

**ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ  
И ТРУБОПРОВОДОВ**

**Строительные нормы проектирования**

**ЦЕПЛАВАЯ ІЗАЛЯЦЫЯ АБСТАЛЯВАННЯ  
І ТРУБАПРАВОВАЎ**

**Будаўнічыя нормы праектавання**

---

Издание официальное

---

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь  
Минск 2010

**Ключевые слова:** тепловая изоляция, оборудование, трубопроводы, проектирование, материалы, изделия, конструкции

## Предисловие

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

1 РАЗРАБОТАН научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»), техническим комитетом по стандартизации в области архитектуры и строительства «Теплоэнергетическое оборудование зданий и сооружений» (ТКС 06)

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

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 29 декабря 2009 г. № 441

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящий технический кодекс установившейся практики входит в блок 4.02 «Теплоснабжение и холодоснабжение, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой на территории Республики Беларусь СНиП 2.04.14-88, кроме раздела 3 и приложений 1, 9, 11)

© Минстройархитектуры, 2010

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

## Содержание

1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения .....	2
4 Общие положения .....	3
5 Требования к материалам и конструкциям тепловой изоляции .....	4
6 Проектирование тепловой изоляции.....	7
Приложение А (обязательное) Предельная толщина теплоизоляционного слоя в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.....	24
Приложение Б (обязательное) Определение толщины и объема теплоизоляционных изделий из уплотняющихся материалов .....	25
Библиография .....	26



## ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

**ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ**  
Строительные нормы проектирования**ЦЕПЛАВАЯ ІЗОЛЯЦЫЯ АБСТАЛЯВАННЯ І ТРУБАПРАВОВАЎ**  
Будаўнічыя нормы праектаванняThermal insulation of equipment and pipelines  
Building codes of design

Дата введения 2010-07-01

**1 Область применения**

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее — технический кодекс) распространяется на тепловую изоляцию оборудования и трубопроводов и устанавливает строительные нормы ее проектирования для наружных поверхностей оборудования, трубопроводов и воздухопроводов в зданиях, сооружениях и наружных установках с температурой содержащихся в них веществ от минус 180 °С до 600 °С, в том числе трубопроводов тепловых сетей при всех способах прокладки.

Требования настоящего технического кодекса являются обязательными при проектировании тепловой изоляции оборудования, технологических трубопроводов зданий и сооружений и инженерных коммуникаций при новом строительстве, реконструкции и капитальном ремонте.

Настоящий технический кодекс не распространяется на проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, содержащих и транспортирующих взрывчатые вещества, изотермических хранилищ сжиженных газов, зданий и помещений для производства и хранения взрывчатых веществ, атомных электростанций и установок.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее — ТНПА):<sup>1)</sup>

ТКП 45-4.02-89-2007 (02250) Тепловые сети бесканальной прокладки из стальных труб, предварительно термоизолированных пенополиуретаном в полиэтиленовой оболочке. Правила проектирования и монтажа

ТКП 45-4.02-129-2009 (02250) Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Правила расчета СТБ 943-2007 Грунты. Классификация

СТБ 1295-2001 Трубы стальные предварительно термоизолированные пенополиуретаном. Технические условия

ГОСТ 618-73 Фольга алюминиевая для технических целей. Технические условия

ГОСТ 4640-93 Вата минеральная. Технические условия

ГОСТ 9438-97 Пленка поливинилбутиральная клеящая. Технические условия

ГОСТ 10296-79 Изол. Технические условия

ГОСТ 10354-82 Пленка полиэтиленовая. Технические условия

ГОСТ 17314-81 Устройства для крепления тепловой изоляции стальных сосудов и аппаратов. Конструкция и размеры. Технические требования

<sup>1)</sup> СНБ имеют статус технического нормативного правового акта на переходный период до их замены техническими нормативными правовыми актами, предусмотренными Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

ГОСТ 25951-83 Пленка полиэтиленовая термоусадочная. Технические условия  
СНБ 2.02.01-98 Пожарно-техническая классификация зданий, строительных конструкций и материалов.

*Примечание* — При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по Перечню технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства, действующих на территории Республики Беларусь, и каталогу, составленным по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяются следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 плотность теплоизоляционного материала, кг/м<sup>3</sup>:** Величина, определяемая отношением массы материала ко всему занимаемому им объему, включая поры и пустоты.

**3.2 коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К):** Количество теплоты, передаваемое за единицу времени через единицу площади изотермической поверхности при температурном градиенте, равном единице.

**3.3 расчетная теплопроводность, Вт/(м·К):** Коэффициент теплопроводности теплоизоляционного материала в эксплуатационных условиях с учетом его температуры, влажности, монтажного уплотнения и наличия швов в теплоизоляционной конструкции.

**3.4 паропроницаемость, мг/(м·ч·Па):** Способность материала пропускать водяные пары, содержащиеся в воздухе, под действием разности их парциальных давлений на противоположных поверхностях слоя материала.

**3.5 температуростойкость:** Способность материала сохранять механические свойства при повышении или понижении температуры.

*Примечание* — Температуростойкость характеризуется предельными температурами применения, при которых в материале обнаруживаются неупругие деформации (при повышении температуры) или разрушение структуры (при понижении температуры) под сжимающей нагрузкой.

**3.6 уплотнение теплоизоляционных материалов:** Монтажная характеристика, определяющая плотность теплоизоляционного материала после его установки в проектное положение в конструкции.

*Примечание* — Уплотнение материалов характеризуется коэффициентом уплотнения, значение которого определяется отношением объема материала или изделия к его объему в конструкции.

**3.7 теплоизоляционная конструкция:** Конструкция, состоящая из одного или нескольких слоев теплоизоляционного материала (изделия), покровного слоя и элементов крепления.

*Примечание* — В состав теплоизоляционной конструкции могут входить пароизоляционный, предохранительный и выравнивающий слои.

**3.8 многослойная теплоизоляционная конструкция:** Теплоизоляционная конструкция, состоящая из двух и более слоев различных теплоизоляционных материалов.

**3.9 покровный слой:** Элемент конструкции, устанавливаемый по наружной поверхности тепловой изоляции для защиты от механических повреждений и воздействия окружающей среды.

**3.10 пароизоляционный слой:** Элемент теплоизоляционной конструкции оборудования и трубопроводов с температурой ниже температуры окружающей среды, предохраняющий теплоизоляционный слой от проникновения в него паров воды вследствие разности парциальных давлений пара у холодной поверхности и в окружающей среде.

**3.11 предохранительный слой:** Элемент теплоизоляционной конструкции, входящий, как правило, в состав теплоизоляционной конструкции для оборудования и трубопроводов с температурой поверхности ниже температуры окружающей среды с целью защиты пароизоляционного слоя от механических повреждений.

**3.12 температурные деформации:** Тепловое расширение или сжатие изолируемой поверхности и элементов конструкции под воздействием изменения температурных условий при монтаже и эксплуатации изолируемого объекта.

**3.13 выравнивающий слой:** Элемент теплоизоляционной конструкции, выполняемый из упругих рулонных или листовых материалов, устанавливается под мягкий покровный слой (например, из лако-стеклоткани) для выравнивания формы поверхности.

**3.14 плотность теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>:** Количество теплоты, проходящее в единицу времени через изотермическую поверхность, отнесенное к единице площади.

## 4 Общие положения

**4.1** При проектировании тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, кроме требований настоящего технического кодекса, следует соблюдать требования к тепловой изоляции, содержащиеся в нормах технологического проектирования различных отраслей промышленности и других ТНПА, утвержденных в установленном порядке.

**4.2** Теплоизоляционная конструкция должна обеспечивать расчетный уровень тепловых потерь оборудованием и трубопроводами, безопасную для человека температуру их наружных поверхностей, требуемые параметры транспортируемой среды при эксплуатации.

**4.3** Конструкции тепловой изоляции трубопроводов и оборудования должны отвечать требованиям:

- энергоэффективности — иметь оптимальное соотношение между стоимостью теплоизоляционной конструкции и стоимостью тепловых потерь через изоляцию в течение расчетного срока эксплуатации;
- эксплуатационной надежности и долговечности — выдерживать без снижения теплозащитных свойств и разрушения эксплуатационные, температурные, механические, химические и другие воздействия в течение расчетного срока эксплуатации;
- безопасности для окружающей среды и обслуживающего персонала при эксплуатации.

Материалы, используемые в теплоизоляционных конструкциях, не должны выделять в процессе эксплуатации вредные, пожароопасные и взрывоопасные, неприятно пахнущие вещества в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации, а также болезнетворные бактерии, вирусы и грибки.

**4.4** При выборе материалов и изделий, входящих в состав теплоизоляционных конструкций для поверхностей с положительными температурами (20 °С и выше), следует учитывать следующие факторы:

- месторасположение изолируемого объекта;
- температуру изолируемой поверхности;
- температуру окружающей среды;
- требования пожарной безопасности;
- агрессивность окружающей среды или веществ, содержащихся в изолируемых объектах;
- коррозионное воздействие;
- материал поверхности изолируемого объекта;
- допустимые нагрузки на изолируемую поверхность;
- наличие вибрации и ударных воздействий;
- требуемую долговечность теплоизоляционной конструкции;
- санитарно-гигиенические требования;
- температуру применения теплоизоляционного материала;
- теплопроводность теплоизоляционного материала;
- температурные деформации изолируемых поверхностей;
- конфигурацию и размеры изолируемой поверхности;
- условия монтажа (стесненность, высотность, сезонность и др.).

Теплоизоляционная конструкция трубопроводов тепловых сетей подземной бесканальной прокладки должна выдерживать без разрушения:

- воздействие грунтовых вод;
- нагрузки от массы вышележащего грунта и от проходящего транспорта.

При выборе теплоизоляционных материалов и конструкций для поверхностей с температурой ниже 20 °С дополнительно следует учитывать относительную влажность окружающего воздуха, а также влажность и паропроницаемость теплоизоляционного материала.

**4.5** В состав конструкции тепловой изоляции для поверхностей с положительной температурой в качестве обязательных элементов должны входить:

- теплоизоляционный слой;
- покровный слой;
- элементы крепления.

**4.6** В состав конструкции тепловой изоляции для поверхностей с отрицательной температурой в качестве обязательных элементов должны входить:

- теплоизоляционный слой;
- пароизоляционный слой;
- покровный слой;
- элементы крепления.

Пароизоляционный слой следует предусматривать при температуре изолируемой поверхности ниже 12 °С. Необходимость устройства пароизоляционного слоя при температуре 12 °С и выше следует предусматривать для оборудования и трубопроводов с температурой ниже температуры окружающей среды, если расчетная температура изолируемой поверхности ниже температуры точки росы при расчетном давлении и влажности окружающего воздуха.

Необходимость установки пароизоляционного слоя в конструкции тепловой изоляции для поверхностей с переменным температурным режимом (от положительной к отрицательной температуре и наоборот) определяется расчетом для исключения накопления влаги в теплоизоляционной конструкции.

Антикоррозионные покрытия изолируемой поверхности не входят в состав теплоизоляционных конструкций.

4.7 В зависимости от применяемых конструктивных решений в состав конструкции дополнительно могут входить слои:

- выравнивающий;
- предохранительный.

Предохранительный слой следует предусматривать при применении металлического покровного слоя для предотвращения повреждения пароизоляционных материалов.

## 5 Требования к материалам и конструкциям тепловой изоляции

5.1 В конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с температурой содержащихся в них веществ в диапазоне от 20 °С до 300 °С для всех способов прокладки, кроме подземной бесканальной, следует применять теплоизоляционные материалы и изделия плотностью не более 200 кг/м<sup>3</sup> и с коэффициентом теплопроводности в сухом состоянии не более 0,06 Вт/(м·К) при средней температуре 25 °С.

5.2 В качестве первого теплоизоляционного слоя многослойных конструкций тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с температурой содержащихся в них веществ 300 °С и выше допускается применять теплоизоляционные материалы и изделия плотностью не более 350 кг/м<sup>3</sup> и с коэффициентом теплопроводности при средней температуре 300 °С не более 0,12 Вт/(м·К).

5.3 В качестве второго и последующих теплоизоляционных слоев конструкций тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с температурой содержащихся в них веществ 300 °С и выше для всех способов прокладки, кроме бесканальной, следует применять теплоизоляционные материалы и изделия плотностью не более 200 кг/м<sup>3</sup> и с коэффициентом теплопроводности при средней температуре 125 °С не более 0,08 Вт/(м·К).

5.4 При бесканальной прокладке трубопроводов тепловых сетей следует применять материалы плотностью не более 400 кг/м<sup>3</sup> и с коэффициентом теплопроводности не более 0,07 Вт/(м·К) при температуре 25 °С и влажности, указанной в соответствующих государственных стандартах и технических условиях.

5.5 Для теплоизоляционного слоя оборудования и трубопроводов с отрицательной температурой следует применять теплоизоляционные материалы и изделия плотностью не более 200 кг/м<sup>3</sup> и с расчетной теплопроводностью в конструкции не более 0,05 Вт/(м·К) — при температуре веществ минус 40 °С и выше и не более 0,04 Вт/(м·К) — при температуре ниже минус 40 °С.

5.6 При выборе материала теплоизоляционного слоя поверхности температурой ниже 20 °С следует относиться к поверхностям с отрицательными температурами.

5.7 Конструкция тепловой изоляции трубопроводов при бесканальной прокладке должна обладать прочностью на сжатие не менее 0,4 МПа.

При бесканальной прокладке тепловых сетей следует применять трубы стальные предварительно термоизолированные пенополиуретаном в полиэтиленовой оболочке по СТБ 1295, а монтаж вести в соответствии с ТКП 45-4.02-89.

При технико-экономическом обосновании допускается применение предварительно изолированных труб, изготовленных по другим ТНПА, с учетом допустимой температуры применения материалов и температурного графика работы тепловых сетей.

Применение засыпной изоляции трубопроводов при подземной прокладке в каналах и бесканально не допускается.

5.8 При бесканальной прокладке предварительно изолированные трубопроводы с изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке должны быть снабжены системой дистанционного контроля влажности изоляции.



**5.9** Не допускается применять асбестовые теплоизоляционные материалы для конструкций тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами.

**5.10** При выборе теплоизоляционных материалов и покровных слоев следует учитывать стойкость элементов теплоизоляционной конструкции к химически агрессивным факторам окружающей среды, включая возможное воздействие веществ, содержащихся в изолируемом объекте.

Не допускается применение теплоизоляционных материалов, содержащих органические вещества, для изоляции конструкций оборудования и трубопроводов, содержащих сильные окислители (жидкий кислород).

Для металлических покрытий необходимо предусматривать антикоррозионную защиту или выбирать материал, не подверженный воздействию агрессивной среды.

**5.11** Для оборудования и трубопроводов, подвергающихся ударным воздействиям и вибрации, рекомендуется применять теплоизоляционные изделия на основе базальтового супертонкого или асбестового волокна.

Для объектов, подвергающихся вибрации, при применении штукатурных защитных покрытий следует предусматривать оклейку штукатурного защитного покрытия с последующей окраской.

**5.12** При проектировании объектов с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями к содержанию пыли в воздухе помещений в конструкциях тепловой изоляции не допускается применение материалов, загрязняющих воздух в помещениях.

Допускается применение теплоизоляционных изделий на основе минеральной ваты вида ВМСТ и ВМТ по ГОСТ 4640, с диаметром волокна не более 5 мкм, или изделий из супертонкого стекловолокна в обкладках с обеих сторон из стеклянной или кремнеземной ткани и под герметичным защитным покрытием.

**5.13** В конструкциях тепловой изоляции, предназначенных для обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции, в качестве покровного слоя рекомендуется применять материалы со степенью черноты не ниже 0,9 (с коэффициентом излучения не ниже  $5,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ ).

**5.14** Не допускается применение металлического покровного слоя при подземной бесканальной прокладке и прокладке трубопроводов в непроходных каналах.

Покровный слой из тонколистового металла с наружным полимерным покрытием не допускается применять в местах, подверженных прямому воздействию солнечных лучей.

**5.15** Покровный слой допускается не предусматривать в теплоизоляционных конструкциях на основе изделий из волокнистых материалов с покрытием (кашированных) из алюминиевой фольги или стеклоткани (стеклохолста, стеклорогожи) и вспененного синтетического каучука для изолируемых объектов, расположенных в помещениях (кроме тоннелей, подвалов, чердаков, случаев, оговоренных в 5.18, и при канальной прокладке трубопроводов).

**5.16** Число слоев пароизоляционного материала в теплоизоляционных конструкциях для оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами содержащихся в них веществ следует принимать по таблице 1.

**5.17** При применении теплоизоляционных материалов из вспененных полимеров с закрытыми порами необходимость использования пароизоляционного слоя должна быть обоснована.

Таблица 1

Пароизоляционный материал	Толщина, мм	Число слоев пароизоляционного материала и теплоизоляционной конструкции в зависимости от температуры изолируемой поверхности и срока эксплуатации					
		от 19 °С до минус 60 °С		от минус 61 °С до минус 100 °С		ниже минус 100 °С	
		8 лет	12 лет	8 лет	12 лет	8 лет	12 лет
Пленка полиэтиленовая по ГОСТ 10354	0,15–0,20	2	2	2	2	3	—
Пленка поливинилбутиральная клеящая по ГОСТ 9438	0,21–0,30	1	2	2	2	2	3
Пленка полиэтиленовая термоусадочная по ГОСТ 25951	0,31–0,50	1	1	1	1	—	2

Окончание таблицы 1

Пароизоляционный материал	Толщина, мм	Число слоев пароизоляционного материала и теплоизоляционной конструкции в зависимости от температуры изолируемой поверхности и срока эксплуатации					
		от 19 °С до минус 60 °С		от минус 61 °С до минус 100 °С		ниже минус 100 °С	
		8 лет	12 лет	8 лет	12 лет	8 лет	12 лет
Фольга алюминиевая по ГОСТ 618	0,06–0,10	1	2	2	2	2	2
Изол по ГОСТ 10296	2	1	2	2	2	2	2
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Допускается применение других материалов, обеспечивающих уровень сопротивления паропрооницанию не ниже, чем у приведенных в таблице.</p> <p>2 Для материалов с закрытыми порами, имеющих коэффициент паропрооницаемости менее 0,1 мг/(м·ч·Па), во всех случаях принимается один пароизоляционный слой.</p>							

**5.18** Теплоизоляционные конструкции из материалов с группами горючести Г3 и Г4 не допускается предусматривать для оборудования и трубопроводов, расположенных:

- а) в зданиях, кроме зданий VII, VIII степеней огнестойкости, многоквартирных жилых домов и охлаждаемых помещений холодильников;
- б) в наружных технологических установках, кроме отдельно стоящего оборудования;
- в) на эстакадах, галереях и в тоннелях при наличии кабелей или трубопроводов, транспортирующих горючие вещества.

При этом допускается применение горючих материалов группы Г3 или Г4 для:

- 1) пароизоляционного слоя толщиной не более 2 мм;
- 2) слоя окраски или пленки толщиной не более 0,4 мм;
- 3) покровного слоя трубопроводов, расположенных в технических подвальных этажах и подпольях с выходом только наружу в зданиях I и II степеней огнестойкости при устройстве вставок длиной 3 м из негорючих материалов не более чем через 30 м длины трубопровода;
- 4) теплоизоляционного слоя из пенополиуретана в негорючей оболочке в наружных технологических установках, тоннелях и камерах.

Покровный слой из слабогорючих материалов групп Г1 и Г2, применяемых для наружных технологических установок высотой 6 м и более, должен быть на основе ткани из минерального или стеклянного волокна.

**5.19** Тепловая изоляция трубопроводов и оборудования должна соответствовать требованиям безопасности и защиты окружающей среды.

Для трубопроводов надземной прокладки при применении теплоизоляционных конструкций из горючих материалов групп Г3 и Г4 следует предусматривать:

- вставки длиной 3 м из негорючих материалов не более чем через 100 м длины трубопровода;
- участки теплоизоляционных конструкций из негорючих материалов на расстоянии не менее 5 м от технологических установок, содержащих горючие газы и жидкости.

Допускается не предусматривать вставки из негорючих материалов при применении теплоизоляционных конструкций из горючих материалов в негорючей оболочке.

При пересечении трубопроводом конструкций с нормируемым пределом огнестойкости следует предусматривать теплоизоляционные конструкции из негорючих материалов.

Пожарно-техническую классификацию теплоизоляционных конструкций трубопроводов тепловых сетей определяют по СНБ 2.02.01.

**5.20** Для элементов оборудования и трубопроводов, требующих в процессе эксплуатации систематического наблюдения, следует предусматривать сборно-разборные съемные теплоизоляционные конструкции.

Съемные теплоизоляционные конструкции должны применяться для изоляции люков, фланцевых соединений, арматуры, сальниковых и сильфонных компенсаторов трубопроводов, а также в местах измерений и проверки состояния изолируемых поверхностей.

**5.21** Изделия из минеральной и стеклянной ваты, применяемые в качестве теплоизоляционного слоя для трубопроводов подземной канальной прокладки, должны быть гидрофобизированы.

Не допускается применение теплоизоляционных материалов, подверженных деструкции при взаимодействии с влагой (мастичная изоляция, известково-кремнеземистые, перлитцементные и совелитовые изделия).

## 6 Проектирование тепловой изоляции

### 6.1 Определение толщины теплоизоляционного слоя по нормированной плотности теплового потока

Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность, приведенные в таблицах 2–12, учитывают изменение стоимости теплоизоляционной конструкции в зависимости от способа прокладки трубопроводов (мест установки оборудования) для Республики Беларусь.

**6.1.1** Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность следует принимать не более указанных в таблицах:

а) для оборудования и трубопроводов с положительными температурами, расположенных:

1) на открытом воздухе — по таблицам 2 и 3;

2) в помещении — по таблицам 4 и 5;

б) для оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами, расположенных:

1) на открытом воздухе — по таблице 6;

2) в помещении — по таблице 7;

в) при прокладке в непроходных каналах:

1) для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей — по таблицам 8 и 9;

2) для паропроводов с конденсатопроводами при их совместной прокладке в непроходных каналах — по таблице 10;

3) для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке — по таблицам 11 и 12;

4) для плоской и цилиндрической поверхностей с условным проходом более 1400 мм — по таблицам 2–7;

5) для цилиндрической поверхности с условным проходом 1400 мм и менее — по таблицам 2–12.

При проектировании тепловой изоляции для технологических трубопроводов нормы плотности теплового потока следует принимать как для трубопроводов, прокладываемых на открытом воздухе.

**Таблица 2 — Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для оборудования и трубопроводов при расположении на открытом воздухе и продолжительности работы более 5000 ч в год**

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при средней температуре теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
15	4	9	17	25	35	45	56	68	81	93	108	123	139
20	4	10	19	28	39	50	62	75	88	102	118	134	150
25	5	11	20	31	42	54	67	81	94	110	127	143	161
40	5	12	23	35	47	60	75	89	105	122	140	159	179
50	6	14	26	38	51	66	81	97	114	132	151	171	193
65	7	16	29	43	58	74	89	107	126	145	167	189	211
80	8	17	31	46	62	78	95	114	134	154	177	200	223
100	9	19	34	50	67	85	103	123	145	166	190	214	240
125	10	21	38	55	74	92	115	137	160	184	210	234	264

150	11	24	42	61	80	100	126	150	175	201	230	255	288
-----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Окончание таблицы 2

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при средней температуре теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
200	14	30	52	75	98	121	153	180	210	239	271	302	339
250	16	35	60	86	113	139	171	202	234	267	301	338	375
300	18	40	68	97	126	156	189	222	256	293	329	369	409
350	22	45	76	107	139	172	206	242	278	317	357	399	441
400	25	49	83	116	151	186	221	260	298	340	340	426	471
450	27	54	90	126	162	199	237	278	319	362	406	453	500
500	30	58	97	135	174	214	254	297	340	386	433	482	533
600	34	67	111	153	196	240	284	331	380	429	481	534	589
700	38	75	124	169	216	263	312	362	414	468	523	580	639
800	43	83	137	188	237	289	342	396	452	510	569	631	694
900	47	91	150	205	259	315	372	430	490	551	615	680	748
1000	52	100	163	222	282	341	401	464	528	593	661	730	802
1200	62	117	190	257	324	391	459	528	600	673	748	825	926
1400	72	133	216	292	365	441	516	591	672	752	834	920	1050
Более 1400 и плоские поверхности	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>												
	16	27	42	55	67	78	90	101	111	135	154	175	193

*Примечание* — Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

Таблица 3 — Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для оборудования и трубопроводов при расположении на открытом воздухе и продолжительности работы 5000 ч в год и менее

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при средней температуре теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
15	4	10	18	28	38	49	61	74	86	101	116	132	148
20	5	11	21	31	42	54	67	80	95	111	126	144	162
25	5	12	23	34	46	59	73	87	103	119	136	155	173
40	6	14	26	39	52	67	81	98	115	133	152	172	193
50	7	16	29	43	57	73	89	106	125	144	165	186	209
65	8	18	33	48	65	81	99	119	139	160	182	206	230
80	9	20	36	52	69	87	106	127	148	170	194	219	244
100	10	22	39	57	75	95	115	137	160	185	209	236	263

125	12	25	44	63	83	112	135	160	186	213	241	272	302
150	13	27	48	69	91	122	147	174	202	232	262	293	327

Окончание таблицы 3

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при средней температуре теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
200	16	34	59	82	108	144	174	204	237	270	305	342	379
250	19	39	66	94	123	164	197	231	266	303	341	381	423
300	22	44	75	105	137	182	217	255	293	334	375	418	263
350	27	53	91	127	162	200	238	279	320	364	408	354	501
400	30	59	99	138	176	217	257	301	345	391	438	487	537
450	33	64	108	149	190	233	277	323	369	418	468	520	574
500	35	70	117	161	205	251	297	346	395	447	500	555	613
600	41	81	134	184	233	283	335	388	444	500	559	619	680
700	47	90	149	203	258	312	369	427	486	548	610	675	741
800	53	102	165	225	285	345	406	468	533	600	667	737	809
900	59	112	183	248	312	376	442	510	580	651	724	799	875
1000	64	123	199	269	339	408	479	552	626	702	780	860	941
1200	75	145	233	313	393	471	551	633	716	796	889	978	1068
1400	86	166	266	356	446	534	623	713	805	890	997	1096	1195
Более 1400 и плоские поверхности	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>												
	20	36	55	71	86	100	113	126	142	159	175	192	206
<i>Примечание</i> — Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.													

Таблица 4 — Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для оборудования и трубопроводов с положительными температурами при расположении в помещении и продолжительности работы более 5000 ч в год

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при средней температуре теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
15	6	14	23	33	43	54	66	79	92	106	121	137
20	7	16	26	37	48	60	73	86	101	116	133	149
25	8	18	28	40	52	65	79	93	109	125	142	160
40	9	21	32	45	59	73	88	104	121	139	158	178
50	10	23	36	50	64	80	95	113	132	150	171	192
65	12	26	41	56	72	88	106	126	145	165	189	211
80	13	28	44	60	77	94	113	134	154	177	199	224
100	14	31	48	65	84	102	123	145	167	191	215	241

125	16	35	53	72	91	112	135	157	182	208	234	262
150	18	38	58	79	99	122	146	170	197	223	252	281

Окончание таблицы 4

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при средней температуре теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
200	22	46	70	92	117	143	170	198	227	259	290	324
250	26	53	79	105	133	160	191	222	254	288	323	359
300	29	60	87	117	147	177	210	243	278	314	353	391
350	33	66	96	128	160	193	228	264	302	340	381	423
400	36	72	105	138	172	208	245	283	323	364	406	451
450	39	78	113	149	185	223	262	302	344	388	432	479
500	43	83	122	160	198	239	279	323	366	413	460	508
600	49	95	138	179	223	267	312	359	408	457	510	563
700	55	106	152	198	245	292	341	391	444	497	552	610
800	61	117	168	218	268	319	373	427	482	541	600	661
900	67	129	184	237	292	347	404	462	522	584	647	711
1000	74	140	199	257	315	374	434	497	560	625	693	761
1200	87	163	231	297	363	429	497	567	638	710	785	862
1400	100	185	263	336	411	483	560	637	716	794	877	962
Более 1400 и плоские поверхности	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>											
	20	38	54	68	81	93	106	118	130	141	153	165
<i>Примечание</i> — Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.												

Таблица 5 — Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для оборудования и трубопроводов с положительными температурами при расположении в помещении и продолжительности работы 5000 ч в год и менее

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при средней температуре теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
15	6	16	25	35	46	58	71	84	98	113	129	145
20	7	18	28	40	52	65	79	92	108	125	141	159
25	8	20	31	43	56	70	84	100	117	134	152	172
40	10	23	36	49	64	79	95	113	130	150	170	191
50	11	25	40	54	70	86	104	123	142	163	184	207
65	13	29	45	62	78	97	117	137	159	181	205	229
80	14	32	49	66	84	104	125	146	169	192	218	243
100	16	35	54	73	92	114	136	159	184	209	236	263

125	18	39	60	80	102	125	149	174	200	228	257	287
150	21	44	66	88	112	136	162	190	218	247	278	310

Окончание таблицы 5

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при средней температуре теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
200	26	53	79	106	133	161	192	222	254	288	323	359
250	30	62	91	121	151	183	215	250	286	322	361	401
300	34	69	102	135	168	203	238	275	315	354	396	439
350	38	76	112	147	184	221	260	300	342	386	430	476
400	42	84	122	160	199	239	281	324	368	413	461	510
450	46	91	133	173	215	257	301	347	393	442	491	544
500	51	99	142	187	230	276	323	370	421	472	525	579
600	58	113	162	212	260	310	363	415	470	526	585	644
700	64	126	180	233	287	341	398	455	514	575	637	701
800	72	139	200	258	317	375	436	498	562	628	695	763
900	80	154	219	282	345	409	474	541	609	679	752	825
1000	88	168	238	306	374	442	513	584	656	731	807	886
1200	104	197	278	355	433	511	591	670	752	838	923	1011
1400	120	225	318	403	491	580	668	756	848	944	1038	1135
Более 1400 и плоские поверхности	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>											
	26	46	63	78	92	105	119	132	145	158	171	190
<i>Примечание</i> — Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.												

Таблица 6 — Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами при расположении на открытом воздухе

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при средней температуре теплоносителя, °С											
	0	-10	-20	-40	-60	-80	-100	-120	-140	-160	-180	
20	3	3	4	6	7	9	10	12	14	16	17	
25	3	4	5	6	8	9	11	12	15	17	18	
40	4	5	5	7	9	10	12	13	16	18	19	
50	5	5	6	8	10	11	13	14	16	19	20	
65	6	6	7	9	11	13	14	16	18	20	21	
80	6	6	8	10	12	14	15	17	19	21	22	
100	7	7	9	11	13	15	17	18	20	22	23	
125	8	8	9	12	14	16	18	20	21	24	25	

150	8	9	10	13	15	17	19	21	23	26	27
200	10	10	12	16	18	20	23	25	27	29	31
250	11	12	14	18	20	23	26	27	31	33	35

Окончание таблицы 6

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при средней температуре теплоносителя, °С										
	0	-10	-20	-40	-60	-80	-100	-120	-140	-160	-180
300	12	13	16	20	22	25	28	30	34	36	38
350	14	15	18	22	24	27	30	33	36	38	41
400	16	16	2	23	26	29	32	34	38	40	43
450	17	18	21	26	28	31	34	37	39	42	45
500	19	21	23	27	30	33	36	38	41	44	46
Криволинейные поверхности диаметром более 600 и плоские	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>										
	11	12	12	13	13	14	15	15	16	17	17
<i>Примечание</i> — Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.											

Таблица 7 — Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами при расположении в помещении

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, при средней температуре теплоносителя, °С										
	0	-10	-20	-40	-60	-80	-100	-120	-140	-160	-180
20	5	6	6	7	9	10	12	14	15	16	18
25	6	7	7	8	10	11	12	14	16	17	20
40	7	7	8	9	11	12	13	16	17	19	21
50	7	8	9	10	12	13	14	17	19	20	22
65	8	9	9	11	13	14	16	18	20	21	23
80	9	9	10	12	13	15	17	19	20	22	24
100	10	10	11	13	14	16	18	20	21	23	25
125	11	11	12	14	16	18	20	21	23	26	27
150	12	13	13	16	17	20	21	23	25	27	30
200	15	16	16	19	21	23	25	27	30	31	34
250	16	17	19	20	23	26	27	30	33	36	38
300	19	20	21	23	26	29	31	34	37	39	41
350	21	22	23	26	29	32	34	36	38	41	44
400	23	24	26	28	30	34	36	38	41	44	46
450	25	27	28	30	33	35	37	40	42	45	48
500	28	29	30	33	35	37	40	42	45	47	49



Криволинейные поверхности диаметром более 600 и плоские	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>										
	15	16	16	16	16	16	17	17	18	18	18
<i>Примечание</i> — Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.											

**Таблица 8 — Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и продолжительности работы более 5000 ч в год**

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопровода при среднегодовой температуре теплоносителя, °С					
	подающего	обратного	подающего	обратного	подающего	обратного
	65	50	90	50	110	50
25	11	8	16	7	19	6
32	12	8	16	8	20	7
40	12	9	18	8	22	8
50	14	10	19	9	24	8
65	16	11	23	10	27	9
80	17	12	24	11	30	10
100	19	13	28	12	32	10
125	21	14	28	12	33	11
150	22	15	30	13	37	12
200	26	18	36	15	45	14
250	30	20	43	17	51	16
300	33	22	47	19	56	16
350	37	25	50	20	63	18
400	39	26	55	22	67	19
450	45	29	62	24	71	20
500	46	30	65	26	78	22
600	53	33	73	28	88	23
700	59	37	84	29	101	25
800	67	40	93	30	108	27
900	71	44	99	36	122	29
1000	78	48	104	38	127	32
1200	95	53	122	43	152	35
1400	101	55	140	46	167	38
<i>Примечания</i>						
1 Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65 °С/50 °С, 90 °С/50 °С и 110 °С/50 °С соответствуют температурным графикам: 95 °С/70 °С, 150 °С/70 °С и 180 °С/70 °С.						
2 Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.						

**Таблица 9 — Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и продолжительности работы 5000 ч в год и менее**

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопровода при среднегодовой температуре теплоносителя, °С					
	подающего	обратного	подающего	обратного	подающего	обратного
	65	50	90	50	110	50
25	12	8	18	8	21	7
32	13	9	18	8	22	8
40	14	10	20	9	24	8
50	15	10	22	10	27	9
65	18	13	25	11	31	10
80	20	14	27	12	34	10
100	22	15	31	13	38	12
125	23	16	33	14	41	12
150	25	18	36	15	43	13
200	32	21	44	18	55	16
250	36	23	50	20	62	17
300	41	27	58	21	68	19
350	45	29	61	23	77	20
400	50	31	72	25	81	20
450	51	33	74	26	89	21
500	58	36	83	29	110	22
600	65	39	92	30	113	23
700	71	42	107	31	122	25
800	86	48	119	32	140	28
900	91	50	125	38	153	29
1000	100	52	131	39	164	33
1200	122	57	169	44	197	36
1400	134	60	187	46	212	39

*Примечание* — См. примечания к таблице 8.

**Таблица 10 — Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность паропроводов с конденсатопроводами при их совместной прокладке в непроходных каналах**

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С					
	115	100	150	100	200	100

паро-провода	конденсато-провода	Паро-провод	Конденсато-провод	Паро-провод	Конденсато-провод	Паро-провод	Конденсато-провод
25	25	24	18	31	18	42	18
32	25	25	18	33	18	45	18
40	25	26	19	34	19	46	19

Продолжение таблицы 10

Условный проход трубопровода, мм		Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С					
		115	100	150	100	200	100
паро-провода	конденсато-провода	Паро-провод	Конденсато-провод	Паро-провод	Конденсато-провод	Паро-провод	Конденсато-провод
50	25	29	19	37	19	53	19
65	32	33	22	44	21	60	22
80	40	38	23	48	23	63	23
100	40	40	23	51	23	68	23
125	50	44	25	55	25	73	24
150	70	48	28	59	28	80	27
200	80	55	30	69	30	91	29
250	100	62	32	77	32	102	32
300	125	68	35	85	34	113	34
350	150	75	39	92	38	121	38
400	180	80	44	101	44	133	44
450	200	86	46	106	46	138	46
500	250	91	52	111	51	147	51
600	300	102	57	125	56	161	56
700	300	111	57	136	56	176	57
800	300	120	57	147	56	188	56
25	25	52	18	66	18	81	18
32	25	56	18	71	18	86	18
40	25	60	19	75	19	90	19
50	25	66	19	81	19	98	19
65	32	73	22	90	21	107	21
80	40	79	22	95	22	112	22
100	40	83	22	101	22	121	22
125	50	89	24	109	24	129	24
150	70	96	27	118	26	145	27
200	80	111	29	134	29	157	30
250	100	121	32	149	32	178	32
300	125	136	34	163	34	189	34

350	150	146	38	173	37	204	37
400	180	160	43	185	42	221	42
450	200	165	45	198	45	230	45
500	250	175	50	209	50	249	49

Окончание таблицы 10

Условный проход трубопровода, мм		Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопроводов при расчетной температуре теплоносителя, °С					
		115	100	150	100	200	100
паро-провода	конденсато-провода	Паро-провод	Конденсато-провод	Паро-провод	Конденсато-провод	Паро-провод	Конденсато-провод
600	300	194	55	230	55	269	54
700	300	206	55	247	54	287	53
800	300	223	55				

*Примечание* — Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

Таблица 11 — Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность трубопроводов двухтрубных водяных сетей при подземной бесканальной прокладке и продолжительности работы более 5000 ч в год

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопровода при среднегодовой температуре теплоносителя, °С			
	подающего	обратного	подающего	обратного
	65	50	90	50
25	25	19	34	19
32	27	21	36	20
40	28	22	38	21
50	31	24	41	22
65	34	26	46	25
80	35	27	46	26
100	37	29	49	27
125	40	31	55	30
150	46	35	61	33
200	50	38	67	37
250	55	42	73	39
300	60	45	79	43
350	65	49	85	46
400	69	52	92	48
450	73	55	98	51
500	80	59	104	55
600	89	66	118	61

700	96	71	129	65
800	106	77	141	71
900	115	83	150	75
1000	123	89	163	80

## Окончание таблицы 11

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопровода при среднегодовой температуре теплоносителя, °С			
	подающего	обратного	подающего	обратного
	65	50	90	50
1200	140	100	185	90
1400	158	111	209	100

*Примечания*

1 Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65 °С/50 °С и 90 °С/50 °С соответствуют температурным графикам: 95 °С/70 °С и 150 °С/70 °С.

2 Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

**Таблица 12 — Нормы линейной плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов двухтрубных водяных сетей при подземной бесканальной прокладке и продолжительности работы 5000 ч в год и менее**

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопровода при среднегодовой температуре теплоносителя, °С			
	подающего	обратного	подающего	обратного
	65	50	90	50
25	28	21	37	20
32	29	22	39	21
40	30	24	42	23
50	34	26	46	24
65	38	29	51	28
80	39	30	52	28
100	42	32	56	31
125	46	35	61	33
150	52	40	69	37
200	58	45	76	41
250	63	48	84	45
300	69	52	92	48
350	76	57	100	52
400	82	61	106	55
450	88	65	114	59
500	93	69	123	63
600	106	78	140	71

700	118	85	153	75
800	127	92	170	82
900	138	99	183	87
1000	149	107	200	94

Окончание таблицы 12

Условный проход трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м, для трубопровода при среднегодовой температуре теплоносителя, °С			
	подающего	обратного	подающего	обратного
	65	50	90	50
1200	171	121	230	105
1400	193	135	260	116

*Примечание* — См. примечания к таблице 11.

**6.1.2** Расчетные характеристики теплоизоляционных материалов и изделий, применяемых для изоляции оборудования и трубопроводов надземной и подземной прокладок, следует принимать с учетом плотности в конструкции, влажности в условиях эксплуатации, наличия швов и влияния мостиков холода элементов крепления.

Коэффициент теплопроводности уплотняющихся материалов при оптимальной плотности в конструкции следует принимать по данным сертификационных испытаний, или по данным, приведенным в ТКП 45-4.02-129.

**6.1.3** При бесканальной прокладке трубопроводов теплопроводность основного слоя теплоизоляционной конструкции  $\lambda_k$ , Вт/(м·К), определяют по формуле

$$\lambda_k = \lambda_o \cdot A, \quad (1)$$

где  $\lambda_o$  — теплопроводность сухого материала основного слоя, Вт/(м·К);

$A$  — коэффициент, учитывающий увеличение теплопроводности от увлажнения, принимаемый в зависимости от вида теплоизоляционного материала и типа грунта по таблице 13.

Таблица 13

Материал теплоизоляционного слоя	Коэффициент увлажнения $A$		
	Тип грунта по СТБ 943		
	Маловлажный	Влажный	Насыщенный водой
Пенополиуретан	1,00	1,00	1,0
Армопенобетон	1,05	1,05	1,1
Пенополимерминерал	1,05	1,05	1,1

**6.1.4** За расчетную температуру окружающей среды при расчетах по нормированной плотности теплового потока следует принимать:

- для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе, для:
  - технологического оборудования и трубопроводов — среднюю за год;
  - трубопроводов тепловых сетей при круглогодичной работе — среднюю за год;
  - трубопроводов тепловых сетей, работающих только в отопительный период, — среднюю за период со среднесуточной температурой наружного воздуха 8 °С и ниже;
- для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении, — 20 °С;
- для трубопроводов, расположенных в тоннелях, — 40 °С;

г) для подземной прокладки в каналах или при бесканальной прокладке трубопроводов — среднюю за год температуру грунта на глубине заложения оси трубопровода.

При заглублении верхней части перекрытия канала (при прокладке в каналах) или верха теплоизоляционной конструкции трубопровода (при бесканальной прокладке) не более чем на 0,7 м за расчетную температуру окружающей среды должна приниматься та же температура наружного воздуха, что и при надземной прокладке.

**6.1.5** Расчетную температуру теплоносителя технологического оборудования и трубопроводов следует принимать в соответствии с заданием на проектирование.

Для трубопроводов тепловых сетей за расчетную температуру теплоносителя принимают:

а) для водяных тепловых сетей:

— для подающего трубопровода при постоянной температуре сетевой воды и количественном регулировании — максимальную температуру теплоносителя;

— для подающего трубопровода при переменной температуре сетевой воды и качественном регулировании — по таблице 14;

— для обратных трубопроводов водяных тепловых сетей — 50 °С;

б) для паровых сетей — максимальную температуру пара, среднюю по длине рассматриваемого участка паропровода;

в) для конденсатных сетей и сетей горячего водоснабжения — максимальную температуру конденсата или горячей воды.

**Таблица 14**

Температурный режим водяных тепловых сетей, °С	95–70	150–70	180–70
Расчетная температура теплоносителя $t_w$ , °С	65	90	110

**6.1.6** При определении температуры грунта в температурном поле подземного трубопровода тепловых сетей температуру теплоносителя следует принимать:

— для водяных тепловых сетей — по температурному графику регулирования при среднемесячной температуре наружного воздуха расчетного месяца;

— для паровых сетей — максимальную температуру пара в рассматриваемом месте паропровода (с учетом падения температуры пара по длине трубопровода);

— для конденсатных сетей и сетей горячего водоснабжения — максимальную температуру конденсата или воды.

## **6.2 Определение толщины изоляции по заданному значению теплового потока**

Расчетные параметры принимают в соответствии с 6.1.4 и 6.1.5.

При определении толщины изоляции по заданному значению теплового потока следует учитывать влияние опор трубопроводов и оборудования.

## **6.3 Определение толщины тепловой изоляции по заданному значению охлаждения (нагревания) вещества, сохраняемого в емкостях в течение определенного времени**

Расчетную температуру окружающего воздуха для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, следует принимать:

— для поверхностей с положительными температурами — среднюю наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92;

— для поверхностей с отрицательными температурами — среднюю максимальную наиболее жаркого месяца;

— для поверхностей, расположенных в помещении, — в соответствии с заданием на проектирование, а при отсутствии данных о температуре окружающего воздуха — 20 °С.

Расчетную температуру вещества принимают в соответствии с заданием на проектирование.

## **6.4 Определение толщины тепловой изоляции по заданному значению снижения температуры вещества, транспортируемого трубопроводами (паропроводами)**

Расчетную температуру окружающей среды следует принимать для трубопроводов, расположенных:

— на открытом воздухе и в помещении — в соответствии с 6.3;

— в тоннелях — 40 °С;

— в каналах или при бесканальной прокладке трубопроводов — минимальную среднемесячную температуру грунта на глубине заложения оси трубопровода.

Расчетную температуру теплоносителя принимают в соответствии с заданием на проектирование.

### **6.5 Определение толщины тепловой изоляции по заданному значению количества конденсата в паропроводах**

Расчетные параметры окружающего воздуха следует принимать в соответствии с 6.3. Расчетную температуру вещества принимают в соответствии с заданием на проектирование.

### **6.6 Определение толщины тепловой изоляции по заданному значению времени приостановки движения жидкого вещества в трубопроводах в целях предотвращения его замерзания или увеличения вязкости**

Расчетные параметры окружающего воздуха и теплоносителя следует принимать в соответствии с 6.3 и 6.5.

### **6.7 Определение толщины тепловой изоляции по заданному значению температуры на поверхности изоляции**

**6.7.1** Температуру на поверхности тепловой изоляции, °С, следует принимать не более:

а) для изолируемых поверхностей, расположенных в рабочей или обслуживаемой зоне помещений и содержащих вещества:

— температурой выше 100 °С	— 45;
— “ 100 °С и ниже	— 35;
— “ вспышки паров ниже 45 °С	— 35;

б) для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе в рабочей или обслуживаемой зоне, вне зависимости от вида покровного слоя — 45.

Температура на поверхности тепловой изоляции трубопроводов, расположенных за пределами рабочей или обслуживаемой зоны, не должна превышать температурных пределов применения материалов покровного слоя и в любом случае должна быть не выше 75 °С.

**6.7.2** За расчетную температуру окружающего воздуха следует принимать для поверхностей, расположенных:

— на открытом воздухе	— среднюю максимальную наиболее жаркого месяца;
— в помещении	— в соответствии с 6.1.4, перечисления б) и в).

### **6.8 Определение толщины тепловой изоляции с целью предотвращения конденсации влаги из окружающего воздуха на покровном слое тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, содержащих вещества с температурой ниже температуры окружающего воздуха**

Данный расчет следует выполнять только для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении.

Расчетная температура и относительная влажность воздуха принимаются в соответствии с заданием на проектирование.

**6.9** При расчете толщины тепловой изоляции с целью предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях объектов, транспортирующих газообразные вещества, содержащие водяные пары или водяные пары и газы, которые при растворении в сконденсировавшихся водяных парах могут привести к образованию агрессивных продуктов, расчетную температуру окружающей среды следует принимать в соответствии с 6.3.

**6.10** Для изолируемых поверхностей с отрицательными температурами, расположенных в помещении, толщина теплоизоляционного слоя, определенная по условиям 6.1, должна быть проверена по 6.8. В результате принимается большее значение толщины слоя.

**6.11** Теплоизоляционную конструкцию с теплоизоляционным слоем из однородного материала, установленного в несколько слоев, при расчетах рассматривают как однослойную. Расчет толщины теплоизоляционного слоя конструкции, состоящей из двух и более слоев разнородных материалов, следует проводить исходя из того, что межслойная температура не превышает максимальную температуру применения теплоизоляционного материала последующих слоев. Толщину каждого слоя рассчитывают отдельно.

**6.12** Расчетную толщину теплоизоляционного слоя в конструкциях тепловой изоляции на основе волокнистых материалов и изделий (матов, плит, холстов) следует округлять до значений, кратных 10 мм.



В конструкциях на основе минераловатных цилиндров, жестких ячеистых материалов, материалов из вспененного синтетического каучука, пенополиэтилена и пенопластов следует принимать ближайшую к расчетной толщину изделий по ТНПА на соответствующие материалы.

Если расчетная толщина теплоизоляционного слоя не совпадает с номенклатурной толщиной выбранного материала, следует принимать по действующей номенклатуре ближайшую более высокую толщину теплоизоляционного материала.

Допускается принимать ближайшую более низкую толщину теплоизоляционного слоя в случаях расчета по температуре на поверхности изоляции и нормам плотности теплового потока, если разница между расчетной и номенклатурной толщиной не превышает 3 мм.

**6.13** Минимальную толщину теплоизоляционного слоя следует принимать при изоляции:

— цилиндрами из волокнистых материалов — равной минимальной толщине, предусмотриваемой государственными стандартами или техническими условиями;

— тканями, стекловолокнистым полотном, шнурами — 20 мм;

— изделиями из волокнистых уплотняющихся материалов — 20 мм;

— жесткими материалами, изделиями из вспененных полимеров — равной минимальной толщине, предусмотриваемой государственными стандартами или техническими условиями.

**6.14** Предельную толщину теплоизоляционного слоя в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов следует принимать в соответствии с приложением А.

Если расчетная толщина больше, чем может обеспечить в соответствии с приложением А выбранный теплоизоляционный материал, следует применить более эффективный теплоизоляционный материал.

Применение конструкций с большей толщиной теплоизоляционного слоя требует технического обоснования, если это допустимо по условиям технологического процесса.

**6.15** Толщину теплоизоляционного слоя в конструкциях тепловой изоляции приварной, муфтовой и несъемной фланцевой арматуры следует принимать равной толщине изоляции трубопровода.

Толщину теплоизоляционного слоя в съемных теплоизоляционных конструкциях фланцевых соединений и фланцевой арматуры с положительной температурой транспортируемых веществ следует принимать равной толщине изоляции трубопровода, но не более 120 мм.

Толщину теплоизоляционного слоя в съемных теплоизоляционных конструкциях фланцевых соединений и фланцевой арматуры трубопроводов с отрицательной температурой транспортируемых веществ следует принимать равной толщине изоляции трубопровода.

**6.16** Для поверхностей с температурой выше 350 °С и ниже минус 60 °С не допускается применение однослойных конструкций. При многослойной конструкции последующие слои должны перекрывать швы предыдущего.

**6.17** Толщину и объем теплоизоляционных изделий из уплотняющихся материалов следует определять в соответствии с приложением Б.

**6.18** Толщину металлических листов, лент, применяемых для покровного слоя, в зависимости от наружного диаметра или конфигурации теплоизоляционной конструкции, следует принимать согласно таблице 15.

**6.19** В качестве покровного слоя теплоизоляционных конструкций с диаметром изоляции более 1600 мм и плоских, расположенных в помещении с неагрессивными и слабоагрессивными средами, допускается применять металлические листы и ленты толщиной от 0,7 до 0,8 мм, а для трубопроводов с диаметром изоляции от 600 до 1600 мм — 0,6 мм.

**6.20** Листы и ленты из алюминия и алюминиевых сплавов толщиной от 0,25 до 0,30 мм рекомендуется применять гофрированными.

**6.21** Штукатурный покровный слой теплоизолированной поверхности, расположенной в помещении, должен быть оклеен тканью. Толщину штукатурного покрытия при укладке по жестким или волокнистым материалам в зависимости от диаметра изолируемого объекта следует принимать по таблице 16.

**Таблица 15 — Толщина металлических листов для покровного слоя тепловой изоляции**

В миллиметрах

Материал покровного слоя	Толщина листа, не менее, при диаметре изоляции			
	350 и менее	св. 350 до 600 включ.	св. 600 до 1600 включ.	св. 1600 и плоские поверхности
Листы и ленты из нержа-	0,5	0,5	0,8	0,8

веющей стали				
Листы из тонколистовой стали, в том числе с полимерным покрытием	0,5	0,8	0,8	1,0
Листы из алюминия и алюминиевых сплавов	0,3	0,5	0,8	1,0
Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов	0,25	0,3	0,8	1,0

Таблица 16

Вид изоляционного материала (основание)	Толщина штукатурного покрытия, мм		
	Вид изолируемого объекта		
	Трубопроводы с наружным диаметром, мм		Оборудование
	до 133 включ.	от 159 и выше	
Жесткие изделия	10	15	20
Волокнистые изделия	15	15–20	20–25

**6.22** Для теплоизоляционных конструкций, подвергающихся воздействию агрессивных сред, следует предусматривать защиту металлических покрытий от коррозии.

При применении в качестве покровного слоя листов и лент из алюминия и алюминиевых сплавов и теплоизоляционного слоя в стальной неокрашенной сетке или при устройстве каркаса следует предусматривать установку под покровный слой прокладки из рулонного материала или окраску по покровному слою изнутри битумным лаком.

**6.23** Под покровный слой из неметаллических материалов в помещениях хранения и переработки пищевых продуктов следует предусматривать установку стальной сетки из проволоки диаметром не менее 1 мм, с ячейками размером не более 12×12 мм.

**6.24** Конструкция тепловой изоляции должна исключать ее деформацию и сползание теплоизоляционного слоя в процессе эксплуатации. В составе теплоизоляционных конструкций оборудования и трубопроводов следует предусматривать опорные элементы и разгружающие устройства, обеспечивающие механическую прочность и эксплуатационную надежность конструкций.

На вертикальных участках трубопроводов и оборудования опорные конструкции следует предусматривать через каждые 3–4 м по высоте.

**6.25** В конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами веществ не следует применять металлические крепежные детали, проходящие через всю толщину теплоизоляционного слоя. Крепежные детали или их части следует предусматривать из материалов с теплопроводностью не более 0,23 Вт/(м·К).

Деревянные крепежные детали должны быть обработаны антипиреном и антисептическим составом.

Элементы крепления, изготовленные из углеродистой стали, должны иметь антикоррозионное покрытие.

**6.26** Размещение крепежных деталей на изолируемых поверхностях следует принимать в соответствии с ГОСТ 17314.

**6.27** Детали, предусматриваемые для крепления теплоизоляционной конструкции на поверхности с отрицательными температурами, должны иметь покровный слой от коррозии или изготавливаться из коррозионно-стойких материалов.

Крепежные детали, соприкасающиеся с изолируемой поверхностью, следует предусматривать для поверхностей с температурой:

— от минус 40 °С до 400 °С

— из углеродистой стали;

— выше 400 °С и ниже минус 40 °С

— из того же материала, что и изолируемая поверхность.

Элементы крепления теплоизоляционного слоя и покровного слоя теплоизоляционных конструкций оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе в районах с расчетной температурой окружающего воздуха ниже минус 40 °С, следует применять из легированной стали или алюминия.

**6.28** Конструкция покровного слоя тепловой изоляции должна допускать возможность компенсации температурных деформаций изолируемого объекта и теплоизоляционной конструкции.

Температурные швы в защитных покрытиях горизонтальных трубопроводов следует предусматривать у компенсаторов, опор и поворотов, а на вертикальных трубопроводах — в местах установки опорных конструкций.

При изоляции жесткими формованными изделиями следует предусматривать вставки из волокнистых материалов в местах устройства температурных швов.

**6.29** Конструкция крепления покровного слоя тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами веществ должна исключать возможность повреждения пароизоляционного слоя в процессе эксплуатации.

**6.30** Для оборудования и трубопроводов, содержащих вещества с отрицательными температурами, при применении пароизоляционного слоя из рулонных материалов без сплошной наклейки следует предусматривать герметизацию швов пароизоляционного слоя; при температуре изолируемой поверхности ниже минус 60 °С следует также предусматривать герметизацию швов покровного слоя герметиками или пленочными клеящимися материалами.

**6.31** Для трубопроводов пара и горячей воды I категории в местах расположения сварных соединений и точек измерения ползучести металла участок изоляции должен быть съемным согласно [1].

**Приложение А**  
(обязательное)

**Предельная толщина теплоизоляционного слоя  
в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов**

Таблица А.1

Наружный диаметр, мм	Предельная толщина теплоизоляционного слоя, мм, при температуре, °С					
	ниже 20	20 и выше	ниже 20	20 и выше	ниже 150	150 и выше
	Способ прокладки трубопровода					
	надземный		в тоннеле		в непроходном канале	
18	80	80	80	80	50	60
25	120	120	100	100	60	80
32	140	140	120	100	80	100
45	140	140	120	100	80	100
57	150	150	140	120	90	120
76	160	160	160	140	90	140
89	180	170	180	160	100	140
108	180	180	180	160	100	160
133	200	200	180	160	100	160
159	220	220	200	160	120	180
219	230	230	200	180	120	200
273	240	230	220	180	120	200
325	240	240	240	200	120	200
377	260	240	260	200	120	200
426	280	250	280	220	140	220
476	300	250	300	220	140	220
530	320	260	320	220	140	220
630	320	280	320	240	140	220
720	320	280	320	240	140	220
820	320	300	320	240	140	220
920	320	300	320	260	140	220
1020 и более	320	320	320	260	140	220

*Примечания*

1 Для трубопроводов, расположенных в каналах, толщина изоляции указана для положительных температур транспортируемых веществ. Для трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемых веществ предельную толщину следует принимать, как при прокладке в тоннелях.

2 Предельную толщину изоляции принимать в соответствии с 6.14.

**Приложение Б**  
(обязательное)

**Определение толщины и объема теплоизоляционных изделий  
из уплотняющихся материалов**

**Б.1** Толщину теплоизоляционного изделия из уплотняющихся материалов до установки на изолируемую поверхность следует определять с учетом коэффициента уплотнения  $K_c$  по формулам:

— для цилиндрической поверхности

$$\delta_1 = \delta K_c d + \frac{\delta}{d} + 2\delta; \quad (\text{Б.1})$$

— для плоской поверхности

$$\delta_2 = \delta K_c, \quad (\text{Б.2})$$

где  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  — толщина теплоизоляционного изделия до установки на изолируемую поверхность (без уплотнения), м;

$\delta$  — расчетная толщина теплоизоляционного слоя с уплотнением в конструкции, м;

$d$  — наружный диаметр изолируемого оборудования, трубопровода, м;

$K_c$  — коэффициент уплотнения теплоизоляционных изделий, принимаемый по таблице Б.1.

*Примечание* — В случае, если в формуле (Б.1) произведение  $K_c = d + \delta/d + 2\delta < 1$ , оно должно приниматься равным единице.

**Б.2** При многослойной изоляции толщину изделия до его уплотнения следует определять отдельно для каждого слоя. При определении толщины последующего теплоизоляционного слоя за наружный диаметр  $d$  принимают диаметр изоляции предыдущего слоя.

**Б.3** Объем теплоизоляционных изделий из уплотняющихся материалов для теплоизоляционного слоя  $V$ , м, до уплотнения следует определять по формуле

$$V = V_i K_c, \quad (\text{Б.3})$$

где  $V_i$  — объем теплоизоляционного материала или изделия в смонтированном состоянии, м<sup>3</sup>.

**Таблица Б.1**

Теплоизоляционный материал и изделие	Коэффициент уплотнения $K_c$	Теплоизоляционный материал и изделие	Коэффициент уплотнения $K_c$
Маты и холсты из супертонкого базальтового волокна при укладке на трубопроводы и оборудование с условным проходом, мм: $D_y < 800$ при средней плотности 23 кг/м <sup>3</sup> То же, при средней плотности 50–60 кг/м <sup>3</sup> $D_y \geq 800$ при средней плотности 23 кг/м <sup>3</sup> То же, при средней плотности 50–60 кг/м <sup>3</sup>	3,0	Маты минераловатные прошивные	1,2
		Плиты минераловатные на синтетическом связующем марок: 35, 50 75 100 125	1,5
	1,2		
	1,1		
	1,5	125	1,05
Плиты из стеклянного штапельного волокна марок: П-30 П-15, П-17 и П-20	2,0	Плиты из стеклянного штапельного волокна марок: П-30 П-15, П-17 и П-20	1,1
	1,5		1,2
Маты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем марок: М-45, М-35, М-25 М-15	1,6	Песок перлитовый вспученный мелкий марок: 75, 100, 150	1,5
	2,6		

## Библиография

- 1] [Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды  
Утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь  
января 2007 г. № 6. от 25