СП 41-103-2000

Группа Ж24

СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ

Designing of thermal insulation of equipment and pipe lines

ОКС 91.140.10
ОКСТУ 49 2000

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН ГУП НИИмосстрой при участии Государственного предприятия - Центр методологии нормирования и стандартизации в строительстве (ГП ЦНС) и группы специалистов

2 ОДОБРЕН И РЕКОМЕНДОВАН к применению в качестве нормативного документа Системы нормативных документов в строительстве постановлением Госстроя России от 16.08.2000 г. N 81

ОДОБРЕН для применения в странах СНГ протоколом N 16 от 02.12.99 г. Межгосударственной научно-технической комиссии по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС)

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий Свод правил содержит указания по проектированию тепловой изоляции наружной поверхности оборудования и трубопроводов, выполнение которых обеспечит соблюдение обязательных требований к теплозащите тепловых сетей, технологических трубопроводов при строительстве, капитальном ремонте и эксплуатации теплоизоляционной конструкции, установленных действующим СНиП 2.04.14-88* "Тепловая изоляция оборудования трубопроводов".

Решение вопроса о применении данного документа при проектировании и строительстве конкретных зданий и сооружений относится к компетенции проектной или строительной организации. В случае если принято решение о применении настоящего документа, все установленные в нем правила являются обязательными. Частичное использование требований и правил, приведенных в настоящем документе, не допускается.

В данный Свод правил включены методы расчета тепловой изоляции оборудования, технологических трубопроводов и трубопроводов надземных и подземных тепловых сетей, приведены таблицы толщины изоляции, составленные с ориентацией на применение высокоэффективных утеплителей на основе новых норм плотности теплового потока через изолированную поверхность оборудования и трубопроводов, введенных постановлением Госстроя России от 31.12.97 г. N 18-80.

В разработке Свода правил принимали участие: В.Г.Петров-Денисов (руководитель работы), Б.М.Шойхет, Л.В.Ставрицкая, Ю.В.Матвеев (АО "Теплопроект"), А.В.Сладков (НИИмосстрой), В.А.Глухарев (Госстрой России), Л.С.Васильева (ГП ЦНС).

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий Свод правил следует применять при проектировании и монтаже тепловой изоляции наружной поверхности оборудования и трубопроводов с температурой содержащихся в них веществ от 50 до 600 °С и

расположенных в зданиях, сооружениях и на открытом воздухе, а также трубопроводов тепловых сетей при надземной прокладке и подземной, выполненной в каналах и бесканально.

2 РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ТРУБОПРОВОДОВ И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

2.1 Основные расчетные зависимости для определения теплозащитных свойств теплоизоляционных конструкций

Для теплового расчета изоляции используются уравнения стационарной теплопередачи через плоские и криволинейные поверхности.

Теплопередача плоской теплоизоляционной конструкции рассчитывается по формулам:

состоящей из n слоев изоляции

$$q_F = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{R_{\text{вн}} + R_{\text{ст}} + \sum_{i=1}^{n} R_i + R_{\text{н}}}; \quad (1)$$

плоской однослойной

$$q_F = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{R_{\text{вн}} + R_{\text{ст}} + R_{\text{из}} + R_{\text{н}}}; \quad (2)$$

криволинейной n-слойной

$$q_L = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{R_{\text{вн}}^L + R_{\text{ст}}^L + \sum_{i=1}^{n} R_i^L + R_{\text{н}}^L}; \quad (3)$$

криволинейной однослойной

$$q_L = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{R_{\text{вн}}^L + R_{\text{ст}}^L + R_{\text{из}}^L + R_{\text{н}}^L}, \quad (4)$$

где q_F - поверхностная плотность теплового потока через плоскую теплоизоляционную конструкцию, Вт/м^2;

$t_{\text{в}}$ - температура среды внутри изолируемого оборудования, °С;

$t_{\text{н}}$ - температура окружающей среды. °С;

$R_{\text{вн}}$ - термическое сопротивление теплоотдаче на внутренней поверхности стенки изолируемого объекта, м^2·°С/Вт;

$R_{\text{н}}$ - то же, на наружной поверхности теплоизоляции, м^2·°С/Вт;

$R_{\text{ст}}$ - термическое сопротивление кондуктивному переносу теплоты стенки изолируемого объекта, м^2·°С/Вт;

$R_{\text{из}}$ - то же, плоского слоя изоляции, м^2·°С/Вт;

$\sum_{i=1}^{n} R_i$ - полное термическое сопротивление кондуктивному переносу теплоты n-слойной плоской изоляции;

R_i - термическое сопротивление i-го слоя, м^2·°С/Вт;

q_L - линейная плотность теплового потока через цилиндрическую теплоизоляционную конструкцию, Вт/м;

$R_{вн}^L$ - линейное термическое сопротивление теплоотдаче внутренней стенки изолируемого объекта, м·°С/Вт;

$R_н^L$ - то же, наружной изоляции м·°С/Вт;

R_c^L - линейное термическое сопротивление кондуктивному переносу теплоты цилиндрической стенки изолируемого объекта, м·°С/Вт;

$R_{из}^L$ - то же, цилиндрического слоя изоляции, м·°С/Вт;

$\sum_{i=1}^{n} R_i^L$ - полное линейное термическое сопротивление кондуктивному переносу теплоты n-слойной цилиндрической изоляции;

R_i^L - линейное термическое сопротивление i-го слоя, м·°С/Вт;

В уравнениях (1)-(4) термические сопротивления теплоотдаче и кондуктивному переносу теплоты определяются по формулам:

$$R_{вн} = \frac{1}{\alpha_{вн}};\ R_н = \frac{1}{\alpha_н};\ R_{из} = \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}};\ R_{ст} = \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}};\ R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}; \tag{5}$$

$$R_{вн}^L = \frac{1}{\pi d_{вн}^{ст} \alpha_{вн}};\ R_н^L = \frac{1}{\pi d_н^{из} \alpha_н};\ R_{из}^L = \frac{1}{2\pi\lambda_{из}} \cdot \ln\frac{d_н^{из}}{d_н^i}; \tag{6}$$

$$R_{ст}^L = \frac{1}{2\pi\lambda_{ст}} \cdot \ln\frac{d_н^{ст}}{d_{вн}^{ст}};\ R_i^L = \frac{1}{2\pi\lambda_i} \cdot \ln\frac{d_н^i}{d_{вн}^i}, \tag{7}$$

где $\alpha_{вн}$, $\alpha_н$ - коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности стенки изолируемого объекта и наружной поверхности изоляции, Вт/(м^2·°С);

$\lambda_{ст}$, $\lambda_{из}$, λ_i - коэффициенты теплопроводности соответственно материала стенки изолируемого объекта однослойной изоляции, изоляции i-го слоя n-слойной изоляции, Вт/(м·°С);

$\delta_{ст}$, $\delta_{из}$, δ_i - толщина соответственно стенки изолируемого объекта, однослойной изоляции i-го слоя n-слойной изоляции, м;

$d_{вн}^{ст}$, $d_н^{ст}$ - внутренний и наружный диаметры стенки изолируемого объекта, м;

$d_н^{из}$ - наружный диаметр изоляции, м;

$d_н^i$, $d_{вн}^i$ - наружный и внутренний диаметры i-го слоя n-слойной изоляции, м.

Распределение температур в многослойной изоляции рассчитывается по формулам:

температуры на внутренней и наружной поверхностях стенки изолируемого объекта плоской формы:

$$t_{\text{вн}}^{\text{ст}} = t_{\text{н}} - q_F R_{\text{вн}}; \qquad t_{\text{н}}^{\text{ст}} = t_{\text{вн}}^{\text{ст}} - q_F R_{\text{ст}}; \tag{8}$$

температура $t_1^{\text{н}}$ на наружной поверхности первого слоя изоляции, на границе 1-го и 2-го слоев

$$t_1^{\text{н}} = t_{\text{н}}^{\text{ст}} - q_F R_1; \tag{9}$$

и далее, начиная со 2-го слоя, на границах ($i-1$)-го и i-го слоев

$$t_i^{\text{н}} = t_{(i-1)}^{\text{н}} - q_F R_i; \tag{10}$$

температура на наружной поверхности i-слоя n-слойной стенки:

$$t_i^{\text{н}} = t_{\text{н}} + q_F R_{\text{н}}. \tag{11}$$

Для цилиндрических многослойных изоляционных конструкций структура формул для расчета распределения температур имеет вид:

$$t_{\text{вн}}^{\text{ст}} = t_{\text{в}} - q_L R_{\text{вн}}^L; \qquad t_{\text{н}}^{\text{ст}} = t_{\text{вн}}^{\text{ст}} - q_L R_{\text{ст}}^L; \tag{12}$$

$$t_1^{\text{н}} = t_{\text{н}}^{\text{ст}} - q_L R_1^L; \tag{13}$$

$$t_i^{\text{н}} = t_{(i-1)}^{\text{ст}} - q_L R_i^L; \tag{14}$$

$$t_i^{\text{н}} = t_{\text{н}} - q_L R_{\text{н}}^L. \tag{15}$$

Значения поверхностной и линейной плотности тепловых потоков, входящих в формулы (8)-(15), определяются по (1)-(3), а термические сопротивления - по (5)-(7).

При применении формул (1), (3) необходимо знать коэффициенты теплопроводности изоляционных слоев. Поскольку они зависят от температуры, должны быть известны средние температуры каждого слоя, для определения которых необходимо знать температуры на границах слоев. Для их расчета обычно используется метод последовательных приближений путем проведения нескольких расчетных операций.

На первом этапе, принимая для всех слоев среднюю температуру изоляции, обычно равную полусумме температур внутренней и наружной среды, находят при этой температуре теплопроводность всех теплоизоляционных слоев. Затем, по (1), (3) определяют значения q_F или q_L и по (8)-(11) для плоской и по (12)-(15) цилиндрической стенок рассчитывают температуры на границах слоев и средние температуры каждого слоя.

На втором этапе по найденным на первом этапе средним температурам слоев вновь определяют теплопроводность всех слоев, затем находят плотности потоков тепла и снова рассчитывают послойные температуры, и так далее до требуемой точности расчета. Например, до тех пор, пока послойные температуры на k-м и ($k-1$)-м шаге будут отличаться не более чем на 5%. Обычно для этой цели необходимо проведение не более 3-4 расчетных операций.

Значительное место в промышленной изоляции занимают теплоизоляционные конструкции подземных сооружений, основной особенностью которых является контакт с массивом окружающего грунта, что в значительной степени усложняет их тепловой расчет по сравнению с конструкциями, контактирующими с атмосферой.

Анализ температурных полей и тепловых потоков в теплоизоляционных конструкциях и в граничащих с ними

грунтом позволил заключить, что непосредственно в теплоизоляции с достаточной для инженерных расчетов точностью температурное поле можно считать одномерным. Это позволит определить их термическое сопротивление по формулам (5)-(7).

Плотность теплового потока через теплоизоляционные конструкции, граничащие с грунтом, определяется в этом случае по формулам (1)-(4), в которых термические сопротивления внешней теплоотдаче $R_н$ и $R_н^L$ заменяются термическим сопротивлением грунта, зависящим от конфигурации изолируемого объекта, расположения его в массиве грунта и теплопроводности последнего.

2.2 Расчет тепловой изоляции трубопроводов и оборудования

Расчет тепловых потерь через изолированную поверхность оборудования и трубопроводов в общем случае следует выполнять для плоских поверхностей по формулам (1), (2), а для криволинейных по формулам (3), (4). Однако анализ особенностей теплообмена в теплоизоляционных конструкциях промышленных объектов позволяет существенно упростить расчетные формулы.

Термическое сопротивление теплоотдаче от внутренней среды к внутренней поверхности стенки изолируемого объекта для жидких и даже газообразных сред по сравнению с термическим сопротивлением кондуктивному переносу теплоты в изоляции составляет весьма незначительную величину и может не учитываться.

Исключение составляет весьма редкий случай, когда внутри объекта находится газовая среда и теплообмен между ней и внутренней поверхностью стенки осуществляется за счет естественной конвекции.

Стенки изолируемого промышленного оборудования и трубопроводов обычно изготовлены из металла, теплопроводность которого в 100 раз и более превышает теплопроводность изоляции, вследствие этого термическим сопротивлением стенки без заметного снижения точности расчета можно пренебречь.

Таким образом, основными расчетными формулами для определения тепловых потерь изолируемого оборудования являются:

для плоских поверхностей и криволинейных диаметром более 2 м

$$q_F = \frac{(t_h - t_н)\,K}{\sum_{i=1}^{n} R_i + R_н}; \qquad (16)$$

для трубопроводов диаметром менее 2 м

$$q_L = \frac{(t_в - t_н)\,K}{\sum_{i=1}^{n} R_i^L + R_н^L}, \qquad (17)$$

где K - коэффициент дополнительных потерь, учитывающий теплопотери через теплопроводные включения в теплоизоляционных конструкциях, обусловленных наличием в них крепежных деталей и опор (таблица 1).

Таблица 1 - Значения коэффициента дополнительных потерь K

Способ прокладки трубопроводов	Коэффициент K
На открытом воздухе, в непроходных каналах, тоннелях и помещениях:	
для стальных трубопроводов на подвижных опорах, условным проходом, мм:	
до 150	1,2

150 и более	1,15
на подвесных опорах	1,05
для неметаллических трубопроводов на подвижных и подвесных опорах	1,7
Бесканальная	1,15

Термическое сопротивление кондуктивному переносу слоев изоляции и внешней теплоотдаче в (16), (17) определяется по формулам (5), (6), в которых теплопроводность изоляции принимается по приложению А, а коэффициент теплоотдачи на поверхности изоляции - по таблице 2.

Таблица 2 - Значения коэффициента теплоотдачи α, Вт /(м^2·°С)

Изолированный объект	В закрытом помещении				
	Покрытия с малым коэффициентом излучения*	Покрытия с высоким коэффициентом излучения**	На открытом воздухе при скорости ветра***, м/с		
			5	10	15
Горизонтальные трубопроводы	7	10	20	26	35
Вертикальные трубопроводы, оборудование, плоская стенка	8	12	26	35	52

* К ним относятся кожухи из оцинкованной стали, листов алюминиевых сплавов и алюминия с оксидной пленкой.

** К ним относятся штукатурки, асбестоцементные покрытия, стеклопластики, различные окраски (кроме краски с алюминиевой пудрой).

*** При отсутствии сведений о скорости ветра принимают значения, соответствующие скорости 10 м/с.

2.2.1 Расчет тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока

Определение толщины изоляции по заданной потере тепла является наиболее распространенным случаем расчета тепловой изоляции. Расчет может производиться исходя из нормативных плотностей теплового потока ($q_F^н$, $q_L^н$) и как завершающий этап более сложного расчета, в результате которого определяются тепловые потери, удовлетворяющие производственно-техническим и технологическим требованиям.

Для определения толщины однослойной плоской и цилиндрической поверхности с диаметром 2 м и более используется формула

$$\delta_{из} = \lambda_{из}\left[\frac{K(t_в - t_к)}{q_F^н} - R_н\right]. \qquad (18)$$

Для цилиндрической поверхности диаметром менее 2 м предварительно из уравнения

$$\ln B = 2\pi \cdot \lambda_{из}\left[\frac{K(t_в - t_н)}{q_L^н} - R_н^L\right] \qquad (19)$$

определяют величину $\ln B$, где $B = \frac{d_н^{ст} + 2\delta_{из}}{d_н^{ст}}$; при этом приближенные значения $R_н^L$ следует принимать по таблице 3.

Таблица 3 - Ориентировочные значения $R_н^L$, м·°С/Вт

Условный диаметр трубы, мм	Внутри помещений						На открытом воздухе		
	Для поверхностей с малым коэффициентом излучения			Для поверхностей с высоким коэффициентом излучения					
	при температуре теплоносителя, °С								
	100	300	500	100	300	500	100	300	500
32	0,50	0,35	0,30	0,33	0,22	0,17	0,12	0,09	0,07
40	0,45	0,30	0,25	0,29	0,20	0,15	0,10	0,07	0,05
50	0,40	0,25	0,20	0,25	0,17	0,13	0,09	0,06	0,04
100	0,25	0,19	0,15	0,15	0,11	0,10	0,07	0,05	0,04
125	0,21	0,17	0,13	0,13	0,10	0,09	0,05	0,04	0,03
150	0,18	0,15	0,11	0,12	0,09	0,08	0,05	0,04	0,03
200	0,16	0,13	0,10	0,10	0,08	0,07	0,04	0,03	0,03
250	0,13	0,10	0,09	0,09	0,07	0,06	0,03	0,03	0,02
300	0,11	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,03	0,02	0,02
350	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02
400	0,09	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02
500	0,075	0,065	0,06	0,05	0,045	0,04	0,02	0,02	0,016
600	0,062	0,055	0,05	0,043	0,038	0,035	0,017	0,015	0,014
700	0,055	0,051	0,045	0,038	0,035	0,032	0,015	0,013	0,012
800	0,048	0,045	0,042	0,034	0,031	0,029	0,013	0,012	0,011
900	0,044	0,041	0,038	0,031	0,028	0,026	0,012	0,011	0,010
1000	0,040	0,037	0,034	0,028	0,026	0,024	0,011	0,010	0,009
2000	0,022	0,020	0,017	0,015	0,014	0,013	0,006	0,006	0,005

Примечания

1 Для промежуточных значений диаметров и температуры величина $R_{н}^{L}$ определяется интерполяцией.

2 Для температуры теплоносителя ниже 100 °С принимаются данные, соответствующие 100 °С.

Затем находят величину B и определяют требуемую толщину изоляции по формуле

$$\delta_{из} = \frac{d_{н}^{ст}(B-1)}{2}. \qquad (20)$$

При определении требуемой толщины двухслойной теплоизоляционной конструкции, которая обычно применяется тогда, когда температуростойкость основного изоляционного материала оказывается ниже температуры стенки изолируемого объекта и непосредственно на изолируемую поверхность укладывается предохранительный слой из более температуростойкого материала. Расчет производится следующим образом. Толщина первого предохранительного слоя определяется из условия, чтобы температура между обоими слоями $t_{1,2}$ не превышала максимальной температуры применения основного изоляционного материала.

Для плоской стенки и цилиндрических объектов с диаметром 2 м и более для расчета толщины первого слоя применяется формула

$$\delta_{из1} = \lambda_{из1}\left[\frac{K(t_{в}-t_{1,2})}{q_{F}^{н}}\right]. \qquad (21)$$

Для второго слоя применяется формула (18), в которую вместо значения $t_{в}$ подставляется $t_{1,2}$.

Для расчета цилиндрических объектов с диаметром менее 2 м - аналогично однослойной конструкции по уравнению

$$\ln B_{1} = 2\pi\cdot\lambda_{из1}\left[\frac{K(t_{в}-t_{1,2})}{q_{L}^{н}}\right], \qquad (22)$$

в котором $B_{1} = \frac{d_{н}^{ст}+2\delta_{из1}}{d_{н}^{ст}}$, где определяют величину $\ln B$, затем находят B_{1} и толщину первого слоя, м:

$$\delta_{из1} = \frac{d_{н}^{ст}(B_{1}-1)}{2}.$$

Толщина второго слоя определяется с помощью формулы (19), в которой вместо значения $t_{в}$ подставляется значение $t_{1,2}$, а вместо $B - B_{2}$

$$B_{2} = \frac{d_{из1}+2\delta_{из2}}{d_{из1}}.$$

Определив $\ln B_{2}$, находят B_{2}, а затем толщину изоляции второго слоя, м:

$$\delta_{из2} = \frac{d_{из1}(B_2 - 1)}{2}. \qquad (23)$$

Учитывая широкое применение в практике инженерных расчетов персональных компьютеров, для составления программы расчета требуемой толщины тепловой изоляции по нормированным тепловым потерям целесообразно использовать метод последовательных приближений, суть которого для случая однослойной цилиндрической теплоизоляции заключается в следующем.

Задаваясь начальным значением толщины изоляции δ_0, м, определяемой требуемой точностью расчета, производят с помощью последовательных шагов: 1, 2, 3, 4,....,i для толщины изоляции: $\delta_1 = \delta_0 1$; $\delta_2 = \delta_0 2$; $\delta_3 = \delta_0 3$; +; $\delta_i = \delta_0 i$ вычисление линейной плотности тепловых потоков q_L^1; q_L^2; +; q_L^i по уравнению

$$q_L^i = \frac{\pi (t_в - t_н) K}{\dfrac{1}{\alpha_н (d_н^{ст} + 2\delta_0 i)} + \dfrac{1}{2\lambda_{из}} \cdot \ln \dfrac{d_н^{ст} + 2\delta_0 i}{d_н^{ст}}}. \qquad (24)$$

На каждом шаге вычислений i производится сравнение q_L^i с заданным значением нормативного удельного потока $q_L^н$. При выполнении условия

$$q_L^i - q_L^н \le 0 \qquad (25)$$

вычисления заканчиваются, а найденная величина $\delta = \delta_0 i$ является искомой, обеспечивающей заданную величину тепловых потерь.

В качестве расчетных параметров, обусловливающих тепловое взаимодействие окружающей среды с теплоизоляционной конструкцией, при определении толщины изоляции по нормируемым тепловым потерям следует принимать:

температуру внутренней среды $t_в$ как среднюю за год температуру вещества в изолируемом объекте;

температуру наружной среды $t_н$ при расположении изолируемого объекта в помещении на основании технического задания на проектирование, при его отсутствии - равной 20 °С; при расположении на открытом воздухе как среднюю за год температуру наружного воздуха;

коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляции при расположении изолируемого объекта в помещении, при расположении на открытом воздухе, при скорости ветра 10 м/с по таблице 2.

2.2.2. Расчет изоляции по заданной величине снижения (повышения) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами

Требуемое полное термическое сопротивление изоляции $R^L = R_{из}^L + R_н^L$ трубопровода длиной l, м, для обеспечения заданного снижения температуры транспортируемого по нему вещества от начальной $t_в'$ до конечной $t_в''$ при расходе вещества G, кг/ч, теплоемкостью C, кДж/(кг·°С) определяется из выражений:

$$\text{при } \frac{t_в' - t_н}{t_в'' - t_н} \ge 2; \qquad R_1^L = \frac{3{,}6\,K l}{G C \ln \dfrac{t_в' - t_н}{t_в'' - t_н}}; \qquad (26)$$

при $\frac{t'_в - t_н}{t''_в - t_н} < 2$; $$R_2^I = \frac{3{,}6\,K\,l\left(\frac{t'_в - t''_в}{2} - t_н\right)}{G\,C\,(t'_в - t''_в)}, \qquad (27)$$

где $t_н$ - расчетная температура окружающей среды, °С.

Для определения требуемой толщины изоляции $\delta_{из}$, м, по найденным значениям R_1^I и R_2^I используется формула

$$\ln B_{1,2} = 2\,\pi\,\lambda_{из}\,(R_{1,2}^I - R_н^I)\,. \qquad (28)$$

Принимая приближенные значения $R_н$ по таблице 3 и определяя по формуле (28) $\ln B$ находят величину B и окончательно по формуле (20)

$$\delta_{из\,1,2} = \frac{d_н^{ст}\,(B_{1,2} - 1)}{2}\,.$$

При расчете изоляции по заданной величине снижения (повышения) температуры транспортируемого вещества принимаются следующие значения параметров окружающей среды.

При размещении трубопровода в помещении:

температура наружной среды 20 °С;

коэффициент теплоотдачи - по таблице 2.

При размещении на открытом воздухе - среднюю температуру наиболее холодной пятидневки.

2.2.3 Расчет изоляции по заданной температуре ее поверхности

Определение толщины изоляции по заданной температуре ее наружной поверхности $t_п$ производится в том случае, когда изоляция нужна как средство, предохраняющее обслуживающий персонал от ожогов. При этом температура на поверхности должна приниматься не более, °С:

для изолируемых объектов, расположенных в рабочей или обслуживаемой зоне помещений и содержащих вещества:

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

для изолируемых объектов, расположенных на открытом воздухе, в рабочей или обслуживаемой зоне, при:

металлическом покровном слое	45
для других видов покровного слоя	60.

Температура на поверхности тепловой изоляции трубопроводов, расположенных за пределами рабочей или обслуживаемой зоны, не должна превышать температурных пределов применения материалов покровного слоя, но не выше 75 °С. Из условия равенства плотности тепловых потоков: кондуктивного, проходящего через слой изоляции $\delta_{из}$ м, за счет разности температур $t_в - t_п$, и конвективного, уходящего с наружной поверхности за счет разности $t_п - t_н$ можно написать:

$$R_{из} = \frac{t_в - t_п}{t_п - t_н} R_н ; \quad (29)$$

$$R^L_{из} = \frac{t_в - t_п}{t_п - t_н} R^L_н . \quad (30)$$

Из (29), (30) получим формулы для расчета толщины изоляции исходя из требуемой температуры поверхности:

для плоских теплоизоляционных конструкций

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}(t_в - t_п)}{\alpha_н(t_п - t_н)} ; \quad (31)$$

для цилиндрических

$$\ln B = \ln \frac{d^{ст}_н + 2\delta_{из}}{d^{ст}_н} = 2\pi \cdot \lambda_{из} \cdot R^L_н \cdot \frac{t_в - t_п}{t_п - t_н} , \quad (32)$$

откуда, принимая по таблице 3 ориентировочное значение $R^L_н$ и определяя $\ln B$, находим B, а затем

$$\delta_{из} = \frac{d^{ст}_н (B - 1)}{2} .$$

Рассмотренный метод является приближенным. Для более точных расчетов с применением ПК следует использовать метод последовательных приближений, рассмотренный в конце раздела 2.2.1. Расчетное уравнение в этом случае будет иметь вид

$$\left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_i = \frac{\ln \frac{d^{ст}_н + 2\delta_0 i}{d^{ст}_н} \alpha_н (d^{ст}_н + 2\delta_0 i)}{2\lambda_{из}} . \quad (33)$$

Задаваясь начальным значением толщины изоляции δ_0, м, определяемым требуемой точностью расчета, например, 0,001 м, с помощью последовательных шагов: 1, 2, 3,....,i для толщин изоляции: $\delta_1 = \delta_0 1$; $\delta_2 = \delta_0 2$; $\delta_3 = \delta_0 3$;+; $\delta_i = \delta_0 i$ производим вычисление величин:

$$\left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_1, \left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_2, \ldots; \left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_i$$ по уравнению (33).

На каждом шаге вычислений i производится сравнение $\left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_i$ с заданным значением $\left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_р$.

При выполнении условия

$$\left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_i - \left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_р \geq 0 \quad (34)$$

вычисления заканчиваются, а найденная величина $\delta_i = \delta_0 i$ является с точностью до 1 мм заданной, обеспечивающей требуемую температуру поверхности изоляции.

При расчете толщины изоляции по заданной температуре поверхности принимаются следующие расчетные параметры окружающей среды:

температура внутренней среды $t_в$ - по техническому заданию на проектирование;

температура наружной среды $t_н$ - как средняя максимальная наиболее жаркого месяца, при расположении изолируемого объекта на открытом воздухе, при расположении в помещении - 20 °С;

коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности изоляции объекта, расположенного в помещении и на открытом воздухе, при покровном слое с малым коэффициентом излучения (см. примечания к таблице 2) - 6 Вт/(м^2·°С), с большим - 11 Вт/(м^2 ·°С).

2.2.4 Расчет толщины изоляции, предотвращающей конденсацию влаги из воздуха на ее поверхности

Данный расчет производится для изолированных объектов, расположенных в закрытых помещениях и содержащих вещества с температурой ниже температуры окружающего воздуха.

В этом случае изоляция должна обеспечивать требуемый расчетный перепад между температурами наружного воздуха и поверхностью изоляции ($t_н - t_п$), при котором исключается конденсация влаги из воздуха (таблица 4).

Таблица 4 - Расчетный перепад $t_п - t_н$, °С

$t_н$, °С	Относительная влажность воздуха, φ, %					
	40	50	60	70	80	90
10	13,4	10,4	7,8	5,5	3,5	1,6
15	14,2	10,9	9,1	5,7	3,6	1,7
20	14,8	11,3	8,4	5,9	3,7	1,8
25	15,3	11,7	8,7	6,1	3,8	1,9
30	15,9	12,2	9,0	6,3	4,0	2,0

По аналогии с формулами (28)-(31) можно написать:

$$R_{из} = \frac{t_п - t_в}{t_н - t_п} R_н; \quad \delta_{из} = \frac{\lambda_{из}(t_п - t_в)}{\alpha_н (t_н - t_п)}; \tag{35}$$

$$R^L_{из} = \frac{t_п - t_в}{t_н - t_п} R^L_н; \ \ln B = 2\pi\lambda_{из} R^L_н \frac{t_п - t_в}{t_н - t_п}. \tag{36}$$

Требуемая толщина изоляции для плоских конструкций определяется по формуле (34), для цилиндрических - по (35), по методике, изложенной в разделе 2.2.3.

В расчетах принимают:

температуру наружной среды $t_н$ равной температуре помещения;

температуру внутренней среды $t_в$ и относительную влажность воздуха φ в соответствии с техническим заданием на проектирование;

коэффициент теплоотдачи $\alpha_н$, для поверхностей с высоким коэффициентом излучения (см. примечания к таблице 2) - 7 Вт/(м^2·°С), с малым - 4 Вт/(м^2·°Вт·°С).

2.3 Расчет изоляции трубопроводов тепловых сетей

2.3.1 Надземная прокладка

Тепловые потери через изолированную поверхность подающих и обратных трубопроводов тепловых сетей при надземной прокладке, при известной толщине изоляции $\delta_{из}$, м, следует определять по формуле (17), а термические сопротивления, входящие в эту формулу, - по (6). В качестве температур внутренней и наружной сред $t_в$ и $t_н$ принимают расчетные температуры теплоносителя и окружающего воздуха, а коэффициент теплоотдачи $\alpha_н$ - по таблице 2.

При определении толщины изоляции трубопроводов тепловых сетей по нормированным значениям плотности тепловых потоков от подающих и обратных теплопроводов используется методика расчетов, изложенная в разделе 2.2.1. При этом в качестве расчетных температур внутренней среды $t_в$ принимают среднегодовые температуры теплоносителя по таблице 5;

за расчетную температуру наружной среды при круглогодичной работе тепловой сети - среднегодовую температуру наружного воздуха, при работе только в отопительный период - среднюю за отопительный период. Расчетный коэффициент теплоотдачи $\alpha_н$ - по таблице 2.

Таблица 5 - Среднегодовые температуры теплоносителя в водяных тепловых сетях, °С

Трубопровод	Расчетные температурные режимы, °С		
	95-70	150-70	180-70
Подающий	65	90	110
Обратный	50	50	50

2.3.2 Подземная прокладка в непроходных каналах

Тепловые потери через изолированную поверхность двухтрубных тепловых сетей, прокладываемых в непроходном канале шириной b и высотой h, м, на глубине H, м, от поверхности земли до оси канала определяются по формуле

$$q_1^L + q_2^L = \frac{(t_{кан} - t_н)K}{R_{кан} + R_{гр}^к}, \qquad (37)$$

а температура воздуха в канале $t_{кан}$

$$t_{кан} = \frac{\dfrac{t_{в1}}{R^L_{из1} + R^L_{н1}} + \dfrac{t_{в2}}{R^L_{из2} + R^L_{н2}} + \dfrac{t_н}{R_{кан} + R^к_{гр}}}{\dfrac{1}{R^L_{из1} + R^L_{н1}} + \dfrac{1}{R^L_{из2} + R^L_{н2}} + \dfrac{1}{R_{кан} + R^к_{гр}}}, \quad (38)$$

где

$$R^L_{из1} = \frac{1}{2\pi\lambda_{из}} \ln \frac{d_1 + 2\delta_{из1}}{d_1};$$

$$R^L_{из2} = \frac{1}{2\pi\lambda_{из}} \ln \frac{d_2 + 2\delta_{из2}}{d_2}; \quad (39)$$

$$R^L_{н1} = \frac{1}{2\pi\alpha_к(d_1 + 2\delta_{из1})}; \qquad R^L_{н2} = \frac{1}{2\pi\alpha_к(d_2 + 2\delta_{из2})}; \quad (40)$$

$$R_{кан} = \frac{1}{\pi\alpha_к \cdot \dfrac{2bh}{b+h}}; \quad (41)$$

q^L_1, q^L_2 - линейные плотности теплового потока от подающего и обратного трубопроводов, Вт/м;

d_1, d_2 - наружные диаметры подающего и обратного трубопроводов, м;

$t_{в1}$, $t_{в2}$ - температуры подающего и обратного трубопроводов, °С;

K - коэффициент дополнительных потерь (таблица 1);

$R^L_{из1}$, $R^L_{из2}$ - термические сопротивления изоляции подающего и обратного трубопроводов, м·°С/Вт;

$R^L_{н1}$, $R^L_{н2}$ - термические сопротивления теплоотдаче от поверхности изоляции подающего и обратного трубопроводов, м·°С/Вт;

$R_{кан}$ - термическое сопротивление теплоотдаче от воздуха к поверхности канала, м·°С/Вт;

$\alpha_к$ - коэффициент теплоотдачи в канале, принимается равным 11 Вт/(м^2·°С);

$\lambda_{из}$ - теплопроводность изоляции в конструкции, Вт/(м·°С);

$\delta_{из1}$, $\delta_{из2}$ - толщины изоляции подающего и обратного трубопроводов, м;

$R^к_{гр}$ - термическое сопротивление грунта, м·°С/Вт, определяется по формуле

$$R^к_{гр} = \frac{\ln\left[3{,}5\dfrac{H}{h}\left(\dfrac{h}{b}\right)^{0{,}25}\right]}{\left(5{,}7 + 0{,}5\dfrac{b}{h}\right)\lambda_{гр}}; \quad (42)$$

$\lambda_{гр}$ - теплопроводность грунта, Вт/(м·°С), таблица 6.

Для определения толщины изоляции подающего и обратного трубопроводов по заданной, нормированной линейной плотности потока q_1^{-L} и q_2^{-L}, Вт/м, предварительно определяют по ним температуру воздуха в канале по формуле

$$t_{кан} = t_к + K\left(q_1^{-L} + q_2^{-L}\right)\cdot\left(R_{кан} + R_{тр}\right). \quad (43)$$

Таблица 6 - Теплопроводность грунта

Вид грунта	Средняя плотность, кг/м^3	Весовое влагосодержание грунта, %	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)
Песок	1480	4	0,86
	1600	5	1,11
		15	1,92
		23,8	1,92
Суглинок	1100	8	0,71
		15	0,9
	1200	8	0,83
		15	1,04
	1300	8	0,98
		15	1,2
	1400	8	1,12
		15	1,36
		20	1,63
	1500	8	1,27
		15	1,56
		20	1,86
	1600	8	1,45
		15	1,78
	2000	5	1,75
		10	2,56
		11,5	2,68
Глинистые	1300	8	0,72
		18	1,08

		40	1,66
	1500	8	1,0
		18	1,46
		40	2,0
	1600	8	1,13
		27	1,93

Затем вычисляются для каждого трубопровода величины $\ln B_1 = \ln \frac{d_1 + 2\delta_{из1}}{d_1}$ и $\ln B_2 = \ln \frac{d_2 + 2\delta_{из}}{d_2}$ по формулам:

$$\ln B_1 = 2\pi\lambda_{из} \cdot \left(\frac{t_{в1} - t_{кан}}{q_1^{-L}} - R_{к1}^{L} \right); \quad (44)$$

$$\ln B_2 = 2\pi\lambda_{из} \cdot \left(\frac{t_{в2} - t_{кан}}{q_2^{-L}} - R_{к2}^{L} \right), \quad (45)$$

в которых приближенные значения $R_{к1}^{L}$ и $R_{к2}^{L}$ принимаются по таблице 3.

Определяя по таблице натуральных логарифмов B_1 и B_2, по формуле (20) вычисляют значения толщин изоляции $\delta_{из1} = \frac{d_1(B_1 - 1)}{2}$; $\delta_{из2} = \frac{d_2(B_2 - 1)}{2}$, обеспечивающих требуемые нормативные потери тепла.

При расчете изоляции двухтрубных канальных прокладок тепловых сетей в качестве температур внутренней среды принимают среднегодовые температуры теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах по таблице 5.

За расчетную температуру наружной среды принимают среднюю за год температуру грунта на глубине заложения трубопровода. При расстоянии от поверхности грунта до перекрытия канала 0,7 м и менее за расчетную температуру наружной среды должна приниматься та же температура наружного воздуха, что и при надземной прокладке.

2.3.3 Подземная бесканальная прокладка

Тепловые потери двухтрубных тепловых сетей при бесканальной прокладке, расположенных в грунте на одинаковом расстоянии от поверхности до оси труб H, м, определяются по формулам:

$$q_1^{L} = \frac{(t_{в1} - t_{н})(R_{из2}^{L} + R_{гр2}^{к}) - (t_{в2} - t_{н}) \cdot R_0}{(R_{из1}^{L} + R_{гр1}^{к})(R_{из2}^{L} + R_{гр2}^{к}) - R_0^2} K; \quad (46)$$

$$q_2^{L} = \frac{(t_{в2} - t_{н})(R_{из1}^{L} + R_{гр1}^{к}) - (t_{в1} - t_{н}) \cdot R_0}{(R_{из2}^{L} + R_{гр2}^{к})(R_{из1}^{L} + R_{гр1}^{к}) - R_0^2} K, \quad (47)$$

где $R_{гр}^{к}$ - термическое сопротивление грунта при бесканальной прокладке, м·°С/Вт, определяется по формуле

$$R_{гр}^{к} = \frac{1}{2\pi\lambda_{гр}} \ln\left[\frac{2H}{d} + \sqrt{\left(\frac{2H}{d}\right)^2 - 1}\right], \quad (48)$$

где d - наружный диаметр труб, м; подающей - d_1, обратной - d_2;

$\lambda_{гр}$ - теплопроводность грунта, Вт /(м·°С);

H - глубина заложения - расстояние от оси труб до поверхности земли, м;

R_0 - термическое сопротивление, обусловленное тепловым взаимодействием двух труб, м·°С/Вт, определяется из выражения

$$R_0 = \frac{\ln\sqrt{1 + \left(\frac{2H}{K_{1,2}}\right)^2}}{2\pi \cdot \lambda_{гр}}, \quad (49)$$

в котором $K_{1,2}$ - расстояние между осями труб по горизонтали, м.

Остальные значения величин в (46), (47) те же, что и в формуле (39) для канальной прокладки.

Формулы для расчета толщины изоляции бесканальных теплопроводов по нормированной плотности тепловых потоков имеют вид:

$$\ln\frac{d_1 + 2\delta_{из1}}{d_1} = \frac{2\pi\lambda_{из1}\lambda_{гр}}{\lambda_{гр} - \lambda_{из1}}\left(\frac{t_{в1} - t_н - q_2^{-L}R_0}{q_1^{-L}} - R_{гр1}^{\delta}\right); \quad (50)$$

$$\ln\frac{d_2 + 2\delta_{из2}}{d_2} = \frac{2\pi\lambda_{из2}\lambda_{гр}}{\lambda_{гр} - \lambda_{из2}}\left(\frac{t_{в2} - t_н - q_1^{-L}R_0}{q_2^{-L}} - R_{гр2}^{\delta}\right). \quad (51)$$

Определив с помощью (50), (51) значения $B_1 = \frac{d_1 + 2\delta_{из1}}{d_1}$ и $B_2 = \frac{d_2 + 2\delta_{из2}}{d_2}$, толщины изоляции вычисляют так же, как и для канальной прокладки в разделе 2.3.2.

Параметры теплоносителя и наружной среды для расчета изоляции трубопроводов бесканальной прокладки принимаются такими же, как и для канальной.

3 ТАБЛИЦЫ ТОЛЩИН ИЗОЛЯЦИИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ТРУБОПРОВОДОВ И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

3.1. Таблицы толщин изоляции составлены на основе норм плотности теплового потока через поверхность изоляции технологического оборудования, трубопроводов и тепловых сетей, введенных постановлением Госстроя

России от 31.12.97 г. N 18-80 (Изменение N 1 к СНиП 2.04.14-88), и предназначены для реализации повышенных требований к теплозащите при строительстве, капитальном ремонте и эксплуатации тепловой изоляции.

3.2. Теплозащитные характеристики изоляционных материалов в конструкциях, расчетные параметры температурных режимов оборудования, трубопроводов и наружного воздуха, а также условий теплообмена конструкций с окружающей средой при разработке таблиц приняты в соответствии с указаниями раздела 3 СНиП 2.04.14-88.

3.3. Толщины тепловой изоляции технологического оборудования и трубопроводов приведены в приложении Б. Толщины изоляции двухтрубных тепловых сетей при надземной прокладке на открытом воздухе, в помещениях и подвалах зданий - в приложении В. Толщины изоляции двухтрубных тепловых сетей при подземной прокладке в непроходных каналах и бесканально - в приложении Г.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

РАСЧЕТНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Материал, изделие	Средняя плотность в конст-рукции, кг/м^3	Теплопроводность теплоизоляционного материала в конструкции $\lambda_{ис}$, Вт/(м·°С) для поверхностей с температурой, °С		Температура применения, °С	Группа горючести
		20 и выше	19 и ниже		
Плиты минераловатные прошивные	120	0,045+0,00021 t_m	0,044-0,035	От минус 180 до 450 для матов, на ткани, сетке, холсте из стекловолокна;	Негорючие
	150	0,049+0,0002 t_m	0,048-0,037	до 700 - на металлической сетке	
Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем	65	0,04+0,00029 t_m	0,039-0,03	От минус 60 до 400	”
	95	0,043+0,00022 t_m	0,042-0,031		
	120	0,044+0,00021 t_m	0,043-0,032	От минус 180 до 400	
	180	0,052+0,0002 t_m	0,051-0,038		
Теплоизоляционные изделия из вспененного этиленполипропиленового каучука “Аэрофлекс”	60	0,034+0,0002 t_m	0,033	От минус 57 до 125	Слабого-рючие
Полуцилиндры и цилиндры минераловатные	50	0,04+0,00003 t_m	0,039-0,029	От минус 180 до 400	Негорючие
	80	0,044+0,00022 t_m	0,043-0,032		
	100	0,049+0,00021 t_m	0,048-0,036		

	150 200	0,05+0,0002 t_m 0,053+0,00019 t_m	0,049-0,035 0,052-0,038		
Шнур теплоизоляционный из минеральной ваты	200	0,056+0,00019 t_m	0,055-0,04	От минус 180 до 600 в зависимости от материала сетчатой трубки	В сетчатых трубках из металли-ческой проволоки и нити стеклянно й - негорючи е, остальны е слабогор ю-чие
Маты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем	50 70	0,04+0,0003 t_m 0,042+0,00028 t_m	0,039-0,029 0,041-0,03	От минус 60 до 180	Негорючи е
Маты и вата из супертонкого стеклянного волокна без связующего	70	0,033+0,00014 t_m	0,032-0,024	От минус 180 до 400	”
Маты и вата из супертонкого базальтового волокна без связующего	80	0,032+0,00019 t_m	0,031-0,24	От минус 180 до 600	”
Песок перлитовый, вспученный, мелкий	110 150 225	0,052+0,00012 t_m 0,055+0,00012 t_m 0,058+0,00012 t_m	0,051-0,038 0,054-0,04 0,057-0,042	От минус 180 до 875	”
Теплоизоляционные изделия из пенополистирола	30 50 100	0,033+0,00018 t_m 0,036+0,00018 t_m 0,041+0,00018 t_m	0,032-0,024 0,035-0,026 0,04-0,03	От минус 180 до 70	Горючие
Теплоизоляционные изделия из пенополиуретана	40 50 70	0,030+0,00015 t_m 0,032+0,00015 t_m 0,037+0,00015 t_m	0,029-0,024 0,031-0,025 0,036-0,027	От минус 180 до 130	”
Теплоизоляционные изделия из бутадиен-акрилонитрила "Кайманфлекс (K-flex)"					

марок: EC ST ECO	 60-80 60-80 60-95	 0,036 0,036 0,040	 0,034 0,034 0,036	 От минус 40 до 105 От минус 70 до 130	 Слабого-рючие
Теплоизоляционные изделия из пенополиэтилена	50	0,035+0,00018 t_m	0,033	От минус 70 до 70	”

Примечания

1 Средняя температура теплоизоляционного слоя, °С:

$t_m = (t_w + 40)/2$ - на открытом воздухе в летнее время, в помещении, в каналах, тоннелях, технических подпольях, на чердаках и в подвалах зданий,

$t_m = t_w/2$ - на открытом воздухе, воздухе в зимнее время, где t_w - температура среды внутри изолируемого оборудования (трубопровода).

2 Большее значение расчетной теплопроводности теплоизоляционного материала в конструкции для поверхностей с температурой 19 °С и ниже относится к температуре изолируемой поверхности от минус 60 до 19 °С, меньшее - к температуре минус 61 °С и ниже.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ТОЛЩИНА ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: на открытом воздухе

Вид изоляции: маты минераловатные прошивные М-100

Теплопроводность: 0,04500+0,00021 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.1

Наружный диаметр трубы, мм	Температуре изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							
57	50	63	79	117	94	100	107	114	122	127	129	135	139	144	149	155	161	166	170	176	179	183	188

76	60	72	82	87	96	106	116	122	126	134	140	146	150	154	160	165	169	176	181	184	188	195	200
89	58	69	81	89	100	112	120	125	131	138	142	147	179	159	166	171	174	180	184	191	195	209	221
108	60	74	86	93	103	113	121	129	134	140	144	152	157	163	170	176	182	187	192	198	204	209	214
133	61	75	86	100	109	119	129	132	135	141	148	156	161	167	172	179	185	191	195	201	205	211	216
159	64	78	90	103	115	124	131	134	138	145	151	159	166	172	179	184	190	196	201	207	213	219	224
219	67	81	95	108	120	129	139	142	147	154	161	168	176	182	188	195	201	208	214	220	226	232	238
273	69	85	99	113	124	134	145	150	155	164	172	179	186	194	202	208	214	221	227	234	242	248	254
325	70	88	102	115	127	137	147	153	160	168	175	184	192	201	208	214	221	228	235	242	249	255	262
377	70	90	105	119	130	140	150	157	162	171	181	189	197	204	212	220	227	234	241	248	255	263	270
426	72	90	105	119	132	143	152	159	165	175	184	193	201	209	216	224	231	238	246	253	260	268	274
480	74	93	110	125	137	148	158	164	171	180	189	199	208	217	224	232	239	248	255	263	270	277	283
530	74	94	110	123	135	148	161	166	171	182	191	200	209	218	227	234	241	249	258	265	273	281	287
630	76	96	111	125	139	151	163	169	175	185	195	205	214	223	232	240	248	256	264	272	279	287	294
720	75	97	113	127	140	153	166	172	178	188	198	208	217	226	235	244	252	261	268	276	284	292	301
820	77	98	114	136	156	162	167	174	180	191	201	211	221	230	240	248	257	265	273	282	290	298	308
920	77	99	115	130	143	157	170	176	183	194	204	214	224	234	243	252	261	269	277	286	295	303	312
1020	77	99	115	130	144	158	171	178	185	196	206	216	227	236	246	255	264	272	281	297	314	314	316
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	80	103	120	139	154	171	186	196	205	219	232	245	258	271	281	293	306	318	330	344	356	367	379

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещении

Вид изоляции: маты минераловатные прошивные М·100

Теплопроводность: 0,04500+0,00021 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.2

Наруж-ный	Температура изолируемой поверхности, °С

диаметр трубы, мм	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							
57	44	61	73	85	90	96	103	111	115	124	129	136	139	144	149	154	158	165	169	174	178	184	188
76	44	61	73	84	94	105	111	118	122	115	132	142	148	153	158	163	167	174	179	184	188	192	197
89	47	66	76	89	98	106	114	120	123	133	140	148	153	159	164	166	171	177	184	188	194	199	203
108	51	70	79	91	99	110	117	125	123	137	144	151	156	162	169	175	180	186	190	197	202	207	211
133	48	67	81	93	104	114	122	127	133	140	146	151	157	163	170	175	180	186	193	199	205	209	214
159	50	69	83	98	108	119	129	131	135	142	149	156	163	170	174	181	187	184	200	206	212	218	223
219	55	75	89	103	114	124	134	138	142	151	158	165	172	180	186	192	198	205	212	219	225	230	236
273	56	79	92	106	118	129	141	145	150	158	167	175	184	191	199	206	212	218	225	232	239	245	252
325	57	79	92	107	120	132	143	150	155	164	173	181	189	197	205	211	218	226	233	240	247	254	260
377	57	81	96	111	123	135	146	152	157	161	175	184	193	202	210	217	224	232	239	246	252	259	266
426	59	82	98	112	125	137	148	154	160	170	179	188	197	212	214	222	228	236	243	251	258	265	272
480	60	84	99	115	129	141	153	160	167	177	186	196	204	213	222	229	236	245	252	260	268	275	282
530	60	84	100	116	130	143	154	161	167	177	187	196	205	214	223	231	239	248	256	263	270	277	285
630	59	84	101	118	131	145	156	164	171	181	191	201	210	219	228	236	244	253	262	269	277	284	292
720	62	86	103	119	132	146	159	167	174	184	194	203	213	223	232	240	249	258	267	274	282	290	298
820	61	87	104	120	134	148	161	168	175	186	197	210	217	227	236	245	253	262	270	278	287	296	304
920	62	87	105	122	135	150	163	171	178	189	200	210	219	229	239	248	257	277	274	283	292	301	309
1020	61	88	105	122	136	145	152	166	180	191	201	213	224	233	243	251	259	268	277	287	296	305	313
Криволинейная поверхность диаметром более 1500 мм и плоская	64	93	110	130	146	164	180	190	197	211	225	239	252	264	277	290	299	314	326	338	350	364	376

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: на открытом воздухе

Вид изоляции: маты из стеклянного штапельного волокна М-35, 50

Теплопроводность: 0,04000+0,0003 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.3

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							
57	46	54	57	64	71	78	92	108	116	103	100	103	106	114									
76	56	60	64	73	77	81	85	89	93	97	102	106	111	120									
89	54	60	65	70	76	80	85	90	96	101	106	111	117	123									
108	56	63	70	72	79	85	87	93	96	102	108	115	121	124									
133	57	62	70	74	81	85	93	100	104	111	115	119	127	131									
159	60	67	73	78	84	89	94	102	107	116	121	126	131	137									
219	62	69	75	82	87	95	102	107	114	118	125	130	135	142									
273	64	73	80	85	92	98	104	111	117	123	129	135	141	146									
325	65	73	82	88	96	102	107	115	120	127	133	138	143	149									
377	66	75	83	90	98	104	111	118	124	129	135	141	146	152									
426	68	76	83	92	98	104	112	117	125	130	137	143	148	154									
480	70	79	87	95	102	109	116	123	129	136	142	149	155	160									
530																							
630																							
720																							
820																							
920																							
1020																							
Криволинейная	76	87	97	103	111	119	129	136	146	153	159	168	175	183									

поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская																							

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещении

Вид изоляции: маты из стеклянного штапельного волокна М-35, 50

Теплопроводность: 0,04000+0,00030 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.4

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							
57	41	52	55	64	66	74	83	85	93	95	98	101	104	112									
76	42	49	55	65	70	74	79	83	93	97	102	106	111	116									
89	44	52	59	66	71	77	83	88	94	99	105	111	116	118									
108	49	59	67	70	77	80	87	93	96	103	106	112	119	122									
133	46	53	63	69	77	82	87	94	99	107	111	115	123	128									
159	48	57	65	72	78	84	90	99	104	110	115	121	127	132									
219	52	61	69	78	84	90	98	103	111	116	121	126	131	138									
273	54	65	74	80	88	93	100	107	112	118	125	131	138	142									
325	55	65	74	81	87	93	100	108	113	121	127	133	140	146									
377	55	67	75	84	91	97	104	111	118	123	130	137	142	148									
426	57	68	77	84	91	98	105	112	119	126	132	137	143	151									
480	57	68	78	86	93	100	107	115	122	129	136	142	149	154									
530																							

630																							
720																							
820																							
920																							
1020																							
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	62	76	88	95	105	111	120	128	138	145	152	162	168	178									

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: на открытом воздухе

Вид изоляции: плиты минераловатные на синтетическом связующем М-75

Теплопроводность: 0,04300+0,00022 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.5

Наруж-ный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							
57																							
76																							
89																							
108	57	71	82	89	100	110	118	126	132	138	143	151	156	163	170								
133	58	71	83	96	106	116	126	129	133	140	147	154	160	167	172								
159	62	75	86	99	112	121	128	132	136	143	150	158	166	172	179								
219	64	78	92	105	117	126	136	140	145	152	159	167	175	182	188								

273	66	82	95	109	120	131	142	148	152	162	170	178	185	193	202							
325	67	85	99	112	124	134	144	151	158	166	174	183	191	200	208							
377	67	86	102	115	126	137	148	154	160	169	179	188	196	204	213							
426	69	87	101	116	129	140	150	157	163	173	182	191	200	208	216							
480	71	90	107	121	133	145	155	162	169	178	188	197	207	216	224							
530																						
630																						
720																						
820																						
920																						
1020																						
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	78	99	116	136	151	168	184	193	203	217	231	244	257	270	281							

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещении

Вид изоляции: плиты минераловатные на синтетическом связующем М-75

Теплопроводность: 0,04300+0,00022 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.6

Наруж-ный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																					
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							

57																						
76																						
89																						
108	49	67	76	88	96	107	115	123	121	135	143	150	156	162	169							
133	46	65	78	90	101	112	119	125	131	138	145	151	157	163	170							
159	48	67	80	95	105	116	126	129	133	140	147	155	163	169	175							
219	53	72	86	100	111	121	131	135	140	149	157	165	171	180	187							
273	54	76	90	103	115	127	138	144	149	157	165	174	183	191	200							
325	55	76	90	104	117	130	140	147	153	163	172	180	189	197	208							
377	55	78	93	108	120	132	143	150	156	165	174	183	192	202	216							
426	57	79	95	109	122	134	146	152	158	169	178	187	197	212	214							
480	58	81	96	112	126	138	151	157	165	175	185	195	204	213	222							
530																						
630																						
720																						
820																						
920																						
1020																						
Криво-линей-ная поверх-ность диа-метром более 1500 мм и плоска я	62	90	108	127	143	161	178	188	195	210	224	238	251	264	273							

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: на открытом воздухе

Вид изоляции: плиты минераловатные на синтетическом связующем М-125

Теплопроводность: 0,04400+0,00021 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.7

Наруж-	Температура изолируемой поверхности, °С

ный диаметр трубы, мм	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							
57																							
76																							
89																							
108																							
133																							
159																							
219																							
273																							
325																							
377																							
426																							
480																							
530	72	92	107	121	132	145	158	163	168	179	188	197	205	214	223								
630	74	94	109	123	136	148	160	166	172	182	192	201	211	220	229								
720	74	95	110	125	137	151	163	169	175	185	195	205	214	223	232								
820	75	96	112	134	153	159	164	171	177	188	198	208	218	227	236								
920	75	97	113	127	140	154	167	173	180	190	201	211	221	231	240								
1020	76	97	113	128	141	155	168	175	182	193	203	213	223	233	243								
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	79	101	117	137	152	168	183	193	202	216	229	242	255	268	278								

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещении

Вид изоляции: плиты минераловатные на синтетическом связующем М-125

Теплопроводность: 0,04400+0,00021 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.8

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							
57																							
76																							
89																							
108																							
133																							
159																							
219																							
273																							
325																							
377																							
426																							
480																							
530	58	83	98	114	127	140	151	158	164	174	184	193	202	211	219								
630	58	82	99	116	129	142	154	161	168	178	188	198	207	216	224								
720	60	84	101	116	130	143	156	164	171	181	191	200	210	220	229								
820	60	85	101	118	132	145	158	165	172	183	194	207	214	223	233								
920	60	85	103	119	133	147	160	168	175	186	197	207	216	226	236								
1020	60	86	103	120	134	142	150	164	177	188	198	209	220	230	239								
Криволиней-	63	91	108	127	144	161	177	187	194	209	222	236	249	261	274								

ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская																							

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: на открытом воздухе

Вид изоляции: маты из супертонкого стекловолокна без связующего

Теплопроводность: 0,03300+0,00010 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.9

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							
57	30	33	34	37	40	42	47	52	55	49	47	47	47	49	49	50	50	51	53				
76	36	38	39	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	54	55	56	57	58	58				
89	36	38	41	42	44	46	47	49	50	52	53	54	56	57	58	59	59	61	61				
108	38	41	44	44	47	49	50	52	52	54	56	58	59	60	61	62	62	64	64				
133	38	41	45	46	49	51	54	56	57	60	60	61	64	65	67	68	67	67	68				
159	41	45	47	50	52	54	55	59	60	63	65	66	67	69	69	70	71	71	70				
219	44	47	49	53	55	58	61	63	66	67	70	71	72	74	76	77	77	77	78				
273	45	50	54	56	59	62	64	67	69	71	73	75	77	78	80	82	83	83	84				
325	46	51	55	58	62	64	67	70	72	74	76	78	80	81	83	84	85	86	87				
377	47	52	56	60	64	67	69	72	75	76	78	81	82	84	86	88	88	89	90				
426	48	53	57	61	64	67	70	73	76	78	81	82	84	86	88	90	91	92	93				
480	50	55	60	64	67	71	74	76	79	82	84	86	89	90	92	94	94	95	97				
530	50	55	60	64	68	71	73	77	79	81	83	86	89	91	93	96	96	97	98				

630	52	57	61	66	69	72	76	78	81	84	87	89	91	94	96	98	99	100	101				
720	52	58	63	66	71	74	77	80	83	86	88	91	93	96	98	101	101	103	103				
820	53	59	63	68	71	75	80	85	90	94	98	99	100	100	101	102	103	104	105				
920	53	59	64	68	73	76	79	82	85	88	91	94	97	99	102	104	105	106	107				
1020	53	59	64	69	72	76	80	83	86	89	92	95	98	100	103	106	107	108	109				
Криво-линейная поверхность диаметром более 1500 мм и плоская	57	63	69	73	77	82	87	91	96	100	103	107	110	114	117	121	123	126	126				

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещении

Вид изоляции: маты из супертонкого стекловолокна без связующего

Теплопроводность: 0,03300+0,00010 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.10

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							
57	26	31	31	35	35	38	41	41	43	43	44	44	44	46	47	47	47	48	48				
76	27	30	32	37	39	30	41	42	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	54				
89	28	32	36	38	40	42	44	46	47	49	50	52	53	53	54	56	56	57	57				
108	32	37	41	41	44	45	47	50	50	52	52	54	56	57	58	59	59	61	60				
133	31	34	39	42	46	47	49	52	53	56	57	58	60	61	62	63	64	64	65				
159	32	37	41	44	47	49	51	55	57	58	60	62	63	65	66	68	68	68	68				

219	36	41	44	49	52	54	57	59	62	64	65	67	68	71	72	73	74	74	74				
273	37	43	49	51	55	57	60	63	64	67	69	71	73	75	77	79	80	80	81				
325	38	44	49	52	55	58	60	64	66	69	71	73	76	78	79	81	82	83	84				
377	38	45	50	55	58	60	64	67	70	71	74	76	78	80	82	84	85	86	87				
426	40	46	52	55	59	62	65	68	71	73	76	78	80	82	84	86	87	88	89				
480	40	46	52	56	60	63	67	70	73	76	78	81	84	85	88	90	91	91	93				
530	40	47	53	57	61	64	67	71	74	77	80	82	85	87	89	91	92	93	94				
630	40	48	53	57	62	65	70	73	76	79	81	84	87	89	91	93	95	96	97				
720	42	49	54	59	63	67	70	74	77	80	83	86	88	91	93	96	97	99	99				
820	42	49	55	60	64	67	72	75	78	81	84	87	90	93	95	98	99	100	101				
920	42	50	55	61	65	69	73	76	79	83	85	88	91	94	97	99	101	102	103				
1020	42	50	56	61	65	69	73	77	80	83	86	88	90	91	92	94	97	100	102				
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	45	54	62	66	72	75	79	84	89	93	96	102	105	109	112	116	119	121	122				

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: на открытом воздухе

Вид изоляции: цилиндры минераловатные на синтетическом связующем М-100

Теплопроводность: 0,04900+0,00021 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.11

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25	57	59	61	64	76	78	80	83	85	88	91	94	97	101	104	108	111	115	119				
45	59	66	65	71	71	77	82	82	88	88	94	99	100	106	106	112	113	114	121				

57	57	66	67	75	83	90	105	121	128	112	107	108	110	117	118	120	122	125	132				
76	68	72	76	86	89	92	95	98	101	104	108	111	114	122	126	129	133	137	136				
89	65	72	77	82	86	91	95	99	104	108	112	116	120	125	129	133	134	139	139				
108	67	75	82	84	90	95	97	102	104	109	114	120	125	126	132	134	136	141	143				
133	67	72	81	85	92	95	102	109	112	118	121	124	130	133	140	143	143	143	146				
159	71	78	84	89	94	99	104	111	115	123	127	131	135	139	140	144	146	147	147				
219	73	80	85	93	98	105	112	115	122	125	131	135	138	144	148	151	153	154	156				
273	75	84	91	96	102	108	114	119	125	130	135	140	145	148	153	157	160	161	164				
325																							
377																							
426																							
480																							
530																							
630																							
720																							
820																							
920																							
1020																							
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоска я	87	98	107	113	121	128	138	144	153	159	164	173	178	185	190	197	202	206	208				

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещении

Вид изоляции: цилиндры минераловатные на синтетическом связующем М-100

Теплопроводность: 0,04900+0,00021 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.12

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25	40	45	61	64	67	69	72	75	78	81	84	88	91	95	98	102	106	110	114				
45	38	48	56	64	64	71	78	77	84	84	90	96	97	103	103	104	111	123	123				
57	50	62	64	74	75	83	91	92	100	101	102	103	105	112	114	116	119	121	123				
76	50	57	63	74	78	82	86	90	99	102	106	109	113	116	120	124	128	131	131				
89	52	61	68	74	80	85	90	95	100	104	109	113	118	118	123	127	128	132	133				
108	57	58	77	79	86	88	94	100	102	108	109	115	121	122	128	130	132	137	136				
133	53	61	72	77	86	90	94	101	104	111	115	118	125	128	131	134	138	138	141				
159	55	65	73	80	86	92	97	105	110	115	119	124	128	132	137	141	142	144	143				
219	60	69	77	87	92	97	105	109	116	120	124	128	132	138	142	146	147	149	150				
273	62	73	83	89	97	101	108	114	117	123	128	134	139	142	147	153	156	157	160				
325																							
377																							
426																							
480																							
530																							
630																							
720																							
820																							
920																							
1020																							
Криволинейная поверхность диаметром более 1500 мм и плоская	69	84	96	103	113	118	126	133	143	149	155	164	170	178	183	191	195	200	202				

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: на открытом воздухе

Вид изоляции: полотно холстопрошивное, иглопробивное

Теплопроводность: 0,04700+0,00023 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.13

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18	50	61	72	83	95	99	104	111	112	122	132	137	143	151	153	157	167	173	174	182	185		
25	54	60	75	82	89	98	108	119	123	130	137	146	149	154	160	167	171	175	180	186	193		
45	56	66	74	83	92	102	112	119	126	134	138	143	150	157	161	166	172	179	183	188	193		
57	54	69	87	131	105	112	120	129	139	145	148	156	161	157	173	181	189	194	201	208	212		
76																							
89																							
108																							
133																							
159																							
219																							
273																							
325																							
377																							
426																							
480																							
530																							
630																							
720																							
820																							

920 1020																							
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	85	108	126	147	163	181	198	208	218	233	247	262	276	289	300	314	327	340	353	369	382		

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещении

Вид изоляции: полотно холстопрошивное, иглопробивное

Теплопроводность: 0,04700-0,00023 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.14

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18	37	53	66	79	92	96	101	108	117	127	130	134	140	148	156	159	164	169	170	178	186		
25	38	60	67	75	83	93	103	114	126	132	140	148	151	156	162	169	171	175	180	186	192		
45	37	58	69	79	89	99	105	128	124	142	136	141	147	155	159	163	169	176	183	187	193		
57	48	67	81	94	101	109	117	126	131	142	149	157	162	167	174	181	185	194	200	207	211		
76																							
89																							
108																							
133																							
159																							
219																							

273																							
325																							
377																							
426																							
480																							
530																							
630																							
720																							
820																							
920																							
1020																							
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	67	98	117	137	155	174	191	202	210	225	240	255	269	283	296	310	321	336	350	363	375		

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: на открытом воздухе

Вид изоляции: шнур минераловатный М-200

Теплопроводность: 0,05600+0,00019 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.15

Наруж-ный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18	69	83	96	108	122	123	126	132	129	138	147	149	153	158	158	159	167	170	168	173	174	176	175
25	72	79	98	104	111	119	129	139	141	146	151	158	159	161	165	170	170	172	174	178	182	187	189

45	72	83	93	102	111	121	131	135	141	147	150	153	158	163	165	168	172	176	178	181	184	188	190
57	69	86	108	163	126	132	139	147	155	159	160	166	169	173	177	183	188	192	196	200	202	205	209
76	82	97	109	114	125	136	148	155	158	166	171	176	179	183	187	193	196	202	206	208	211	217	221
89	78	91	107	116	130	143	152	157	162	169	172	177	214	187	194	198	200	205	209	215	217	231	244
108	80	97	111	119	131	143	151	159	164	170	173	180	185	191	196	203	207	212	216	222	226	231	234
133																							
159																							
219																							
273																							
325																							
377																							
426																							
480																							
530																							
630																							
720																							
820																							
920																							
1020																							
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	97	122	141	162	178	195	211	220	229	243	256	269	282	294	303	315	327	338	350	363	374	385	396

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещении

Вид изоляции: шнур минераловатный М-200

Теплопроводность: 0,05600+0,00019 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.16

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18	25	44	60	75	90	95	101	108	108	117	127	130	135	140	141	143	150	154	153	158	160	162	161
25	29	45	64	74	84	94	105	116	120	125	132	139	141	144	148	153	155	157	160	163	168	173	175
45	33	51	65	76	87	98	109	115	122	129	133	137	142	148	150	154	158	162	165	167	171	175	177
57	33	54	77	123	100	109	117	126	135	141	143	149	153	157	162	168	174	177	182	186	189	192	196
76	41	62	79	88	101	114	126	134	139	148	153	160	163	168	173	178	181	188	192	195	198	204	208
89	40	60	79	91	106	120	130	137	144	151	155	160	196	172	179	183	186	191	195	202	204	218	230
108	42	65	83	94	108	121	130	140	146	153	157	165	170	176	182	189	193	199	202	208	213	218	221
133																							
159																							
219																							
273																							
325																							
377																							
426																							
480																							
530																							
630																							
720																							
820																							
920																							
1020																							
Криволинейная поверхность	62	94	117	141	159	177	194	204	214	228	242	255	268	281	291	303	315	326	338	351	363	374	385

диамет-ром более 1500 мм и плоская																							

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: на открытом воздухе

Вид изоляции: маты минераловатные плотностью 80 кг/м^3

Теплопроводность: 0,03410+0,00030 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.17

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							
57	38	49	64	98	83	92	102	112	124	133	139	150	159	168	179	190	203	213	224	235	245	255	266
76	46	57	67	74	86	97	110	120	128	140	150	161	169	179	189	200	209	222	233	242	251	265	276
89	45	55	67	77	90	103	115	123	133	144	152	162	202	183	195	205	213	225	235	248	257	281	303
108	47	60	72	80	92	105	116	127	136	146	154	166	176	186	198	210	221	232	241	254	265	277	287
133	48	61	73	87	99	111	124	130	137	147	158	169	179	190	199	211	222	233	243	253	262	274	285
159	51	64	76	90	104	116	126	133	140	150	161	172	184	195	206	216	227	238	248	259	270	282	292
219	53	67	82	96	109	121	134	141	149	159	170	181	193	204	214	226	237	248	259	270	281	294	305
273	55	71	85	100	113	126	140	148	156	169	181	192	204	216	228	240	251	262	273	285	298	310	321
325	56	73	88	103	117	129	142	152	162	173	184	197	210	223	234	245	257	269	280	293	305	316	328
377	57	75	91	106	119	132	145	155	164	177	190	202	214	226	239	250	263	274	286	298	310	323	335
426	58	76	91	106	121	135	148	158	167	180	193	206	218	230	242	254	266	278	290	303	315	328	339
480	60	79	96	112	126	140	153	163	173	185	198	212	226	239	251	262	275	288	301	313	326	338	349
530	60	79	96	111	124	140	155	165	173	187	201	213	226	239	253	265	277	289	302	315	328	340	352
630	62	81	97	113	128	143	158	167	177	191	204	218	231	245	258	271	283	296	308	321	333	346	358

720	62	82	99	115	129	146	161	170	180	194	208	221	235	248	261	274	287	300	312	325	337	351	364
820	63	83	100	123	145	153	162	172	182	196	210	224	238	251	265	278	291	304	316	330	343	356	369
920	63	84	101	117	133	149	165	174	185	199	213	227	241	255	268	282	295	308	321	334	347	361	374
1020	64	84	101	118	134	150	165	176	186	201	215	229	243	257	272	285	298	311	324	346	370	373	378
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	67	89	106	127	144	163	182	194	207	224	241	257	274	291	304	321	337	353	369	388	404	420	436

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещении

Вид изоляции: маты минераловатные плотностью 80 кг/м^3

Теплопроводность: 0,03410+0,00030 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.18

Наруж-ный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							
57	34	49	61	73	81	90	100	111	119	132	142	154	162	171	182	193	202	215	226	238	247	261	271
76	35	50	62	74	86	98	108	118	126	122	145	159	171	180	190	201	210	223	234	246	255	265	276
89	37	54	65	79	89	100	111	120	127	141	153	165	175	187	196	202	213	225	238	248	259	272	282
108	41	58	68	81	90	104	114	126	127	145	156	168	178	188	200	212	222	233	243	256	266	278	288
133	39	56	70	83	96	109	119	128	137	147	158	167	177	188	199	209	219	231	243	255	266	276	286
159	41	58	72	88	100	113	126	132	139	149	160	171	183	194	203	215	226	225	249	261	272	284	294
219	45	63	78	93	105	118	131	138	146	158	169	181	191	203	215	225	236	247	259	272	283	294	304

273	47	67	81	96	110	124	138	146	154	166	178	191	204	216	228	240	250	261	273	285	297	309	321
325	47	68	82	97	112	127	140	150	159	171	184	196	209	221	233	244	256	269	281	293	305	317	329
377	48	70	85	101	115	129	143	152	161	174	186	199	212	225	238	249	262	274	286	298	310	321	334
426	49	70	87	102	117	131	145	154	164	177	190	203	216	236	242	254	265	277	289	302	314	326	339
480	50	72	88	105	121	136	150	160	170	184	197	211	223	236	250	261	273	287	300	313	325	337	349
530	50	73	89	106	122	137	151	161	171	184	198	211	224	238	250	263	276	289	303	315	327	339	352
630	50	73	90	108	123	139	154	164	175	188	201	216	229	242	255	268	281	294	308	320	332	345	358
720	52	75	92	109	124	140	156	167	177	191	205	218	232	246	259	272	285	299	312	325	337	350	363
820	52	75	93	110	126	142	158	169	179	193	208	225	236	250	263	276	289	302	315	328	342	356	369
920	52	76	94	112	127	144	160	119	181	196	210	225	237	252	266	279	292	320	318	332	346	360	373
1020	52	76	94	112	129	139	150	167	183	198	212	227	242	256	270	282	295	308	322	336	350	364	377
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	54	82	100	120	139	158	177	190	201	218	235	252	269	285	302	318	332	351	367	383	399	418	433

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: на открытом воздухе

Вид изоляции: маты минераловатные плотностью 100 кг/м^3

Теплопроводность: 0,03600+0,00026 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.19

Наруж-ный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							

57	39	50	64	96	80	87	95	104	113	120	124	133	139	146	153	162	171	178	185	194	200	207	214
76	47	57	67	73	83	93	104	112	118	127	135	143	149	156	164	172	179	188	196	202	208	218	226
89	46	56	67	75	87	99	108	115	122	131	137	145	178	161	170	178	183	192	199	209	215	233	249
108	48	60	71	79	89	100	109	118	126	134	140	149	157	165	174	183	191	199	206	215	223	232	239
133	49	61	72	85	96	106	117	122	127	135	144	153	161	169	176	185	193	202	209	217	223	232	240
159	52	65	76	88	101	111	120	125	130	138	147	156	166	174	183	191	199	207	215	223	231	240	248
219	54	68	81	94	106	116	127	133	139	147	156	166	175	184	192	201	210	219	227	235	244	253	262
273	56	72	85	98	110	122	133	140	147	158	167	176	186	195	206	215	223	232	241	250	260	269	278
325	57	74	88	101	113	124	135	143	152	161	171	182	192	202	212	221	230	239	248	258	268	277	286
377	58	76	91	104	116	127	139	147	154	165	176	187	196	206	216	226	236	245	254	264	273	284	293
426	60	77	91	105	118	130	141	150	157	169	179	190	200	211	220	230	239	249	259	269	279	289	298
480	62	79	95	110	123	135	147	155	163	174	185	196	208	218	228	238	248	259	269	279	289	298	307
530	62	80	95	109	121	135	149	156	164	176	187	197	208	219	231	241	250	260	271	281	292	301	311
630	63	82	97	111	125	138	152	159	167	179	191	202	213	225	236	246	256	267	278	288	297	308	318
720	63	83	98	113	126	141	154	162	170	182	194	205	217	228	239	250	261	271	281	292	302	313	324
820	64	84	100	121	141	148	156	164	173	185	197	209	221	232	243	255	265	275	286	297	308	318	329
920	62	85	100	115	129	144	158	166	175	187	200	212	224	236	247	258	269	280	290	301	312	324	335
1020	65	85	101	116	131	146	160	168	177	190	202	214	226	238	250	261	272	283	294	313	333	335	338
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	68	89	106	126	141	159	175	187	197	213	228	243	258	272	285	299	313	328	342	358	372	386	400

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещении

Вид изоляции: маты минераловатные плотностью 100 кг/м^3

Теплопроводность: 0,03600+0,00026t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.20

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							
57	35	49	60	71	78	85	93	102	108	118	126	134	140	147	154	163	169	178	186	194	200	209	217
76	36	50	61	72	82	93	100	109	115	110	129	140	149	156	163	172	178	187	195	203	210	217	224
89	38	54	64	76	85	94	104	111	116	127	137	147	154	163	169	174	182	190	200	207	215	224	231
108	42	58	67	78	87	98	107	117	116	132	141	150	157	165	174	183	191	199	206	215	223	231	238
133	40	56	69	81	92	103	112	119	126	134	143	150	158	166	175	182	190	199	208	217	225	232	239
159	42	58	71	85	96	107	118	123	129	137	145	155	164	173	180	189	197	195	214	224	232	241	248
219	46	63	77	91	102	113	124	129	136	146	155	164	172	183	192	200	208	217	226	236	245	252	260
273	47	67	80	94	106	118	130	138	144	154	164	174	185	194	205	214	222	230	239	249	259	267	277
325	45	68	81	95	108	121	133	141	149	159	170	180	190	200	210	219	228	238	248	257	266	276	285
377	49	70	84	99	112	124	136	144	151	162	172	183	194	205	215	224	234	244	253	263	272	281	291
426	50	70	86	100	113	126	138	146	154	165	176	187	198	215	219	229	238	248	257	267	277	287	297
480	51	72	87	103	117	130	143	151	160	172	183	194	205	216	227	236	246	257	267	278	288	297	306
530	51	73	88	104	118	132	144	153	161	172	184	195	206	217	228	238	248	260	270	280	290	299	309
630	50	73	89	106	120	134	147	156	165	176	188	200	211	222	233	243	254	265	276	286	296	306	317
720	53	75	91	107	121	135	149	159	167	179	191	202	214	226	237	248	258	270	281	291	301	311	322
820	52	75	92	108	123	137	152	160	169	181	194	209	218	230	241	252	263	273	284	295	306	317	328
920	53	76	93	109	124	139	153	163	171	184	197	209	220	232	244	255	266	290	288	299	311	322	333
1020	52	76	93	110	125	134	144	158	173	186	198	211	224	236	248	258	269	280	291	303	314	326	337
Криволинейная	55	82	99	118	135	153	171	182	191	207	222	237	252	267	282	296	308	325	339	353	367	384	398

поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская																							

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: на открытом воздухе

Вид изоляции: маты минераловатные плотностью 55 кг/м^3

Теплопроводность: 0,03400+0,00028 t , Вт/(м·°С)

Таблица Б.21

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							
57																							
76																							
89																							
108																							
133																							
159																							
219																							
273	54	69	83	97	109	121	133	141	148	160	171	181	291	202	213	223	233	242	253	263	274	285	
325	55	72	86	99	112	124	135	144	154	164	174	186	197	209	219	229	239	250	260	271	282	292	
377	56	73	89	103	115	127	139	148	156	168	180	191	201	212	224	234	245	255	266	277	287	299	
426	57	74	89	103	117	130	141	151	159	171	183	194	205	217	227	238	249	259	270	282	292	303	

480	59	77	93	108	122	135	147	155	165	176	188	200	213	225	236	246	257	269	281	291	303	313		
530	59	77	93	107	120	135	149	157	165	178	190	202	214	226	238	249	259	271	283	294	305	316		
630	61	79	95	110	124	138	152	160	169	182	194	206	219	231	243	255	266	278	289	300	311	322		
720	61	80	96	111	125	140	154	163	172	185	197	210	222	234	246	258	270	282	293	304	315	327		
820	62	81	98	119	140	148	156	165	174	187	200	213	226	238	251	263	274	285	297	309	321	333		
920	62	82	98	114	128	144	158	167	177	190	203	216	229	242	254	266	278	290	301	313	326	338		
1020	63	82	99	115	129	145	160	169	179	192	205	218	231	244	257	269	281	293	305	325	347	350		
Криволинейная поверхность диаметром более 1500 мм и плоская	66	87	104	124	140	158	176	187	199	215	231	247	263	278	291	306	322	337	352	370	385	400		

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещении

Вид изоляции: маты минераловатные плотностью 55 кг/м^3

Теплопроводность: 0,03400+0,00028 t , Вт/(м·°С)

Таблица Б.22

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45																							
57																							

76																							
89																							
108																							
133																							
159																							
219																							
273	46	65	79	92	105	118	131	139	146	156	167	179	190	201	212	223	232	241	252	262	273	283	
325	46	66	79	94	108	121	133	143	151	162	174	184	196	207	218	227	237	249	260	270	281	292	
377	47	68	82	98	111	124	136	145	153	165	176	187	199	211	222	233	244	255	265	276	286	297	
426	49	69	84	99	112	126	139	147	156	168	180	192	204	222	227	237	248	258	269	280	291	302	
480	49	70	85	102	116	130	144	153	162	175	187	199	211	222	234	245	256	268	279	291	302	312	
530	49	71	87	102	117	131	144	154	163	175	187	200	212	224	235	247	258	270	282	293	304	315	
630	49	71	88	104	119	134	147	157	167	179	191	204	217	228	240	252	263	275	288	299	310	321	
720	51	73	89	105	120	135	150	160	169	182	194	207	219	232	244	256	268	280	293	304	315	326	
820	51	74	90	107	122	137	152	161	171	184	197	214	224	236	249	261	272	284	295	308	320	332	
920	51	74	91	108	123	139	154	164	173	187	200	213	225	238	252	263	275	301	299	312	324	337	
1020	51	74	92	109	124	134	144	160	175	189	202	216	230	243	255	266	278	290	303	316	328	341	
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	53	80	97	117	134	153	171	184	193	209	226	242	257	273	289	304	317	334	350	365	380	397	

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: на открытом воздухе

Вид изоляции: цилиндры минераловатные плотностью 80 кг/м^3

Теплопроводность: 0,03500+0,00023 t , Вт/(м·°С)

Таблица Б.23

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45	37	43	49	56	62	69	77	82	87	94	98	102	108	113	117	122	127	133	137	141	146	151	155
57	37	46	58	86	72	77	84	91	98	103	106	113	117	122	128	134	141	146	152	158	162	167	172
76	44	53	61	66	75	83	92	98	103	111	116	123	127	133	138	145	149	157	162	167	171	179	184
89	44	52	62	69	78	88	96	102	108	114	119	125	152	138	145	150	154	161	166	174	178	192	204
108	45	56	66	72	81	91	98	105	111	117	122	130	136	142	149	156	162	168	173	181	187	193	198
133	46	57	67	78	87	96	106	109	113	120	127	134	140	147	152	159	166	172	178	184	189	195	201
159	49	61	70	82	92	101	108	112	116	123	130	138	145	152	159	165	171	178	184	190	197	203	209
219																							
273																							
325																							
377																							
426																							
480																							
530																							
630																							
720																							
820																							
920																							

1020																							
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	65	85	100	119	133	149	164	174	184	198	211	225	238	251	262	275	288	300	313	328	340	353	365

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещении

Вид изоляции: цилиндры минераловатные плотностью 80 кг/м^3

Теплопроводность: 0,03500+0,00023 t , Вт/(м·°С)

Таблица Б.24

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45	25	39	46	53	60	67	72	87	86	98	96	100	106	111	115	120	125	130	136	140	145	150	154
57	32	45	55	64	69	75	81	88	93	101	107	113	118	122	128	134	138	146	151	157	161	168	173
76	34	46	56	65	74	83	89	95	100	96	111	120	127	132	137	144	148	155	161	167	171	176	182
89	35	50	59	69	77	84	92	98	102	111	118	126	132	138	143	146	152	159	166	171	177	184	189
108	39	54	61	72	78	88	96	103	103	115	122	130	135	142	148	156	161	168	172	180	185	192	197
133	38	53	64	74	84	93	100	106	112	119	125	131	137	144	151	156	162	169	176	183	189	194	200
159	39	55	66	78	88	97	106	110	114	121	128	136	143	150	155	163	169	168	183	190	196	203	209
219																							

273 325 377 426 480 530 630 720 820 920 1020																							
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	53	78	94	111	127	144	159	170	178	192	206	219	233	246	259	272	283	298	310	323	335	350	363

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: на открытом воздухе

Вид изоляции: цилиндры минераловатные плотностью 40 кг/м^3

Теплопроводность: 0,03100+0,00033 t , Вт/(м·°С)

Таблица Б.25

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18 25 45	35	43	52	61	71	82	94	103	114	126	135	145	157	170	180	191	203	217	228				

57	35	46	61	94	81	91	102	113	127	137	145	158	168	180	192	206	221	234	247				
76	42	53	64	72	84	96	110	122	131	144	156	168	179	190	202	216	227	243	256				
89	42	52	64	74	88	102	114	124	136	148	158	169	214	194	208	221	231	245	257				
108	44	56	68	78	90	104	115	128	138	150	160	173	184	197	210	225	238	251	263				
133	44	57	70	84	97	110	124	131	139	151	163	176	188	200	211	225	238	251	263				
159	48	61	73	87	102	115	126	134	142	154	166	179	192	205	218	230	242	256	268				
219																							
273																							
325																							
377																							
426																							
480																							
530																							
630																							
720																							
820																							
920																							
1020																							
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	63	85	103	125	142	162	181	195	209	227	245	263	281	299	314	332	349	367	384				

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещении

Вид изоляции: цилиндры стекловолокнистые плотностью 40 кг/м^3

Теплопроводность: 0,03100+0,00033 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.26

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	Толщина изоляции, мм																						
18																							
25																							
45	24	40	50	59	70	82	90	114	115	137	136	146	153	171	180	191	204	217	232				
57	32	46	59	71	80	90	101	113	122	137	149	162	172	184	196	210	221	238	251				
76	33	47	60	72	84	98	108	120	129	126	151	167	181	192	204	218	229	245	258				
89	35	52	62	77	88	99	112	122	130	146	159	173	186	199	210	218	232	246	261				
108	39	55	65	79	89	103	115	128	129	150	162	176	187	200	213	228	240	254	265				
133	37	54	68	81	94	108	120	129	140	152	164	175	186	199	212	224	236	250	264				
159	39	56	70	85	99	112	126	133	142	153	165	178	192	205	215	229	242	242	269				
219																							
273																							
325																							
377																							
426																							
480																							
530																							
630																							
720																							
820																							
920																							
1020																							
Криво-	52	79	97	11	13	15	17	19	20	22	24	25	27	29	31	33	34	36	38				

линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоска я				8	7	8	8	2	3	2	0	8	6	4	2	0	5	5	2				

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещении

Вид изоляции: теплоизоляционные изделия из вспененного каучука

Теплопроводность: 0,03500+0,00018 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.27

Наруж-ный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270
	Толщина изоляции, мм																						
18	16	17	21	21	24	24	24																
25	18	19	25	25	26	27	27																
45	19	23	26	29	29	31	34																
57	25	30	31	34	35	38	40																
76	26	29	32	36	38	39	41																
89	28	32	35	37	40	42	44																
108	31	36	40	41	44	44	47																
133	30	34	39	41	45	46	48																
159	31	36	40	43	46	48	51																
219	35	40	44	48	51	53	57																
273	36	43	48	50	54	56	59																
325	37	43	48	52	54	57	60																
377	38	45	49	54	57	60	63																
426	39	45	51	54	58	61	64																
480	39	46	52	56	59	62	66																

530	39	46	52	57	60	63	67																
630	39	47	53	57	61	65	69																
720	41	48	54	59	62	66	70																
820	41	48	55	59	63	67	71																
920	41	49	55	60	64	68	72																
1020	41	49	55	60	65	68	72																
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	44	53	61	65	71	74	79																

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: на открытом воздухе

Вид изоляции: теплоизоляционные изделия из вспененного каучука с защитным слоем

Теплопроводность: 0,03500+0,00018 t, Вт/(м·°С)

Таблица Б.28

Наружный диаметр трубы, мм	Температура изолируемой поверхности, °С																						
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270
	Толщина изоляции, мм																						
18	22	21	25	25	28	27	27																
25	25	25	26	27	30	31	31																
45	29	31	31	33	33	35	36																
57	29	33	33	36	39	41	46																
76	35	37	38	42	43	44	45																
89	35	37	40	42	43	45	47																
108	37	40	43	44	46	48	49																
133	37	40	44	45	49	50	53																
159	40	43	46	49	51	53	55																

219	43	46	48	52	54	58	61																
273	44	49	53	55	58	61	63																
325	45	49	54	57	61	63	66																
377	46	51	55	59	63	65	69																
426	47	52	56	60	63	66	70																
480	49	54	59	63	66	70	73																
530	49	54	59	63	67	70	72																
630	51	56	60	65	68	71	75																
720	51	56	62	65	70	73	76																
820	52	58	62	67	70	74	79																
920	52	58	63	67	71	75	78																
1020	52	58	63	68	71	75	79																
Криво-линей-ная поверх-ность диамет-ром более 1500 мм и плоская	56	62	68	72	76	81	87																

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ТОЛЩИНА ИЗОЛЯЦИИ ДВУХТРУБНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПРИ НАДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКЕ НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ, В ПОМЕЩЕНИЯХ И ПОДВАЛАХ ЗДАНИЙ

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: надземная

Вид изоляции: маты минераловатные прошивные М-100

Теплопроводность: 0,05500 Вт/(м·°С)

Таблица В.1

Наружный диаметр трубопровода,	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					

мм						
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57	59	59	50	50	46	46
76	68	68	53	53	51	51
89	68	68	54	54	51	51
108	64	64	59	59	56	56
133	70	70	67	67	63	63
159	75	75	66	66	69	69
219	80	80	78	78	85	85
273	84	84	86	86	94	94
325	82	82	89	89	95	95
377	83	83	92	92	95	95
426	84	84	91	91	102	102
480	87	87	95	95	104	104
530	89	89	95	95	101	101
630	93	93	98	98	104	104
720	88	88	97	97	102	102
820	90	90	99	99	105	105
920	90	90	99	99	104	104
1020	86	86	99	99	105	105
1440	116	116	133	133	140	140

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещениях и подвалах зданий

Вид изоляции: маты минераловатные прошивные М-100

Теплопроводность: 0,05500 Вт/(м·°С)

Таблица В.2

Наружный	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный

диаметр трубопровода, мм						
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57	48	48	57	57	60	60
76	51	51	60	60	62	62
89	54	54	62	62	61	61
108	60	60	65	65	68	68
133	59	59	64	64	71	71
159	60	60	67	67	72	72
219	65	65	73	73	75	75
273	67	67	76	76	80	80
325	67	67	76	76	81	81
377	68	68	78	78	83	83
426	70	70	79	79	85	85
480	70	70	80	80	86	86
530	71	71	80	80	86	86
630	70	70	88	88	88	88
720	73	73	83	83	90	90
820	72	72	81	81	84	84
920	73	73	84	84	89	89
1020	74	74	84	84	91	91
1440	97	97	108	108	119	119

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: надземная

Вид изоляции: маты из стеклянного штапельного волокна М-35, 50

Теплопроводность: 0,05400 Вт/(м·°С)

Таблица В.3

	ТРУБОПРОВОД

Наружный диаметр трубопровода, мм						
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57	58	58	48	48	45	45
76	67	67	51	51	50	50
89	66	66	53	53	50	50
108	62	62	58	58	55	55
133	68	68	65	65	61	61
159	74	74	64	64	68	68
219	78	78	76	76	82	82
273	82	82	84	84	92	92
325	80	80	87	87	93	93
377	81	81	90	90	93	93
426	83	83	89	89	99	99
480	86	86	93	93	102	102
530	87	87	93	93	99	99
630						
720						
820						
920						
1020						
1440						

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещениях и подвалах зданий

Вид изоляции: маты из стеклянного штапельного волокна М-35, 50

Теплопроводность: 0,05400 Вт/(м·°С)

Таблица В.4

Наружный диаметр трубопровода, мм	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57	46	46	56	56	59	59
76	49	49	58	58	60	60
89	53	53	60	60	59	59
108	59	59	63	63	66	66
133	57	57	62	62	69	69
159	58	58	65	65	70	70
219	63	63	71	71	74	74
273	65	65	74	74	79	79
325	66	66	75	75	80	80
377	67	67	76	76	81	81
426	68	68	77	77	83	83
480	69	69	78	78	84	84
530	69	69	79	79	85	85
630						
720						
820						
920						
1020						
1440						

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: надземная

Вид изоляции: плиты минераловатные на синтетическом связующем М-75

Теплопроводность: 0,05700 Вт/(м·°С)

Таблица В.5

Наружный диаметр трубопровода, мм	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57						
76						
89						
108						
133	74	74	70	70	66	66
159	79	79	69	69	73	73
219	83	83	82	82	89	89
273	88	88	90	90	99	99
325	86	86	93	93	99	99
377	86	86	96	96	99	99
426	88	88	95	95	106	106
480	91	91	99	99	109	109
530	92	92	99	99	105	105
630						
720						
820						
920						
1020						
1440						

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещениях и подвалах зданий

Вид изоляции: плиты минераловатные на синтетическом связующем М-75

Теплопроводность: 0,05700 Вт/м·°С)

Таблица В.6

Наружный диаметр трубопровода, мм	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57						
76						
89						
108						
133	62	62	67	67	74	74
159	63	63	70	70	75	75
219	68	68	76	76	79	79
273	70	70	79	79	84	84
325	70	70	80	80	85	85
377	71	71	81	81	87	87
426	73	73	82	82	88	88
480	73	73	83	83	90	90
530	74	74	84	84	90	90
630						
720						
820						
920						
1020						
1440						

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: надземная

Вид изоляции: теплоизоляционные изделия из вспененного каучука с защитным слоем

Теплопроводность: 0,04000 Вт/(м·°С)

Таблица В.7

Наружный диаметр трубопровода, мм	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57	36	36				
76	42	42				
89	43	43				
108	41	41				
133	46	46				
159	50	50				
219	53	53				
273	57	57				
325	56	56				
377	57	57				
426	59	59				
480	61	61				
530	62	62				
630	65	65				
720	62	62				
820	64	64				
920	64	64				
1020	62	62				
1440	83	83				

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: в помещениях и подвалах зданий

Вид изоляции: теплоизоляционные изделия из вспененного каучука

Теплопроводность: 0,04000 Вт/(м·°С)

Таблица В.8

Наружный диаметр трубопровода, мм	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57	29	29				
76	32	32				
89	34	34				
108	39	39				
133	38	38				
159	40	40				
219	44	44				
273	46	46				
325	47	47				
377	47	47				
426	49	49				
480	49	49				
530	50	50				
630	50	50				
720	52	52				
820	51	51				
920	52	52				
1020	53	53				
1440	69	69				

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: надземная

Вид изоляции: полимербетон с защитным слоем

Теплопроводность: 0,06000 Вт/(м·°С)

Таблица В.9

Наружный диаметр трубопровода, мм	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57	69	69	57	57	53	53
76	79	79	60	60	59	59
89	78	78	61	61	58	58
108	73	73	67	67	63	63
133	79	79	76	76	71	71
159	85	85	74	74	78	78
219	89	89	87	87	95	95
273	94	94	97	97	106	106
325	92	92	99	99	106	106
377	92	92	103	103	106	106
426	94	94	101	101	113	113
480	97	97	105	105	116	116
530	98	98	105	105	111	111
630	102	102	108	108	115	115
720	97	97	107	107	113	113
820	99	99	109	109	116	116
920	99	99	109	109	114	114
1020	95	95	109	109	115	115
1440	127	127	146	146	154	154

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ТОЛЩИНА ИЗОЛЯЦИИ ДВУХТРУБНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКЕ В НЕПРОХОДНЫХ КАНАЛАХ И БЕСКАНАЛЬНО

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: подземная в непроходных каналах

Вид изоляции: маты минераловатные прошивные М-100

Теплопроводность: 0,05500 Вт/(м·°С)

Таблица Г.1

Наружный диаметр трубопровода, мм	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57	55	55	55	55	56	56
76	59	59	56	56	61	61
89	62	62	58	58	62	62
108	60	60	59	59	64	64
133	66	66	67	67	76	76
159	74	74	70	70	80	80
219	75	75	78	78	82	82
273	80	80	88	88	88	88
325	82	82	88	88	96	96
377	85	85	93	93	95	95
426	86	86	92	92	96	96
480	89	89	90	90	103	103
530	91	91	92	92	100	100
630	88	88	95	95	100	100

720	90	90	98	98	104	104
820	88	88	98	98	105	105
920	91	91	99	99	107	107
1020	88	88	97	97	105	105
1440	92	92	98	98	99	99

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: подземная в непроходных каналах

Вид изоляции: маты из стеклянного штапельного волокна М-35, 50

Теплопроводность: 0,05400 Вт/(м·°С)

Таблица Г.2

Наружный диаметр трубопровода, мм	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57	54	54	53	53	55	55
76	57	57	54	54	60	60
89	60	60	56	56	60	60
108	58	58	57	57	62	62
133	65	65	65	65	74	74
159	72	72	68	68	78	78
219	74	74	76	76	80	80
273	79	79	86	86	86	86
325	80	80	86	86	93	93
377	83	83	91	91	93	93
426	84	84	90	90	94	94
480	87	87	88	88	101	101
530	89	89	90	90	98	98

630						
720						
820						
920						
1020						
1440						

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: подземная в непроходных каналах

Вид изоляции: плиты минераловатные на синтетическом связующем М-75

Теплопроводность: 0,05700 Вт/(м·°С)

Таблица Г.3

Наружный диаметр трубопровода, мм	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57	59	59	58	58	60	60
76	62	62	59	59	65	65
89	66	66	61	61	66	66
108	63	63	62	62	68	68
133	70	70	71	71	80	80
159	78	78	73	73	84	84
219	79	79	81	81	86	86
273	84	84	92	92	93	93
325	86	86	92	92	100	100
377	89	89	97	97	100	100
426	90	90	96	96	101	101
480	92	92	94	94	108	108

530	94	94	96	96	104	104
630						
720						
820						
920						
1020						
1440						

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: подземная в непроходных каналах

Вид изоляции: плиты минераловатные на синтетическом связующем М-125

Теплопроводность: 0,05400 Вт/(м·°С)

Таблица Г.4

Наружный диаметр трубопровода, мм	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57						
76						
89						
108						
133						
159						
219						
273						
325						
377						

426						
480						
530						
630	86	86	93	93	98	98
720	88	88	96	96	102	102
820	87	87	96	96	103	103
920	89	89	97	97	105	105
1020	86	86	95	95	103	103
1440	90	90	96	96	97	97

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: подземная бесканальная с контролем влажности

Вид изоляции: пенополиуретан в жесткой полиэтиленовой оболочке

Теплопроводность: 0,03300 Вт/(м·°С)

Таблица Г.5

Наружный диаметр трубопровода, мм	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57	28	28	28	28		
76	31	31	30	30		
89	34	34	32	32		
108	34	34	34	34		
133	37	37	37	37		
159	42	42	40	40		
219	45	45	46	46		
273	48	48	52	52		
325	51	51	54	54		

377	54	54	58	58		
426	56	56	59	59		
480	57	57	58	58		
530	60	60	61	61		
630	61	61	65	65		
720	61	61	65	65		
820	62	62	68	68		
920	65	65	70	70		
1020						
1440						

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: подземная бесканальная

Вид изоляции: легкий пенобетон

Теплопроводность: 0,05000 Вт/(м·°С)

Таблица Г.6

Наружный диаметр трубопровода, мм	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57	53	53	52	52	54	54
76	57	57	54	54	59	59
89	61	61	57	57	61	61
108	60	60	59	59	64	64
133	64	64	65	65	73	73
159	73	73	69	69	78	78
219	76	76	79	79	82	82
273	80	80	87	87	87	87

325	84	84	89	89	96	96
377	88	88	95	95	98	98
426	91	91	97	97	101	101
480	93	93	95	95	107	107
530	97	97	98	98	106	106
630	98	98	105	105	109	109
720	97	97	104	104	110	110
820	99	99	108	108	115	115
920	103	103	110	110	118	118
1020	103	103	112	112	120	120
1440	116	116	122	122	123	123

Территориальный район: Европейский район РФ

Тип прокладки: подземная бесканальная

Вид изоляции: полимербетон

Теплопроводность: 0,06000 Вт/(м·°С)

Таблица Г.7

Наружный диаметр трубопровода, мм	ТРУБОПРОВОД					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции, мм					
25						
45						
57	73	73	72	72	74	74
76	77	77	73	73	80	80
89	82	82	76	76	82	82
108	79	79	78	78	85	85
133	84	84	85	85	97	97
159	95	95	89	89	102	102
219	98	98	101	101	106	106

273	102	102	111	111	112	112
325	106	106	113	113	122	122
377	111	111	121	121	124	124
426	114	114	122	122	127	127
480	116	116	118	118	134	134
530	121	121	123	123	132	132
630	121	121	130	130	136	136
720	120	120	129	129	137	137
820	122	122	134	134	142	142
920	127	127	136	136	146	146
1020	127	127	137	137	148	148
1440	142	142	150	150	151	151

Текст документа сверен по:
официальное издание
Госстрой России -
М.: ГУП ЦПП, 2001