

**ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ
ОБОРУДОВАНИЯ
И ТРУБОПРОВОДОВ**

СНиП 2.04.14-88*

С введением в действие СНиП 2.04.14-88 утрачивает силу разд. 8 и прил. 12—19 СНиП 2.04.07-86 «Тепловые сети», разд. 13 и прил. 6—8 СНиП II-35-76 «Котельные установки», СН 542-81 «Инструкция по проектированию тепловой изоляции оборудования и трубопроводов промышленных предприятий», разд. 7 СН 527-80 «Инструкция по проектированию технологических стальных трубопроводов на P_y до 10 МПа», разд. 6 СН 550-82 «Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб», п. 1.5 СНиП 2.04.05-86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

В СНиП 2.04.14-88* внесено изменение № 1, принятое постановлением Госстроя России от 31 декабря 1997 г. № 18-80.

| | | |
|--|--|--|
| Государственный строительный комитет СССР (Госстрой России) | Строительные нормы и правила | СНиП 2.04.14-88* |
| | Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов | Взамен разд. 8 и прил. 12–19 СНиП 2.04.07-86, разд. 13 и прил. 6–8 СНиП II-35-76, СН 542-81, разд. 7 СН 527-80, разд. 6 СН 550-82, п. 1.5 СНиП 2.04.05-86 |

Настоящие строительные нормы и правила следует соблюдать при проектировании тепловой изоляции наружной поверхности оборудования, трубопроводов и воздухопроводов в зданиях, сооружениях и наружных установках с температурой содержащихся в них веществ от минус 180 до 600 °С.

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

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Для тепловой изоляции оборудования, трубопроводов и воздухопроводов, как правило, следует применять полносборные или комплектные конструкции заводского изготовления, а также трубы с тепловой изоляцией полной заводской готовности.

1.2. Для трубопроводов тепловых сетей, включая арматуру, фланцевые соединения и компенсаторы, тепловую изоляцию необходимо предусматривать независимо от температуры теплоносителя и способов прокладки.

Для обратных трубопроводов тепловых сетей при $D_y \leq 200$ мм, прокладываемых в помещениях, тепловой поток от которых используется для отопления помещений, а также конденсатопроводов при сбросе конденсата в канализацию, тепловую изоляцию допускается не предусматривать. При технико-экономическом обосновании допускается прокладывать конденсатные сети без тепловой изоляции.

1.3. Арматуру, фланцевые соединения, люки, компенсаторы следует изолировать, если изолируется оборудование или трубопровод, на котором они установлены.

1.4. При проектировании необходимо также соблюдать требования к тепловой изоляции, содержащиеся в других нормативных документах, утвержденных или согласованных с Госстроем России.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМ КОНСТРУКЦИЯМ, ИЗДЕЛИЯМ И МАТЕРИАЛАМ

2.1. Теплоизоляционные конструкции следует предусматривать из следующих элементов: теплоизоляционного слоя; армирующих и крепежных деталей; пароизоляционного слоя; кровного слоя.

Защитное покрытие изолируемой поверхности от коррозии не входит в состав теплоизоляционной конструкции.

2.2. В теплоизоляционной конструкции пароизоляционный слой следует предусматривать при температуре изолируемой поверхности ниже 12 °С. Необходимость устройства пароизоляционного слоя при температуре от 12 до 20 °С определяется расчетом.

2.3. Для теплоизоляционного слоя оборудования и трубопроводов с положительными температурами содержащихся в них веществ для всех способов прокладок, кроме бесканальной, следует применять материалы и изделия со средней плотностью не более 400 кг/м³ и теплопроводностью не более 0,07 Вт/(м·°С) (при температуре 25 °С и влажности, указанной в соответствующих государственных стандартах и технических условиях на материалы и изделия). Допускается применение шнуров асбестовых для изоляции трубопроводов условным проходом до 50 мм включительно.

Для изоляции поверхностей с температурой выше 400 °С в качестве первого слоя допускается применение изделий с теплопроводностью более 0,07 Вт/(м·°С).

2.4. Для теплоизоляционного слоя оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами следует применять теплоизоляционные материалы и изделия со средней плотностью не более 200 кг/м³ и расчетной теплопроводностью в конструкции не более 0,07 Вт/(м·°С).

П р и м е ч а н и е. При выборе теплоизоляционной конструкции поверхности с температурой от 19 до 0 °С следует относить к поверхностям с отрицательными температурами.

| | | |
|--|---|--|
| Внесены Министерством монтажных и специальных строительных работ СССР | Утверждены постановлением Государственного строительного комитета СССР от 9 августа 1988 г. № 155 | Срок введения в действие 1 января 1990 г. |
|--|---|--|

2.5. Число слоев пароизоляционного материала в теплоизоляционных конструкциях для оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами содержащихся в них веществ приведено в табл. 1.

2.6. Для теплоизоляционного слоя трубопроводов с положительной температурой при бесканальной прокладке следует применять материалы со средней плотностью не более 600 кг/м³ и теплопроводностью не более 0,13 Вт/(м·°С) при температуре материала 20 °С и влажности, указанной в соответствующих государственных стандартах или технических условиях.

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

Тепловую изоляцию трубопроводов, предназначенных для бесканальной прокладки, следует выполнять в заводских условиях.

2.7. Расчетные характеристики теплоизоляционных материалов и изделий следует принимать по справочным приложениям 1 и 2.

2.8. Теплоизоляционные конструкции следует предусматривать из материалов, обеспечивающих:

тепловой поток через изолированные поверхности оборудования и трубопроводов согласно заданному технологическому режиму или нормированной плотности теплового потока;

исключение выделения в процессе эксплуатации вредных, пожароопасных и взрывоопасных, неприятно пахнущих веществ в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации;

исключение выделения в процессе эксплуатации болезнетворных бактерий, вирусов и грибов.

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

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

2.11. Для тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, содержащих вещества, являющиеся активными окислителями, не следует применять материалы самовозгорающиеся и изменяющие физико-химические, в том числе взрыво- и пожароопасные свойства при контакте с ними.

Таблица 1

| Пароизоляционный материал | Толщина, мм | Число слоев пароизоляционного материала при различных температурах изолируемой поверхности и сроках эксплуатации теплоизоляционной конструкции | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|--|--------|-----------------------------|--------|-------------------|--------|
| | | от минус 60 до 19 °С | | от минус 61 до минус 100 °С | | ниже минус 100 °С | |
| | | 8 лет | 12 лет | 8 лет | 12 лет | 8 лет | 12 лет |
| Полиэтиленовая пленка, ГОСТ 10354—82 | 0,15—0,2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | — |
| | 0,21—0,3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| | 0,31—0,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Фольга алюминиевая, ГОСТ 618—73 | 0,06—0,1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Изол, ГОСТ 10296—79 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Рубероид, ГОСТ 10923—82 | 1 | 3 | — | — | — | — | — |
| | 1,5 | 2 | 3 | 3 | — | — | — |

Примечания: 1. Допускается замена пленки полиэтиленовой на пленку поливинилбутиральную клеящую по ГОСТ 9438—85; ленту поливинилхлоридную липкую по ТУ 6-19-103—78, ТУ 102-320—82; пленку полиэтиленовую термоусадочную по ГОСТ 25951—83 с соблюдением толщин, указанных в таблице.

2. Допускается применение других материалов, обеспечивающих уровень сопротивления паропрооницанию не ниже, чем у приведенных в таблице.

Для материалов с закрытой пористостью, имеющих коэффициент паропрооницаемости менее 0,1 мг/(м·ч·Па), во всех случаях принимается один пароизоляционный слой. При применении заливочного пенополиуретана пароизоляционный слой не устанавливается.

Швы пароизоляционного слоя должны быть герметизированы; при температуре изолируемой поверхности ниже минус 60 °С следует также производить герметизацию швов кровельного слоя герметиками или пленочными клеящимися материалами.

В конструкциях не следует применять металлические крепежные детали, проходящие через всю толщину теплоизоляционного слоя. Крепежные детали или их части следует предусматривать из материалов с теплопроводностью не более 0,23 Вт/(м·°С).

Деревянные крепежные детали должны быть обработаны антисептическим составом. Стальные части крепежных деталей должны быть окрашены битумным лаком.

2.12. Для оборудования и трубопроводов, подвергающихся ударным воздействиям и вибрации, не следует применять теплоизоляционные изделия на основе минеральной ваты и засыпную теплоизоляционную конструкцию.

2.13. Для оборудования и трубопроводов, устанавливаемых в цехах для производства и в зданиях для хранения пищевых продуктов и химико-фармацевтических товаров, следует применять теплоизоляционные материалы, не допускающие загрязнения окружающего воздуха. Под покровный слой из неметаллических материалов в помещениях хранения и переработки пищевых продуктов следует предусматривать установку сетки стальной из проволоки диаметром не менее 1 мм с ячейками размером не более 12х12 мм.

Применение теплоизоляционных изделий из минеральной ваты, базальтового или супертонкого стекловолокна допускается только в обкладках со всех сторон из стеклянной или кремнезёмной ткани и под металлическим покровным слоем.

2.14. Перечень материалов, применяемых для покровного слоя, приведен в рекомендуемом приложении 3.

Не допускается применение металлических покровных слоев при подземной прокладке трубопроводов. Покровный слой из стали рулонной холоднокатаной с полимерным покрытием (металлопласт) не допускается применять в местах, подверженных прямому воздействию солнечных лучей.

При применении напыляемого пенополиуретана для трубопроводов, прокладываемых в каналах, допускается покровный слой не предусматривать.

2.15. Теплоизоляционные конструкции из горючих материалов не допускается предусматривать для оборудования и трубопроводов, расположенных:

а) в зданиях, кроме зданий IVа и V степеней огнестойкости, одно- и двухквартирных жилых домов и охлаждаемых помещений холодильников;

б) в наружных технологических установках, кроме отдельно стоящего оборудования;

в) на эстакадах и галереях при наличии кабелей и трубопроводов, транспортирующих горючие вещества.

При этом допускается применение из горючих материалов:

пароизоляционного слоя толщиной не более 2 мм;

слоя окраски или пленки толщиной не более 0,4 мм;

покровного слоя трубопроводов, расположенных в технических подвальных этажах и подпольях с выходом только наружу в зданиях I и II степеней огнестойкости при устройстве вставок длиной 3 м из негорючих материалов не менее чем через 30 м длины трубопровода;

теплоизоляционного слоя из заливочного пенополиуретана при покровном слое из оцинкованной стали для аппаратов и трубопроводов, содержащих горючие вещества с температурой минус 40 °С и ниже в наружных технологических установках.

Покровный слой из трудногорючих материалов, применяемый для наружных технологических установок высотой 6 м и более, должен быть на основе стекловолокна.

2.16. Для трубопроводов надземной прокладки при применении теплоизоляционных конструкций из горючих материалов следует предусматривать вставки длиной 3 м из негорючих материалов не менее чем через 100 м длины трубопровода, участки теплоизоляционных конструкций из негорючих материалов на расстоянии не менее 5 м от технологических установок, содержащих горючие газы и жидкости.

При пересечении трубопроводом противопожарной преграды следует предусматривать теплоизоляционные конструкции из негорючих материалов в пределах размера противопожарной преграды.

3. РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ

3.1*. Расчет толщины теплоизоляционного слоя производится:

а) по нормированной плотности теплового потока через изолированную поверхность, которую следует принимать:

для оборудования и трубопроводов с положительными температурами, расположенных на открытом воздухе, — по обязательному приложению 4* (табл. 1, 2); расположенных в помещении, — по обязательному приложению 4* (табл. 3, 4);

для оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами, расположенных на открытом воздухе, — по обязательному приложению 5* (табл. 1); расположенных в помещении, — по обязательному приложению 5* (табл. 2);

для паропроводов с конденсатопроводами при их совместной прокладке в непроходных каналах — по обязательному приложению 6*;

для трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и подземной бесканальной прокладке — по обязательному приложению 7* (табл. 1, 2).

При проектировании тепловой изоляции для технологических трубопроводов, прокладываемых в каналах и бесканально, нормы плотности теплового потока следует принимать как для трубопроводов, прокладываемых на открытом воздухе;

б) по заданной величине теплового потока;

в) по заданной величине охлаждения (нагрева) вещества, сохраняемого в емкостях в течение определенного времени;

г) по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами;

д) по заданному количеству конденсата в паропроводах;

е) по заданному времени приостановки движения жидкого вещества в трубопроводах в целях предотвращения его замерзания или увеличения вязкости;

ж) по температуре на поверхности изоляции, принимаемой не более, °С:

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

- металлическом покровном слое 55
- 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;

з) с целью предотвращения конденсации влаги из окружающего воздуха на покровном слое тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, содержащих вещества с температурой ниже температуры окружающего воздуха. Данный расчет следует выполнять только для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении. Расчетная относительная влажность воздуха принимается в соответствии с заданием на проектирование, но не менее 60 %;

и) с целью предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях объектов, транспортирующих газообразные вещества, содержащие водяные пары или водяные пары и газы, которые при растворении в сконденсировавшихся водяных парах могут привести к образованию агрессивных продуктов.

3.2. Толщина теплоизоляционного слоя для оборудования и трубопроводов с положительными температурами определяется исходя из условий, приведенных в подп. 3.1а — 3.1ж, 3.1и, для трубопроводов с отрицательными температурами — из условий подп. 3.1а — 3.1г.

Для плоской поверхности и цилиндрических объектов диаметром 2 м и более толщина теплоизоляционного слоя δ_k , м, определяется по формуле

$$\delta_k = \lambda_k R_k; \quad R_k = R_{tot} - \frac{1}{\alpha_e} - R_m, \quad (1)$$

где λ_k — теплопроводность теплоизоляционного слоя, определяемая по пп. 2.7 и 3.11, Вт/(м·°С);

R_k — термическое сопротивление теплоизоляционной конструкции, м²·°С/Вт;

R_{tot} — сопротивление теплопередачи теплоизоляционной конструкции, м²·°С/Вт;

α_e — коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции, принимаемый по справочному приложению 9, Вт/(м²·°С);

R_m — термическое сопротивление неметаллической стенки объекта, определяемое по п. 3.3, м²·°С/Вт.

Для цилиндрических объектов диаметром менее 2 м толщина теплоизоляционного слоя определяется по формуле

$$\delta_k = \frac{d}{2} (B - 1), \quad (2)$$

$$\ln B = 2\pi\lambda_k \left[r_{tot} - r_m - \frac{1}{\alpha_e \pi (d + 0,1)} \right], \quad (3)$$

где $B = \frac{d_i}{d}$ — отношение наружного диаметра

изоляционного слоя к наружному диаметру изолируемого объекта;

r_{tot} — сопротивление теплопередачи на 1 м длины теплоизоляционной конструкции цилиндрических объектов диаметром менее 2 м, м²·°С/Вт;

r_m — термическое сопротивление стенки трубопровода, определяемое по формуле (15);

d — наружный диаметр изолируемого объекта, м.

Величины R_{tot} и r_{tot} в зависимости от исходных условий определяются по формулам:

а) по нормированной поверхностной плотности теплового потока (подп. 3.1а)

$$R_{tot} = \frac{t_w - t_e}{q K_1}, \quad (4)$$

где t_w — температура вещества, °С;

t_e — температура окружающей среды, принимаемая согласно п. 3.6, °С;

q — нормированная поверхностная плотность теплового потока, принимаемая по обязательным приложениям 4* — 7*, Вт/м²;

K_1 — коэффициент, принимаемый по обязательному приложению 10;

по нормированной линейной плотности теплового потока

$$r_{tot} = \frac{t_w - t_e}{q_e K_1}, \quad (5)$$

где q_e — нормированная линейная плотность теплового потока с 1 м длины цилиндрической теплоизоляционной конструкции, принимаемая по обязательным приложениям 4* — 7*, Вт/м;

б) по заданной величине теплового потока (подп. 3.1б)

$$R_{tot} = \frac{(t_w - t_e) A K_{red}}{Q}, \quad (6)$$

где A — теплоотдающая поверхность изолируемого объекта, м²;

K_{red} — коэффициент, учитывающий дополнительный поток теплоты через опоры, принимаемый согласно табл. 4;

Q — тепловой поток через теплоизоляционную конструкцию, Вт;

$$r_{tot} = \frac{(t_w - t_e) l K_{red}}{Q}, \quad (7)$$

где l — длина теплоотдающего объекта (трубопровода), м;

в) по заданной величине охлаждения (нагрева) вещества, сохраняемого в емкостях (подп. 3.1в)

$$R_{tot} = \frac{3,6(t_{wm} - t_e) Z A K_{red}}{(V_m \rho_m c_m + V_w \rho_w c_w)(t_{w1} - t_{w2})}, \quad (8)$$

где 3,6 — коэффициент приведения единицы теплоемкости кДж/(кг·°С) к единице Вт·ч/(кг·°С);

t_{wm} — средняя температура вещества, °С;
 Z — заданное время хранения вещества, ч;
 V_m — объем стенки емкости, м³;
 ρ_m — плотность материала стенки, кг/м³;
 c_m — удельная теплоемкость материала стенки, кДж/(кг·°С);
 V_w — объем вещества в емкости, м³;
 ρ_w — плотность вещества, кг/м³;
 c_w — удельная теплоемкость вещества, кДж/(кг·°С);

t_{w1} — начальная температура вещества, °С;
 t_{w2} — конечная температура вещества, °С;

г) по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами (подп. 3.1г):

$$\text{при } \frac{t_{w1} - t_e}{t_{w2} - t_e} \geq 2 \quad r_{tot} = \frac{3,6 l K_{red}}{G_w c_w \ln \frac{t_{w1} - t_e}{t_{w2} - t_e}}, \quad (9)$$

$$\text{при } \frac{t_{w1} - t_e}{t_{w2} - t_e} < 2 \quad r_{tot} = \frac{3,6 l K_{red}(t_{wm} - t_e)}{G_w c_w (t_{w1} - t_{w2})}, \quad (10)$$

где G_w — расход вещества, кг/ч.

Формулы (9), (10) применяются для газопро-

водов сухого газа, если отношение $\frac{t_{w1}}{P} < 5$, где

P — давление газа, МПа. Для паропроводов перегретого пара в знаменатель формулы (10) следует поставить произведение расхода пара на разность удельных энтальпий пара в начале и конце трубопровода;

д) по заданному количеству конденсата в паропроводе насыщенного пара (подп. 3.1д)

$$r_{tot} = \frac{3,6(t_w - t_e) l K_{red}}{G_w m r_p}, \quad (11)$$

где m — коэффициент, определяющий допустимое количество конденсата в паре;

r_p — удельное количество теплоты конденсации пара, кДж/кг;

е) по заданному времени приостановки движения жидкого вещества в трубопроводе в целях предотвращения его замерзания или увеличения вязкости (подп. 3.1е)

$$r_{tot} = \frac{3,6 Z K_{red}}{\frac{2(t_w - t_{wz})(V_w \rho_w c_w + V_m \rho_m c_m)}{t_w + t_{wz} - 2t_e} + \frac{0,25 V_w \rho_w r_w}{t_{wz} - t_e}}, \quad (12)$$

где Z — заданное время приостановки движения жидкого вещества, ч;

t_{wz} — температура замерзания (твердения) вещества, °С;

V_w и V_m — приведенные объемы вещества и материала трубопровода к метру длины, м³/м;

r_w — удельное количество теплоты замерзания (твердения) жидкого вещества, кДж/кг;

ж) для предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях объектов, транспортирующих газообразные вещества, содержащие водяные пары (подп. 3.1и):

для объектов (газоходов) прямоугольного сечения

$$R_{tot} = \frac{t_{int} - t_e}{\alpha_{int}(t_w - t_{int})}, \quad (13)$$

где t_{int} — температура внутренней поверхности изолируемого объекта (газохода), °С;

α_{int} — коэффициент теплоотдачи от транспортируемого вещества к внутренней поверхности изолируемого объекта, Вт/(м²·°С);

для объектов (газоходов) диаметром менее 2 м

$$r_{tot} = \frac{t_{int} - t_e}{\alpha_{int} \pi d_{int} (t_w - t_{int})}, \quad (14)$$

где d_{int} — внутренний диаметр изолируемого объекта, м.

Примечание. При расчете толщины изоляции трубопроводов, прокладываемых в непроходных каналах и бесканально, следует дополнительно учитывать термическое сопротивление грунта, воздуха внутри канала и взаимное влияние трубопроводов.

3.3. При применении неметаллических трубопроводов следует учитывать термическое сопротивление стенки трубопровода, определяемое по формуле

$$r_m = \frac{\ln \frac{d}{d_{int}}}{2\pi \lambda_m}, \quad (15)$$

где λ_m — теплопроводность материала стенки, Вт/(м·°С).

Дополнительное термическое сопротивление плоских и криволинейных неметаллических поверхностей оборудования определяется по формуле

$$R_m = \frac{\delta_m}{\lambda_m}, \quad (16)$$

где δ_m — толщина стенки оборудования.

3.4. Толщина теплоизоляционного слоя, обеспечивающая заданную температуру на поверхности изоляции (подп. 3.1ж), определяется: для плоской и цилиндрической поверхностей диаметром 2 м и более

$$\delta_k = \frac{\lambda_k (t_w - t_e)}{\alpha_e (t_i - t_e)}, \quad (17)$$

где t_i — температура поверхности изоляции, °С;

для цилиндрических объектов диаметром менее 2 м по формуле (2), причем B следует определять по формуле

$$B \ln B = \frac{2\lambda_k (t_w - t_i)}{\alpha_e d (t_e - t_e)} \quad (18)$$

3.5. Толщина теплоизоляционного слоя, обеспечивающая предотвращение конденсации влаги из воздуха на поверхности изолированного объекта (подп. 3.1з), определяется по формулам:

для плоской и цилиндрической поверхностей диаметром 2 м и более

$$\delta_k = \frac{\lambda_k}{\alpha_e} \left(\frac{t_e - t_w}{t_e - t_i} - 1 \right); \quad (19)$$

для цилиндрических объектов диаметром менее 2 м — по формуле (2), где B следует определять по формуле

$$B \ln B = \frac{2\lambda_k}{\alpha_e d} \left(\frac{t_e - t_w}{t_e - t_i} - 1 \right). \quad (20)$$

Расчетные значения перепада $t_e - t_i$, °С, следует принимать по табл. 2.

Т а б л и ц а 2

| Температура окружающего воздуха, °С | Расчетный перепад $t_e - t_i$, °С, при относительной влажности окружающего воздуха, % | | | | |
|-------------------------------------|--|-----|-----|-----|-----|
| | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 10 | 10,0 | 7,4 | 5,2 | 3,3 | 1,6 |
| 15 | 10,3 | 7,7 | 5,4 | 3,4 | 1,6 |
| 20 | 10,7 | 8,0 | 5,6 | 3,6 | 1,7 |
| 25 | 11,1 | 8,4 | 5,9 | 3,7 | 1,8 |
| 30 | 11,6 | 8,6 | 6,1 | 3,8 | 1,8 |

3.6. За расчетную температуру окружающей среды следует принимать:

а) для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе:

для оборудования и трубопроводов при расчетах по нормированной плотности теплового потока — среднюю за год;

для трубопроводов тепловых сетей, работающих только в отопительный период, — среднюю за период со среднесуточной температурой наружного воздуха 8 °С и ниже;

при расчетах с целью обеспечения нормированной температуры на поверхности изоляции — среднюю максимальную наиболее жаркого месяца;

при расчетах по условиям, приведенным в подп. 3.1в—3.1е, 3.1и, — среднюю наиболее холодной пятидневки — для поверхностей с положительными температурами; среднюю максимальную наиболее жаркого месяца — для поверхностей с отрицательными температурами веществ;

б) для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении, — согласно техническому заданию на проектирование, а при отсутствии данных о температуре окружающего воздуха 20 °С;

в) для трубопроводов, расположенных в тоннелях, 40 °С;

г) для подземной прокладки в каналах или при бесканальной прокладке трубопроводов:

при определении толщины теплоизоляционного слоя по нормам плотности теплового потока — среднюю за год температуру грунта на глубине заложения оси трубопровода;

при определении толщины теплоизоляционного слоя по заданной конечной температуре вещества — минимальную среднемесячную температуру грунта на глубине заложения оси трубопровода.

П р и м е ч а н и е. При величине заглубления верхней части перекрытия канала (при прокладке в каналах) или верха теплоизоляционной конструкции трубопровода (при бесканальной прокладке) 0,7 м и менее за расчетную температуру окружающей среды должна приниматься та же температура наружного воздуха, что и при надземной прокладке.

3.7. За расчетную температуру теплоносителя при определении толщины теплоизоляционного слоя теплоизоляционной конструкции по нормам плотности теплового потока следует принимать среднюю за год, а в остальных случаях — в соответствии с техническим заданием.

При этом для трубопроводов тепловых сетей за расчетную температуру теплоносителя принимают:

для водяных сетей — среднюю за год температуру воды, а для сетей, работающих только в отопительный период, — среднюю за отопительный период;

для паровых сетей — среднюю по длине паропровода максимальную температуру пара;

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

При заданной конечной температуре пара принимается наибольшая из полученных толщин тепловой изоляции, определенных для различных режимов работы паровых сетей.

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

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

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

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

П р и м е ч а н и е. Температуру грунта в расчетах следует принимать: для отопительного периода — минимальную среднемесячную, для неотапливаемого периода — максимальную среднемесячную.

Таблица 4

3.9. За расчетную температуру окружающей среды при определении количества теплоты, выделившейся с поверхности теплоизоляционной конструкции за год, принимают:

для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе, — в соответствии с подп. 3.6а;

для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении или тоннеле, — в соответствии с подп. 3.6б,в;

для трубопроводов при прокладке в каналах или бесканальной — в соответствии с подп. 3.6г.

3.10. Для изолируемых поверхностей с положительными температурами толщина теплоизоляционного слоя, определенная по условиям п. 3.1, должна быть проверена по подп. 3.1а и 3.1ж, а для поверхностей с отрицательными температурами — по подп. 3.1а и 3.1з. В результате принимается большее значение толщины слоя.

3.11. При бесканальной прокладке теплопроводность основного слоя теплоизоляционной конструкции λ_k определяется по формуле

$$\lambda_k = \lambda K, \quad (21)$$

где λ — теплопроводность сухого материала основного слоя, Вт/(м·°С), принимаемая по справочному приложению 2;

K — коэффициент увлажнения, учитывающий увеличение теплопроводности от увлажнения, принимаемый в зависимости от вида теплоизоляционного материала и типа грунта по табл. 3.

Таблица 3

| Материал теплоизоляционного слоя | Коэффициент увлажнения K | | |
|----------------------------------|-----------------------------|---------|------------------|
| | Тип грунта по ГОСТ 25100—82 | | |
| | маловлажный | влажный | насыщенный водой |
| Армопенобетон | 1,15 | 1,25 | 1,4 |
| Битумоперлит | 1,1 | 1,15 | 1,3 |
| Битумовермикулит | 1,1 | 1,15 | 1,3 |
| Битумокерамзит | 1,1 | 1,15 | 1,25 |
| Пенополиуретан | 1,0 | 1,05 | 1,1 |
| Полимербетон | 1,05 | 1,1 | 1,15 |
| Фенольный пропласт ФЛ | 1,05 | 1,1 | 1,15 |

3.12. Тепловой поток через изолированные опоры труб, фланцевые соединения и арматуру следует учитывать коэффициентом k длине трубопровода K_{red} , принимаемым по табл. 4.

Тепловой поток через опоры оборудования следует учитывать коэффициентом 1,1.

| Способ прокладки трубопроводов | Коэффициент K_{red} |
|---|-----------------------|
| 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 |
| для стальных трубопроводов на подвесных опорах | 1,05 |
| для неметаллических трубопроводов на подвижных и подвесных опорах | 1,7 |
| для неметаллических трубопроводов, изолируемых совместно с основанием | 1,2 |
| при групповой прокладке неметаллических трубопроводов на сплошном настиле | 2,0 |
| Бесканальный | 1,15 |

3.13. Значения коэффициента теплоотдачи от наружной поверхности кровельного слоя и коэффициента теплоотдачи от воздуха в канале к стенке канала определяются расчетом. Допускается принимать эти коэффициенты по справочному приложению 9.

4. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

4.1. Расчетную толщину промышленных теплоизоляционных конструкций из волокнистых материалов и изделий следует округлять до значений, кратных 20, и принимать согласно рекомендуемому приложению 11; для жестких, ячеистых материалов и пенопластов следует принимать ближайшую к расчетной толщине изделий по соответствующим государственным стандартам или техническим условиям.

4.2. Минимальную толщину теплоизоляционного слоя из неуплотняющихся материалов следует принимать:

при изоляции тканями, полотном холстопршивным, шнурами — 30 мм;

при изоляции жесткоформованными изделиями — равной минимальной толщине, предусматриваемой государственными стандартами или техническими условиями;

при изоляции изделиями из волокнистых уплотняющихся материалов — 40 мм.

4.3. Предельная толщина теплоизоляционной конструкции при подземной прокладке в каналах и тоннелях приведена в рекомендуемом приложении 12.

4.4. Толщину и объем теплоизоляционных изделий из уплотняющихся материалов до установки на изолируемую поверхность следует определять по рекомендуемому приложению 13.

4.5. Для поверхностей с температурой выше 250 °С и ниже минус 60 °С не допускается применение однослойных конструкций. При многослойной конструкции последующие слои должны перекрывать швы предыдущего. При изоляции жесткоформованными изделиями следует предусматривать вставки из волокнистых материалов в местах устройства температурных швов.

4.6. Толщину металлических листов, лент, применяемых для покровного слоя, в зависимости от наружного диаметра или конфигурации теплоизоляционной конструкции следует принимать по табл. 5.

4.7. Для предохранения покровного слоя от коррозии следует предусматривать:

для кровельной стали — окраску;

для листов и лент из алюминия и алюминиевых сплавов при применении теплоизоляционного

слоя в стальной некрашеной сетке или устройстве стального каркаса — установку под покровный слой прокладки из рулонного материала.

4.8. Конструкцию тепловой изоляции следует предусматривать исключая деформацию и сползание теплоизоляционного слоя в процессе эксплуатации.

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

4.9. Размещение крепежных деталей на изолируемых поверхностях следует принимать в соответствии с ГОСТ 17314—81.

4.10. Детали, предусматриваемые для крепления теплоизоляционной конструкции на поверхности с отрицательными температурами, должны иметь защитное покрытие от коррозии или изготавливаться из коррозионно-стойких материалов.

Крепежные детали, соприкасающиеся с изолируемой поверхностью, следует предусматривать:

для поверхностей с температурой от минус 40 до 400 °С — из углеродистой стали;

для поверхностей с температурой выше 400 и ниже минус 40 °С — из того же материала, что и изолируемая поверхность.

Крепежные детали основного и покровного слоев теплоизоляционных конструкций оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе в районах с расчетной температурой окружающего воздуха ниже минус 40 °С, следует применять из легированной стали или алюминия.

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

4.12. Выбор материала покровных слоев теплоизоляционных конструкций оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе в районах с расчетной температурой окружающего воздуха минус 40 °С и ниже, следует производить с учетом температурных пределов применения материалов по государственным стандартам или техническим условиям.

4.13. Для конструкций тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами веществ крепление покровного слоя следует предусматривать, как правило, бандажами. Крепление покровного слоя винтами допускается предусматривать при диаметре изоляционной конструкции более 800 мм.

Т а б л и ц а 5

| Материал | Толщина листа, мм, при диаметре изоляции, мм | | | |
|---|---|-------------------|--------------------|--------------------------------------|
| | 350 и менее | св. 350 до 600 | св. 600 до 1600 | св. 1600 и плоские поверхности |
| Сталь тонколистовая | 0,35— 0,5 | 0,5— 0,8 | 0,8 | 1,0 |
| Листы из алюминия и алюминиевых сплавов | 0,3 | 0,5— 0,8 | 0,8 | 1,0 |
| Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов | 0,25— 0,3 | 0,3— 0,8 | 0,8 | 1,0 |

Примечания: 1. Листы и ленты из алюминия и алюминиевых сплавов толщиной 0,25—0,3 мм рекомендуется применять гофрированными.
2. Для изоляции поверхностей диаметром изоляции более 1600 мм и плоских, расположенных в помещении с неагрессивными и слабоагрессивными средами, допускается применять металлические листы и ленты толщиной 0,8 мм, а для трубопроводов диаметром изоляции более 600 до 1600 мм — 0,5 мм.

**РАСЧЕТНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**

| Материал, изделие, ГОСТ или ТУ | Средняя плотность в конструк- ции ρ , кг/м ³ | Теплопроводность теплоизоляционного материала в конструкции λ_k , Вт/(м·°С) | | Температура применения, °С | Группа горючести |
|--|--|---|---------------|--|---------------------|
| | | для поверхностей с температурой, °С | | | |
| | | 20 и выше | 19 и ниже | | |
| Изделия из пенопласта ФРП-1 и резопена, ГОСТ 22546—77, группы: 75 100 | 65—85 | $0,041+0,00023t_m$ | $0,051—0,045$ | От минус 180 до 130 От минус 180 до 150 | Трудно- горючие |
| | 86—110 | $0,043+0,00019t_m$ | $0,057—0,051$ | | |
| Изделия перлитцемент- ные, ГОСТ 18109—80, марки: 250 300 350 | 250 | $0,07+0,00019t_m$ | — | От 20 до 600 | Негорючие |
| | 300 | $0,076+0,00019t_m$ | — | | |
| | 350 | $0,081+0,00019t_m$ | — | | |
| Изделия теплоизоляцион- ные известково-кремнезё- мистые, ГОСТ 24748—81, марки: 200 225 | 200 | $0,069+0,00015t_m$ | — | От 20 до 600 | Негорючие |
| | 225 | $0,078+0,00015t_m$ | — | | |
| Изделия минераловатные с гофрированной структу- рой для промышленной изо- ляционной, ТУ 36.16.22-8—86, марки: 75 100 | В зависи- мости от ди- аметра изо- лируемой поверхности От 66 до 98 От 84 до 130 | $0,041+0,00034t_m$ | $0,054—0,05$ | От минус 60 до 400 | Негорючие |
| | | $0,042+0,0003t_m$ | | | |
| Изделия теплоизоляцион- ные вулканические, ГОСТ 10179—74, марки: 300 350 400 | 300 | $0,074+0,00015t_m$ | — | От 20 до 600 | Негорючие |
| | 350 | $0,079+0,00015t_m$ | — | | |
| | 400 | $0,084+0,00015t_m$ | — | | |
| Маты звукопоглощающие базальтовые марки БЗМ, РСТ УССР 1977—87 | До 80 | $0,04+0,0003t_m$ | — | От минус 180 до 450 в обо- лочке из ткани стеклянной; до 700—в оболоч- ке из кремне- зёмной ткани | Негорючие |
| Маты минераловатные прошивные, ГОСТ 21880— 86, марки: 100 125 | 102—132 | $0,045+0,00021t_m$ | $0,059—0,054$ | От минус 180 до 450 для ма- тов на ткани, сетке, холсте из стеклово- локна; до 700 — на металли- ческой сетке | Негорючие |
| | 133—162 | $0,049+0,0002t_m$ | | | |

| Материал, изделие, ГОСТ или ТУ | Средняя плотность в конструк- ции ρ , кг/м ³ | Теплопроводность теплоизоляционного материала в конструкции λ_k , Вт/(м·°С) | | Температура применения, °С | Группа горючести |
|--|--|---|--|---|--|
| | | для поверхностей с температурой, °С | | | |
| | | 20 и выше | 19 и ниже | | |
| Маты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем, ГОСТ 10499—78, марки: МС-35 МС-50 | 40—56 58—80 | 0,04+0,0003 t_m 0,042+0,00028 t_m | 0,048 0,047 | От минус 60 до 180 | Негорючие |
| Маты и вата из супертонкого стеклянного волокна без связующего, ТУ 21 РСФСР 224—87 | 60—80 | 0,033+0,00014 t_m | 0,044—0,037 | От минус 180 до 400 | Негорючие |
| Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем, ГОСТ 9573—82, марки: 50 75 125 175 | 55—75 75—115 90—150 150—210 | 0,04+0,00029 t_m 0,043+0,00022 t_m 0,044+0,00021 t_m 0,052+0,0002 t_m | 0,054—0,05 0,054—0,05 0,057—0,051 0,06—0,054 | От минус 60 до 400 От минус 180 до 400 | Негорючие |
| Плиты из стеклянного штапельного волокна полужесткие, технические, ГОСТ 10499—78, марки: ППТ-50 ППТ-75 | 42—58 59—86 | 0,042+0,00035 t_m 0,044+0,00023 t_m | 0,053 | От минус 60 до 180 | Трудногорючие |
| Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на битумном связующем, ГОСТ 10140—80, марки: 75 100 150 200 | 75—115 90—120 121—180 151—200 | — — — — | 0,054—0,057 0,054—0,057 0,058—0,062 0,061—0,066 | От минус 100 до 60 | Марки 75 — негорючие; остальные — горючие |
| Плиты теплоизоляционные из пенопласта на основе резольных фенолформальдегидных смол, ГОСТ 20916—87, марки: 50 80 90 | Не более 50 Св. 70 до 80 Св. 80 до 100 | 0,040+0,00022 t_m 0,042+0,00023 t_m 0,043+0,00019 t_m | 0,049—0,042 0,051—0,045 0,057—0,051 | От минус 180 до 130 | Трудногорючие |
| Полотна холстопршивные стекловолокнистые, ТУ 6-48-0209777-1—88, марки: ХПС-Т-5 ХПС-Т-2,5 | 180—320 130—230 | 0,047+0,00023 t_m | 0,053—0,047 | От минус 200 до 550 | Негорючие |
| Песок перлитовый вспученный мелкий, ГОСТ 10832—91, марки: 75 100 150 | 110 150 225 | 0,052+0,00012 t_m 0,055+0,00012 t_m 0,058+0,00012 t_m | 0,05—0,042 0,054—0,047 — | От минус 200 до 875 | Негорючий |

Продолжение прил. 1

| Материал, изделие, ГОСТ или ТУ | Средняя плотность в конструк- ции ρ , кг/м ³ | Теплопроводность теплоизоляционного материала в конструкции λ_k , Вт/(м·°С) | | Температура применения, °С | Группа горючести |
|---|--|---|---|--------------------------------------|---------------------------|
| | | для поверхностей с температурой, °С | | | |
| | | 20 и выше | 19 и ниже | | |
| Полуцилиндры и цилиндры минераловатные на синтетическом связующем, ГОСТ 23208—83, марки: 100 150 200 | 75—125 126—175 176—225 | $0,049+0,00021t_m$ $0,051+0,0002t_m$ $0,053+0,00019t_m$ | $0,047—0,053$ $0,054—0,059$ $0,062—0,057$ | От минус 180 до 400 | Негорючие |
| Плиты пенополистирольные, ГОСТ 15588—86, марки: 20 25 30, 40 | 20 25 30, 40 | — — — | $0,048—0,04$ $0,044—0,035$ $0,042—0,032$ | От минус 180 до 70 | Горючие |
| Пенопласт плиточный, ТУ 6-05-1178—87, марки: ПС-4-40 ПС-4-60 ПС-4-65 | 40 60 65 | — — — | $0,041—0,032$ $0,048—0,039$ $0,048—0,039$ | От минус 180 до 60 | Горючий |
| Пенопласт плиточный ПВХ, ТУ 6-05-1179—83, марки: ПХВ-1-85 ПХВ-1-115 ПХВ-2-150 | 85 115 150 | — — — | $0,04—0,03$ $0,043—0,032$ $0,047—0,036$ | От минус 180 до 60 | Горючий |
| Пенопласт плиточный марки ПВ-1, ТУ 6-05-1158—87 | 65, 95 | — | $0,043—0,032$ | От минус 180 до 60 | Горючий |
| Пенопласт поливинилхлоридный эластичный ПВХ-Э, ТУ 6-05-1269—75 | 150 | — | $0,05—0,04$ | От минус 180 до 60 | Горючий |
| Пенопласт терморезистивный ФК-20 и ФФ, жесткий, ТУ 6-05-1303—76, марки: ФК-20 ФФ | 170, 200 170, 200 | — — | $0,055—0,052$ $0,055—0,052$ | От 0 до 120 От минус 60 до 150 | Горючий Трудно-горючий |
| Пенополиуретан ППУ-331/3 (заливочный) | 40—60 60—80 | — — | $0,036—0,031$ $0,037—0,032$ | От минус 180 до 120 | Горючий |
| Пенопласт полиуретановый эластичный ППУ-ЭТ, ТУ 6-05-1734—75 | 40—50 | — | $0,043—0,038$ | От минус 60 до 100 | Горючий |
| Полотно иглопробивное стеклянное теплоизоляционное марки ИПС-Т-1000, ТУ 6-11-570—83 | 140 | $0,047+0,00023t_m$ | $0,053—0,047$ | От минус 200 до 550 | Негорючее |
| Ровинг (жгут) из стеклянных комплексных нитей, ГОСТ 17139—79 | 200—250 | — | $0,065—0,062$ | От минус 180 до 450 | Негорючий |

| Материал, изделие, ГОСТ или ТУ | Средняя плотность в конструк- ции ρ , кг/м ³ | Теплопроводность теплоизоляционного материала в конструкции λ_k , Вт/(м·°С) | | Температура применения, °С | Группа горючести |
|---|--|---|--------------------|---|---|
| | | для поверхностей с температурой, °С | | | |
| | | 20 и выше | 19 и ниже | | |
| Шнур асбестовый, ГОСТ 1779—83, марки: ШАП ШАОН | 100—160 750—600 | $0,093+0,0002t_m$ $0,13+0,00026t_m$ | — — | От 20 до 220 От 20 до 400 | Трудногорючий Негорючий |
| Шнур теплоизоляционный из минеральной ваты, ТУ 36-1695—79, марки: 200 250 | 200 250 | $0,056+0,00019t_m$ $0,058+0,00019t_m$ | $0,069—0,068$ — | От минус 180 до 600 в за- висимости от материала сетчатой трубки | В сетчатых тру- бках из метал- лической про- волоки и нити стеклянной — негорючий; ос- тальной — труд- ногорючий |
| Холсты из микроультрасу- пертонного стекломик- рокристаллического шта- пельного волокна из гор- ных пород, РСТ УССР 1970—86, марка БСТВ-ст | До 80 | $0,041+0,00029t_m$ | 0,04 | От минус 269 до 600 | Негорючие |

П р и м е ч а н и я: 1. t_m — средняя температура теплоизоляционного слоя, °С; $t_m = \frac{t_w + 40}{2}$ — на открытом воздухе в летнее время, в помещении, в каналах, тоннелях, технических подпольях, на чердаках и в подвалах зданий; $t_m = \frac{t_w}{2}$ — на открытом воздухе в зимнее время, где t_w — температура вещества.

2. Больше значение расчетной теплопроводности теплоизоляционного материала в конструкции для поверхностей с температурой 19 °С и ниже относится к температуре вещества от минус 60 до 20 °С, меньшее — к температуре минус 140 °С и ниже. Для промежуточных значений температур теплопроводность определяется интерполяцией.

3. При изоляции поверхностей с применением жестких плит расчетную теплопроводность следует увеличивать на 10 %.

4. Допускается применение других материалов, отвечающих требованиям пп. 2.3; 2.4.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Справочное

**РАСЧЕТНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ
ПРИ БЕСКАНАЛЬНОЙ ПРОКЛАДКЕ**

| Материал | Условный проход трубопровода, мм | Средняя плотность ρ , кг/м ³ | Теплопроводность сухого материала λ , Вт/(м·°С), при 20°С | Максимальная температура вещества, °С |
|--|-------------------------------------|---|---|---|
| Армопенобетон | 150—800 | 350—450 | 0,105—0,13 | 150 |
| Битумоперлит | 50—400 | 450—550 | 0,11 —0,13 | 130* |
| Битумокерамзит | До 500 | 600 | 0,13 | 130* |
| Битумовермикулит | До 500 | 600 | 0,13 | 130* |
| Пенополимербетон | 100—400 | 400 | 0,07 | 150 |
| Пенополиуретан | 100—400 | 60—80 | 0,05 | 120 |
| Фенольный поропласт ФЛ мо- нолитный | До 1000 | 100 | 0,05 | 150 |

*Допускается применение до температуры 150 °С при качественном методе отпуска теплоты.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОКРОВНОГО СЛОЯ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ

| Материал, ГОСТ или ТУ | Применяемая толщина, мм | Группа горючести |
|--|-------------------------|----------------------|
| 1. Металлические | | |
| Листы из алюминия и алюминиевых сплавов, ГОСТ 21631—76, марки АД0, АД1, АМц, АМг2, В95 | 0,3; 0,5—1 | Негорючие |
| Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов, ГОСТ 13726—78, марки АД0, АД1, АМц, АМг2, В95 | 0,25—1 | Негорючие |
| Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий, ГОСТ 14918—80 | 0,35—1 | Негорючая |
| Сталь тонколистовая кровельная, ОСТ 14-11-196—86 | 0,5—0,8 | Негорючая |
| Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества, ГОСТ 16523—89 | 0,35—1 | Негорючий |
| Оболочки гофрированные для теплоизоляционных конструкций отводов трубопроводов, ОСТ 36-67—82 | 0,2 2,5 | Негорючие Горючие |
| Сталь рулонная холоднокатаная с полимерным покрытием (металлопласт), ТУ 14-1-1114—74 | 0,8—1,3 | Трудногорючая |
| 2. На основе синтетических полимеров | | |
| Стеклотекстолит конструкционный КАСТ-В, ГОСТ 10292—74Е | 0,5—1,2 | Горючий |
| Материалы армопластмассовые для защиты покрытий тепловой изоляции трубопроводов, ТУ 36-2168—85, марки: | | |
| АПМ-1 | 2,2 | Горючий |
| АПМ-2 | 2,1 | Трудногорючий |
| АПМ-К | 2,1 | Горючий |
| Стеклопластик рулонный РСТ, ТУ 6-11-145—80, марки РСТ-А, РСТ-Б, РСТ-Х | 0,25—0,5 | Трудногорючий |
| Стеклопластик марки ФСП (стеклопластик фенольный покровный), ТУ 6-11-150—76 | 0,3; 0,6 | Горючий |
| Пленка виниловая каландрированная КПО, ГОСТ 16398—81 | 0,4—1 | Горючая |
| Пленка из вторичного поливинилхлоридного сырья, ТУ 63.032.3—88 | 1,3 | Горючая |
| Стеклотекстолит покровный листовой СТПЛ, ТУ 36-1583—88, марки: | | |
| СТПЛ-СБ | 0,3 | Трудногорючий |
| СТПЛ-ТБ | 0,5 | |
| СТПЛ-ВП | 0,8 | |

| Материал, ГОСТ или ТУ | Применяемая толщина, мм | Группа горючести |
|--|-------------------------|---|
| 3. На основе природных полимеров | | |
| Рубероид, ГОСТ 10923—82, марка РКК-420 | 2—3 | Горючий |
| Стеклорубероид, ГОСТ 15879—70 | 2,5 | Горючий |
| Толь кровельный и гидроизоляционный, ГОСТ 10999—76, марки ТКК-350, ТКК-400 | 1,0—1,5 | Горючий |
| Пергамин кровельный, ГОСТ 2697—83 | 1,0—1,5 | Горючий |
| Рубероид, покрытый стеклотканью, ТУ 21 ЭССР 48—83 | — | Горючий |
| Изол, ГОСТ 10296—79 | 2 | Горючий |
| 4. Минеральные | | |
| Стеклоцемент текстолитовый для теплоизоляционных конструкций, ТУ 36-940—85 | 1,5—2 | Негорючий |
| Листы асбестоцементные плоские, ГОСТ 18124—75 | 6—10 | Негорючие |
| Листы асбестоцементные волнистые унифицированного профиля, ГОСТ 16233—77 | 5—8 | Негорючие |
| Штукатурка асбестоцементная | 10—20 | Негорючая |
| 5. Дублированные фольгой | | |
| Фольга алюминиевая дублированная для теплоизоляционных конструкций, ТУ 36-1177—77 | 0,5—1,5 | Дублированная бумагой и картоном — горючая, остальные — трудногорючие |
| Фольгорубероид для защитной гидроизоляции утеплителя трубопроводов, ТУ 21 ЭССР 69—83 | 1,7—2 | Горючий |
| Фольгоизол, ГОСТ 20429—84 | 2—2,5 | Горючий |
| <p>Примечание. При применении покровных слоев из листового металла следует учитывать характер и степень агрессивности окружающей среды и производства.</p> | | |

**НОРМЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОвого ПОТОКА ЧЕРЕЗ ПОВЕРХНОСТЬ ИЗОЛЯЦИИ
ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ ТЕМПЕРАТУРАМИ**

Таблица 1

**Нормы плотности теплового потока при расположении
оборудования и трубопроводов на открытом воздухе
и общей продолжительности работы в год более 5000 ч**

| Условный проход тру- бопровода, мм | Средняя температура теплоносителя, °С | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 20 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |
| | Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 3 | 8 | 16 | 24 | 34 | 45 | 55 | 67 | 80 | 93 | 108 | 123 | 140 |
| 20 | 4 | 9 | 18 | 28 | 38 | 49 | 61 | 74 | 88 | 103 | 119 | 135 | 152 |
| 25 | 4 | 11 | 20 | 30 | 42 | 54 | 66 | 80 | 95 | 111 | 128 | 146 | 165 |
| 40 | 5 | 12 | 24 | 36 | 48 | 62 | 77 | 93 | 110 | 128 | 147 | 167 | 188 |
| 50 | 6 | 14 | 25 | 38 | 52 | 66 | 83 | 100 | 118 | 136 | 156 | 177 | 199 |
| 65 | 7 | 15 | 29 | 44 | 58 | 75 | 92 | 111 | 131 | 152 | 173 | 197 | 220 |
| 80 | 8 | 17 | 32 | 47 | 62 | 80 | 99 | 119 | 139 | 162 | 185 | 209 | 226 |
| 100 | 9 | 19 | 35 | 52 | 69 | 88 | 109 | 130 | 152 | 175 | 200 | 225 | 252 |
| 125 | 10 | 22 | 40 | 57 | 75 | 99 | 121 | 144 | 169 | 194 | 221 | 250 | 279 |
| 150 | 11 | 24 | 44 | 62 | 83 | 109 | 133 | 157 | 183 | 211 | 240 | 270 | 301 |
| 200 | 15 | 30 | 53 | 75 | 99 | 129 | 157 | 185 | 216 | 247 | 280 | 314 | 349 |
| 250 | 17 | 35 | 61 | 86 | 112 | 145 | 174 | 206 | 238 | 273 | 309 | 345 | 384 |
| 300 | 20 | 40 | 68 | 96 | 126 | 160 | 194 | 227 | 262 | 300 | 339 | 378 | 420 |
| 350 | 23 | 45 | 75 | 106 | 138 | 177 | 211 | 248 | 286 | 326 | 368 | 411 | 454 |
| 400 | 24 | 49 | 83 | 125 | 150 | 191 | 228 | 267 | 308 | 351 | 395 | 440 | 487 |
| 450 | 27 | 53 | 88 | 123 | 160 | 204 | 244 | 284 | 327 | 373 | 418 | 466 | 517 |
| 500 | 29 | 58 | 96 | 135 | 171 | 220 | 261 | 305 | 349 | 398 | 446 | 496 | 549 |
| 600 | 34 | 66 | 110 | 152 | 194 | 248 | 294 | 342 | 391 | 444 | 497 | 554 | 611 |
| 700 | 39 | 75 | 122 | 169 | 214 | 273 | 323 | 375 | 429 | 485 | 544 | 604 | 664 |
| 800 | 43 | 83 | 135 | 172 | 237 | 301 | 355 | 411 | 469 | 530 | 594 | 657 | 723 |
| 900 | 48 | 92 | 149 | 205 | 258 | 328 | 386 | 446 | 509 | 574 | 642 | 710 | 779 |
| 1000 | 53 | 101 | 163 | 223 | 280 | 355 | 418 | 482 | 548 | 618 | 691 | 753 | 837 |
| Криволи- нейные по- верхности диаметром более 1020 мм и плос- кие | Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м ² | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 28 | 44 | 57 | 69 | 85 | 97 | 109 | 122 | 134 | 146 | 157 | 169 |

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

**Нормы плотности теплового потока при расположении оборудования
и трубопроводов на открытом воздухе
и общей продолжительности работы в год 5000 ч и менее**

| Условный проход тру- бопровода, мм | Средняя температура теплоносителя, °С | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | 20 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |
| | Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 4 | 9 | 18 | 28 | 38 | 48 | 61 | 74 | 87 | 102 | 117 | 134 | 152 |
| 20 | 5 | 11 | 21 | 31 | 43 | 54 | 67 | 81 | 97 | 113 | 130 | 148 | 167 |
| 25 | 5 | 12 | 23 | 34 | 47 | 60 | 74 | 89 | 104 | 122 | 140 | 160 | 180 |
| 40 | 7 | 15 | 27 | 40 | 54 | 71 | 86 | 103 | 122 | 142 | 163 | 185 | 208 |
| 50 | 7 | 16 | 30 | 44 | 58 | 75 | 93 | 111 | 130 | 151 | 174 | 197 | 221 |
| 65 | 8 | 19 | 34 | 50 | 67 | 85 | 104 | 125 | 146 | 170 | 194 | 220 | 245 |
| 80 | 9 | 21 | 37 | 54 | 71 | 92 | 112 | 134 | 157 | 181 | 208 | 234 | 262 |
| 100 | 11 | 23 | 41 | 60 | 80 | 101 | 123 | 146 | 171 | 198 | 226 | 253 | 283 |
| 125 | 12 | 26 | 46 | 66 | 88 | 114 | 138 | 164 | 191 | 221 | 251 | 282 | 314 |
| 150 | 15 | 29 | 52 | 73 | 97 | 126 | 152 | 180 | 210 | 241 | 272 | 305 | 340 |
| 200 | 18 | 36 | 63 | 89 | 117 | 151 | 181 | 215 | 249 | 284 | 321 | 359 | 399 |
| 250 | 21 | 42 | 72 | 103 | 132 | 170 | 203 | 240 | 276 | 316 | 356 | 398 | 441 |
| 300 | 25 | 48 | 83 | 115 | 149 | 189 | 228 | 266 | 307 | 349 | 393 | 438 | 485 |
| 350 | 29 | 54 | 92 | 127 | 164 | 209 | 250 | 291 | 335 | 382 | 429 | 477 | 527 |
| 400 | 31 | 60 | 100 | 139 | 178 | 226 | 271 | 317 | 362 | 412 | 462 | 513 | 567 |
| 450 | 34 | 66 | 108 | 149 | 191 | 244 | 290 | 338 | 386 | 439 | 491 | 545 | 602 |
| 500 | 37 | 72 | 117 | 162 | 206 | 264 | 311 | 362 | 415 | 470 | 526 | 583 | 642 |
| 600 | 44 | 82 | 135 | 185 | 236 | 299 | 354 | 409 | 467 | 528 | 590 | 653 | 718 |
| 700 | 49 | 94 | 151 | 205 | 262 | 331 | 390 | 451 | 513 | 580 | 646 | 714 | 784 |
| 800 | 55 | 105 | 168 | 228 | 290 | 367 | 431 | 496 | 564 | 636 | 708 | 782 | 857 |
| 900 | 62 | 116 | 185 | 251 | 318 | 399 | 471 | 541 | 614 | 691 | 768 | 848 | 928 |
| 1000 | 68 | 127 | 203 | 273 | 345 | 435 | 510 | 586 | 664 | 747 | 829 | 914 | 1003 |
| Криволи- нейные по- верхности диаметром более 1020 мм и плос- кие | Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м ² | | | | | | | | | | | | |
| | 21 | 36 | 58 | 72 | 89 | 109 | 125 | 135 | 156 | 171 | 186 | 201 | 217 |
| Примечание. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией. | | | | | | | | | | | | | |

**Нормы плотности теплового потока при расположении оборудования
и трубопроводов в помещении
и общей продолжительности работы в год более 5000 ч**

| Условный проход тру- бопровода, мм | Средняя температура теплоносителя, °С | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |
| | Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м | | | | | | | | | | | |
| 15 | 6 | 14 | 22 | 32 | 42 | 53 | 65 | 77 | 91 | 106 | 120 | 136 |
| 20 | 7 | 16 | 26 | 36 | 46 | 58 | 71 | 85 | 100 | 116 | 132 | 149 |
| 25 | 8 | 18 | 28 | 39 | 51 | 63 | 78 | 92 | 108 | 125 | 142 | 160 |
| 40 | 10 | 21 | 33 | 46 | 59 | 74 | 90 | 107 | 125 | 143 | 163 | 184 |
| 50 | 10 | 22 | 35 | 49 | 64 | 79 | 96 | 114 | 133 | 152 | 173 | 194 |
| 65 | 12 | 26 | 40 | 55 | 72 | 90 | 107 | 127 | 148 | 169 | 192 | 216 |
| 80 | 13 | 28 | 43 | 59 | 78 | 95 | 114 | 135 | 158 | 180 | 204 | 229 |
| 100 | 14 | 31 | 48 | 65 | 84 | 104 | 125 | 147 | 170 | 195 | 220 | 247 |
| 125 | 17 | 35 | 53 | 72 | 94 | 116 | 140 | 164 | 190 | 216 | 243 | 273 |
| 150 | 19 | 39 | 58 | 78 | 104 | 128 | 152 | 179 | 206 | 234 | 263 | 294 |
| 200 | 23 | 47 | 70 | 94 | 124 | 151 | 180 | 209 | 241 | 273 | 306 | 342 |
| 250 | 27 | 54 | 80 | 106 | 139 | 169 | 199 | 231 | 266 | 302 | 338 | 376 |
| 300 | 31 | 62 | 90 | 119 | 154 | 186 | 220 | 255 | 293 | 330 | 370 | 411 |
| 350 | 35 | 68 | 99 | 131 | 170 | 205 | 241 | 278 | 318 | 359 | 402 | 446 |
| 400 | 38 | 74 | 108 | 142 | 184 | 221 | 259 | 299 | 342 | 386 | 431 | 477 |
| 450 | 42 | 81 | 116 | 152 | 196 | 235 | 276 | 318 | 364 | 409 | 456 | 506 |
| 500 | 46 | 87 | 125 | 164 | 211 | 253 | 296 | 341 | 388 | 435 | 486 | 538 |
| 600 | 54 | 100 | 143 | 186 | 238 | 285 | 332 | 382 | 434 | 486 | 542 | 598 |
| 700 | 59 | 111 | 159 | 205 | 262 | 313 | 365 | 418 | 474 | 530 | 591 | 651 |
| 800 | 67 | 124 | 176 | 226 | 290 | 344 | 399 | 457 | 518 | 581 | 643 | 708 |
| 900 | 74 | 136 | 193 | 247 | 316 | 374 | 435 | 496 | 562 | 629 | 695 | 764 |
| 1000 | 82 | 149 | 210 | 286 | 342 | 405 | 467 | 534 | 606 | 676 | 747 | 820 |
| Криволи- нейные по- верхности диаметром более 1020 мм и плос- кие | Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м ² | | | | | | | | | | | |
| | 23 | 40 | 54 | 66 | 83 | 95 | 107 | 119 | 132 | 143 | 155 | 166 |

Примечания: 1. При расположении изолируемых поверхностей в тоннеле к нормам плотности следует вводить коэффициент 0,85.
2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

**Нормы плотности теплового потока при расположении оборудования
и трубопроводов в помещении и тоннеле
и общей продолжительности работы в год 5000 ч и менее**

| Условный проход тру- бопровода, мм | Средняя температура теплоносителя, °С | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |
| | Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м | | | | | | | | | | | |
| 15 | 7 | 16 | 25 | 35 | 46 | 58 | 70 | 83 | 98 | 113 | 129 | 146 |
| 20 | 8 | 18 | 28 | 39 | 51 | 64 | 78 | 92 | 108 | 125 | 142 | 161 |
| 25 | 9 | 20 | 31 | 43 | 56 | 70 | 85 | 100 | 118 | 135 | 154 | 173 |
| 40 | 10 | 23 | 37 | 51 | 66 | 82 | 99 | 117 | 136 | 156 | 178 | 200 |
| 50 | 12 | 26 | 39 | 54 | 71 | 88 | 106 | 125 | 146 | 166 | 190 | 213 |
| 65 | 14 | 30 | 46 | 62 | 81 | 99 | 119 | 141 | 163 | 186 | 211 | 237 |
| 80 | 16 | 33 | 50 | 67 | 86 | 106 | 128 | 150 | 175 | 199 | 226 | 253 |
| 100 | 18 | 36 | 55 | 74 | 95 | 117 | 140 | 164 | 190 | 217 | 245 | 274 |
| 125 | 20 | 41 | 62 | 82 | 108 | 132 | 157 | 183 | 213 | 242 | 272 | 303 |
| 150 | 22 | 45 | 68 | 91 | 119 | 145 | 172 | 201 | 232 | 263 | 295 | 330 |
| 200 | 29 | 56 | 82 | 110 | 143 | 173 | 205 | 239 | 274 | 310 | 347 | 386 |
| 250 | 34 | 65 | 94 | 124 | 161 | 194 | 230 | 266 | 305 | 343 | 384 | 426 |
| 300 | 38 | 74 | 106 | 139 | 180 | 216 | 255 | 294 | 337 | 379 | 423 | 469 |
| 350 | 42 | 82 | 118 | 154 | 198 | 239 | 280 | 323 | 368 | 414 | 462 | 510 |
| 400 | 48 | 90 | 130 | 168 | 215 | 259 | 303 | 349 | 397 | 446 | 496 | 549 |
| 450 | 51 | 98 | 138 | 180 | 233 | 278 | 324 | 372 | 423 | 474 | 527 | 582 |
| 500 | 57 | 106 | 150 | 194 | 251 | 298 | 348 | 399 | 453 | 507 | 564 | 622 |
| 600 | 65 | 122 | 172 | 222 | 286 | 338 | 394 | 450 | 510 | 570 | 634 | 695 |
| 700 | 73 | 136 | 191 | 247 | 315 | 374 | 433 | 494 | 559 | 624 | 691 | 760 |
| 800 | 82 | 152 | 212 | 274 | 349 | 412 | 477 | 543 | 614 | 685 | 757 | 830 |
| 900 | 91 | 167 | 234 | 300 | 382 | 450 | 520 | 592 | 668 | 743 | 821 | 903 |
| 1000 | 100 | 183 | 254 | 326 | 415 | 489 | 563 | 640 | 722 | 802 | 884 | 969 |
| Криволи- нейные по- верхности диаметром более 1020 мм и плос- кие | Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м ² | | | | | | | | | | | |
| | 29 | 50 | 68 | 84 | 106 | 121 | 136 | 150 | 167 | 181 | 196 | 210 |
| Примечание. См. примечания к табл. 3. | | | | | | | | | | | | |

**НОРМЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА
ЧЕРЕЗ ПОВЕРХНОСТЬ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ
И ТРУБОПРОВОДОВ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ ТЕМПЕРАТУРАМИ**

Т а б л и ц а 1

**Нормы плотности теплового потока
при расположении оборудования и трубопроводов на открытом воздухе**

| Условный проход тру- бопровода, мм | Средняя температура вещества, °С | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| | 0 | -10 | -20 | -40 | -60 | -80 | -100 | -120 | -140 | -160 | -180 |
| | Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м | | | | | | | | | | |
| 20 | 3 | 3 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 17 |
| 25 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 11 | 12 | 15 | 17 | 18 |
| 40 | 4 | 5 | 5 | 7 | 9 | 10 | 12 | 13 | 16 | 18 | 19 |
| 50 | 5 | 5 | 6 | 8 | 9 | 11 | 13 | 14 | 16 | 19 | 20 |
| 65 | 6 | 6 | 7 | 9 | 10 | 12 | 14 | 15 | 17 | 20 | 21 |
| 80 | 6 | 6 | 8 | 10 | 11 | 13 | 15 | 16 | 18 | 21 | 22 |
| 100 | 7 | 7 | 9 | 11 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 23 |
| 125 | 8 | 8 | 9 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 21 | 23 | 25 |
| 150 | 8 | 9 | 10 | 13 | 16 | 17 | 20 | 21 | 23 | 25 | 27 |
| 200 | 10 | 10 | 12 | 16 | 18 | 20 | 23 | 25 | 27 | 29 | 31 |
| 250 | 11 | 12 | 14 | 18 | 20 | 23 | 26 | 27 | 30 | 33 | 35 |
| 300 | 12 | 13 | 16 | 20 | 23 | 25 | 28 | 30 | 34 | 36 | 39 |
| 350 | 14 | 15 | 18 | 22 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 38 | 41 |
| 400 | 16 | 16 | 20 | 23 | 26 | 29 | 32 | 34 | 38 | 40 | 43 |
| 450 | 17 | 18 | 21 | 26 | 28 | 31 | 36 | 37 | 39 | 42 | 45 |
| 500 | 19 | 20 | 23 | 27 | 30 | 33 | 35 | 38 | 41 | 44 | 46 |
| Криволиней- ные повер- хности диа- метром бо- лее 600 мм и плоские | Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м ² | | | | | | | | | | |
| | 11 | 12 | 12 | 13 | 14 | 15 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |

П р и м е ч а н и я: 1. Нормы линейной плотности теплового потока при температуре веществ от 0 до 19 °С, а также при d_y меньше 20 мм следует определять экстраполяцией.
2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

**Нормы плотности теплового потока
при расположении оборудования и трубопроводов в помещении**

| Условный проход тру- бопровода, мм | Средняя температура вещества, °С | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| | 0 | -10 | -20 | -40 | -60 | -80 | -100 | -120 | -140 | -160 | -180 |
| | Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м | | | | | | | | | | |
| 20 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 10 | 11 | 13 | 14 |
| 25 | 6 | 7 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 14 | 16 | 17 | 20 |
| 40 | 7 | 7 | 8 | 9 | 11 | 12 | 13 | 16 | 17 | 19 | 21 |
| 50 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 13 | 15 | 17 | 19 | 20 | 22 |
| 65 | 8 | 9 | 9 | 11 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 21 | 23 |
| 80 | 9 | 9 | 10 | 12 | 13 | 15 | 17 | 19 | 20 | 22 | 24 |
| 100 | 10 | 10 | 11 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 21 | 23 | 25 |
| 125 | 11 | 11 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 21 | 23 | 26 | 27 |
| 150 | 12 | 13 | 13 | 16 | 17 | 20 | 21 | 23 | 25 | 27 | 30 |
| 200 | 15 | 16 | 16 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 30 | 31 | 34 |
| 250 | 16 | 17 | 19 | 20 | 23 | 26 | 27 | 30 | 33 | 36 | 38 |
| 300 | 19 | 20 | 21 | 23 | 26 | 29 | 31 | 34 | 37 | 39 | 41 |
| 350 | 21 | 22 | 23 | 26 | 29 | 31 | 34 | 36 | 38 | 41 | 44 |
| 400 | 23 | 24 | 26 | 28 | 30 | 34 | 36 | 38 | 41 | 44 | 46 |
| 450 | 25 | 27 | 28 | 30 | 33 | 35 | 37 | 40 | 42 | 45 | 48 |
| 500 | 28 | 29 | 30 | 33 | 35 | 37 | 40 | 42 | 45 | 47 | 49 |
| Криволиней- ные повер- хности диа- метром бо- лее 600 мм и плоские | Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м ² | | | | | | | | | | |
| | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 19 | 20 | 21 | 22 | 22 | 23 |
| Примечание. См. примечания к табл. 1. | | | | | | | | | | | |

**НОРМЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ЧЕРЕЗ ПОВЕРХНОСТЬ ИЗОЛЯЦИИ
ПАРОПРОВОДОВ С КОНДЕНСАТОПРОВОДАМИ ПРИ ИХ СОВМЕСТНОЙ ПРОКЛАДКЕ
В НЕПРОХОДНЫХ КАНАЛАХ, Вт/м**

| Условный проход трубопровода, мм | | Паропровод | Конденсаторовод | Паропровод | Конденсаторовод | Паропровод | Конденсаторовод | Паропровод | Конденсаторовод | Паропровод | Конденсаторовод | Паропровод | Конденсаторовод |
|----------------------------------|-------------|---|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|
| Паропровод | Конденсатор | Расчетная температура теплоносителя, °С | | | | | | | | | | | |
| | | 115 | 100 | 150 | 100 | 200 | 100 | 250 | 100 | 300 | 100 | 350 | 100 |
| 25 | 25 | 22 | 18 | 30 | 18 | 41 | 18 | 51 | 18 | 64 | 18 | 79 | 18 |
| 30 | 25 | 23 | 18 | 32 | 18 | 43 | 18 | 54 | 18 | 69 | 18 | 83 | 18 |
| 40 | 25 | 25 | 18 | 33 | 18 | 45 | 18 | 58 | 18 | 73 | 18 | 88 | 18 |
| 50 | 25 | 27 | 18 | 36 | 18 | 52 | 18 | 64 | 18 | 79 | 18 | 95 | 18 |
| 65 | 30 | 31 | 21 | 43 | 21 | 58 | 21 | 71 | 21 | 88 | 20 | 103 | 20 |
| 80 | 40 | 35 | 23 | 46 | 23 | 62 | 23 | 81 | 22 | 98 | 22 | 117 | 21 |
| 100 | 40 | 38 | 23 | 49 | 23 | 66 | 23 | 81 | 22 | 98 | 22 | 117 | 21 |
| 125 | 50 | 42 | 24 | 53 | 24 | 72 | 24 | 88 | 23 | 107 | 23 | 126 | 23 |
| 150 | 70 | 45 | 27 | 58 | 27 | 78 | 27 | 94 | 26 | 115 | 26 | 142 | 26 |
| 200 | 80 | 52 | 27 | 68 | 29 | 89 | 29 | 108 | 28 | 131 | 28 | 153 | 28 |
| 250 | 100 | 58 | 31 | 75 | 31 | 99 | 31 | 119 | 31 | 147 | 31 | 172 | 31 |
| 300 | 125 | 64 | 33 | 83 | 33 | 110 | 33 | 133 | 33 | 159 | 33 | 186 | 33 |
| 350 | 150 | 70 | 38 | 90 | 38 | 118 | 38 | 143 | 37 | 171 | 37 | 200 | 37 |
| 400 | 180 | 75 | 42 | 96 | 42 | 127 | 42 | 153 | 41 | 183 | 41 | 213 | 41 |
| 450 | 200 | 81 | 44 | 103 | 44 | 134 | 44 | 162 | 44 | 193 | 43 | 224 | 43 |
| 500 | 250 | 86 | 50 | 110 | 50 | 143 | 50 | 173 | 49 | 207 | 49 | 239 | 48 |
| 600 | 300 | 97 | 55 | 123 | 55 | 159 | 55 | 190 | 54 | 227 | 54 | 261 | 53 |
| 700 | 300 | 105 | 55 | 133 | 55 | 172 | 55 | 203 | 54 | 243 | 53 | 280 | 53 |
| 800 | 300 | 114 | 55 | 143 | 55 | 185 | 55 | 220 | 54 | — | — | — | — |

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

**НОРМЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОвого ПОТОКА ЧЕРЕЗ ПОВЕРХНОСТЬ ИЗОЛЯЦИИ
ТРУБОПРОВОДОВ ДВУХТРУБНЫХ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПРОКЛАДКЕ
В НЕПРОХОДНЫХ КАНАЛАХ И ПОДЗЕМНОЙ БЕСКАНАЛЬНОЙ ПРОКЛАДКЕ**

Таблица 1

**Нормы плотности теплового потока трубопроводов
при общей продолжительности работы в год 5000 ч и менее, Вт/м**

| Условный проход трубопровода, мм | Трубопровод | | | | | |
|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| | подающий | обратный | подающий | обратный | подающий | обратный |
| | Среднегодовая температура теплоносителя, °С | | | | | |
| | 65 | 50 | 90 | 50 | 110 | 50 |
| 25 | 15 | 10 | 22 | 10 | 26 | 9 |
| 30 | 16 | 11 | 23 | 11 | 28 | 10 |
| 40 | 18 | 12 | 25 | 12 | 31 | 11 |
| 50 | 19 | 13 | 28 | 13 | 34 | 12 |
| 65 | 23 | 16 | 32 | 14 | 40 | 13 |
| 80 | 25 | 17 | 35 | 15 | 43 | 14 |
| 100 | 28 | 19 | 39 | 16 | 48 | 16 |
| 125 | 29 | 20 | 42 | 17 | 52 | 17 |
| 150 | 32 | 22 | 46 | 19 | 55 | 18 |
| 200 | 41 | 26 | 55 | 22 | 71 | 20 |
| 250 | 46 | 30 | 65 | 25 | 79 | 21 |
| 300 | 53 | 34 | 74 | 27 | 88 | 24 |
| 350 | 58 | 37 | 79 | 29 | 98 | 25 |
| 400 | 65 | 40 | 87 | 32 | 105 | 26 |
| 450 | 70 | 42 | 95 | 33 | 115 | 27 |
| 500 | 75 | 46 | 107 | 36 | 130 | 28 |
| 600 | 83 | 49 | 119 | 38 | 145 | 30 |
| 700 | 91 | 54 | 139 | 41 | 157 | 33 |
| 800 | 106 | 61 | 150 | 45 | 181 | 36 |
| 900 | 117 | 64 | 162 | 48 | 199 | 37 |
| 1000 | 129 | 66 | 169 | 51 | 212 | 42 |
| 1200 | 157 | 73 | 218 | 55 | 255 | 46 |
| 1400 | 173 | 77 | 241 | 59 | 274 | 49 |

Примечания: 1. Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65; 90; 110 °С соответствуют температурным графикам 95—70 °С; 150—70 °С; 180—70 °С.
2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

Таблица 2

**Нормы плотности теплового потока трубопроводов
при общей продолжительности работы в год более 5000 ч, Вт/м**

| Условный проход трубопровода, мм | Трубопровод | | | | | |
|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| | подающий | обратный | подающий | обратный | подающий | обратный |
| | Среднегодовая температура теплоносителя, °С | | | | | |
| | 65 | 50 | 90 | 50 | 110 | 50 |
| 25 | 14 | 9 | 20 | 9 | 24 | 8 |
| 30 | 15 | 10 | 20 | 10 | 26 | 9 |
| 40 | 16 | 11 | 22 | 11 | 27 | 10 |
| 50 | 17 | 12 | 24 | 12 | 30 | 11 |
| 65 | 20 | 13 | 29 | 13 | 34 | 12 |
| 80 | 21 | 14 | 31 | 14 | 37 | 13 |
| 100 | 24 | 16 | 35 | 15 | 41 | 14 |
| 125 | 26 | 18 | 38 | 16 | 43 | 15 |
| 150 | 27 | 19 | 42 | 17 | 47 | 16 |
| 200 | 33 | 23 | 49 | 19 | 58 | 18 |
| 250 | 38 | 26 | 54 | 21 | 66 | 20 |
| 300 | 43 | 28 | 60 | 24 | 71 | 21 |
| 350 | 46 | 31 | 64 | 26 | 80 | 22 |
| 400 | 50 | 33 | 70 | 28 | 86 | 24 |
| 450 | 54 | 36 | 79 | 31 | 91 | 25 |
| 500 | 58 | 37 | 84 | 32 | 100 | 27 |
| 600 | 67 | 42 | 93 | 35 | 112 | 31 |
| 700 | 76 | 47 | 107 | 37 | 128 | 31 |
| 800 | 85 | 51 | 119 | 38 | 139 | 34 |
| 900 | 90 | 56 | 128 | 43 | 150 | 37 |
| 1000 | 100 | 60 | 140 | 46 | 163 | 40 |
| 1200 | 114 | 67 | 158 | 53 | 190 | 44 |
| 1400 | 130 | 70 | 179 | 58 | 224 | 48 |

Примечание. См. примечания к табл. 1.

Приложение 8 исключено.

РАСЧЕТНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОТДАЧИ

1. Расчетные коэффициенты теплоотдачи от наружной поверхности покровного слоя в зависимости от вида и температуры изолируемой поверхности, вида расчета толщины тепловой изоляции и применяемого покровного слоя приведены в таблице.

| Температура изолируемой поверхности, °С | Изолируемая поверхность | Вид расчета изоляции | Коэффициент теплоотдачи α_e , Вт/(м ² ·°С), при расположении изолируемых поверхностей | | | |
|---|--|--|---|---------|--|---------|
| | | | в помещениях, тоннелях для покровных слоев с коэффициентом излучения C | | на открытом воздухе, для покровных слоев с коэффициентом излучения C | |
| | | | малым | высоким | малым | высоким |
| Выше 20 | Плоская поверхность, оборудование, вертикальные трубопроводы | По заданной температуре на поверхности покровного слоя | 6 | 11 | 6 | 11 |
| | | Остальные виды расчетов | 7 | 12 | 35 | 35 |
| | Горизонтальные трубопроводы | По заданной температуре на поверхности покровного слоя | 6 | 10 | 6 | 10 |
| | | Остальные виды расчетов | 6 | 11 | 29 | 29 |
| 19 и ниже | Все виды изолируемых объектов | Предотвращение конденсации влаги из окружающего воздуха на поверхности покровного слоя | 5 | 7 | — | — |
| | | Остальные виды расчетов | 6 | 11 | 29 | 29 |

Примечания: 1. Для трубопроводов, прокладываемых в каналах, коэффициент теплоотдачи $\alpha_e = 8$ Вт/(м²·°С).

2. К покровным слоям с малым коэффициентом излучения C относятся покрытия с $C \leq 2,33$ Вт/(м²·К⁴) и менее, в том числе из тонколистовой оцинкованной стали, листов из алюминия и алюминиевых сплавов, а также других материалов, окрашенных алюминиевой краской. К покрытиям с высоким коэффициентом излучения относятся покрытия с $C > 2,33$ Вт/(м²·К⁴), в том числе стеклопластики и прочие материалы на основе синтетических и природных полимеров, асбестоцементные листы, штукатурки, покровные слои, окрашенные различными красками, кроме алюминиевой.

3. Коэффициент теплоотдачи от воздуха в канале к стенке канала допускается принимать равным 8 Вт/(м²·°С).

КОЭФФИЦИЕНТ K_1 , УЧИТЫВАЮЩИЙ ИЗМЕНЕНИЕ СТОИМОСТИ ТЕПЛОТЫ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА И СПОСОБА ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА (МЕСТА УСТАНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ)

| Район строительства | Способ прокладки трубопровода и месторасположение оборудования | | | | Район строительства | Способ прокладки трубопровода и месторасположение оборудования | | | |
|---|--|----------------------|-----------------------|--------------|---|--|----------------------|-----------------------|--------------|
| | на открытом воздухе | в помещении, тоннеле | в не-проходном канале | бесканальный | | на открытом воздухе | в помещении, тоннеле | в не-проходном канале | бесканальный |
| Европейские районы (I.1—I.5, II.1—II.2) | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | Восточная Сибирь (IX.1—IX.3) | 1,07 | 1,09 | 1,07 | 1,03 |
| Урал (VII.1—VII.3) | 1,02 | 1,03 | 1,03 | 1,0 | Дальний Восток (X.1—X.3) | 0,88 | 0,9 | 0,8 | 0,96 |
| Казахстан (XI.1—XI.3) | 1,04 | 1,06 | 1,04 | 1,02 | Районы Крайнего Севера и приравненные к ним (Ic—Xc) | 0,9 | 0,93 | 0,85 | — |
| Средняя Азия (VI.1—VI.3, XII.1—XII.4) | 1,04 | 1,04 | 1,02 | 1,02 | | | | | |
| Западная Сибирь (VIII.1—VIII.5) | 1,03 | 1,05 | 1,03 | 1,02 | | | | | |

Примечание. Районы строительства приведены в соответствии с письмом Госстроя СССР от 6.09.84 № ИИ 4448-19/5. В скобках указаны территориальные районы и подрайоны по СНиП IV-5-84.

ТОЛЩИНА ИНДУСТРИАЛЬНЫХ (ПОЛНОСБОРНЫХ И КОМПЛЕКТНЫХ) ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

| Толщина основного слоя, мм | | | | Толщина основного слоя, мм | | | |
|----------------------------------|-------------|--|-------------|----------------------------------|-------------|--|-------------|
| расчетная, по условию подп. 3.1а | принимаемая | расчетная, по условиям подп. 3.1б—3.1и | принимаемая | расчетная, по условию подп. 3.1а | принимаемая | расчетная, по условиям подп. 3.1б—3.1и | принимаемая |
| 40—45 | 40 | До 40 | 40 | 106—125 | 120 | 101—120 | 120 |
| 46—65 | 60 | 41—60 | 60 | 126—150 | 140 | 121—140 | 140 |
| 66—85 | 80 | 61—80 | 80 | 151—175 | 160 | 141—160 | 160 |
| 86—105 | 100 | 81—100 | 100 | 176—200 | 180 | 161—180 | 180 |

**ПРЕДЕЛЬНАЯ ТОЛЩИНА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКЕ В ТОННЕЛЯХ И НЕПРОХОДНЫХ КАНАЛАХ**

| Условный проход трубопровода, мм | Способ прокладки трубопроводов | | | | | Условный проход трубопровода, мм | Способ прокладки трубопроводов | | | | |
|----------------------------------|--|-------------------|----------------------|---------------|------------|----------------------------------|--|-------------------|----------------------|---------------|------------|
| | в тоннеле | | в непроходном канале | | | | в тоннеле | | в непроходном канале | | |
| | Предельная толщина теплоизоляционной конструкции, мм, при температуре вещества, °С | | | | | | Предельная толщина теплоизоляционной конструкции, мм, при температуре вещества, °С | | | | |
| | ниже минус 30 | от минус 30 до 19 | от 20 до 600 включ. | до 150 включ. | 151 и выше | | ниже минус 30 | от минус 30 до 19 | от 20 до 600 включ. | до 150 включ. | 151 и выше |
| 15 | 60 | 60 | 60 | 40 | 60 | 250 | 220 | 160 | 180 | 100 | 200 |
| 25 | 100 | 60 | 80 | 60 | 100 | 300 | 240 | 180 | 200 | 100 | 200 |
| 40 | 120 | 60 | 80 | 60 | 100 | 350 | 260 | 200 | 200 | 100 | 200 |
| 50 | 140 | 80 | 100 | 80 | 120 | 400 | 280 | 220 | 220 | 120 | 220 |
| 65 | 160 | 100 | 140 | 80 | 140 | 450 | 300 | 240 | 220 | 120 | 220 |
| 80 | 180 | 100 | 160 | 80 | 140 | 500 | 320 | 260 | 220 | 120 | 220 |
| 100 | 180 | 120 | 160 | 80 | 160 | 600 | 320 | 260 | 240 | 120 | 220 |
| 125 | 180 | 120 | 160 | 80 | 160 | 700 | 320 | 260 | 240 | 120 | 220 |
| 150 | 200 | 140 | 160 | 100 | 180 | 800 | 320 | 260 | 240 | 120 | 220 |
| 200 | 200 | 140 | 180 | 100 | 200 | 900 | 320 | 260 | 260 | 120 | 220 |
| | | | | | | и более | | | | | |

Примечания: 1. Толщина изоляции для трубопроводов в каналах указана для положительных температур транспортируемых веществ. Для трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемых веществ, прокладываемых в каналах, предельная толщина принимается такой же, как при прокладке в тоннеле.
2. В случае, если по расчету толщина изоляции больше предельной, следует применять более эффективный материал.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ И ОБЪЕМА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ
ИЗ УПЛОТНЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ**

1. Толщину теплоизоляционного изделия из уплотняющихся материалов до установки на изолируемую поверхность следует определять с учетом коэффициента уплотнения K_c по формулам: для цилиндрической поверхности

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

для плоской поверхности

$$\delta_2 = \delta K_c, \quad (2)$$

где δ_1, δ_2 — толщина теплоизоляционного изделия до установки на изолируемую поверхность (без уплотнения), м;
 δ — расчетная толщина теплоизоляционного слоя с уплотнением, м;
 d — наружный диаметр изолируемого оборудования, трубопроводов, м;

K_c — коэффициент уплотнения, принимаемый по таблице настоящего приложения.

Примечание. В случае, если в формуле (1)

произведение $K_c \frac{d + \delta}{d + 2\delta}$ меньше единицы, оно должно приниматься равным единице.

2. При многослойной изоляции толщину изделия до его уплотнения следует определять отдельно для каждого слоя.

3. Объем теплоизоляционных изделий из уплотняющихся материалов до уплотнения следует определять по формуле

$$V = V_i K_c, \quad (3)$$

где V — объем теплоизоляционного материала или изделия до уплотнения, м³;
 V_i — объем теплоизоляционного материала или изделия с учетом уплотнения, м³.

| Теплоизоляционные материалы и изделия | Коэффициент уплотнения K_c | Теплоизоляционные материалы и изделия | Коэффициент уплотнения K_c |
|--|------------------------------|--|------------------------------|
| Изделия минераловатные с гофрированной структурой при укладке на трубопроводы и оборудование условным проходом, мм: | | $D, \geq 800$ при средней плотности 19 кг/м^3 | 2,0* |
| | | То же, при средней плотности 56 кг/м^3 | 1,5* |
| до 200 | 1,3 | Плиты минераловатные на синтетическом связующем марки: 50, 75 | 1,5 |
| от 200 до 350 | 1,2 | | 125, 175 |
| св. 350 | 1,1 | Плиты минераловатные на битумном связующем марки: 75 | 1,5 |
| Маты минераловатные прошивные | 1,2 | | 100, 150 |
| Маты из стеклянного штапельного волокна | 1,6 | Плиты полужесткие стекловолоконистые на синтетическом связующем | 1,15 |
| Маты из супертонкого стекловолокна, маты БЗМ, холсты из ультрасупертонких и стекломикроструктурированных волокон средней плотностью от 19 до 56 кг/м^3 при укладке на трубопроводы и оборудование условным проходом, мм: | | | Пенопласт ПВХ-Э |
| $D, < 800$ при средней плотности 19 кг/м^3 | 3,2* | Пенопласт ППУ-ЭТ | |
| То же, при средней плотности 56 кг/м^3 | 1,5* | | |

* Промежуточные значения коэффициента уплотнения следует определять интерполяцией.

П р и м е ч а н и е. В отдельных случаях в проектно-сметной документации по тепловой изоляции могут быть предусмотрены другие коэффициенты уплотнения, обусловленные технико-экономическими расчетами и особенностями работы тепловой изоляции.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

| | |
|---|----|
| 1. Общие положения | 1 |
| 2. Требования к теплоизоляционным конструкциям, изделиям и материалам | 1 |
| 3. Расчет тепловой изоляции | 3 |
| 4. Теплоизоляционные конструкции | 7 |
| <i>Приложение 1. Справочное.</i> Расчетные технические характеристики теплоизоляционных материалов и изделий | 9 |
| <i>Приложение 2. Справочное.</i> Расчетные технические характеристики материалов, применяемых для изоляции трубопроводов при бесканальной прокладке | 12 |
| <i>Приложение 3. Рекомендуемое.</i> Материалы для покровного слоя тепловой изоляции | 13 |
| <i>Приложение 4*. Обязательное.</i> Нормы плотности теплового потока через поверхность изоляции оборудования и трубопроводов с положительными температурами | 15 |
| <i>Приложение 5*. Обязательное.</i> Нормы плотности теплового потока через поверхность изоляции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами | 19 |
| <i>Приложение 6*. Обязательное.</i> Нормы плотности теплового потока через поверхность изоляции паропроводов с конденсатопроводами при их совместной прокладке в непроходных каналах, Вт/м | 21 |
| <i>Приложение 7*. Обязательное.</i> Нормы плотности теплового потока через поверхность изоляции трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и подземной бесканальной прокладке | 22 |
| <i>Приложение 8</i> исключено. | |
| <i>Приложение 9. Справочное.</i> Расчетные коэффициенты теплоотдачи .. | 24 |
| <i>Приложение 10. Обязательное.</i> Коэффициент K_1 , учитывающий изменение стоимости теплоты и теплоизоляционной конструкции в зависимости от района строительства и способа прокладки трубопровода (места установки оборудования) | 25 |
| <i>Приложение 11. Рекомендуемое.</i> Толщина промышленных (полно- сборных и комплектных) теплоизоляционных конструкций | 25 |
| <i>Приложение 12. Рекомендуемое.</i> Предельная толщина теплоизоляционных конструкций при подземной прокладке в тоннелях и непроходных каналах | 26 |
| <i>Приложение 13. Рекомендуемое.</i> Определение толщины и объема теплоизоляционных изделий из уплотняющихся материалов | 26 |