиями СНиП 12-01, а также соблюдать требования нормативных документов по организации строительного производства, геодезическим работам, технике безопасности, правилам пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ и охране окружающей среды.

7.2 Устройству ТФМЗ должны предшествовать следующие подготовительные работы: вырубка кустарника и корчевка пней; осушение площадки путем устройства водоотводных и нагорных канав, кюветов, лотков и т.п., с отводом воды в пониженные места; устройство подъездных путей и ЛЭП; строительство инженерных сетей до колодцев ввода и заглубленных конструкций, предусмотренных проектом.

7.3 К технологии производства работ по устройству ТФМЗ предъявляются следующие требования: избегать избыточного водонасыщения грунтов в основании фундаментов, предохранять их от промерзания в период строительства.

7.4 Строительство ТФМЗ начинают с устройства котлована, размер которого по дну принимается не менее размеров в плане горизонтальной изоляции, а в отапливаемых зданиях — плюс ширина фундамента. Для отапливаемых зданий котлован устраивается на глубину 0,6 м, для неотапливаемых зданий и под отдельно стоящими опорами — на глубину сезонного промерзания непучинистого грунта $d_f$, которая определяется расчетом по формуле (2). Крутизна откосов котлована принимается 1:1.

7.5 В готовый котлован до уровня подошвы фундаментов в отапливаемых зданиях и подошвы теплоизоляции в неотапливаемых зданиях и под отдельно стоящими опорами слоями отсыпается непучинистый грунт и послойно уплотняется до плотности скелета грунта не менее 1600 кг/м$^3$. При этом толщина слоя назначается в зависимости от применяемых для уплотнения механизмов. В грунтовой подушке устраивается трубчатый дренаж.

7.6 На поверхность грунтовой подушки укладываются плиты ПЕНОПЛЭКС® и устанавливаются фундаменты отапливаемых зданий. В неотапливаемых зданиях и под отдельно стоящими опорами фундаменты устанавливаются непосредственно на поверхность плиты ПЕНОПЛЭКС®.

7.7 При производстве фундаментных работ следует руководствоваться нормативными документами на производство бетонных и железобетонных работ, а также местным опытом строительства. После монтажа сборных фундаментов или устройства монолитного фундамента следует произвести обратную засыпку пазух котлована непучинистым грунтом с его тщательным уплотнением.

7.8 После окончания фундаментных работ и засыпки пазух котлована надлежит закончить планировку площадки вокруг дома с обеспечением стока воды от здания.

7.9 Работы нулевого цикла подлежат приемке представителем авторского и технического надзора на всех стадиях их выполнения с составлением актов скрытых работ на перечисленные ниже конструктивные элементы и технологические процессы:

а) работы по устройству системы водоотлива и осушения, а также другие подготовительные работы; к акту следует прикладывать исполнительные планы, продольные и поперечные профили дренажных канав;

б) работы по устройству предусмотренных проектом инженерных сетей;

в) освидетельствование грунтов котлованов, осмотр в натуре следует сопоставить с данными изысканий и в случае их несовпадения внести коррективы в проект;

г) работы по устройству грунтовой подушки, осмотр в натуре надо подкреплять данными лабораторных испытаний по определению плотности материала грунтовой подушки; только в том случае если она соответствует проектной, можно приступать к укладке плит ПЕНОПЛЭКС® и устройству фундаментов;

д) работы по устройству горизонтальной теплоизоляции;

е) работы по устройству фундаментов, гидроизоляции, вертикальной теплоизоляции и засыпке пазух котлована.

## 8 Мостики холода

8.1 В отапливаемых зданиях, в случае когда плоскость стены здания не совпадает с плоскостью внешней вертикальной поверхности фундамента, вертикальной изоляции в месте сопряжения плоскостей придается излом во избежание образования мостика холода (рис. 6).

8.2 В процессе проектирования и строительства ТФМЗ необходимо предусмотреть мероприятия по недопущению возникновения «мостиков холода» (см. рис. 6).

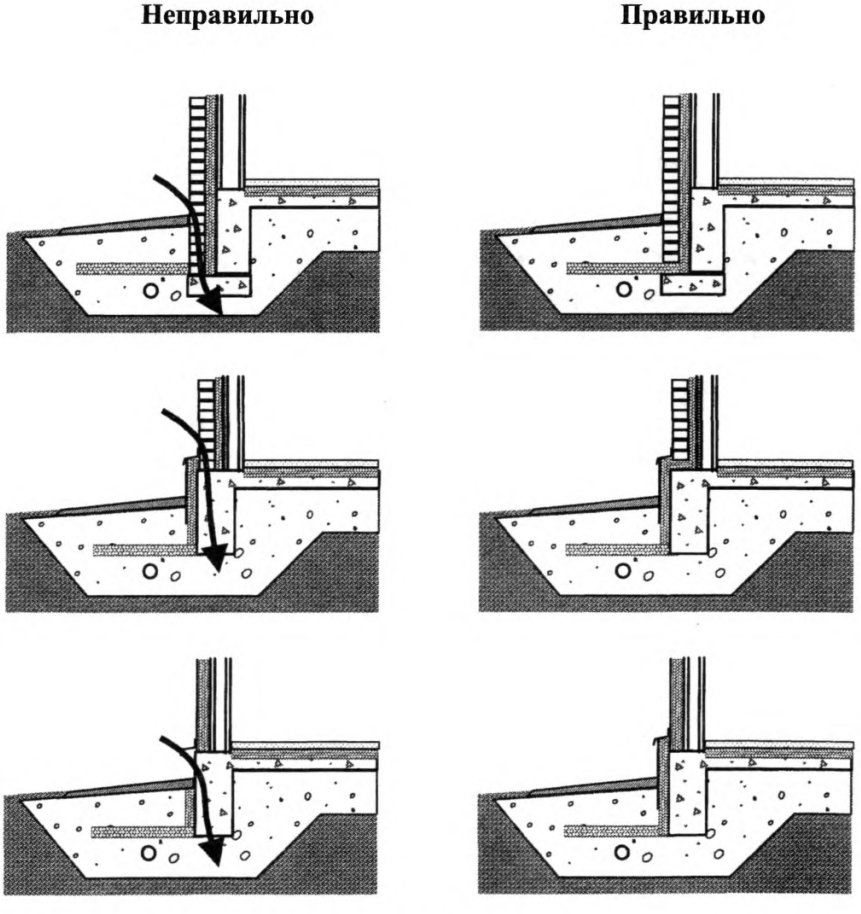
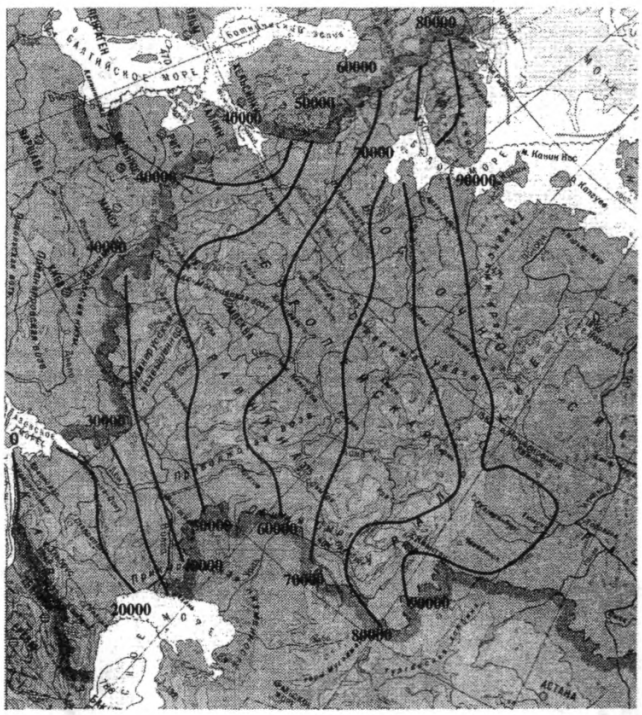



***Рис. 6.*** **Схема укладки плит ПЕНОПЛЭКС® для устранения «мостиков холода»**

## Приложение А

## Схематическая карта распределения ИМ на территории западной части РФ



## Приложение Б

## Примеры расчета

### Пример 1

Двухэтажное кирпичное отапливаемое здание без теплоизоляции пола на ленточном железобетонном фундаменте возводится в г. Ржеве Тверской обл. Нагрузка на 1 п.м фундаментной ленты определяется согласно СНиП 2.01.07. Требуется определить:

- размеры вертикальной и горизонтальной теплоизоляции;
- толщину грунтовой подушки.

*Исходные данные.* В качестве теплоизолятора принимаем плиты ПЕНОПЛЭКС® типа 35; в качестве материала для устройства грунтовой подушки и засыпки пазух котлована — щебень плотностью 2040 кг/м$^3$ и модулем деформации 65000 кПа. Грунты основания представлены пылеватыми песками плотностью 1800 кг/м$^3$ и модулем деформации 18000 кПа.

*Последовательность расчета*

**1. Определение ИМ.** Указанный параметр находим по схематической карте, помещенной в приложении А. ИМ = 50000 градусо-часов.

**2. Определение параметров вертикальной и горизонтальной теплоизоляции.** В таблице 2 индексу мороза ИМ = 50000 градусо-часов соответствуют следующие параметры теплоизоляции:

- толщина вертикальной теплоизоляции $\delta_v$ = 0,06 м;
- толщина горизонтальной теплоизоляции по периметру здания $\delta_h$ = 0,061 м;
- толщина горизонтальной теплоизоляции на углах здания $\delta_c$ = 0,075 м;
- ширина теплоизоляционной юбки $D_h$ = 0,6 м;
- длина участков возле углов здания $L_c$ = 1,5 м.

**3. Расчет толщины грунтовой подушки.** Толщина грунтовой подушки для отапливаемых зданий с температурой воздуха в помещениях зимой не ниже 17 °С принимается 0,2 м.

**Ответ.** На основе проведенного расчета окончательно принимаем:

- толщину вертикальной теплоизоляции из плит ПЕНОПЛЭКС® — 0,06 м;
- толщину горизонтальной теплоизоляции по периметру здания из плит ПЕНОПЛЭКС® — 0,061 м;
- толщину горизонтальной изоляции на углах здания из плит ПЕНОПЛЭКС® — 0,075 м;
- ширину теплоизоляционной юбки — 0,6 м;
- длину участков возле углов здания с усиленной теплоизоляцией — 1,5 м;
- толщину грунтовой подушки — 0,2 м.

При этом глубина котлована под ТФМЗ составит: 0,4 м +0,2 м = 0,6 м.

### Пример 2

Одноэтажное кирпичное неотапливаемое здание на ленточном железобетонном фундаменте возводится в г. Дмитрове Московской обл. Нагрузка на 1 п.м фундаментной ленты определяется согласно СНиП 2.01.07. Требуется определить:

- размеры горизонтальной теплоизоляции;
- толщину грунтовой подушки.

*Исходные данные.* В качестве теплоизолятора принимаем плиты ПЕНОПЛЭКС® типа 45 с модулем деформации $E$ = 18000 кПа; в качестве материала для устройства грунтовой подушки и засыпки пазух котлована — гравийно-песчаную смесь плотностью ρ = 1988 кг/м$^3$, суммарной влажностью $W_c$ = 0,06, коэффициентом теплопроводности в мерзлом состоянии $\lambda_f$ = 1,17 Вт/(м·°С) и модулем деформации $E$ = 35000 кПа. Грунты основания представлены суглинком плотностью ρ = 1820 кг/м$^3$ и модулем деформации 6000 кПа.

*Последовательность расчета:*

**1. Определение СГТВ и ИМ.** Среднегодовую температуру наружного воздуха определяем по СНиП 23-01 СГТВ = 3,4 °С; индекс мороза — по схематической карте, помещенной в приложении А. ИМ = 55800 градусо-часов.

**2. Определение параметров горизонтальной теплоизоляции и условной глубины промерзания.** Указанные параметры находим по табл. 4. Для пользования таблицей принимаем СГТВ = 3 °С, ИМ = 60 тыс. градусочасов. Этим значениям входных параметров соответствуют следующие значения: толщина горизонтальной теплоизоляции $\delta_h$ = 18,0 см (0,18 м), ширина теплоизоляционной юбки $D_h$ = 2,45 м, условная глубина промерзания $d_y$ = 0,72 м, для неотапливаемых зданий $d$ = 0,30 м.

**3. Расчет толщины грунтовой подушки.** Вначале по формуле (2) рассчитываем глубину сезонного промерзания в месте расположения ТФМЗ:

$$d_f = 10 \cdot 0,72\sqrt{\frac{1,17 \cdot (1 + 0,06)}{1988 \cdot 0,06}} = 0,734 \text{ м},$$

а затем по формуле (2) — толщину грунтовой подушки: $H$ = 0,734 − (0,3 + 0,18) = 0,254 м, принимаем $H$ = 0,26 м .

**Ответ.** На основе проведенного расчета окончательно принимаем:

- толщину горизонтальной теплоизоляции из плит ПЕНОПЛЭКС® — 0,18 м;
- ширину теплоизоляционной юбки — 2,45 м;
- толщину грунтовой подушки — 0,26 м.

При этом глубина котлована под ТФМЗ составит: 0,30 +0,18 + 0,26 = 0,74 м.

## Приложение В

## Свойства материалов

### Технические характеристики плит полистирольных вспененных экструзионных ПЕНОПЛЭКС®

| Физико-механические свойства | Ед. измер. | Тип 31С | Тип 35 | Тип 45 |
|---|---|---|---|---|
| Плотность | кг/м$^3$ | 28,0—30,5 | 28,0—38,0 | 38,1—45,0 |
| Прочность на сжатие при 2 %-ной линейной деформации | кПа | 66 | 83 | 167 |
| Модуль упругости | кПа | 14000 | 15000 | 18000 |
| Предел прочности при статическом изгибе | кПа | 400—700 | 400—700 | 400—700 |
| Водопоглощение за 30 суток, не более | % по объему | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Категория стойкости к огню | группа | Г4 | Г1 | Г4 |
| Коэф. теплопроводности при усл. эксплуатации «А» | Вт/(м·°К) | 0,031 | 0,031 | 0,031 |
| Коэф. теплопроводности при усл. эксплуатации «Б» | Вт/(м·°К) | 0,032 | 0,032 | 0,032 |
| Удельная теплоемкость | кДж/(кг·°С) | 1,65 | 1,65 | 1,53 |
| Коэффициент паропроницаемости | мг/(м·ч·Па) | 0,018 | 0,018 | 0,015 |
| Температурный диапазон эксплуатации | °С | −50...+75 | | |
| Долговечность | лет | Более 50 | | |
| Типовые размеры плит: | мм | | | |
| длина | | 1200 | | 2400 |
| ширина | | 600 | | |
| толщина | | 30; 40; 50; 60; 80; 100; 120 | | |

### Физико-механические характеристики некоторых грунтов, используемых для создания грунтовых подушек и засыпки пазух котлованов

| Вид грунта | Характеристики грунта | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Плотность, кг/м$^3$ | Влажность, % | Модуль деформации, кПа | Коэффициент теплопроводности мерзлого грунта, Вт/м·°С |
| Щебень и гравий | 2040 | 7 | 65000 | 2,25 |
| Дресва изверженных пород | 2040 | 10 | 35000 | 2,3 |
| Песок крупный и средний | 1470<br>1680<br>1980<br>1890<br>2200 | 5<br>5<br>10<br>5<br>10 | 35000<br>35000<br>35000<br>35000<br>35000 | 1,62<br>1,10<br>2,20<br>1,51<br>2,90 |
| Гравийно-песчаная и щебеночно-песчаная смесь | 2264<br>1988 | 11<br>6 | 35000<br>35000 | 1,98<br>1,17 |
| Песчано-гравийная и песчано-щебеночная смесь | 2100 | 12 | 35000 | 2,32 |

УДК [69+693.7](083.74)

Ключевые слова: теплоизолированный фундамент мелкого заложения, полистирольные вспененные экструзионные плиты ПЕНОПЛЭКС®, вертикальная и горизонтальная теплоизоляция, индекс мороза, среднегодовая температура воздуха

*ФГУП «НИЦ «Строительство»*

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ИЗ ПЛИТ ПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ВСПЕНЕННЫХ ЭКСТРУЗИОННЫХ ПЕНОПЛЭКС® ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И УСТРОЙСТВЕ МАЛОЗАГЛУБЛЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ**

**СТО 36554501-012-2008**

Ответственная за выпуск *Л.Ф. Калинина*

Подписано в печать 21.04.2008 г. Формат 60×84 1/8.
Печать офсетная. Усл.-печ.л. 2,25.
Тираж 200 экз. Заказ № 815.

*Отпечатано в ОАО «ЦПП»*

gost.e-ecolog.ru