**ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ**

**СНиП 2.04.14-88**

СНиП 2.04.14-88. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов/Госстрой России.— М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1998. - 28 с.

РАЗРАБОТАНЫ ВНИПИ Теплопроект Минмонтажспецстроя СССР В.В. Попова — руководитель темы, Л.В. Ставрицкая; кандидаты техн. наук В.Г. Петров-Денисов, И.Л. Майзель, В.И. Калинин; А.И. Лисенкова, О.В. Дибровенко, В.Н. Гордеева), ЦНИИПроект Госстроя СССР (И.М. Губакина), ВНИИПО МВД СССР (кандидаты техн. наук М.Н. Колганова, Р.З. Фахрисламов).

ВНЕСЕНЫ Министерством монтажных и специальных строительных работ СССР.

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Управлением стандартизации и технических норм в строительстве Госстроя СССР (Г.М. Хорин, В.А. Глухарев).

С введением в действие СНиП 2.04.14-88 утрачивают силу paзд. 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", раздел 7 СН 527-80 "Инструкция по проектированию технологических стальных трубопроводов на Рy 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 года № 18-80.

При пользовании нормативным документом следует учитывать утвержденные изменения строительных норм и правил государственных стандартов, публикуемые в журнале "Бюллетень строительной техники", "Сборнике изменений к строительным нормам и правилам" Госстроя СССР и информационном указателе "Государственные стандарты СССР" Госстандарта СССР.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Государственный | Строительные нормы и правила | СНиП 2.04.14-88 |
| строительный комитет СССР (Госстрой СССР) | Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов | Взамен разд. 8 и прил. 12-19 СНиП II-35-76, СН 542-81, разд. 7 СН 527-80, paзд. 6 CH 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 воздуховодов 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 воздуховодов, 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 Dу ≤ 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 СССР.

**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;

покровного 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 включ.

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).

Примечание. 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 грибков.

**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°C | | ниже минус100°С | |
|  |  | 8 лет | 12 лет | 8лет | 12 лет | 8 лет | 12 лет |
| Полиэтиленовая пленка,  ГОСТ 10354-82 | 0,15-0,2  0,21-0,3  0,31-0,5 | 2  1  1 | 2  2  1 | 2  2  1 | 2  2  1 | 3  2  2 | -  3  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  1,5 | 3  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 паропроницанию не ниже, чем у приведенных в таблице.  Для материалов с закрытой пористостью, имеющих коэффициент паропроницаемости 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 покровного 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 на 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 IVa 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 (нагревания) 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;

и) 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 %;

к) 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, 3.1к, 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 *δk* , м, определяется по формуле

*δk = λk Rk* ;  (1)

где *λk* ‑ теплопроводность теплоизоляционного слоя, определяемая по пп. 2.7 и 3.11, Вт/(м⋅°С);

*Rk* — термическое сопротивление теплоизоляционной конструкции, м2⋅°С/Вт;

*Rtot* — сопротивление теплопередачи теплоизоляционной конструкции, м2⋅°С/Вт;

*αe* ‑ коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции, принимаемый по справочному приложению 9, Вт/(м2⋅°С);

*Rm* — 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

, (2)

, (3)

где  — отношение наружного диаметра изоляционного слоя к наружному диаметру изолируемого объекта;

*rtot* — сопротивление теплопередачи на 1 м длины теплоизоляционной конструкции цилиндрических объектов диаметром менее 2 м, (м⋅°С)/Вт;

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

*d* — наружный диаметр изолируемого объекта, м.

Величины *Rtot*, и *rtot* в зависимости от исходных условий определяются по формулам:

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

, (4)

где  — температура вещества, °С;

*te* - 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

, (5)

где *qe* — 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)

, (6)

где *А* — теплоотдающая поверхность изолируемого объекта, м2;

*Kred* - коэффициент, учитывающий дополнительный поток теплоты через опоры, принимаемый согласно табл. 4;

*Q* — тепловой поток через теплоизоляционную конструкцию, Вт;

 (7)

где *l* - длина теплоотдающего объекта (трубопровода), м;

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

, (8)

где 3.6 — коэффициент приведения единицы теплоемкости, кДж/(кг⋅°С) к единице Вт⋅ч/(кг⋅°С);

 — средняя температура вещества, °С;

*Z* — заданное время хранения вещества, ч;

*Vm* — объем стенки емкости, м3;

 — плотность материала стенки, кг/м3;

 — удельная теплоемкость материала стенки, кДж/(кг⋅°С);

 — объем вещества в емкости, м3;

 — плотность вещества, кг/м3;

 — удельная теплоемкость вещества, кДж/(кг⋅°С);

 — начальная температура вещества, °С;

 — конечная температура вещества, °С;

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

при  , (9)

при  , (10)

где  ‑ расход вещества, кг/ч.

Формулы (9), (10) применяются для газопроводов сухого газа, если отношение , где Р - 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)

, (11)

где  — коэффициент, определяющий допустимое количество конденсата в паре;

 ‑ 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)

 (12)

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

 — температура замерзания (твердения) вещества, °С;

 и  ‑ приведенные объемы вещества и материала трубопровода к метру длины, м3/м;

 ‑ 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. 3.1 к):

для объектов (газоходов) прямоугольного ceчения

, (13)

где  ‑ температура внутренней поверхности изолируемого объекта (газохода), °С;

 ‑ коэффициент теплоотдачи от транспортируемого вещества к внутренней поверхности изолируемого объекта, Вт/(м2⋅°С);

для объектов (газоходов) диаметром менее 2 м

, (14)

где  — 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

, (15)

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

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

, (16)

где  — толщина стенки оборудования.

**3.4.** Толщина теплоизоляционного слоя, обеспечивающая заданную температуру на поверхности изоляции (подп. 3.1ж), определяется:

для плоской и цилиндрической поверхности диаметром 2 м и более

, (17)

где  — температура поверхности изоляции, °С;

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

, (18)

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

для плоской и цилиндрической поверхности диаметром 2 м и более

, (19)

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

, (20)

Расчетные значения перепада , °С, следует принимать по табл. 2.

Таблица 2

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

Примечание. 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.

Примечание. Температуру грунта в расчетах следует принимать: для отопительного периода — минимальную среднемесячную, для неотопительного периода ‑ максимальную среднемесячную.

**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. la 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  определяется по формуле

*λk = λK*, (21)

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

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

Таблица 3

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

**3.12.** Тепловой поток через изолированные опоры труб, фланцевые соединения и арматуру следует учитывать коэффициентом к длине трубопровода , принимаемым по табл. 4.

Таблица 4

|  |  |
| --- | --- |
| Способ прокладки трубопроводов | Коэффициент |
| На открытом воздухе, в непроходных каналах, тоннелях и помещениях:  для стальных трубопроводов на подвижных опорах, условным проходом, мм:  до 150  150 и более  для стальных трубопроводов на подвесных опорах  для неметаллических трубопроводов на подвижных и подвесных опорах  для неметаллических трубопроводов, изолируемых совместно с основанием  при групповой прокладке неметаллических трубопроводов на сплошном настиле  Бесканальный | 1,2  1,15  1,05  1,7  1,2  2,0  1,15 |

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

**3.13.** Значения коэффициента теплоотдачи от наружной поверхности покровного 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 индустриальных 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 холстопрошивным, 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 исключающей 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.

Таблица 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Толщина листа, мм, при диаметре изоляции, мм | | | |
| Материал | 360 и  более | св.350  до 600 | св. 600  до 1600 | св.1600 и плоские поверхности |
| Сталь тонколистовая  Листы из алюминия и алюминиевых сплавов  Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов | 0,35-0,5  0,3  0,25-0,3 | 0,5-0,8  0,5-0,8  0,3-0,8 | 0,8  0,8  0,8 | 1,0  1,0  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. | | | | |

**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.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

*Справочное*

**РАСЧЕТНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Материал, изделие,  ГОСТ или ТУ | Средняя плот-ность в конст- | Теплопроводность теплоизоляцион-ного материала в конструкции λк, Вт/(м⋅°С) | | Темпера-тура примене- | Группа горючес |
|  | рукции ρ, кг/м3 | для поверхностей с температурой, °С | | ния, °С | ти |
|  |  | 20 и  выше | 19 и ниже |  |  |
| Изделия из пенопласта ФРП-1 и резопена, ГОСТ 22546-77, группы:  75  100  Изделия перлитоцементные , ГОСТ 18109-80, марки:  250  300  350  Изделия теплоизоляцион-ные известково-кремнезёмистые, ГОСТ 24748-81, марки:  200  225  Изделия минерало-ватные с гофриро-ванной структурой для промышлен-ной тепловой изоляции,  ТУ 36.16.22-8-86, марки:  75  100  Изделия теплоизо-ляционные вулканитовые, ГОСТ 10179-74, марки:  300  350  400  Маты звукопоглощаю-щие базальтовые марки БЗМ, РСТ УССР 1977-87  Маты минераловатные прошивные, ГОСТ 21880-86, марки:  100  125 | 65-85  86-110  250  300  350  200  225  В зави-симости от диа-метра изоли-руемой поверх-ности  От 66 до 98  От 84 до 130  300  350  400  До 80  102-132  133-162 | 0,041+  0,00023tm  0,043+  0,00019 tm  0,07+  0,00019 tm 0,076+  0,00019 tm 0,081+  0,00019 tm  0,069+  0,00015tm 0,078+  0,00015 tm,  0,041+  0,00034 tm 0,042+  0,0003 tm  0,074+  0,00015 tm  0,079+  0,00015 tm  0,084+  0,00015tm  0,04+  0,0003 tm  0,045+  0,00021 tm  0,049+  0,0002 tm | 0,051-0,045  0,057-0,051  -  -  -  -  -  0,054-0,05  -  -  -  -  0,059-0,054 | От минус 180 до 130  От минус 180 до 150  От 20 до 600  От 20 до 600  От минус 60 до 400  От 20 до 600  От минус 180 до 450 в оболочке из ткани стеклян-ной; до 700 - в оболоч-ке из крем-неземной ткани  От минус 180 до 450 для матов на ткани, сетке, холсте из стеклово-локна: до 700 - на металли-ческой сетке | Трудно-горючие  Негорючие  Негорючие  Негорючие  Негорючие  Негорючие  Негорючие |
| Маты из стеклян-ного штапельного волокна на синтетическом связующем, ГОСТ 10499-78, марки:  МС-35  МС-50  Маты и вата из супертонкого стеклянного волокна без связующего, ТУ 21 РСФСР 224-87  Плиты теплоизо-ляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем, ГОСТ 9573-82, марки:  50  75  125  175  Плиты из стеклян-ного штапельного волокна полужесткие, технические, ГОСТ 10499-78, марки:  ППТ-50  ППТ-75  Плиты теплоизоля-ционные из минеральной ваты на битумном связующем, ГОСТ 10140-80, марки:  75  100  150  200  Плиты теплоизоля-ционные из пено-пласта на основе резольных фенол-формальдегидных смол,  ГОСТ 20916-87, марки:  50  80  90  Полотна холсто-прошивные стекло-волокнистые, ТУ 6-48-0209777-1-88, марки:  ХПС-Т-5  ХПС-Т-2,5  Песок перлитовый вспученный мелкий, ГОСТ 10832-91, марки:  75  100  150 | 40-56  58-80  60-80  55-75  75-115  90-150  150-210  42-58  59-86  75-115  90-120  121-180  151-200  Не более 50  Св. 70 до 80  Св. 80 до 100  180-320  130-230  110  150  225 | 0,04+  0,0003 tm  0,042+  0,00028 tm  0,033+  0,00014 tm  0,04+  0,00029tm  0,043+  0,00022tm  0,044+  0,00021tm  0,052+  0,0002tm  0,042+  0,00035 tm 0,044+  0,00023 tm  -  -  -  -  0,040+  0,00022 tm 0,042+  0,00023 tm 0,043+  0,00019 tm  0,047+  0,00023 tm  0,052+  0,00012 tm  0,055+  0,00012 tm  0,058+  0,00012 tm | 0,048  0,047  0,044-0,037  0,054-0,05  0,054-0,05  0,057-0,051  0,06 -0,054  0,053  0,054-0,057  0,054-0,057  0,058-0,062  0,061-0,066  0,049-0,042  0,051-0,045  0,057-0,051  0,053-0,047  0,05 -0,042  0,054-0,047  - | От минус 60 до 180  От минус 180 до 400  От минус 60 до 400  От минус 180 до 400  От минус 60 до 180  От минус 100 до 60  От минус 180 до 130  От минус 200 до 550  От минус 200 до 875 | Негорючие  Негорючие  Негорючие  Трудно-горючие  Марки 75 - негорючие; остальные - горючие  Трудно-горючие  Негорючие  Негорючий |
| Полуцилиндры и цилиндры минераловатные на синтетическом связующем, ГОСТ 23208-83, марки:  100  150  200  Плиты пенополисти-рольные ГОСТ 15588-86, марки:  20  25  30, 40  Пенопласт плиточный, ТУ 6-05-1178-87, марки:  ПС-4-40  ПС-4-60  ПС-4-65  Пенопласт плиточный ПХВ, ТУ 6-05-1179-83. марки:  ПХВ-1-85  пхВ-1-115  ПXB-2-150  Пенопласт плиточный марки ПВ-1, ТУ 6-05-1158-87  Пенопласт поливинилхлорид-ный эластичный ПВХ-Э, ТУ 6-05-1269-75  Пенопласт термореактивный ФК-20 и ФФ, жесткий, ТУ 6-05-1303-76, марки:  ФК-20  ФФ  Пенополиуретан ППУ-331/3  (заливочный)  Пенопласт полиуретановый эластичный ППУ-ЭТ, ТУ 6-05-1734-75  Полотно иглопробивное стеклянное теплоизоляционное марки ИПС-T-l000, ТУ 6-11-570-83  Ровинг (жгут) из стеклянных комплексных нитей, ГОСТ 17139-79  Шнур асбестовый, ГОСТ 1779-83, марки:  ШАП | 75-125  126-175  176-225  20  25  30, 40  40  60  65  85  115  150  65,95  150  170,200  170,200  40-60  60-80  40-50  140  200-250  100-160 | 0,049+  0,00021tm  0,051+  0,0002 tm  0,053+  0,00019 tm  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  0,047+  0,00023 tm  -  0,093+  0,0002 tm | 0,047-0,053 0,054-0,059 0,062-0,057  0,048-0,04  0,044-0,035  0,042-0,032  0,041-0,032  0,048-0,039  0,048-0,039  0,04-0,03  0,043-0,032  0,047-0,036  0,043-0,032  0,05-0,04  0,055-0,052  0,055-0,052  0,036-0,031  0,037-0,032  0,043-0,038  0,053-0,047  0,065-0,062  - | От минус 180 до 400  От минус 180 до 70  От минус 180 до 60  От минус 180 до 60  От минус 180 до 60  От минус 180 до 60  От 0 до 120  От минус 60 до 150  От минус 180 до 120  От минус 60 до 100  От минус 200 до 550  От минус 180 до 450  От 20 до 220 | Негорючие  Горючие  Горючий  Горючий  Горючий  Горючий  Горючий  Трудно-горючий  Горючий  Горючий  Негорючее  Негорючий  Трудно-горючий |
| ШАОН  Шнур теплоизоляцион-ный из минераль-ной ваты, ТУ 36-1695-79, марки:  200  250  Холсты из микро-ультрасупертонко-го стекломикро-кристаллического штапельного волокна из горных пород, РСТ УССР 1970-86, марка БСТВ-ст | 750-600  200  250  До 80 | 0,13+  0,00026 tm  0,056+  0,00019 tm  0,058+  0,00019 tm  0,041+  0,00029 tm | -  0,069-0,068  -  0,04 | От 20 до 400  От минус 180 до 600 в зависи-мости от материала сетчатой трубки  От минус 269 до 600 | Негорючий  В сетчатых трубках из металлической прово-локи и нити стеклянной - негорю-чий; осталь-ной-трудно-горючий  Негорючие |
| Примечания: 1. tm — средняя температура теплоизоляционного слоя,°С; tm =  - на открытом воздухе в летнее время, в помещении, в каналах, тоннелях, технических подпольях, на чердаках и в подвалах зданий; tm =  - на открытом воздухе в зимнее время, где tw — температура вещества.  2. Большее 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 трубопро-вода,  мм | Средняя плотность ρ, кг/м3 | Теплопро-водность сухого материала λ, Вт/(м⋅°С), при 20°С | Максималь-ная температура вещества,  °С |
| Армопенобетон  Битумоперлит  Битумокерамзит  Битумовермикулит  Пенополимербетон  Пенополиуретан  Фенольный поропласт ФЛ монолитный | 150-800  50-400  До 500  До 500  100-400  100-400  До 1000 | 350-450  450-550  600  600  400  60-80  100 | 0,105-0,13  0,11 -0,13  0,13  0,13  0,07  0,05  0,05 | 150  130\*  130\*  130\*  150  120  150 |
| \* Допускается применение до температуры 150°С при качественном методе отпуска теплоты | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

*Рекомендуемое*

**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОКРОВНОГО СЛОЯ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Материал, ГОСТ или ТУ | применяемая толщина, мм | Группа горючести |
| **1. Металлические**  Листы из алюминия и алюминиевых сплавов, ГОСТ 21631-76, марки АДО, АД1, АМц, AMг2, В95  Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов, ГОСТ 13726-78, марки АДО, АД1, АМц, AМг2, В95  Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий, ГОСТ 14918-80  Сталь тонколистовая кровельная, ОСТ 14-11-196-86  Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества, ГОСТ 16523-89  Оболочки гофрированные для теплоизоляционных конструкций отводов трубопроводов, ОСТ 36-67-82  Сталь рулонная холоднокатаная с полимерным покрытием (металлопласт) ТУ 14-1-1114-74  **2. На основе синтетических полимеров**  Стеклотекстолит конструкционный КАСТ-В, ГОСТ 10292-74Е  Материалы армопластмассовые для защиты покрытий тепловой изоляции трубопроводов, ТУ 36-2168-85, марки:  АПМ-1  АПМ-2  АПМ-К  Стокпопластик рулонный РСТ, ТУ 6-11-145-80, марки РСТ-А, РСТ-Б, РСТ-Х  Стеклопластик марки ФСП (стеклопластик фенольный покровный), ТУ 6-11-150-76  Пленка винипластовая каландрированная КПО,  ГОСТ 16398-81  Пленка из вторичного поливинилхлоридного сырья,  ТУ 63.032.3-88  Стеклотекстолит покровный листовой СТПЛ, ТУ 36-1583-88, марки:  СТПЛ-СБ  СТПЛ-ТБ  СТПЛ-ВП | 0,3; 0,5-1  0,25-1  0,35-1  0,5-0,8  0,35-1  0,2  2,5  0,8-1,3  0,5-1,2  2,2  2,1  2,1  0,25-0,5  0,3; 0,6  0,4-1  1,3  0,3  0,5  0,8 | Негорючие  Негорючие  Негорючая  Негорючая  Негорючий  Негорючие  Горючие  Трудногорю-чая  Горючий  Горючий  Трудногорю-чий  Горючий  Трудногорю-чий  Горючий  Горючая  Горючая  Трудногорю-чий |
| **3. На основе природных полимеров**  Рубероид, ГОСТ 10923—82, марка РКК-420  Стеклорубероид, ГОСТ 15879-70  Толь кровельный и гидроизоляционный, ГОСТ 10999-76, марки TKK-350, ТКК-400  Пергамин кровельный, ГОСТ 2697-83  Рубероид, покрытый стеклотканью, ТУ 21 ЭССР 48-83  Изол, ГОСТ 10296-79  **4. Минеральные**  Стеклоцемент текстолитовый для теплоизоляционных конструкций, ТУ 36-940-85  Листы асбестоцементные плоские, ГОСТ 18124-75  Листы асбестоцементные волнистые унифицированного профиля, ГОСТ 16233-77  Штукатурка асбестоцементная  **5. Дублированные фольгой**  Фольга алюминиевая дублированная для теплоизоляционных конструкций, ТУ 36-1177-77  Фольгорубероид для защитной гидроизоляции утеплителя трубопроводов, ТУ 21 ЭССР 69-83  Фольгоизол, ГОСТ 20429-84 | 2-3  2,5  1,0-1,5  1,0-1,5  -  2  1,5-2  6-10  5-8  10-20  0,5-1,5  1,7-2  2-2,5 | Горючий  Горючий  Горючий  Горючий  Горючий  Горючий  Негорючий  Негорючие  Негорючие  Негорючая  Дублирован-ная бумагой и картоном - горючая, остальные - трудногорю-чие  Горючий  Горючий |
| Примечание. При применении покровных слоев из листового металла следует учитывать характер и степень агрессивности окружающей среды и производства. | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

*Обязательное*

**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 ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ РАБОТЫ В ГОД БОЛЕЕ 5000 ч.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Условный проход | Средняя температура теплоносителя, °С | | | | | | | | | | | | | | |
| трубопро- | 20 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | | 600 | |
| вода, мм | Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м | | | | | | | | | | | | | | |
| 15  20  25  40  50  65  80  100  125  150  200  250  300  350  400  450  500  600  700  800  900  1000 | 3  4  4  5  6  7  8  9  10  11  15  17  20  23  24  27  29  34  39  43  48  53 | 8  9  11  12  14  15  17  19  22  24  30  35  40  45  49  53  58  66  75  83  92  101 | 16  18  20  24  25  29  32  35  40  44  53  61  68  75  83  88  96  110  122  135  149  163 | 24  28  30  36  38  44  47  52  57  62  75  86  96  106  125  123  135  152  169  172  205  223 | 34  38  42  48  52  58  62  69  75  83  99  112  126  138  150  160  171  194  214  237  258  280 | 45  49  54  62  66  75  80  88  99  109  129  145  160  177  191  204  220  248  273  301  328  355 | 55  61  66  77  83  92  99  109  121  133  157  174  194  211  228  244  261  294  323  355  386  418 | 67  74  80  93  100  111  119  130  144  157  185  206  227  248  267  284  305  342  375  411  446  482 | 80  88  95  110  118  131  139  152  169  183  216  238  262  286  308  327  349  391  429  469  509  348 | 93  103  111  128  136  152  162  175  194  211  247  273  300  326  351  373  398444  485  530  574  618 | 108  119  128  147  156  173  185  200  221  240  280  309  339  368  395  418  446  497  544594  642  691 | 123  135  146  167  177  197  209  225  250  270  314  345  378  411  440  466  496  554  604  657  710  753 | | 140  152  165  188  199  220  226  252  279  301  349  384  420  454  487  517  549  611  664  723  779  837 | |
| Криволи-нейные поверх-ности ди-аметром более | Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1020 мм и плоские | 5 | 28 | 44 | 57 | 69 | 85 | 97 | 109 | 122 | 134 | 146 | | 157 | | 169 |
| Примечание. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией. | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблица 2

НОРМЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ И ОБЩЕЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ РАБОТЫ В ГОД 5000 И МЕНЕЕ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Условный проход | Средняя температура теплоносителя, °С | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| трубопро- | 20 | | 50 | | 100 | | 150 | | 200 | | 250 | | 300 | | 350 | | 400 | | 450 | | | 500 | | 550 | | 600 |
| вода, мм | Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15  20  25  40  50  65  80  100  125  150  200  250  300  350  400  450  500  600  700  800  900  1000 | | 4  5  5  7  7  8  9  11  12  15  18  21  25  29  31  34  37  44  49  55  62  68 | | 9  11  12  15  16  19  21  23  26  29  36  42  48  54  60  66  72  82  94  105  116  127 | | 18  21  23  27  30  34  37  41  46  52  63  72  83  92  100  108  117  135  151  168  185  203 | | 28  31  34  40  44  50  54  60  66  73  89  103  115  127  139  149  162  185  205  228  251  273 | | 38  43  47  54  58  67  71  80  88  97  117  132  149  164  178  191  206  236  262  290  318  345 | | 48  54  60  71  75  85  92  101  114  126  151  170  189  209226  244  264  299  331  367  399  435 | | 61  67  74  86  93  104  112  123  138  152  181  203  228  250  271  290  311  354  390  431  471  510 | | 74  81  89  103  111  125  134  146  164  180  215  240  266  291  317  338  362  409  451  496  541  586 | | 87  97  104  122  130  146  157  171  191  210  249  276  307  335  362  386  415  467  513  564  614  664 | | 102  113  122  142  151  170  181  198  221  241  284  316  349  382  412  439  470  528  580  636  691  747 | 117  130  140  163  174  194  208  226  251  272  321  356  393  429  462  491  526  590  646  708  768  829 | | 134  148  160  185  197  220  234  253  282  305  359  398  438  477  513  545  583  653  714  782  848  914 | | 152  167  180  208  221  245  262  283  314  340  399  441  485  527  567  602  642  718  784  857  928  1003 | |
| Криволи-нейные поверх-ности ди-аметром более | | Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1020 мм и плоские | | 21 | | 36 | | 58 | | 72 | | 89 | | 109 | | 125 | | 135 | | 156 | | 171 | 186 | | 201 | | 217 | |
| Примечание. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблица 3

НОРМЫ плОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ В ПОМЕЩЕНИИ И ОБЩЕЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ РАБОТЫ В ГОД БОЛЕЕ 5000

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Условный проход | Средняя температура теплоносителя, °С | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| трубопро- | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | | 400 | | 450 | | 500 | | 550 | | 600 | | |
| вода, мм | Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15  20  25  40  50  65  80  100  125  150  200  250  300  350  400  450  500  600  700  800  900  1000 | 6  7  8  10  10  12  13  14  17  19  23  27  31  35  38  42  46  54  59  67  74  82 | 14  16  18  21  22  26  28  31  35  39  47  54  62  68  74  81  87  100  111  124  136  149 | 22  26  28  33  35  40  43  48  53  58  70  80  90  99  108  116  125  143  159  176  193  210 | 32  36  39  46  49  55  59  65  72  78  94  106  119  131  142  152  164  186  205  226  247  286 | 42  46  51  59  64  72  78  84  94  104  124  139  154  170  184  196  211  238  262  290  316  342 | 53  58  63  74  79  90  95  104  116  128  151  169  186  205  221  235  253  285  313  344  374  405 | 65  71  78  90  96  107  114  125  140  152  180  199  220241  259  276  296  332  365  399  435  467 | 77  85  92  107  114  127  135  147  164  179  209  231  255  278  299  318  341  382  418  457  496  534 | | 91  100  108  125  133  148  158  170  190  206  241  266  293  318  342  364  388  434  474  518  562  606 | | 106  116  125  143  152  169  180  195  216  234  273  302  330  359  386  409  435  486  530  581  629  676 | | 120  132  142  163  173  192  204  220  243  263  306  338  370  402  431  456  486  542  591  643  695  747 | | 136  149  160  184  194  216  229  247  273  294  342  376  411  446  477  506  538  598  651  708  764  820 | |
| Криволи-нейные поверх-ности ди-аметром более | Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1020 мм и плоские | 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. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблица 4

НОРМЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ В ПОМЕЩЕНИИ И ТОННЕЛЕ И ОБЩЕЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ РАБОТЫ В ГОД 5000 И МЕНЕЕ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Условный проход | Средняя температура теплоносителя, °С | | | | | | | | | | | |
| трубопро- | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |
| вода, мм | Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м | | | | | | | | | | | |
| 15  20  25  40  50  65  80  100  125  150  200  250  300  350  400  450  500  600  700  800  900  1000 | 7  8  9  10  12  14  16  18  20  22  29  34  38  42  48  51  57  65  73  82  91  100 | 16  18  20  23  26  30  33  36  41  45  56  65  74  82  90  98  106  122  136  152  167  183 | 25  28  31  37  39  46  50  55  62  68  82  94  106  118  130  138  150  172  191  212  234  254 | 35  39  43  51  54  62  67  74  82  91  110  124  139  154  168  180  194  222  247  274  300  326 | 46  51  56  66  71  81  86  95  108  119  143  161  180  198  215  233  251  286  315  349  382  415 | 58  64  70  82  88  99  106  117  132  145  173  194  216  239  259  278  298  338  374  412  450  489 | 70  78  85  99  106  119  128  140  157  172  205  230  255  280  303  324  348  394  433  477  520  563 | 83  92  100  117  125  141  150  164  183  201  239  266  294  323  349  372  399  450  494  543  592  640 | 98  108  118  136  146  163  175  190  213  232  274  305  337  368  397  423  453  510  559  614  668  722 | 113  125  135  156  166  186  199  217  242  263  310  343  379  414  446  474  507  570  624  685  743  802 | 129  142  154  178  190  211  226  245  272  295  347  384  423  462  496  527  564  634  691  757  821  884 | 146  161  173  200  213  237  253  274  303  330  386  426  469  510  549  582  622  695  760  830  903  969 |
| Криволи-нейные поверх-ности ди-аметром более | Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м2 | | | | | | | | | | | |
| 1020 мм и плоские | 29 | 50 | 68 | 84 | 106 | 121 | 136 | 150 | 167 | 181 | 196 | 210 |
| Примачание. См. примеч. к табл. 3. | | | | | | | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

*Обязательное*

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

Таблица 1

НОРМЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Условный проход | Средняя температура вещества, °С | | | | | | | | | | | |
| трубопро- | 0 | -10 | -20 | -40 | -60 | -80 | -100 | -120 | -140 | -160 | -180 |
| вода, мм | Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м | | | | | | | | | | | |
| 20  25  40  50  65  80  100  125  150  200  250  300  350  400  450  500 | 3  3  4  5  6  6  7  8  8  10  11  12  14  16  17  19 | 3  4  5  5  6  6  7  8  9  10  12  13  15  16  18  20 | 4  5  5  6  7  8  9  9  10  12  14  16  18  20  21  23 | 6  6  7  8  9  10  11  12  13  16  18  20  22  23  26  27 | 7  8  9  9  10  11  13  14  16  18  20  23  24  26  28  30 | 9  9  10  11  12  13  14  16  17  20  23  25  27  29  31  33 | 10  11  12  13  14  15  16  18  20  23  26  28  30  32  36  35 | 12  12  13  14  15  16  18  20  21  25  27  30  33  34  37  38 | 14  15  16  16  17  18  20  21  23  27  30  34  36  38  39  41 | 16  17  18  19  20  21  22  23  25  29  33  36  38  40  42  44 | 17  18  19  20  21  22  23  25  27  31  35  39  41  43  45  46 |
| Криволи-нейные поверх-ности ди-аметром более | Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м2 | | | | | | | | | | | |
| 600 мм и плоские | 11 | 12 | 12 | 13 | 14 | 15 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| Примечания: 1. Нормы линейной плотности теплового потока при температуре веществ от 0 до 19°С, а также при *dy* < 20 мм следует определять экстраполяцией.  2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией. | | | | | | | | | | | |

Таблица 2

НОРМЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ В ПОМЕЩЕНИИ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Условный проход | Средняя температура вещества, °С | | | | | | | | | | | |
| трубопро- | 0 | -10 | -20 | -40 | -60 | -80 | -100 | -120 | -140 | -160 | -180 |
| вода, мм | Нормы линейной плотности теплового потока, Вт/м | | | | | | | | | | | |
| 20  25  40  50  65  80  100  125  150  200  250  300  350  400  450  500 | 5  6  7  7  8  9  10  11  12  15  16  19  21  23  25  28 | 6  7  7  8  9  9  10  11  13  16  17  20  22  24  27  29 | 6  7  8  9  9  10  11  12  13  16  19  21  23  26  28  30 | 7  8  9  10  11  12  13  14  16  19  20  23  26  28  30  33 | 8  9  11  12  13  13  14  16  17  21  23  26  29  30  33  35 | 9  10  12  13  14  15  16  18  20  23  26  29  31  34  35  37 | 10  11  13  15  16  17  18  20  21  25  27  31  34  36  37  40 | 10  14  16  17  18  19  20  21  23  27  30  34  36  38  40  42 | 11  16  17  19  20  20  21  23  25  30  33  37  38  41  42  45 | 13  17  19  20  21  22  23  26  27  31  36  39  41  44  45  47 | 14  20  21  22  23  24  25  27  30  34  38  41  44  46  48  49 |
| Криволи-нейные поверх-ности ди-аметром более | Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт/м2 | | | | | | | | | | | |
| 600 мм и плоские | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 19 | 20 | 21 | 22 | 22 | 23 |
| Примечание. См. примеч. к табл. 1. | | | | | | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

*Обязательное*

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| условный проход трубопро-вода, мм | | Па-ро-про-вод | Кон- ден-сато-про-вод | Па-ро-про-вод | Кон- ден-сато-про-вод | Па-ро-про-вод | Кон- ден-сато-про-вод | Па-ро-про-вод | Кон- ден-сато-про-вод | Па-ро-про-вод | Кон- ден-сато-про-вод | Па-ро-про-вод | Кон- ден-сато-про-вод |
| Паро-про-вод | Кон-ден-сато-про- | Расчетная температура теплоносителя, °С | | | | | | | | | | | |
|  | вод | 115 | l00 | 150 | 100 | 200 | 100 | 250 | 100 | 300 | 100 | 350 | 100 |
| 25  30  40  50  65  80  100 125 150 200 250 300 350 400 450 500 600 700 800 | 25  25  25  25  30  40  40  50  70  80  100  125  150  180  200  250  300  300  300 | 22  23  25  27  31  35  38  42  45  52  58  64  70  75  81  86  97  105  114 | 18  18  18  18  21  23  23  24  27  27  31  33  38  42  44  50  55  55  55 | 30  32  33  36  43  46  49  53  58  68  75  83  90  96  103  110  123  133  143 | 18  18  18  18  21  23  23  24  27  27  31  33  38  42  44  50  55  55  55 | 41  43  45  52  58  62  66  72  78  89  99  110  118  127  134  143  159  172  185 | 18  18  18  18  21  23  23  24  27  27  31  33  38  42  44  50  55  55  55 | 51  54  58  64  71  81  81  88  94  108  119  133  143  153  162  173  190  203  220 | 18  18  18  18  21  22  22  23  26  28  31  33  37  41  44  49  54  54  54 | 64  69  73  79  88  98  98  107  115  131  147  159  171  183  193  207  227  243  - | 18  18  18  18  20  22  22  23  26  28  31  33  37  41  43  49  54  53  - | 79  83  88  95103  117  117  126  142  153  172  186  200  213  224  239  261  280  - | 18  18  18  18  20  21  21  23  26  28  31  33  37  41  43  48  53  53  - |
| Примечание. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией. | | | | | | | | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

*Обязательное*

**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 И МЕНЕЕ, Вт/м

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Условный | Трубопровод | | | | | |
| проход трубопро- | подаю-щий | обратный | подаю-щий | обратный | подаю-щий | обратный |
| вода, мм | Среднегодовая температура теплоносителя, °С | | | | | |
|  | 65 | 50 | 90 | 50 | 110 | 50 |
| 25  30  40  50  65  80  100  125  150  200  250  300  350  400  450  500  600  700  800  900  1000  1200  1400 | 15  16  18  19  23  25  28  29  32  41  46  53  58  65  70  75  83  91  106  117  129  157  173 | 10  11  12  13  16  17  19  20  22  26  30  34  37  40  42  46  49  54  61  64  66  73  77 | 22  23  25  28  32  35  39  42  46  55  65  74  79  87  95  107  119  139  150  162  169  218  241 | 10  11  12  13  14  15  16  17  19  22  25  27  29  32  33  36  38  41  45  48  51  55  59 | 26  28  31  34  40  43  48  52  55  71  79  88  98  105  115  130  145  157  181  199  212  255  274 | 9  10  11  12  13  14  16  17  18  20  21  24  25  26  27  28  30  33  36  37  42  46  49 |
| Примечания: 1. Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65; 90; 110 °С соответствует тнмпературным 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, Вт/м

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Условный | Трубопровод | | | | | |
| проход трубопро- | подаю-щий | обратный | подаю-щий | обратный | подаю-щий | обратный |
| вода, мм | Среднегодовая температура теплоносителя, °С | | | | | |
|  | 65 | 50 | 90 | 50 | 110 | 50 |
| 25  30  40  50  65  80  100  125  150  200  250  300  350  400  450  500  600  700  800  900  1000  1200  1400 | 14  15  16  17  20  21  24  26  27  33  38  43  46  50  54  58  67  76  85  90  100  114  130 | 9  10  11  12  13  14  16  18  19  23  26  28  31  33  36  37  42  47  51  56  60  67  70 | 20  20  22  24  29  31  35  38  42  49  54  60  64  70  79  84  93  107  119  128  140  158  179 | 9  10  11  12  13  14  15  16  17  19  21  24  26  28  31  32  35  37  38  43  46  53  58 | 24  26  27  30  34  37  41  43  47  58  66  71  80  86  91  100  112  128  139  150  163  190  224 | 8  9  10  11  12  13  14  15  16  18  20  21  22  24  25  27  31  31  34  37  40  44  48 |
| Примечание См. примеч. к табл. 1. | | | | | | |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 8 исключено.**

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

*Справочное*

**РАСЧЕТНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛООТДАЧИ**

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.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Темпе-ратура изоли- | Изолируемая поверхность | Вид расчета изоляции | Коэффициент теплоотдачи *αе*, Вт/(м2⋅°С), при расположении изолируемых поверхностей | | | |
| руемой поверх-ности, °С |  |  | в помещениях, тоннелях для покровных слоев с коэф-фициентом излучения, ***С*** | | на открытом воздухе, для покровных слоев с коэффициентом излучения, ***С*** | |
|  |  |  | малым | высо-ким | малым | высо-ким |
| 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 |
|  | Горизон-тальные  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 | Предотвра-щение 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 *αе* = 8 Вт/(м2⋅°С).  2. К покровным слоям с малым коэффициентом излучения ***С*** относятся покрытия с ***С*** < 2,33 Вт/(м2⋅К4) и менее, в том числе их 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 ***С*** > 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 станке канала допускается принимать равным 8 Вт/ (м2⋅°С). | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

*Обязательное*

**КОЭФФИЦИЕНТ *К1*, 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 | | | |
|  | на открытом воздухе | в помещении и тоннеле | в непро-ходном канале | бесканаль-ный |
| Европейские районы СССР (I.I-I.5, II.I-II.2)  Урал (VII.I-VII.3)  Казахстан (XI.I-ХI.3)  Средняя Азия  (VI.I-VI.3, ХII.I-XII.4)  Западная Сибирь (VIII.I-VIII.5)  Восточная Сибирь (IХ.I-IХ.3)  Дальний Восток  (Х.I-Х.3)  Районы Крайнего Севера и приравненные к ним (Iс-Хс) | 1,0  1,02  1,04  1,04  1,03  1,07  0,88  0,9 | 1,0  1,03  1,06  1,04  1,05  1,09  0,9  0,93 | 1,0  1,03  1,04  1,02  1,03  1,07  0,8  0,85 | 1,0  1,0  1,02  1,02  1,02  1,03  0,96  - |
| 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. | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

*Рекомендуемое*

**ТОЛЩИНЫ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ (ПОЛНОСБОРНЫХ И КОМПЛЕКТНЫХ) ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

*Рекомендуемое*

**ПРЕДЕЛЬНЫЕ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКЕ В ТОННЕЛЯХ И НЕПРОХОДНЫХ КАНАЛАХ**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Условный | Способ прокладки трубопроводов | | | | |
| проход трубопровода, | в тоннеле | | | в непроходном канале | |
| мм | 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 | |
| 15  25  40  50  65  80  100  125  150  200  250  300  350  400  450  500  600  700  800  900 и более | 60  100  120  140  160  180  180  180  200  200  220  240  260  280  300  320  320  320  320  320 | 60  60  60  80  100  100  120  120  140  140  160  180  200  220  240  260  260  260  260  260 | 60  80  80  100  140  160  160  160  160  180  180  200  200  220  220  220  240  240  240  260 | 40  60  60  80  80  80  80  80  100  100  100  100  100  120  120  120  120  120  120  120 | 60  100  100  120  140  140  160  160  180  200  200  200  200  220  220  220  220  220  220  220 | |
| Примечания: 1. Толщина изоляции для трубопроводов в каналах указана для положительных температур транспортируемых веществ. Для трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемых веществ, прокладываемых в каналах, предельные толщины принимаются такими же, как при прокладке в тоннеле.  2. В случае, если по расчету толщина изоляции больше предельной, следует применять более эффективный материал. | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

*рекомендуемое*

**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 *Кс* по формулам: для цилиндрической поверхности

; (1)

для плоской поверхности

, (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;

*Кс* - коэффициент уплотнения, принимаемый по таблице настоящего приложения.

Примечание. В случае, если в формуле (1) произведение  - 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

, (3)

где *V* - объем теплоизоляционного материала или изделия до уплотнения, м3;

*Vi* - объем теплоизоляционного материала или изделия с учетом уплотнения, м3.

|  |  |
| --- | --- |
| Теплоизоляционные материалы и изделия | Коэффициент уплотнения *Кс* |
| Изделия минераловатные с гофрированной структурой при укладке на трубопроводы и оборудование условным проходом, мм:  до 200  от 200 до 350  св. 350  Маты минераловатные прошивные  Маты из стеклянного штапельного волокна  Маты из супертонкого стекловолокна, маты БЗМ, холсты из ультрасупертонких и стекломикрокристаллических волокон средней плотностью от 19 до 56 кг/м3 при укладке на трубопроводы и оборудование условным проходом, мм:  *Dу* < 800 при средней плотности 19 кг/м3  То же при средней плотности 56 кг/м3  *Dу* ≥ 800 при средней плотности 19 кг/м3  То же при средней плотности 56 кг/м3  Плиты минераловатные на синтетическом связующем марки:  50, 75  125, 175  Плиты минераловатные на битумном связующем марки:  75  100, 150  Плиты полужесткие стекловолокнистые на синтетическом связующем  Пенопласт ПВХ-Э  Пенопласт ППУ-ЭТ | 1,3  1,2  1,1  1,2  1,6  3,2\*  1,5\*  2,0\*  1,5\*  1,5  1,2  1,5  1,2  1,15  1,2  1,3 |
| \* промежуточные значения коэффициента уплотнения следует определять интерполяцией.  Примечание. 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. | |

**СОДЕРЖАНИЕ**

**1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**2. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМ КОНСТРУКЦИЯМ,   
 ИЗДЕЛИЯМ И МАТЕРИАЛАМ**

**3. РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ**

**4. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1.* *Справочное.* РАСЧЕТНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2.* *Справочное.* РАСЧЕТНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ БЕСКАНАЛЬНОЙ ПРОКЛАДКЕ

*ПРИЛОЖЕНИЕ 3*. *Рекомендуемое.* МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОКРОВНОГО СЛОЯ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ

*ПРИЛОЖЕНИЕ 4.* *Обязательное.* НОРМЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ЧЕРЕЗ ИЗОЛИРОВАННУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ ТЕМПЕРАТУРАМИ

*ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Обязательное.* НОРМЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ЧЕРЕЗ ИЗОЛИРОВАННУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ ТЕМПЕРАТУРАМИ

*ПРИЛОЖЕНИЕ 6.* *Обязательное.* НОРМЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ЧЕРЕЗ ИЗОЛИРОВАННУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ПАРОПРОВОДОВ С КОНДЕНСАТОПРОВОДАМИ ПРИ ИХ СОВМЕСТНОЙ ПРОКЛАДКЕ В НЕПРОХОДНЫХ КАНАЛАХ, Вт/м

*ПРИЛОЖЕНИЕ 7.* *Обязательное.* НОРМЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ЧЕРЕЗ ИЗОЛИРОВАННУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ТРУБОПРОВОДОВ ДВУХТРУБНЫХ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПРОКЛАДКЕ В НЕПРОХОДНЫХ КАНАЛАХ

*ПРИЛОЖЕНИЕ 8.* *Обязательное.* НОРМЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ЧЕРЕЗ ИЗОЛИРОВАННУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ДВУХТРУБНОЙ ПОДЗЕМНОЙ БЕСКАНАЛЬНОЙ ПРОКЛАДКЕ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

*ПРИЛОЖЕНИЕ 9.* *Справочное.* РАСЧЕТНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛООТДАЧИ

*ПРИЛОЖЕНИЕ 10.* *Обязательное.* КОЭФФИЦИЕНТ *К1*, УЧИТЫВАЮЩИЙ ИЗМЕНЕНИЕ СТОИМОСТИ ТЕПЛОТЫ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА И СПОСОБА ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА (МЕСТА УСТАНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ)

*ПРИЛОЖЕНИЕ 11.* *Рекомендуемое.* ТОЛЩИНЫ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ (ПОЛНОСБОРНЫХ И КОМПЛЕКТНЫХ) ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*ПРИЛОЖЕНИЕ 12.* *Рекомендуемое.* ПРЕДЕЛЬНЫЕ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКЕ В ТОННЕЛЯХ И НЕПРОХОДНЫХ КАНАЛАХ

*ПРИЛОЖЕНИЕ 13. рекомендуемое.* ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ И ОБЪЕМА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ УПЛОТНЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ