Приложение
к приказу концерна
от 03.02.2005 N 91

Федеральное агентство по атомной энергии

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Российский государственный концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях»
(КОНЦЕРН «РОСЭНЕРГОАТОМ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Генерального директора по развитию – директор по развитию Концерна «Росэнергоатом»

_____ **М.Ф Рогов**

«24» 12 _____ **2004 г**

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

РД ЭО 0586 - 2004

Москва
2004

gost.e-ecolog.ru

СОГЛАСОВАНО

Руководитель Проектно-конструкторской дирекции Концерна «Росэнергоатом»

_____ **Ю.Г. Ермаков**

«27» _____ 2004 г.

Первый заместитель генерального директора ФГУП «НИКИМТ»

_____ **М.В. Григорьев**

«___» _____ 2004 г.

Федеральное агентство по атомной энергии

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Российский государственный концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях»
(КОНЦЕРН «РОСЭНЕРГОАТОМ»)

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

РД ЭО 0586 - 2004

Москва
2004

Ключевые слова: тепловая изоляция, теплоизоляционный материал, теплоизоляционное изделие, теплоизоляционная конструкция, нормы плотности, тепловой поток, коэффициент теплоотдачи, транспортируемое вещество, теплоноситель.

Первый заместитель генерального директора – главный инженер ФГУП «Атомэнергопроект» — В.Н. Крушельницкий

Главный инженер проекта — А.В. Овчинников

Начальник конструкторско-технологического бюро комплексного проектирования БКП-6 — З.С. Казачкова

Начальник ОАЗиТИ — Е.А. Никитина

Заместитель начальника ОАЗиТИ — Н.Ф. Матвеева

Начальник группы ОАЗиТИ — Н.Н. Нестеров

Ведущий инженер — Н.В. Тестова

Инженер 1 категории — В.С. Виноградов

СОГЛАСОВАНО

Начальник ОУК — Г.Г. Саркис

Нормоконтролер — Ю.А. Синицын

СОИСПОЛНИТЕЛИ

Генеральный директор ОАО «Инжиниринговая компания по теплотехническому строительству ОАО «Теплопроект» — М.М. Лущик

Заведующий отделом тепловой изоляции, к. т. н. — Б.М. Шойхет

Главный специалист — Л.В. Ставрицкая

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и изыскательский институт «АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ» при участии ОАО «Инжиниринговая компания по теплотехническому строительству ОАО «ТЕПЛОПРОЕКТ»

2 ВНЕСЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и изыскательский институт «АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ»

3 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального государственного унитарного предприятия «Российский государственный концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях» Концерн «Росэнергоатом» от_____№_____

Содержание

1 Область применения..... 1
2 Нормативные ссылки..... 1
3 Термины, определения и обозначения..... 4
4 Требования к проектированию тепловой изоляции, теплоизоляционным материалам, изделиям и конструкциям..... 8
4.1 Требования к проектированию тепловой изоляции объектов АС.. 8
4.2 Требования к теплоизоляционным материалам и изделиям, применяемым в зоне свободного доступа АС 11
4.3 Требования к теплоизоляционным конструкциям, применяемым в зоне свободного доступа АС..... 12
4.4 Специальные требования к теплоизоляционным материалам, изделиям и конструкциям, применяемым в зоне контролируемого доступа АС 20
5 Методика расчетов толщины теплоизоляционного слоя..... 23
Приложение А (рекомендуемое) Техническое задание на проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов 34
Приложение Б (рекомендуемое) Форма техномонтажной ведомости 36
Приложение В (справочное) Расчетные технические характеристики теплоизоляционных материалов и изделий, применяемых для тепловой изоляции оборудования и трубопроводов... 37
Приложение Г (справочное) Расчётные технические характеристики материалов, применяемых для тепловой изоляции трубопроводов при бесканальной прокладке..... 40
Приложение Д (справочное) Материалы для покровного слоя теплоизоляционной конструкции..... 41
Приложение Е (обязательное) Нормы плотности теплового потока через поверхность теплоизоляционной конструкции оборудования и трубопроводов с положительными температурами транспортируемого вещества (теплоносителя)..... 42
Приложение Ж (обязательное) Коэффициенты к базовым нормам плотности теплового потока от изолированных объектов в зависимости от стоимости топливной составляющей себестоимости тепла..... 44
Приложение И (обязательное) Значения коэффициентов стоимости тепла в зависимости от типа энергетических реакторов... 44
Приложение К (обязательное) Коэффициенты к базовым нормам плотности теплового потока от изолированных объектов, расположенных на открытом воздухе, учитывающие температуру наружного воздуха..... 45
Приложение Л (обязательное) Коэффициенты к базовым нормам плотности теплового потока от изолированных объектов, расположенных в помещении, учитывающие температуру воздуха в помещении..... 45

Приложение М (обязательное) Нормы плотности теплового потока через поверхность теплоизоляционной конструкции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемого вещества..... 46
Приложение Н (справочное) Расчетные коэффициенты теплоотдачи от наружной поверхности покровного слоя теплоизоляционной конструкции в зависимости от вида и температуры изолируемого объекта, методики расчетов толщины теплоизоляции и применяемого покровного слоя..... 48
Лист регистрации изменений..... 51

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

Дата введения _____

1 Область применения

Настоящий руководящий документ распространяется на проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, в зданиях и сооружениях строящихся и реконструируемых атомных станций (далее по тексту АС) с реакторами различного типа.

Положения руководящего документа обязательны для предприятий и организаций, выполняющих проектные работы по тепловой изоляции объектов АС.

Руководящий документ содержит требования к проектированию тепловой изоляции, теплоизоляционным материалам, изделиям и конструкциям, нормы плотности теплового потока с изолируемых поверхностей оборудования, трубопроводов, газоходов и воздуховодов, имеющих температуру транспортируемого вещества в интервале от минус 180 до плюс 650 °С.

2 Нормативные ссылки*)

В настоящем руководящем документе использованы ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

Постановление Правительства Российской Федерации от 27.12.1997г. № 1636 об утверждении «Правил подтверждения пригодности новых материалов, изделий, конструкций и технологий для применения в строительстве» (Приказ Минатома России от 05.02.1998 г. № 62)

Постановление Госстроя России от 01.07.2002 № 76 г. об утверждении документа «Порядок подтверждения пригодности новых материалов, изделий, конструкций и технологий для применения в строительстве»

*) Если ссылочный нормативный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим руководящим документом следует руководствоваться замененным (измененным) нормативным документом.

НП-001-97 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ-88/97)

НП-032-01 Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности

НП-040-02 Правила обеспечения водородной взрывозащиты на атомной станции

ПН АЭ Г-7-008-89 Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок

СП 2.6.1.28-2000 Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций (ПРБ АС-99)

НПБ 110-03 Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией

НПБ 114-2002 Противопожарная защита атомных станций. Нормы проектирования

ПБ 03-585-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов

СанПин 2.6.1.24-03 Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03)

ГОСТ 4.201–79 СПКП. Строительство. Материалы и изделия теплоизоляционные. Номенклатура показателей

ГОСТ 12.4.124–83 ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования

ГОСТ 21.101–97 СПДС. Основные требования к рабочей документации

ГОСТ 21.110–95 СПДС. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов

ГОСТ 21.405–93 СПДС. Правила выполнения рабочей документации тепловой изоляции оборудования и трубопроводов

ГОСТ 27.002–78 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения

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

ГОСТ 5582–75 Прокат тонколистовой коррозионно-стойкий, жаростойкий и жаропрочный

ГОСТ 7076–99 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме

ГОСТ 13726–97 Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов

ГОСТ 14202–69 Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки

ГОСТ 14918–80 Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия

ГОСТ 16381–77 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования

ГОСТ 16523–97 Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия

ГОСТ 17177–94 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний

ГОСТ 17314–81 Устройства для крепления тепловой изоляции стальных сосудов и аппаратов. Конструкция, размеры и технические требования

ГОСТ 21631–76 Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 21880–94 Маты прошивные из минеральной ваты теплоизоляционные. Технические условия

ГОСТ 25100–95 Грунты. Классификация

ГОСТ 25645.331–91 Материалы полимерные. Требования к оценке радиационной стойкости

ГОСТ 27708–88 Материалы и покрытия полимерные защитные дезактивируемые. Метод определения дезактивируемости

ГОСТ 30244–94 Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть

ГОСТ Р 12.4.026–2001 ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ Р 51102–97 Покрытия полимерные защитные дезактивируемые

ГОСТ Р 51882–2002 Изделия теплоизоляционные радиационно-стойкие для атомных станций

СНиП 11–01–95 Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений

СНиП 21–01–97 Пожарная безопасность зданий и сооружений

СНиП 41–03–2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов

РД ЭО 0348–02 Основные правила обеспечения эксплуатации атомных станций

РД 210.006–90 Правила технологического проектирования АЭС с ВВЭР-1000

ОСТ 14–11–196–86 Сталь тонколистовая кровельная

ТУ 1–83–53–89 Ленты слоистые коррозионно-стойкие из алюминиевого сплава марки 1105А

ТУ 14–1–4157–86 Лента из высоколегированных марок стали

ТУ 21–23– 299–89 Изделия прошивные из штапельного волокна

ТУ 21–5328981–08–93 Материал прессованный на основе базальтового и стеклянного супертонкого волокна со связующим

ТУ 65.2691–98 Базальтоволокнистый теплоизоляционный материал

ТУ 2245–074–04696843–01 Лента алюминиевая монтажная самоклеющаяся (ЛАМС)

ТУ 5761–001–08621635–98 Холсты из базальтовых супертонких волокон

ТУ 5761–001–00126238–00 Вата базальтовая энергетическая и изделия на ее основе

ТУ 5761–002–04001485–93 Холсты из микро-, ультра-, супертонких базальтовых штапельных волокон из базальтового холста

ТУ 5761–002–08621635–98 Маты прошивные из базальтового холста

ТУ 5769–001–01397330–00 Изделия из базальтового супертонкого волокна (БСТВ)

ТУ 5953–159–05786904–00 Маты теплоизоляционные прошивные из супертонкого стекловолокна

3 Термины, определения и обозначения

В настоящем руководящем документе применены термины с соответствующими определениями и обозначениями.

3.1 **атомная станция (АС):** Ядерная установка для производства энергии в заданных режимах и условиях применения, располагающаяся в пределах определенной проектом территории, на которой для осуществления этой цели используется ядерный реактор (реакторы) и комплекс необходимых систем, устройств, оборудования и сооружений с необходимыми работниками (персоналом) в соответствии с НП-001-97 (ОПБ 88/97).

3.2 **площадка АС:** Территория в пределах охраняемого периметра, на которой размещаются основные и вспомогательные здания и сооружения АС, в соответствии с НП-032-01.

3.3 **зона контролируемого доступа:** Территория, здания и сооружения АС, где при нормальной эксплуатации АС возможно воздействие на персонал радиационных факторов, в соответствии с СанПин 2.6.1.24-03.

3.4 **зона свободного доступа:** Территория, здания и сооружения АС, где при нормальной эксплуатации АС практически исключается воздействие на персонал радиационных факторов в соответствии с СанПин 2.6.1.24-03.

3.5 **герметичное ограждение (гермообъем):** Совокупность элементов строительных и других конструкций, которые, ограждая пространство вокруг реакторной установки или другого объекта, содержащего радиоактивные вещества, образуют предусмотренную проектом границу и препятствуют распространению радиоактивных веществ в окружающую среду в количествах, превышающих установленные пределы. Пространство, закрытое герметичным ограждением образует одно или несколько герметичных помещений в соответствии с НП-001-97 (ОПБ 88/97).

3.6 **трубопровод:** Совокупность деталей и сборочных единиц из труб с относящимися к ним элементами (коллекторами, тройниками, переходами, отводами, арматурой и т. п.).

3.7 **изолируемый объект:** Оборудование, трубопровод, газоход и воздуховод, требующие выполнения тепловой изоляции.

3.8 **теплоизоляционная конструкция (ТК):** Конструкция, применяемая для тепловой изоляции оборудования, трубопроводов, газоходов и воздуховодов, состоящая из одного или нескольких слоев теплоизоляционного материала (изделия), покровного слоя и крепежных деталей. В состав теплоизо-

ляционной конструкции могут входить пароизоляционный, предохранительный и выравнивающий слои в соответствии со СНиП 41-03-2003.

3.9 **монолитная теплоизоляционная конструкция (МТК):** Бесшовная теплоизоляционная конструкция, не подлежащая повторному применению по причине ее разрушения при демонтаже.

3.10 **сборная (сборно-разборная) теплоизоляционная конструкция (СбТК):** Конструкция выполненная последовательной сборкой отдельных элементов (поэлементный монтаж).

СбТК подразделяются на некомплектные (НТК), комплектные (КТК) и полносборные (ПСбТК).

Сборная теплоизоляционная конструкция при необходимости может быть демонтирована, с последующей повторной сборкой, и применяться для элементов изолируемого объекта, требующих наблюдения (мониторинга) в процессе эксплуатации.

3.11 **некомплектная теплоизоляционная конструкция (НТК):** Конструкция, выполненная из отдельных элементов (теплоизоляционного слоя, крепежных и армирующих деталей, покровного слоя и др.), поставляемых к месту производства работ раздельно.

3.12 **комплектная теплоизоляционная конструкция (КТК):** Конструкция, выполненная из отдельных элементов (теплоизоляционного слоя, крепежных и армирующих деталей, покровного слоя и др.), прошедших предварительную сборку и поставляемых к месту производства работ комплектно.

3.13 **полносборная теплоизоляционная конструкция (ПСбТК):** Конструкция многократного применения. ПСбТК состоит из теплоизоляционного и покровного слоев, соединенных между собой крепежными и армирующими деталями.

Сборка ПСбТК допускается как в заводских условиях, так и в условиях монтажа.

3.14 **блочная съемная теплоизоляционная конструкция (БСТК):** Конструкция, состоящая из металлического футляра (короба), заполненного теплоизоляционным материалом (теплоизоляционным изделием). БСТК поставляется заводом-изготовителем в готовом виде.

3.15 **съемная теплоизоляционная конструкция (СТК):** Обобщающее определение теплоизоляционных конструкций ПСбТК и БСТК.

3.16 **засыпная теплоизоляционная конструкция (ЗТК):** Конструкция, для теплоизоляционного слоя которой применяются сыпучие, волокнистые теплоизоляционные материалы.

3.17 **теплоизоляционные материалы (ТМ):** Строительные теплоизоляционные материалы, которые классифицируются по ГОСТ 4.201 и ГОСТ 16381.

3.18 **теплоизоляционные изделия (ТИ):** Строительные теплоизоляционные изделия, которые классифицируются по ГОСТ 4.201 и ГОСТ 16381.

3.19 **мат теплоизоляционный:** Теплоизоляционное изделие из волокнистых материалов, прошитое соответствующими нитями или проволокой без обкладки или в обкладке с одной, двух или со всех сторон.

3.20 **шнур теплоизоляционный:** Теплоизоляционное изделие в форме шнура, изготовленное из волокнистых материалов в оплетке или без нее.

3.21 **теплоизоляционный слой:** Основной элемент теплоизоляционной конструкции, выполняющий функцию тепловой защиты изолируемого объекта в соответствии с назначением тепловой изоляции.

3.22 **пароизоляционный слой:** Элемент теплоизоляционной конструкции для изолируемого объекта с температурой поверхности ниже температуры окружающей среды, предохраняющий теплоизоляционный слой от проникновения в него паров воды вследствие разности парциальных давлений пара у холодной поверхности и в окружающем воздухе.

3.23 **предохранительный слой:** элемент теплоизоляционной конструкции, предназначенный для защиты пароизоляционного слоя от механических повреждений.

3.24 **покровный слой:** Элемент теплоизоляционной конструкции, устанавливаемый на наружной поверхности тепловой изоляции для защиты теплоизоляционного слоя от механических повреждений и воздействия окружающей среды.

3.25 **отделочный слой:** Элемент теплоизоляционной конструкции, применяемый при покровном слое из штукатурных растворов; выполняется оклеиванием поверхности штукатурки тканями с окраской или без неё (может выполнять функции декоративной отделки) в соответствии со СНиП 41-03-2003.

3.26 **ограждение:** Элемент теплоизоляционной конструкции, применяемый в теплоизоляционной конструкции изолируемого объекта с наружным обогревом.

3.27 **разгружающие устройства, крепежные и армирующие детали:** Детали крепления и армирования элементов теплоизоляционной конструкции:

- **бандаж:** Крепежная деталь, представляющая собой отрезок ленты стальной упаковочной сечением 0,7х20 мм или ленты алюминиевой сечением 0,8х20 мм с пряжкой или замком, применяемая для крепления теплоизоляционного и покровного слоев;

- **стяжка:** Крепежная деталь, представляющая собой пучок из проволоки (диаметром от 1,2 мм до 2,0 мм), применяемая для крепления теплоизоляционного слоя; устанавливается в приварной крепежный элемент – скобу или привязывается к кольцу из проволоки диаметром 2,0 мм;

- **кольцо:** Крепежная деталь из проволоки диаметром 2,0 мм;

- **опорное кольцо (ОК):** Разгружающее устройство из стальной ленты или полосы;

- **опорная полка (ОП):** Разгружающее устройство из стальной ленты или полосы;

- **штырь:** Деталь крепления теплоизоляционного слоя на изолируемой поверхности; одинарные, двойные штыри и штыри для крепления подвеской;

выполняется из проволоки диаметром 4,0…6,0 мм или из металлического листа (алюминиевого, стального, стального оцинкованного) толщиной 0,8, 1,0 мм;

- **подвеска:** Крепежная деталь из проволоки диаметром 1,2…2,0 мм или металлического листа толщиной 1,2 … 2,0 мм;

- **втулка, скоба:** Крепежные детали, в которые вставляются съемные крепежные детали (штырь, стяжка);

- **опорная скоба (ОС):** Разгружающее устройство из проволоки диаметром 5,0 мм или металлического листа толщиной 0,8…1,0 мм;

- **струна:** Крепежная деталь из проволоки диаметром 2,0 мм; применяется при выполнении тепловой изоляции днищ горизонтальных и вертикальных аппаратов и цилиндрической части вертикальных аппаратов диаметром до 1,2 м для фиксации колец из проволоки диаметром 2,0 мм в требуемом положении;

- **каркас:** Армирующая деталь для крепления теплоизоляционного слоя; выполняется из стальной сетки, стеклянных тканей, проволоки;

- **сшивка:** Крепежная деталь для сшивания торцов матов и каркаса из сетки (нить, проволока).

3.28 **канальная прокладка:** Прокладка трубопроводов под землей в тоннелях (проходных каналах) и непроходных каналах; трубопроводы, расположенные в тоннелях, свободны для осмотра и ремонта; трубопроводы, расположенные в непроходных каналах, недоступны для осмотра и ремонта без вскрытия каналов.

3.29 **бесканальная прокладка:** Прокладка трубопровода в грунте.

3.30 **однослойная теплоизоляционная конструкция:** Конструкция, содержащая один слой теплоизоляционного материала или уложенного в один слой теплоизоляционного изделия.

3.31 **многослойная теплоизоляционная конструкция:** Конструкция, содержащая два и более слоев теплоизоляционного материала или уложенных в два и более слоев теплоизоляционного изделия.*)

---

*) При теплотехнических расчетах количество слоев в теплоизоляционной конструкции определяется по другому принципу в соответствии со СНиП 41-03-2003, а именно:

-теплоизоляционная конструкция, в которой для теплоизоляционного слоя применяется теплоизоляционный материал или теплоизоляционное изделие одного вида исходного сырья, одной структуры и других одинаковых классификационных признаков в соответствии с ГОСТ 16381, независимо от количества слоев рассматривается как однослойная;

-теплоизоляционная конструкция, в которой для теплоизоляционного слоя применяются два и более различающихся по классификационным признакам теплоизоляционных материалов или изделий в соответствии с ГОСТ 16381, рассматривается как многослойная (двух-, трех- и т.д.).

3.32 **срок службы теплоизоляционной конструкции:** Календарная продолжительность эксплуатации конструкции от начала эксплуатации до перехода ее в предельное состояние в соответствии с ГОСТ 27.002.

Программа технического обслуживания изолируемого объекта определяется в соответствии с ПН АЭ Г-7-008-89.

Срок службы ТК зависит от следующих факторов:

– конструктивного исполнения ТК;

– материалов теплоизоляционного, покровного, пароизоляционного слоев ТК;

– воздействия эксплуатационных нагрузок и окружающей среды;

– времени достижения допустимого уровня радиоактивного загрязнения, определяемого в процессе наблюдения (мониторинга) за элементами оборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации.

3.33 **температурный шов:** Конструктивный элемент, который применяется при выполнении теплоизоляционных конструкций с жесткими изделиями теплоизоляционного и покровного слоев.

3.34 **уплотнение:** Увеличение плотности теплоизоляционного материала при установке его в проектное положение в теплоизоляционной конструкции, которое характеризуется коэффициентом уплотнения.

Марка теплоизоляционного материала или изделия и коэффициент его уплотнения должны обеспечить энергоэффективность теплоизоляционной конструкции и стабильность теплофизических характеристик теплоизоляционного слоя в процессе эксплуатации во времени.

3.35 **коэффициент уплотнения:** Отношение объема теплоизоляционного материала или изделия к его объему в теплоизоляционной конструкции. Значение коэффициента уплотнения определяется при оптимальной плотности (минимальное значение коэффициента теплопроводности) материала в конструкции.

3.36 **энергоэффективность:** Оптимальное соотношение между стоимостью теплоизоляционной конструкции и стоимостью тепловых потерь через изоляцию в течение расчетного срока эксплуатации.

4 Требования к проектированию тепловой изоляции, теплоизоляционным материалам, изделиям и конструкциям

4.1 Требования к проектированию тепловой изоляции объектов АС

4.1.1 Основным документом, регулирующим правовые и финансовые отношения, взаимные обязательства и ответственность сторон, является договор (контракт), заключаемый Заказчиком с привлекаемой для разработки проектной документации проектной организацией, проектно-строительной организацией. Неотъемлемой частью договора (контракта) является техническое задание на проектирование.

4.1.2 Состав и содержание проектной документации определяется договором (контрактом) и техническим заданием на проектирование в соответствии с требованиями ГОСТ 21.101 и СНиП 11-01-95.

4.1.3 Проектная документация по тепловой изоляции объекта АС разрабатывается на основании технического задания и в соответствии с требованиями настоящего руководящего документа, а также ГОСТ 21.101, ГОСТ 21.110, ГОСТ 21.405, ГОСТ 17314, СНиП 21-01-97, с СанПин 2.6.1.24-03, ПБ-03-585-03, ПНАЭ Г-7-008-89, НП-040-02, НПБ 114-2002, НПБ 110-03, РД 210.006-90.

В настоящем руководящем документе соблюдены:

- терминология, основополагающие нормы и правила проектирования тепловой изоляции промышленных объектов, требования к материалам и конструкциям, изложенные в главах 3, 4 и 5 СНиП 41-03-2003;
- методика расчетов толщины тепловой изоляции, приведенная в СП 41-103-2000;
- требования, содержащиеся в нормах технологического проектирования и других нормативных документах, утвержденных или согласованных Госстроем России.

4.1.4 Задание на проектирование тепловой изоляции оборудования, трубопроводов, газоходов и воздуховодов АС должно содержать информацию о назначении тепловой изоляции, месте расположения изолируемого объекта (с указанием наружных условий эксплуатации), его геометрических размерах, эксплуатационных воздействиях и температуре транспортируемого вещества.

В задании указывается наименование и количество наблюдаемых (обслуживаемых и контролируемых) в процессе эксплуатации элементов и участков изолируемого объекта. Разработчик технического задания может указать дополнительные требования к теплоизоляционной конструкции.

4.1.5 Форма технического задания на проектирование тепловой изоляции оборудования, трубопроводов, газоходов и воздуховодов АС приведена в таблице А.1 (Приложение А).

4.1.6 Проектная документации по тепловой изоляции при одностадийном проектировании (на стадии «Рабочий проект») должна содержать:

а) пояснительную записку, включающую следующие разделы: описание выбранных теплоизоляционных конструкций, характеристики примененных материалов; техномонтажную ведомость, форма которой приведена в таблице Б.1 (Приложение Б); спецификацию на теплоизоляционные основные и вспомогательные материалы, форма которой приведена в ГОСТ 21.110; ведомость объемов работ (выполняется при наличии указаний в договоре на выполнение проектных работ);

б) рабочие чертежи теплоизоляционных конструкций;

в) локальную смету.

Проектная документации по тепловой изоляции, разрабатываемая в две стадии, должна содержать:

а) на стадии «Проект»:

1) пояснительную записку, включающую следующие разделы: описание выбранных теплоизоляционных конструкций, характеристики примененных материалов, техномонтажную ведомость (выполняется при наличии указаний в договоре на выполнение проектных работ), спецификацию на теплоизоляционные основные и вспомогательные материалы, ведомость объемов работ (выполняется при наличии указаний в договоре на выполнение проектных работ);

2) эскизы теплоизоляционных конструкций (выполняются при наличии указаний в договоре на выполнение проектных работ);

3) локальную смету.

б) на стадии «Рабочая документация»:

1) пояснительную записку, включающую следующие разделы: описание выбранных теплоизоляционных конструкций, характеристики примененных материалов, техномонтажную ведомость, спецификацию на теплоизоляционные основные и вспомогательные материалы, ведомость объемов работ (выполняется при наличии указаний в договоре на выполнение проектных работ);

2) рабочие чертежи теплоизоляционных конструкций;

3) локальную смету.

4.1.7 Внесение изменений в выданную Заказчику проектную документацию следует выполнять в соответствии с ГОСТ 21.1017 и ПН АЭ Г-7-008-89.

4.1.8 Проектирование тепловой изоляции объектов АС должно осуществляться с учетом современных требований к теплоизоляционным материалам, изделиям и конструкциям, обеспечивающим:

– энергоэффективность;

– надежность и долговечность эксплуатации теплоизоляционных конструкций без снижения теплозащитных свойств;

– требования безопасности и защиты окружающей среды;

– возможность систематического наблюдения (мониторинга) в процессе эксплуатации за элементами изолируемых объектов в местах измерений и проверки состояния поверхностей изолируемых объектов;

– удобство обслуживания и ремонта изолируемых объектов.

4.1.9 При проектировании тепловой изоляции объектов АС должны быть максимально сокращены номенклатура применяемых теплоизоляционных материалов, изделий и теплоизоляционных конструкций.

4.1.10 Тепловую изоляцию должны иметь поверхности оборудования и трубопроводов с температурой теплоносителя выше плюс 45 °С, расположенных в помещениях постоянного пребывания персонала и периодически обслуживаемых помещениях; и с температурой теплоносителя выше плюс 60 °С, расположенных в необслуживаемых помещениях и вне помещений в соответствии с ПН АЭ Г- 7-008-89.

4.1.11 При проектировании тепловой изоляции изолируемого объекта с температурой транспортируемого вещества от плюс 19 до 0 °С его следует относить к объекту с отрицательной температурой.

4.1.12 При проектировании тепловой изоляции изолируемого объекта, имеющего температуру транспортируемого вещества ниже температуры окружающего воздуха, тепловая изоляция выполняется с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изолируемого объекта из окружающего воздуха.

4.1.13 При проектировании тепловой изоляции изолируемого объекта, расположенного на открытом воздухе или в неотапливаемом помещении, должно быть выполнено условие по поддержанию требуемой вязкости транспортируемого вещества или по предотвращению его замерзания.

4.2 Требования к теплоизоляционным материалам и изделиям, применяемым в зоне свободного доступа АС

4.2.1 Теплоизоляционные материалы и изделия, применяемые при проектировании тепловой изоляции должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, утвержденных и согласованных в установленном порядке.

4.2.2 Теплоизоляционные материалы и изделия должны иметь сертификационные документы (сертификаты соответствия качества продукции, пожарной безопасности, гигиеническое заключение), выданные испытательными центрами, имеющими лицензии в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 27.12.1997 г. №1636 о «Правилах подтверждения пригодности материалов…» Постановлением Госстроя России. от 01.07.2002 г. № 76 № 76 о «Порядке подтверждения пригодности материалов…».

4.2.3 Применяемые для тепловой изоляции материалы и изделия теплоизоляционного слоя должны сохранять в процессе эксплуатации теплофизические характеристики и структуру на уровне, обеспечивающем требуемые теплоизоляционные, физические свойства и заданный срок службы, а также:

– относиться к группе негорючих материалов в соответствии с ПБ 03-585-03 НПБ 114-114-2002 для пожарных зон, определяемых НПБ 110-99, вошедших в перечень помещений, зданий, сооружений и открытых технологических площадок АС, на которые распространяются требования нормативных документов НП-001-97 (ОПБ-88/97) и СП 2.6.1.28.2000;

– иметь стойкость к растрескиванию и короблению;

– не вызывать коррозии поверхностей изолируемых объектов;

– не выделять в процессе эксплуатации вредные, пожароопасные, взрывоопасные и неприятно пахнущие газообразные вещества в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации;

– быть биостойкими, не выделять в процессе эксплуатации болезнетворные бактерии, вирусы и грибки.

4.2.4 Для изолируемых объектов, подвергающихся в процессе эксплуатации ударным воздействиям и вибрации (турбины, насосы, вентиляторы, трубопроводы и т. д.), не следует применять теплоизоляционные конструкции с использованием в качестве теплоизоляционного слоя сыпучих мате-

риалов и материалов или изделий на основе минеральной ваты и ваты из непрерывного стеклянного волокна в соответствии с ПБ 03-582-03.

В теплоизоляционной конструкции вибрирующих изолируемых объектов для теплоизоляционного слоя следует применять маты прошивные на основе базальтового супертонкого волокна в обкладке со всех сторон из кремнезёмной или стеклянной тканей.

В помещениях зоны свободного доступа следует применять прошивные маты в обкладке со всех сторон из стеклянной ткани в случае, если при аварии возможно их радиоактивное загрязнение.

4.2.5 Для тепловой изоляции трубопроводов, расположенных на открытом воздухе и в помещениях зоны свободного доступа (кроме машинного зала АС с реактором ВВЭР), диаметром 89 мм и менее допускается применять шнуры теплоизоляционные в оплетке.

4.2.6 Расчетные технические характеристики теплоизоляционных материалов и изделий следует принимать по Приложениям В и Г.

4.2.7 В помещениях зоны свободного режима АС покровный слой теплоизоляционной конструкции выполняется из:

- тонколистовой оцинкованной стали;
- тонколистовой кровельной стали с окраской наружной и внутренней поверхности лакокрасочным материалом, на основе которого получается стойкое к окружающей среде защитное покрытие;
- листов (или лент) из алюминия и алюминиевых сплавов;
- штукатурных растворов с оклейкой поверхности штукатурки стеклотканью с последующей окраской или без нее.

На открытом воздухе площадки АС покровный слой теплоизоляционной конструкции выполняется из:

- тонколистовой оцинкованной стали;
- листов (или лент) из алюминия и алюминиевых сплавов;
- штукатурных растворов с оклейкой поверхности штукатурки стеклотканью с последующей окраской или без нее.

4.2.8 Выбор материала покровного слоя теплоизоляционных конструкций изолируемых объектов, 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.

4.2.9 Перечень материалов для покровного слоя теплоизоляционной конструкции приведен в Приложении Д.

4.3 Требования к теплоизоляционным конструкциям, применяемым в зоне свободного доступа АС

4.3.1 Теплоизоляционные конструкции в зависимости от их назначения могут состоять из следующих элементов:

– ограждения;
– теплоизоляционного слоя;

– крепежных, армирующих деталей и разгружающих устройств;

– пароизоляционного слоя;

– предохранительного слоя;

– покровного слоя;

– отделочного слоя.

Антикоррозионное покрытие изолируемых поверхностей не входит в состав теплоизоляционной конструкции.

4.3.2 Теплоизоляционные конструкции должны обеспечивать одно из условий:

– нормированный тепловой поток через изолированные поверхности оборудования, трубопроводов, газоходов, воздуховодов (тепло-, или холодопотери);

– заданный тепловой поток через изолированные поверхности оборудования и трубопроводов для обеспечения технологического режима (тепло-, или холодопотери);

– заданную величину охлаждения (нагревания) вещества, сохраняемого в емкости в течение определенного времени;

– заданную величину снижения (повышения) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами;

– заданное количество конденсата в паропроводах насыщенного пара;

– заданное время приостановки движения вещества в трубопроводах в целях предотвращения его замерзания или увеличения вязкости;

– нормируемое значение температуры на поверхности теплоизоляционной конструкции;

– предотвращение конденсации влаги из окружающего воздуха на покровный слой теплоизоляционной конструкции изолируемого объекта, содержащего вещество с температурой ниже температуры окружающего воздуха; данный расчет следует выполнять только для изолируемых объектов, расположенных в помещении.

4.3.3 Для изолируемых объектов с положительными температурами транспортируемого вещества в диапазоне от плюс 20 до плюс 300 ^{0}С (для всех способов прокладки, кроме бесканальной), расположенных на открытом воздухе и в помещениях зоны свободного режима, применяются теплоизоляционные конструкции на основе теплоизоляционных материалов и изделий со следующими основными характеристиками:

– плотностью материала не более 200 кг/м^3;

– коэффициентом теплопроводности материала в сухом состоянии не более 0,06 Вт/(м · К) при средней температуре плюс 25 °С.

4.3.4 При температуре транспортируемого вещества более плюс 300 ^{0}С в качестве первого теплоизоляционного слоя многослойной теплоизоляционной конструкции следует применять теплоизоляционные материалы и изделия плотностью не более 350 кг/м^3 и коэффициентом теплопроводности материала не более 0,12 Вт/(м · К) при средней температуре плюс 300 °С.

4.3.5 При температуре транспортируемого вещества более плюс 300 ^{0}С (для всех способов прокладки, кроме бесканальной) в качестве второго и по-

следующих теплоизоляционных слоев теплоизоляционной конструкции следует применять теплоизоляционные материалы и изделия плотностью не более 200 кг/м^3 и коэффициентом теплопроводности материала в сухом состоянии не более 0,08 Вт/(м · К) при средней температуре плюс 125 °С.

4.3.6 При бесканальной прокладке трубопроводов с положительной температурой транспортируемого вещества для теплоизоляционного слоя теплоизоляционной конструкции следует применять материалы плотностью не более 400 кг/м^3 и коэффициентом теплопроводности не более 0,07 Вт/(м · К) при температуре материала плюс 25 °С и влажности, указанной в соответствующих государственных стандартах или технических условиях.

Теплоизоляционная конструкция трубопроводов при бесканальной прокладке должна обладать прочностью на сжатие не менее 0,4 МПа.

При бесканальной прокладке трубопроводов следует применять монолитную теплоизоляционную конструкцию (МТК), которую предпочтительно выполнить в заводских условиях.

4.3.7 Температура на поверхности тепловой изоляции объектов АС, расположенных в помещениях в пределах доступности для эксплуатирующего персонала, в соответствии со СНиП 41-03-2003 и ПБ 03 не должна превышать:

– плюс 45 °С для изолируемых объектов с температурой транспортируемого вещества выше плюс 100 °С;

– плюс 35 °С для изолируемых объектов с температурой транспортируемого вещества плюс 100 °С и ниже.

Температура на поверхности тепловой изоляции объектов АС, расположенных на открытом воздухе в пределах доступности для эксплуатирующего персонала, не должна превышать:

– плюс 55 °С при покровном слое, выполненном из металлических листов;

– плюс 60 °С при покровном слое, выполненном из неметаллических материалов.

Для изолируемых объектов, расположенных на открытом воздухе вне доступа для эксплуатирующего персонала, температура на поверхности теплоизоляционной конструкции не должна превышать температуру применения материала покровного слоя, но не выше плюс 75 °С.

4.3.8 Для изолируемых объектов с температурой транспортируемого вещества выше плюс 250 °С и ниже минус 60 °С не допускается применение однослойных теплоизоляционных конструкций.

При многослойной теплоизоляционной конструкции последующие слои должны перекрывать швы предыдущего.

4.3.9 Для изолируемых объектов с отрицательными температурами транспортируемого вещества, расположенных на открытом воздухе и в помещениях, применяются теплоизоляционные конструкции на основе теплоизоляционных материалов и изделий со следующими основными характеристиками:

– плотностью материала не более 200 кг/м^3;

– коэффициентом теплопроводности материала в конструкции не более 0,05 Вт/(м · К) при температуре вещества минус 40 °С и выше и не более 0,04 Вт/(м · К) – при температуре вещества ниже минус 40 °С.

4.3.10 В теплоизоляционной конструкции для изолируемого объекта с температурой транспортируемого вещества ниже плюс 12 °С и расположенного в помещении должен быть предусмотрен пароизоляционный слой. Необходимость устройства пароизоляционного слоя при температуре поверхности изолируемого объекта от плюс 12 до плюс 19 °С определяется расчетом. Число слоев пароизоляционного материала в теплоизоляционных конструкциях следует принимать по таблице 1.

Таблица 1

Пароизоляционный материал	Толщина, мм	Число слоев пароизоляционного материала при различных температурах поверхностей изолируемых объектов и сроках эксплуатации теплоизоляционной конструкции					
		от плюс 19 до минус 60 °С		от минус 61 до минус 100 °С		ниже минус 100 °С	
		8 лет	12 лет	8 лет	12 лет	8 лет	12 лет
Фольга алюминиевая ГОСТ 618	0,06 - 0,1	1	2	2	2	2	2
Лента из высоколегированных марок стали ТУ 14-1-4157-86	0,05-0,09	1	2	2	2	2	2

Примечания

1 Швы пароизоляционного слоя должны быть герметизированы. При температуре изолируемой поверхности ниже минус 60 °С следует производить герметизацию швов покровного слоя.

2 Для герметизации швов пароизоляционного слоя допускается применять ленту алюминиевую монтажную самоклеющуюся (ЛАМС), ТУ 2245-074-04696843-01.

3 Не следует применять металлические крепежные детали, проходящие через всю толщину теплоизоляционного слоя. Части крепежных деталей, выходящие на наружную поверхность теплоизоляционного слоя, следует предусматривать из дерева или материалов с теплопроводностью не более 0,23 Вт/(м · К).

4 Деревянные крепежные детали должны быть обработаны антипиреном и антисептическим составом.

4.3.11 На импульсные трубные проводки контрольно-измерительных приборов и систем автоматического контроля тепловую изоляцию допускается не устанавливать.

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

4.3.13 Для элементов изолируемых объектов, за поверхностями которых в процессе эксплуатации осуществляется контроль и наблюдение, и маркировочных щитков следует применять сборные или съемные теплоизоляционные конструкции (НТК, КТК; СТК: ПСбТК, БСТК).

Для теплоизоляционных конструкций следует применять теплоизоляционные материалы и крепежные детали, обеспечивающие возможность многократного их использования.

4.3.14 Для изолируемых объектов с температурой транспортируемого вещества до плюс 600 °С, расположенных в помещении, толщина теплоизоляционного слоя, как правило, не должна превышать значений приведенных в таблице 2.

Таблица 2 в миллиметрах

Условный проход трубопровода	Толщина теплоизоляционного слоя
10	40
25	60
40	80
50	100
100	160
150	180
200	200
От 250 до 350 включительно	220
400	240
500	250
Криволинейные и плоские поверхности	280

Примечания

1 Если по результатам расчета толщина теплоизоляционного слоя больше предельной, то следует применять более эффективный материал.

2 При температуре транспортируемого вещества выше плюс 600 °С толщина теплоизоляционного слоя может быть увеличена в зависимости от условий расположения объекта изоляции и компоновки технологической системы, оговоренных в проекте; кроме трубопроводов с условным проходом 50 мм и менее, для которых при любой температуре теплоносителя рекомендуется соблюдать предельные толщины теплоизоляционного слоя, допуская превышение норм плотности теплового потока через поверхность тепловой изоляции.

4.3.15 При проектировании тепловой изоляции изолируемого объекта с наружным обогревом теплоизоляционная конструкция должна предусматривать совместную изоляцию изолируемого объекта с обогревающими элементами в соответствии с ПБ 03-585-03.

В теплоизоляционной конструкции должна быть предусмотрена зона обогрева изолируемого объекта.

4.3.16 Теплоизоляционная конструкция должна обеспечивать тепловую изоляцию всех элементов изолируемых объектов и исключать возможность образования участков с локальным повышением или понижением температуры на поверхности изолируемых объектов.*)

4.3.17 Теплоизоляционный материал или изделие в теплоизоляционной конструкции должны плотно прилегать к изолируемой поверхности.

Исключением является теплоизоляционная конструкция для изолируемого объекта с наружным обогревом, в которой должна быть организована зона обогрева изолируемого объекта. При этом конфигурация поверхности покровного слоя должна быть подобна конфигурации поверхности ограждения.

4.3.18 Для установки теплоизоляционной конструкции на изолируемом объекте и крепления теплоизоляционного слоя следует предусматривать разгружающие устройства и крепежные детали: опорные полки, опорные кольца штыри и опорные скобы, стяжные проволочные кольца, проволочные подвески и стяжки, проволочные сетки, металлические бандажи, втулки, скобы.

Установка приварных деталей крепления теплоизоляционного слоя (штырей, втулок, скоб) на поверхности изолируемого объекта, работающего под давлением, допускается только в заводских условиях в соответствии с ГОСТ 17314.

4.3.19 Теплоизоляционная конструкция должна исключать возможность деформации и сползания теплоизоляционного слоя в процессе эксплуатации. С этой целью применяются разгружающие устройства (ОК, ОП, ОС).

На вертикальных участках трубопроводов с наружным диаметром 57 мм и более при толщине тепловой изоляции 40 мм и более и вертикальном оборудовании через 3000...4000 мм по высоте следует предусматривать разгружающие устройства (ОП).

На горизонтальных участках трубопроводов с наружным диаметром 630 мм и более при толщине тепловой изоляции 80 мм и более и горизонтальном оборудовании через 3000...4000 мм по длине следует предусматривать разгружающие устройства (ОК).

На горизонтальных участках трубопроводов с наружным диаметром 108 мм и более через 1000 мм по длине предусматривать разгружающие устройства (ОС), одну штуку в сечении теплоизоляционной конструкции при наружном диаметре менее 350 мм и три штуки в сечении теплоизоляционной конструкции при наружном диаметре 350 мм и более.

*) В рабочих чертежах технологических систем трубопроводов в соответствии с требованием нормативной технологической документации (ПБ 03-585-03 (выпуск 25) в местах контакта трубопроводов и опор должна предусматриваться установка теплоизолирующих прокладок при необходимости исключения потерь холода

4.3.20 Разгружающие устройства и крепежные детали следует предусматривать:

– из углеродистой стали при проектировании тепловой изоляции объекта, выполненного из углеродистой стали и температурой транспортируемого вещества от минус 40 °С до плюс 400 °С;

– из того же материала, что и изолируемый объект, транспортирующий вещество с температурой ниже минус 40 и выше плюс 400 °С;

– из коррозионностойкой стали при проектировании тепловой изоляции объекта, выполненного из коррозионно-стойкой стали, при любой температуре транспортируемого вещества.

Разгружающие устройства и крепежные детали теплоизоляционной конструкции изолируемых объектов, расположенные на открытом воздухе в районах с расчетной температурой окружающего воздуха ниже минус 40 °С, следует предусматривать из коррозионно-стойкой стали.

Для разгружающих устройств и крепежных деталей, изготовленных из углеродистой стали, должна быть предусмотрена специальная антикоррозионная защита.

4.3.21 Теплоизоляционная конструкция не должна препятствовать температурным перемещениям изолируемых объектов.

С этой целью должны быть предусмотрены температурные швы в теплоизоляционных конструкциях горизонтальных трубопроводов у компенсаторов, опор и отводов, а на вертикальных трубопроводах в местах установки опорных конструкций в соответствии со СНиП 41-03-2003.

Для предотвращения разрушения теплоизоляционного слоя из жестких формованных изделий следует предусматривать температурные швы с шагом 3000...4000 мм с применением вставок из волокнистых теплоизоляционных материалов.

Температурные швы с шагом 3000...4000 мм в металлическом покровном слое следует предусматривать:

- на горизонтальных изолируемых объектах в местах установки опорных колец, у опор, отводов и компенсаторов;

- на вертикальных изолируемых объектах в местах установки опорных полок.

4.3.22 Механическая прочность теплоизоляционных конструкций должна обеспечивать восприятие нагрузок от собственной массы, вибрации, сейсмических воздействий и со стороны изолируемого объекта.

Для объектов, расположенных на открытом воздухе, теплоизоляционные конструкции должны обеспечивать восприятие нагрузок от ветра при максимальной его скорости, снега и льда.

4.3.23 Теплоизоляционная конструкция должна обеспечивать защиту теплоизоляционного слоя от механических повреждений и атмосферных осадков.

4.3.24 Теплоизоляционная конструкция изолируемых объектов, расположенных в помещениях зоны свободного режима и на открытом воздухе, должна соответствовать требованиям промышленной эстетики.

4.3.25 Теплоизоляционная конструкция должна быть дренируемой. При наличии протечек должен быть обеспечен их отвод из конструкции и просушивание теплоизоляционного слоя.

4.3.26 Для теплоизоляционных конструкций изолируемых объектов с отрицательными температурами транспортируемого вещества, крепление покровного слоя следует предусматривать, как правило, бандажами. Крепление покровного слоя винтами самонарезающими допускается предусматривать при диаметре теплоизоляционной конструкции более 800 мм; при этом в теплоизоляционной конструкции следует предусмотреть устройство предохранительного слоя.

4.3.27 Толщину металлических листов, применяемых для покровного слоя, в зависимости от наружного диаметра теплоизоляционной конструкции или её геометрической формы следует принимать в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 в миллиметрах

Толщина металлического листа, при наружном диаметре теплоизоляционной конструкции, мм			
350 и менее	от 351 до 600	от 601 до 1600	свыше 1600 и плоские поверхности
0,5	0,7	0,8	1,0

Примечания

1 Для тепловой изоляции поверхностей, расположенных в помещениях с неагрессивными и слабоагрессивными средами, при наружном диаметре теплоизоляционной конструкции свыше 1600 мм и плоских поверхностей, для покровного слоя допускается применять металлические листы толщиной 0,8 мм.

2 Для трубопроводов, расположенных в помещениях с неагрессивными и слабоагрессивными средами, при наружном диаметре теплоизоляционной конструкции до 1600 мм, допускается применять покровный слой из металлических листов толщиной 0,5 мм.

3 При применении покровного слоя из металлических листов следует учитывать расположение изолируемого объекта на площадке АС (на территории, в зданиях и сооружениях АС зоны свободного или контролируемого доступа).

4.3.28 Отвод статического электричества от теплоизоляционной конструкции должен осуществляться путем присоединения металлического покровного слоя к контуру заземления в соответствии с ГОСТ 12.4.124.

4.3.29 На покровный слой теплоизоляционной конструкции наносятся отличительные знаки в соответствии с ГОСТ Р 12.4.026, ГОСТ 14202.

4.4 Специальные требования к теплоизоляционным материалам, изделиям и конструкциям, применяемым в зоне контролируемого доступа АС

4.4.1 К теплоизоляционным конструкциям изолируемых объектов АС, расположенных в зоне контролируемого доступа, кроме указанных в разделе 4.2 и 4.3 дополнительно предъявляются специальные требования в связи с тем, что:

– имеется воздействие радиационного излучения;

– периодически проводится обработка поверхностей дезактивирующими растворами в соответствии с ГОСТ 27708, СанПин 2.6.1.24-03 и РД 210.006-90 (АС с реакторами типа РБМК и ВВЭР);

– при максимальной проектной аварии в герметичном ограждении реакторного отделения (АС с реактором типа ВВЭР) предусмотрено орошение поверхностей водным раствором спринклерной системы (борная кислота от 12 до 16 г/кг, гидразин-гидрат от 100 до 150 мг/кг, едкий калий от 0,1 до 2 г/кг) при температуре от плюс 20 до плюс 150 ^{0}С.

4.4.2 Теплоизоляционные изделия и материалы, применяемые в зоне контролируемого доступа, не должны разрушаться в условиях одновременного воздействия радиационного излучения, высоких температур, 100% влажности и длительного воздействия вибрации с частотой от 0 до 100 Гц и амплитудой до 0,01 мм.

Основные требования, предъявляемые к теплоизоляционным материалам теплоизоляционной конструкции, приведены в таблице 4 в соответствии с ГОСТ Р 51882.

Таблица 4

Наименование показателя теплоизоляционного материала	Значение	Метод определения
Плотность, кг/м^3, не более	300	ГОСТ 17177
Коэффициент теплопроводности при плюс 25 ^{0}С, Вт/(м · К), не более	0,05	ГОСТ 7076
Стойкость к радиационному облучению за весь период работы, МГр, не менее	0,2	ГОСТ 25645.331
Содержание водорастворимых хлоридов (по массе), %, не более	0,03	РД ЭО 0252-02
Содержание свободных щелочей в пересчете на едкий натр (по массе), %, не более	0,02	РД ЭО 0252-02
Гигроскопичность, %, не более	0,5	ГОСТ 17177

4.4.3 При проектировании тепловой изоляции для изолируемых объектов, расположенных в зоне контролируемого доступа АС, должны применяться сборные и съемные теплоизоляционные конструкции (СбТК: НТК, КТК, ПСбТК) в соответствии с ПН АЭ Г-7-008-89, РД ЭО 0348-02 .

При проектировании тепловой изоляции для изолируемых объектов, расположенных в герметичном ограждении АС, допускается применять блочную (БСТК), полносборную (ПСбТК) теплоизоляционные конструкции, сборные теплоизоляционные конструкции (НТК, КТК) в соответствии с РД ЭО 0348-02.

В теплоизоляционных конструкциях для изолируемых объектов, расположенных в герметичном ограждении АС, для теплоизоляционного слоя должен предусматриваться теплоизоляционный материал или изделие одной марки.

4.4.4 Учитывая многократность применения теплоизоляционной конструкции и опасность загрязнения помещений при её монтаже и демонтаже, в качестве теплоизоляционного слоя должны применяться прошивные маты в обкладке со всех сторон из кремнезёмной или стеклянной тканей.

4.4.5 Теплоизоляционная конструкция участков трубопроводов в местах прохода через стены помещений герметичного ограждения АС должна обеспечивать замену и ремонт тепловой изоляции без нарушения герметичности помещений.

4.4.6 Покровный слой теплоизоляционной конструкции изолируемых объектов, расположенных в герметичном ограждении АС, должен быть выполнен из конструкционного материала, исключающего образование водорода при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, включая аварии; или конструкционный материал должен иметь специальное антикоррозионное покрытие в соответствии с НП-040-02.

Покровный слой теплоизоляционной конструкции в помещениях герметичного ограждения АС выполняется:

- из проката тонколистового коррозионно-стойкого;
- из листа алюминиевых сплавов со специальной антикоррозионной защитой его наружной и внутренней поверхности в соответствии с ГОСТ Р 51102.

4.4.7 При температуре окружающего воздуха плюс 25 °С температура на поверхности теплоизоляционной конструкции не должна превышать в соответствии с ПН АЭ Г 7-007-89:

– плюс 45 °С для изолируемых объектов, расположенных в помещениях постоянного пребывания персонала;

– плюс 60 °С для изолируемых объектов, расположенных в периодически обслуживаемых помещениях (помещениях ограниченного доступа);

Температура на поверхности теплоизоляционной конструкции изолируемых объектов, расположенных в необслуживаемых помещениях, не нормируется и принимается в каждом конкретном случае исходя из требований технологического процесса.

В необслуживаемых помещениях зоны контролируемого доступа тепловую изоляцию допускается устанавливать на стенах боксов.

4.4.8 Толщина теплоизоляционного слоя при температуре транспортируемого вещества до плюс 600 °С, как правило, не должна превышать значений, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 в миллиметрах

Условный проход трубопровода	Толщина теплоизоляционного слоя
10	40
25	60
40	80
50	100
100	140
150	160
200	170
250	190
от 300 до 400 включительно	200
500	210
Криволинейные и плоские поверхности	260

Примечания

1 Если по результатам расчета толщина теплоизоляционного слоя больше предельной, то следует применять более эффективный материал.

2 При температуре транспортируемого вещества выше плюс 600 °С толщина теплоизоляционного слоя в зависимости от условий расположения изолируемого объекта и компоновки технологической системы, оговоренных в проекте, может быть увеличена, кроме трубопроводов с условным проходом 50 мм и менее, для которых при любой температуре транспортируемого вещества рекомендуется соблюдать предельные толщины теплоизоляционного слоя, допуская превышение норм плотности теплового потока через поверхность тепловой изоляции.

4.4.9 Конфигурация наружной поверхности теплоизоляционной конструкции должна исключать возможность скопления на ней пыли, грязи и обеспечивать полную очистку струей жидкости (моющего или дезактивирующего растворов).

4.4.10 Покровный слой теплоизоляционной конструкции должен быть выполнен в брызгозащитном исполнении, исключающем попадание внутрь теплоизоляционной конструкции дезактивирующих растворов и водного раствора спринклерной системы.

4.4.10 Срок службы теплоизоляционных конструкций, применяемых в зоне контролируемого доступа, определяется временем достижения допустимого уровня радиоактивного загрязнения при условии, что материалы теплоизоляционного слоя соответствуют требованиям п.4.4.2.

Срок службы теплоизоляционной конструкции определяется в соответствии с требованиями ПН АЭ Г-7-008-89, СП 2.6.28.2000, и п. 4.4.2 настоящего руководящего документа.

5 Методика расчетов толщины теплоизоляционного слоя

5.1 Расчет толщины теплоизоляционного слоя производится:

а) по нормированной плотности теплового потока через поверхность теплоизоляционной конструкции; нормированная плотность теплового потока приведена:

1) для изолируемых объектов с положительными температурами транспортируемого вещества, расположенных на открытом воздухе – в таблице Е.1 (Приложение Е);

2) для изолируемых объектов с положительными температурами транспортируемого вещества, расположенных в помещениях – в таблице Е.2 (Приложение Е);

3) для изолируемых объектов с отрицательными температурами транспортируемого вещества, расположенных на открытом воздухе – в таблице М.1 (Приложение М);

4) для изолируемых объектов с отрицательными температурами транспортируемого вещества, расположенных в помещениях – в таблице М.2 (Приложение М);

5) для технологических трубопроводов, прокладываемых в каналах и бесканально, нормированная плотность теплового потока определяется 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 насыщенного пара;

е) по температуре на поверхности теплоизоляционной конструкции;

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

з) с целью предотвращения конденсации влаги из окружающего воздуха на покровном слое теплоизоляционной конструкции изолируемого объекта, содержащего вещество с температурой ниже температуры окружающего воздуха; данный расчет следует выполнять только для изолируемых объектов, расположенных в помещении;

и) с целью предотвращения конденсации влаги на внутренней поверхности изолируемого объекта, транспортирующего газообразные вещества, содержащие водяные пары; растворение газообразных веществ в сконденсировавшихся водяных парах может привести к образованию коррозионноактивных продуктов.

5.2 Толщина теплоизоляционного слоя определяется:

а) для изолируемого объекта с положительными температурами транспортируемого вещества - исходя из условий, приведенных в подпунктах

5.1 а) … 5.1 ж), 5.1 и);

б) для трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемого вещества – исходя из условий, приведенных в подпунктах 5.1 а) … 5.1 г).

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

$$\delta_k = \lambda_k \cdot [K_{red} \cdot R_{tot} - (1 / \alpha_e) - R_m], \quad (1)$$

где λ_k – теплопроводность теплоизоляционного слоя определять по Приложению В таблице В.1, Вт / (м · К);

R_{tot} – сопротивление теплопередачи теплоизоляционной конструкции, определять по формулам 4, 6, 8, 13, в зависимости от условий расчета, $(м^2 \cdot К) / Вт$;

α_e – коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции приведен в Приложении Н, $Вт / (м^2 \cdot К)$;

R_m – термическое сопротивление неметаллической стенки изолируемого объекта, определять по формуле 16, $(м^2 \cdot К) / Вт$;

K_{red} – коэффициент, учитывающий дополнительный поток теплоты через опоры, принимать в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

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 включительно	1,2
свыше 150	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

Для цилиндрических объектов диаметром менее 2 м толщину теплоизоляционного слоя δ_k, м, определять по формуле

$$\delta_k = (d / 2) \cdot (B - 1), \quad (2)$$

$$\ln B = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_k \cdot \{K_{red} \cdot r_{tot} - r_m - [1 / \alpha_e \cdot \pi \cdot (d + 0{,}1)]\}, \quad (3)$$

где $B = d_i / d$ – 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, определять по формулам 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14, в зависимости от условий расчета, (м · К) /Вт;

r_m – термическое сопротивление неметаллической стенки трубопровода, определять по формуле 15, (м · К) / Вт;

d – наружный диаметр изолируемого объекта, м.

Величины сопротивления теплопередачи теплоизоляционной конструкции R_{tot} и r_{tot} в зависимости от исходных условий расчета определять по формулам:

а) по нормированной поверхностной плотности теплового потока через поверхность теплоизоляционной конструкции (подпункт 5.1 а)

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

где t_w – температура транспортируемого вещества, ^{0}С;

t_e – температура окружающей среды, принимаемая согласно подпункту 5.6, ^{0}С;

q – расчетная поверхностная плотность теплового потока через поверхность теплоизоляционной конструкции, Вт / м^2, значение которой определяется как произведение значений норм плотности теплового потока, выбранных в соответствии с приложениями Е или М и соответствующих коэффициентов, значения которых приведены в таблицах: Ж1 (приложение Ж); К1 (приложение К); Л1 (приложение Л);

по нормированной линейной плотности теплового потока через поверхность теплоизоляционной конструкции

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

где q_e – расчетная линейная плотность теплового потока с 1 м длины цилиндрической теплоизоляционной конструкции Вт / м, значение которой определяется как произведение значений норм плотности теплового потока, выбранных в соответствии с приложениями Е или М и соответствующих коэффициентов, значения которых приведены в таблицах: Ж1 (приложение Ж); К1 (приложение К); Л1 (приложение Л);

б) по заданной величине теплового потока (подпункт 5.1б)

$$R_{tot} = [(t_w - t_e) \cdot A \cdot K_{red}] / Q, \quad (6)$$

где A – теплоотдающая поверхность изолируемого объекта, $м^2$;

Q – заданный тепловой поток через теплоизоляционную конструкцию, Вт;

$$r_{tot} = [(t_w - t_e) \cdot L \cdot K_{red}] / Q, \quad (7)$$

где L – длина теплоотдающего объекта (трубопровода), м;

в) по заданной величине охлаждения (нагревания) вещества, сохраняемого в емкости (подпункт 5.1 в)

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

где 3,6 – коэффициент приведения единицы теплоемкости кДж / (кг · К) к единице (Вт · ч) / (кг · К);

t_{wm} – средняя температура вещества, ^{0}С;

Z – заданное время хранения вещества, ч;

V_m – объем стенки емкости, $м^3$;

ρ_m – плотность материала стенки емкости, кг / $м^3$;

c_m – удельная теплоемкость материала стенки емкости, кДж / (кг · К);

V_w – объем вещества в емкости, $м^3$;

ρ_w – плотность вещества в емкости, кг / $м^3$;

c_w – удельная теплоемкость вещества в емкости, кДж / (кг · К);

t_{w1} – начальная температура вещества, ^{0}С;

t_{w2} конечная температура вещества, ^{0}С;

г) по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводом (подпункт 5.1 г)

при $[(t_{w1} - t_e) / (t_{w2} - t_e)] \geq 2$

$$r_{tot} = (3{,}6 \cdot L \cdot K_{red}) / \{G_w c_w \cdot \ln [(t_{w1} - t_e) / (t_{w2} - t_e)]\}, \quad (9)$$

при $[(t_{w1} - t_e) / (t_{w2} - t_e)] < 2$

$$r_{tot} = [3{,}6 \cdot L \cdot K_{red} \cdot (t_{wm} - t_e)] / [G_w c_w \cdot (t_{w1} - t_{w2})], \quad (10)$$

где G_w – расход вещества, кг / ч;

Формулы (9), (10) применять для газопроводов сухого газа, если отношение

$$(t_{w1} / P) < 5,$$

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 (подпункт 5.1 д)

$$r_{tot} = [3{,}6 \cdot (t_w - t_e) \cdot L \cdot K_{red}] / (G_w \cdot m \cdot r_p), \quad (11)$$

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 (подпункт 5.1 е)

$$r_{tot} = 3{,}6 \cdot Z \cdot K_{red} / [\{[2 \cdot (t_w - t_{wz}) \cdot (V`_w \rho_w c_w + V`_m \rho_m c_m)] / (t_w + t_{wz} - 2t_e)\} + \{(0{,}25 \cdot V`_w \rho_w r_w) / (t_{wz} - t_e)\}], \quad (12)$$

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

t_{wz} – температура замерзания (твердения) вещества, ^{0}C;

$V`_w$, $V`_m$ – приведенные объемы вещества и материала трубопровода к метру длины трубопровода, $м^3$ / м;

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

ж) с целью предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях изолируемых объектов, транспортирующих газообразные вещества, содержащие водяные пары (подпункт 5.1 и):

1) для изолируемых объектов (газоходов) прямоугольного сечения

$$R_{tot} = (t_{int} - t_e) / [\alpha_{int} \cdot (t_w - t_{int})], \quad (13)$$

где t_{int} – температура транспортируемого вещества, ^{0}C ;

α – коэффициент теплоотдачи от транспортируемого вещества к внутренней поверхности изолируемого объекта, Вт / (м^2 · К);

2) для изолируемых объектов (газоходов) диаметром менее 2 м

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

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

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

5.3 При применении неметаллических трубопроводов необходимо учитывать термическое сопротивление стенки трубопровода, которое следует определять по формуле

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

где λ_m – теплопроводность материала стенки, Вт / (м · К).

Дополнительное термическое сопротивление плоских и криволинейных неметаллических поверхностей оборудования следует определять по формуле

$$R_m = \delta_m / \lambda_m, \quad (16)$$

где δ_m – толщина стенки оборудования, м.

5.4 Толщину теплоизоляционного слоя, обеспечивающую заданную температуру на поверхности теплоизоляционной конструкции (подпункт 5.1ж), следует определять:

а) для плоской и цилиндрической поверхностей изолируемых объектов диаметром 2 м и более

$$\delta_k = \lambda_k \cdot (t_w - t_i) / \alpha_e \cdot (t_i - t_e), \quad (17)$$

где t_i – температура поверхности изоляции, ^{0}C;

б) для цилиндрических поверхностей изолируемых объектов диаметром менее 2 м по формуле (2), причем «В» следует определять по формуле

$$B \cdot \ln B = 2 \cdot \lambda_k \cdot (t_w - t_i) / \alpha_e \cdot d \cdot (t_i - t_e), \quad (18)$$

5.5 Толщину теплоизоляционного слоя, обеспечивающую предотвращение конденсации влаги из окружающего воздуха на покровном слое теплоизоляционной конструкции изолируемого объекта, содержащего вещество с температурой ниже температуры окружающего воздуха (подпункт 5.1 з), определять по формулам:

- для плоской и цилиндрической поверхностей изолируемых объектов диаметром 2 м и более

$$\delta_k = (\lambda_k / \alpha_e) \cdot \{[(t_e - t_w) / (t_e - t_i)] - 1\}; \quad (19)$$

- для цилиндрических поверхностей изолируемых объектов диаметром менее 2 м по формуле (2), причем «B» следует определять по формуле

$$B \cdot \ln B = (2 \cdot \lambda_k / \alpha_e \cdot d) \cdot \{[(t_e - t_w) / (t_e - t_i)] - 1\}. \quad (20)$$

Расчетные значения перепада температур $(t_e - t_i)$, ^{0}C, следует принимать по таблице 7.

Таблица 7 в процентах

Температура окружающего воздуха, ^{0}C	Расчетный перепад температур $(t_e - t_i)$, ^{0}C, при относительной влажности окружающего воздуха					
	40	50	60	70	80	90
10	13,4	10,4	7,8	5,5	3,5	1,6
15	14,2	10,9	8,1	5,7	3,6	1,7
20	14,8	11,3	8,4	5,9	3,7	1,8
25	15,3	11,7	8,7	6,1	3,8	1,9
30	15,9	12,2	9,0	6,3	4,0	2,0
Примечание – расчетная относительная влажность окружающего воздуха принимается в соответствии с заданием на проектирование, но не менее 60 %.						

5.6 За расчетную температуру окружающей среды следует принимать:

а) для поверхностей изолируемых объектов, расположенных на открытом воздухе:

1) для изолируемых объектов при расчетах по нормированной плотности теплового потока – среднюю за год;

2) для трубопроводов тепловых сетей, работающих только в отопительный период – среднюю за период со среднесуточной температурой наружного воздуха плюс 8 °C и ниже;

3) при расчетах с целью обеспечения нормированной температуры на поверхности теплоизоляционной конструкции – среднюю максимальную наиболее жаркого месяца;

4) при расчетах по условиям, приведенным в подпунктах 5.1 в) … 5.1 е), 5.1 и) – среднюю наиболее холодной пятидневки для поверхностей с положительными температурами; среднюю максимальную наиболее жаркого месяца для поверхностей с отрицательными температурами транспортируемого вещества;

б) для поверхностей изолируемых объектов, расположенных в помещении, – согласно техническому заданию на проектирование, а при отсутствии данных о температуре окружающего воздуха, плюс 25 °С;

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

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

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

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

3) 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.

5.7 За расчетную температуру транспортируемого вещества 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.

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

– для водяных 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 горячей воды.

Температуру грунта в расчетах следует принимать:

– для отопительного периода – минимальную среднемесячную;

– для неотопительного периода – максимальную среднемесячную.

5.9 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 подпунктом 5.6 а);

– для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении или тоннеле, в соответствии с подпунктами 5.6 б), 5.6 в);

– для трубопроводов при прокладке в каналах или бесканальной прокладке в соответствии с подпунктами 5.6 г).

5.10 При бесканальной прокладке трубопроводов теплопроводность основного слоя теплоизоляционной конструкции λ_k определять по формуле

$$\lambda_k = \lambda \cdot K, \qquad (21)$$

где λ_k – теплопроводность сухого материала основного слоя, Вт / (м · К), значения которой приведены в приложении Г;

K – коэффициент увлажнения, учитывающий увеличение теплопроводности при увлажнении теплоизоляционного материала, принимать в зависимости от вида теплоизоляционного материала и типа грунта по таблице 8.

Таблица 8

Материал теплоизоляционного слоя	Коэффициент увлажнения, K		
	Тип грунта по ГОСТ 25100		
	маловлажный	влажный	насыщенный водой
Армопенобетон	1,05	1,05	1,10
Теплоизоляционные изделия из пенополистирола	1,00	1,00	1,00
Теплоизоляционные изделия из пенополиуретана	1,00	1,00	1,00
Теплоизоляционные изделия из пенополиэтилена	1,00	1,00	1,00

5.11 Тепловой поток через изолированные опоры труб, фланцевые соединения и арматуру следует учитывать коэффициентом к длине трубопровода K_{red}, принимаемым в соответствии с таблицей 6.

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

5.12 Значения коэффициента теплоотдачи от наружной поверхности защитного покрытия и коэффициента теплоотдачи от воздуха в канале к стенке канала определять расчетом.

Допускается принимать эти коэффициенты по Приложению Н.

5.13 Толщина теплоизоляционного слоя, определяемая по условиям пункта 5.1, должна быть проверена:

– по подпунктам 5.1 а) и 5.1 ж), для изолируемых объектов с положительными температурами транспортируемого вещества;

– по подпунктам 5.1 а) и 5.1 з), для изолируемых объектов с отрицательными температурами транспортируемого вещества;

– в результате принимается большее значение толщины теплоизоляционного слоя;

– по подпункту 5.1 ж); когда потери тепла не регламентированы проверка по подпункту 5.1 а) не требуется.

5.14 Расчетную толщину теплоизоляционных конструкций из волокнистых материалов и изделий следует округлять до значений, кратных 10 мм:

– при выполнении расчета по нормированной плотности теплового потока через поверхность теплоизоляционной конструкции (условия подпункта 5.1 а) – в соответствии с правилами арифметики;

– при выполнении расчета по условиям подпунктов 5.1 б) … 5.1 и) – всегда в большую сторону.

Для жестких формованных изделий толщину теплоизоляционного слоя следует принимать ближайшую к расчетной толщине изделий по соответствующим государственным стандартам или техническим условиям.

5.15 Минимальную толщину теплоизоляционного слоя из волокнистых уплотняющихся материалов и изделий следует принимать равной 30 мм.

5.16 Толщину теплоизоляционного слоя для арматуры и фланцевых соединений принимать равной толщине теплоизоляционного слоя трубопровода.

5.17 Толщину теплоизоляционного изделия из волокнистых уплотняющихся материалов следует определять с учетом коэффициента K_c по формулам:

-для цилиндрической поверхности

$$\delta_1 = \delta \cdot K_c \cdot [(d + \delta) / (d + 2 \cdot \delta)]; \qquad (22)$$

-для плоской поверхности

$$\delta_2 = \delta \cdot K_c, \qquad (23)$$

где δ_1, δ – расчетная толщина теплоизоляционного изделия, м;

δ – расчетная толщина теплоизоляционного слоя, м;

d – наружный диаметр изолируемого объекта, м;

K_c – коэффициент уплотнения теплоизоляционного материала, принимаемый в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9

Теплоизоляционные материалы и изделия	Коэффициент уплотнения K_c в конструкции
Маты из супертонкого базальтового волокна (БСТВ), маты из супертонкого стекловолокна (СТВ), холсты из ультра-, супертонких штапельных волокон плотностью от 19 до 56 кг/м^3 при укладке на трубопроводы и оборудование условным проходом, мм:	
$D_y < 800$ при плотности 19 кг/м^3	3,2*)
$D_y < 800$ при плотности 56 кг/м^3	1,5*)
$D_y \geq 800$ при плотности 19 кг/м^3	2,0*)
$D_y \geq 800$ при плотности 56 кг/м^3	1,5*)
Маты минераловатные прошивные	1,2
Маты из стеклянного штапельного волокна	1,6
Шнур теплоизоляционный энергетический в оплетке	1,0

*) Промежуточные значения коэффициента уплотнения следует определять интерполяцией.

Примечание - В отдельных случаях в проектной документации по тепловой изоляции могут быть предусмотрены другие коэффициенты уплотнения, обусловленные технико-экономическими расчетами и особенностями работы тепловой изоляции.

В случае, если в формуле (22) произведение «$K_c \cdot [(d + \delta) / (d + 2 \cdot \delta)]$» меньше единицы, оно должно приниматься равным единице.

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

5.19 Объем теплоизоляционных изделий из волокнистых уплотняющихся материалов до уплотнения следует определять по формуле:

$$V = V_i \cdot K_c, \qquad (24)$$

где V – объем теплоизоляционного материала или изделия до уплотнения, м^3;

V_i – объем теплоизоляционного материала или изделия с учетом уплотнения, м^3.

Приложение А
(рекомендуемое)

Техническое задание на проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов

Таблица А.1- **Форма технического задания на проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов**

Наименование изолируемых объектов	Ед. изм.	Кол.	Месторасположение объекта изоляции, назначение изоляции, температура окружающего воздуха, °С	Температура теплоносителя, °С	Диаметр, сечение, мм	Длина участка, м		Обозначение технологического чертежа	Материал изолируемых объектов	Обозначение марки материала	Обозначение файла
						вертикального	горизонтального				
1 Оборудование											
1.1 Фильтр механический ФСУ-2,6—0,6	шт.	1	О, СТ, минус 10	90	800	2,0	-	ХХХ.ХХ Лист 5	Нерж. сталь	-	ХХХ.Х
1.2 Парогенератор	шт.	4	ПК, плюс 30	300	3442	-	10,5	ХХХ.ХХ Лист 6	Угл. сталь	-	ХХХ.Х
2 Трубопроводы											
2.1 Трубопроводы охлаждающей воды (Чертеж ХХХХХХ)											
2.1.1 Труба Отвод 90° 108х4 – 3 шт. Участок сварного стыка - 6 шт.	м	100,0	П, ТБ, плюс 35	10	108	30,0	70,0	-	Угл. сталь	-	-
2.1.2 Задвижка Ду 100	шт.	2	То же	10				-	Сборный	-	-
2.2 Трубопроводы сетевой воды (Чертеж ХХХХХХ)											
2.2.1 Труба Отвод 90° 219х8 – 3 шт. Штуцер 219х7-3256 – 1 шт.	м	25,5	К, З, плюс 30	130	219	13,0	12,5	-	Угл. сталь	-	ХХХХ

Примечания
1 Общие данные для всего задания или для части разделов могут быть вынесены в текстовую часть задания и в таблицу не заносяться.
2 Графу «Обозначение технологического чертежа» допускается не заполнять, если изолируемые объекты раздела входят в состав одного чертежа и его обозначение внесено в заголовок раздела.
3 Графу «Обозначение файла» заполнять, если задание выполнено в электронном виде
4 Чертежи оборудования прилагаются к заданию (комплектность приложения определяется разработчиком проектной документации и автором задания в рабочем порядке).
5 Рекомендуемые сокращения для обозначения месторасположения изолируемого объекта и назначения изоляции приведены в таблицах А.1, А.2 (Приложение А)

Таблица А.2 – **Сокращения для обозначения «месторасположение изолируемого объекта» используемые при заполнении графы «месторасположение...» в таблице А.1 (Приложение А)**

Месторасположение изолируемого объекта	Рекомендуемое сокращение
Зона контролируемого доступа:	
необслуживаемые помещения	НП
периодически обслуживаемые помещения	ПОП
помещения постоянного пребывания персонала	ППП
Тоннель (проходной канал)	ЗКДТ
Зона свободного доступа:	
открытый воздух	О
помещение	П
тоннель (проходной канал)	Т
полупроходной канал	ПК
непроходной канал	НК
техническое подполье	ТП
бесканальная прокладка	Б
Примечание – при необходимости могут быть указаны дополнительно обозначения помещений	

Таблица А.3 – **Сокращения для обозначения «назначение изоляции» используемые при заполнении графы «месторасположение...» в таблице А.1 (Приложение А)**

Назначение изоляции (требуемая методика расчета)	Рекомендуемое сокращение
Методика расчета по:	
нормированной плотности теплового потока	НП
заданной величине теплового потока	ЗП
заданному снижению (повышению) температуры вещества транспортируемого трубопроводами	ЗСТ, ЗПТ
заданной величине охлаждения (нагревания) вещества, сохраняемого в емкостях в течение определенного времени	ЗО, ЗН
заданному количеству конденсата в паропроводах насыщенного пара	КК
заданному времени приостановки движения вещества в трубопроводах в целях предотвращения его замерзания или увеличения вязкости	ЗВ
температуре на поверхности изоляции	ТБ
предотвращению конденсации влаги из окружающего воздуха на поверхности изолируемого объекта	ПК
предотвращению конденсации влаги на внутренней поверхности изолируемого объекта	ВК

Приложение Б
(рекомендуемое)

Таблица Б.1- **Форма техномонтажной ведомости**

Наименование и основные размеры изолируемых объектов	Единица измерения,	Количество	Температура теплоносителя, °С	Место расположения, температура окружающего воздуха, °С	Поверхность оборудования, подлежащего изоляции, $м^2$	Теплоизоляционные конструкции их элементы, значения толщин, мм	Толщина слоев и всей теп-ло-изоляционной конструкции, мм	Поверхность покровного слоя, $м^2$		Объем теплоизоляционного слоя, $м^3$		№ чертежа теплоизоляционной конструкции. Обозначения и количество разгружающих устройств
								На единицу измерения	Всего	На единицу измерения	Всего	

Приложение В
(справочное)

Таблица В.1- **Расчетные технические характеристики теплоизоляционных материалов и изделий, применяемых для тепловой изоляции оборудования и трубопроводов**

Материал, изделие, ГОСТ или ТУ, изготовитель	Плотность в конструкции ρ, кг/м^3	Расчетная теплопроводность теплоизоляционного материала в конструкции λ_k, Вт/(м · К)	Температура применения °С	Группа горючести (ГОСТ 30244)	Область применения
Маты из базальтового супертонкого штапельного волокна ТУ 21-23-299-89 ОАО «Ивотстекло»	80	$0,035+0,00017 \cdot t_m$	От минус 60 до плюс 700	Негорючие (НГ)	Зона контролируемого доступа
Маты из супертонкого стекловолокна без связующего ТУ 21-23-299-89 ОАО «Ивотстекло»	80	$0,033+0,00023 \cdot t_m$	От минус 60 до плюс 400	Негорючие (НГ)	Зона контролируемого доступа при $t_w < 300$ °С
Материал прессованный на основе базальтового волокна со связующим ТУ 21-5328981-08-93 ОАО «Ивотстекло»	160 200	-	От минус 260 до плюс 700	Негорючие (НГ)	Зона контролируемого доступа Зона свободного режима
Изделия (маты) из базальтового супертонкого волокна (БСТВ) ТУ 5769-001-01397330-00 ЗАО «Трест Южсталь-конструкция»	80	$0,035+0,00017 \cdot t_m$	До плюс 700	Негорючие (НГ)	Зона контролируемого доступа
Изделия (маты) из базальтоволокнистого теплозвукоизоляционного холста (БВТХ) ТУ 5769-001-01397330-00 ЗАО «Трест Южсталь-конструкция»	80	$0,035+0,00017 \cdot t_m$	До плюс 700	Негорючие (НГ)	Зона свободного режима

Продолжение таблицы В.1

Материал, изделие, ГОСТ или ТУ, изготовитель	Плотность в конструкции ρ, кг/м^3	Расчетная теплопроводность теплоизоляционного материала в конструкции $\lambda_к$, Вт/(м · К)	Температура применения °С	Группа горючести (ГОСТ 30244)	Область применения
Маты теплоизоляционные прошивные из супертонкого стекловолокна (МТП-АС) ТУ 5953-159-05786904-00 ООО «Ультраволокно»	65	0,036+0,00024·t_m	От минус 60 до плюс 400	Негорючие (НГ)	Зона контролируемого доступа Зона свободного режима при t_w< 350 °С
Холсты из микро-, ультра-, супертонких базальтовых штапельных волокон (БСТВ-сп специального назначения) ТУ 5761-002-04001485-93 ОАО «Мостермостекло»	80	0,035+0,00017·t_m	До плюс 700	Негорючие (НГ)	Зона контролируемого доступа
Холсты из супертонких штапельных волокон из горных пород, базальтовая вата (БСТВ-сп – специального назначения) ТУ 5761-001-08621635-98 ОАО «ТИЗОЛ»	80	0,035+0,00017·t_m	От минус 180 до плюс 700	Негорючие (НГ)	Зона контролируемого доступа
Базальтоволокнистый теплоизоляционный материал ТУ 65.2691-98 ОАО «ТИЗОЛ»					
Марки изделий:					
БВТМ-ПМ, плита мягкая	60	0,035+0,00017·t_m	От минус 260 до плюс 700	Негорючие (НГ)	Зона свободного режима
БВТМ-ПМ-Ф1, в обкладке фольгой с одной стороны					
БВТМ-К, картон	145				Зона контролируемого доступа Зона свободного режима
БВТМ-К-Ф1, в обкладке фольгой с одной стороны					

Продолжение таблицы В.1

Материал, изделие, ГОСТ или ТУ, изготовитель	Плотность в конструкции ρ, кг/м^3	Расчетная теплопроводность теплоизоляционного материала в конструкции λ_k, Вт/(м · К)	Температура применения °С	Группа горючести (ГОСТ 30244)	Область применения
Маты прошивные теплоизоляционные из базальтового холста ТУ 5769-002-08621635-98 ОАО «ТИЗОЛ»					
Марки матов:	25-40	$0,035+0,00017 \cdot t_m$	От минус 180 до плюс 450	Негорючие (НГ)	Зона свободного режима
МПБ-30, без обкладки МПБ-30/Ф, в обкладке фольгой с одной стороны МПБ-30/СС1, на стеклосетке с одной стороны					
МПБ-50/СТ2, в стеклоткани с двух сторон	41-60				
Маты прошивные из минеральной ваты теплоизоляционные ГОСТ 21880-94 ОАО «ТИЗОЛ»				Негорючие (НГ)	Зона свободного режима
Марки матов:					
М1-100, без обкладки	100	$0,043+0,00022 \cdot t_m$	От минус 180 до плюс 700		
М2-125, сетка с одной стороны	125	$0,044+0,00021 \cdot t_m$			
М3-125, в обкладке стеклотканью	125		От минус 180 до плюс 450		
Маты теплоизоляционные прошивные энергетические МТПЭ в обкладке со всех сторон ТУ5761-001-00126238-00 Назаровский завод ТИК	100	$0,035+0,00018 \cdot t_m$	До плюс 450	Негорючие (НГ)	Зона свободного режима
Маты базальтовые прошивные энергетические МБПЭ в обкладке из кремнеземной ткани КТ-11 ТУ5761-001-00126238-00 Назаровский завод ТИК	50	$0,035+0,00017 \cdot t_m$	До плюс 550	Негорючие (НГ)	Зона свободного режима

Продолжение таблицы В.1

Материал, изделие, ГОСТ или ТУ, изготовитель	Плотность в конструкции ρ, кг/м^3	Расчетная теплопроводность теплоизоляционного материала в конструкции λ_k, Вт/(м · К)	Температура применения °С	Группа горючести (ГОСТ 30244)	Область применения
Шнур теплоизоляционный энергетический в оплетке из ровинга ТУ5761-001-00126238-00 Назаровский завод ТИК	200	0,036+0,000185·t_m	До плюс 450	Негорючие (НГ)	Зона свободного режима

Примечания

1 t_m – средняя температура теплоизоляционного слоя, °С:

- $t_m = (t_w + 45) / 2$ – на открытом воздухе в летнее время, в помещениях, тоннелях технических подпольях, на чердаках и в подвалах зданий;
- $t_m = t_w / 2$ – на открытом воздухе в зимнее время;

где – t_w температура теплоносителя, °С.

2 Материалы, не приведенные в таблице, могут применяться при условии их сертификации в установленном порядке.

Приложение Г
(справочное)

Таблица Г.1- **Расчетные технические характеристики материалов, применяемых для тепловой изоляции трубопроводов при бесканальной прокладке**

Материал	Плотность ρ, кг / м^3	Теплопроводность сухого материала λ_k, Вт / (м · К), при плюс 20 °С	Коэффициент увлажнения	Максимальная температура теплоносителя, °С
Армопенобетон	350 - 450	0,105 - 0,130	1,0	плюс 150
Теплоизоляционные изделия из пенополистирола	100	0,041+0,00018 · t_m	1,0	плюс 70
Теплоизоляционные изделия из пенополиуретана	70	0,037+0,00015 · t_m	1,0	плюс 130
Теплоизоляционные изделия из пенополиэтилена	50	0,035+0,00018 · t_m	1,0	плюс 150

Примечание – материалы, относящиеся к горючим и слабогорючим, как исключение могут применяться только для тепловой изоляции трубопроводов при бесканальной прокладке.

Приложение Д
(справочное)

Таблица Д.1-**Материалы для покровного слоя теплоизоляционной конструкции**

Материал, ГОСТ или ТУ	Применяемая толщина, мм	Группа горючести (СНиП 21-01-97)
Листы из алюминия и алюминиевых сплавов, ГОСТ 21631, марки АДО, АД1, АМц, Амг2, В95	0,5 – 1,0	Негорючие
Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов, ГОСТ 13726, марки АДО, АД1, АМц, Амг2, В95	0,5 – 1,0	Негорючие
Ленты слоистые коррозионностойкие из алюминиевого сплава марки 1105А.Н, ТУ 1-83-53-89	0,5 – 1,0	Негорючие
Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий, ГОСТ 14918	0,5 – 1,0	Негорючие
Сталь тонколистовая кровельная, ОСТ 14-11-196	0,5 - 0,8	Негорючие
Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества, ГОСТ 16523	0,5 – 1,0	Негорючие
Прокат тонколистовой коррозионностойкий, жаростойкий и жаропрочный, ГОСТ 5582	0,7 – 1,0	Негорючие
Примечание - Материалы, не приведенные в таблице, могут применяться при условии их сертификации в установленном порядке		

Приложение Е
(обязательное)
Нормы плотности теплового потока через поверхность теплоизоляционной конструкции оборудования и трубопроводов с положительными температурами транспортируемого вещества (теплоносителя)

Таблица Е.1 - **Нормы плотности теплового потока при расположении оборудования и трубопроводов на открытом воздухе**

Наружный диаметр трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя, °С												
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт / м												
14	8	20	35	50	65	75	89	104	118	135	152	182	229
18	10	24	38	56	70	80	95	114	125	150	170	197	240
25	14	29	44	61	76	90	105	128	145	169	193	215	253
32	18	34	50	67	84	101	122	144	162	186	211	237	264
38	21	36	53	71	89	108	131	150	175	201	228	249	279
48	22	40	58	75	96	118	138	152	185	214	240	267	300
57	26	44	65	87	109	132	154	180	208	236	265	296	327
76	30	54	75	100	126	152	177	203	235	268	295	338	366
89	34	57	83	108	132	164	191	225	254	290	328	358	398
108	38	66	95	120	151	181	212	243	282	314	356	389	434
133	45	76	103	138	168	202	237	280	316	351	387	437	488
159	51	86	119	154	187	225	264	302	353	392	432	471	529
194	58	98	135	175	211	154	298	341	389	433	477	534	586
219	63	107	147	190	229	276	323	369	416	463	510	580	628
273	79	129	169	218	262	315	369	422	476	529	582	665	721
325	88	143	201	248	312	358	419	476	540	601	662	723	783
377	103	166	224	288	345	396	463	530	597	664	731	798	865
426	109	180	242	310	371	447	497	569	641	713	785	857	929
478	122	193	270	330	415	475	555	636	716	797	877	958	1038
530	136	215	301	368	439	529	586	671	755	840	925	1010	1095
630	161	256	341	415	494	595	696	753	848	943	1039	1134	1229
720	173	280	372	475	565	680	751	860	969	1078	1187	1296	1405
820	197	319	423	512	643	732	856	922	1039	1156	1272	1389	1506
920	221	342	475	575	682	821	904	1035	1166	1297	1427	1558	1689
1020	245	379	526	637	756	857	975	1125	1270	1393	1484	1620	1756
Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм и плоские стенки	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт / м^2												
	75	105	144	175	210	236	267	303	335	370	395	435	465

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

Таблица Е.2 - **Нормы плотности теплового потока при расположении оборудования и трубопроводов в помещении**

Наружный диаметр трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя, °С												
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт / м												
14	8	19	32	46	61	72	84	100	116	130	150	180	227
18	10	21	35	49	65	86	103	122	141	165	190	210	239
25	10	25	40	55	70	90	110	130	151	175	197	220	249
32	12	30	45	60	78	97	118	139	162	185	209	23	259
38	14	32	49	66	85	104	127	146	174	195	221	248	276
48	16	35	53	72	93	114	134	159	186	208	236	265	296
57	18	39	60	81	104	127	150	173	203	234	259	292	327
76	22	46	69	93	120	147	173	200	235	263	291	330	359
89	24	50	78	101	130	159	187	216	245	285	315	359	390
108	28	57	87	112	144	176	208	241	273	312	352	386	437
133	32	65	99	132	162	197	233	269	305	341	396	434	471
159	36	75	110	155	183	218	251	298	335	375	428	469	523
194	42	88	127	167	208	247	284	331	374	418	477	533	584
219	47	98	140	176	226	268	307	355	402	449	512	578	628
273	55	115	166	206	265	304	359	415	470	525	580	636	714
325	66	132	186	240	296	350	399	461	522	583	645	706	795
377	76	145	207	267	321	392	452	515	584	653	721	860	934
426	80	164	230	296	357	427	486	461	635	710	785	860	934
478	90	173	257	315	390	471	535	600	683	763	843	924	1004
530	100	193	271	345	419	502	581	644	730	816	901	987	1073
630	119	225	319	408	485	570	663	747	847	929	1027	1125	1222
720	136	253	364	454	547	641	748	838	950	1040	1123	1229	1362
820	155	282	387	504	612	718	827	928	1035	1157	1249	1365	1522
920	161	317	435	552	671	785	888	1025	1131	1265	1369	1500	1655
1020	179	351	470	612	743	858	965	1120	1229	1373	1489	1640	1797
Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм и плоские стенки	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт / м^2												
	45	86	110	145	178	209	239	275	305	339	375	420	453

Примечания

1 При расположении изолируемых объектов в тоннеле к нормам плотности следует вводить коэффициент 0,85.

2 Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией

Приложение Ж
(обязательное)

Таблица Ж.1 - **Коэффициенты к базовым нормам плотности теплового потока от изолированных объектов в зависимости от стоимости топливной составляющей себестоимости тепла**

Коэффициент стоимости тепла в зависимости от типа реактора	Диаметр трубопровода, мм					
	32	108	273	720	1020	Более 1020 и плоская поверхность
1,5 и более	0,92	0,91	0,87	0,86	0,86	0,86
1,4	0,94	0,93	0,90	0,89	0,89	0,89
1,3	0,95	0,94	0,93	0,92	0,92	0,92
1,2	0,97	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95
1,1	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
1,0	1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,9	1,03	1,04	1,05	1,06	1,06	1,06
0,8	1,06	1,08	1,10	1,12	1,12	1,12
0,7	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,21
0,6	1,13	1,17	1,20	1,24	1,26	1,26
0,5	1,18	1,22	1,27	1,30	1,33	1,33

Примечание – значения коэффициента стоимости тепла приведены в таблице И1 (приложение И)

Приложение И
(обязательное)

Таблица И.1 - **Значения коэффициентов стоимости тепла в зависимости от типа энергетических реакторов**

Тип реактора	В-320	В-392	ВВЭР-1500	ВВЭР-440	РБМК-1000	БН-600*)	ЭГП-6
Коэффициент стоимости тепла	1,29	1,11	0,99	1,38	1,44	0,59/0,84	1,78

*) В числителе указан коэффициент для уранового, а в знаменателе для уран-плутониевого топлива

Приложение К
(обязательное)

Таблица К.1 - **Коэффициенты к базовым нормам плотности теплового потока от изолированных объектов, расположенных на открытом воздухе, учитывающие температуру наружного воздуха**

Расчетная температура наружного воздуха, °С	Температура теплоносителя, °С					
	100	200	300	400	500	600
15	0,95	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00
10	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0	1,02	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00
- 5	1,04	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00
-10	1,06	1,04	1,02	1,00	1,00	1,00

Приложение Л
(обязательное)

Таблица Л.1 - **Коэффициенты к базовым нормам плотности теплового потока от изолированных объектов, расположенных в помещении, учитывающие температуру воздуха в помещении**

Расчетная температура воздуха в помещении, °С	Температура теплоносителя, °С					
	100	200	300	400	500	600
40	1,06	1,03	1,02	1,01	1,01	1,00
30	1,05	1,02	1,02	1,01	1,01	1,00
25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00
15	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00

Приложение М
(обязательное)

Нормы плотности теплового потока через поверхность теплоизоляционной конструкции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемого вещества

Таблица М.1 - **Нормы плотности теплового потока при расположении оборудования и трубопроводов на открытом воздухе**

Наружный диаметр трубопровода, мм	Средняя температура транспортируемого вещества, °С										
	0	-10	-20	-40	-60	-80	-100	-120	-140	-160	-180
	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт / м										
14	3	5	6	8	10	12	13	15	16	17	19
18	3	6	7	10	12	14	15	17	18	19	20
25	3	6	7	10	12	14	15	17	18	19	21
32	3	6	7	10	12	14	15	17	18	19	21
38	3	6	8	11	13	15	16	18	19	20	21
48	3	7	9	12	14	15	17	19	20	21	23
57	4	8	10	13	15	17	19	20	22	23	24
76	5	9	11	16	17	19	21	23	24	26	27
89	5	10	13	17	18	21	23	24	26	27	28
108	6	11	14	19	20	23	25	26	28	29	31
133	7	13	16	21	23	25	27	29	30	31	34
159	8	14	18	24	25	27	30	31	33	34	36
194	9	16	20	25	28	30	33	34	36	37	39
219	10	18	22	29	30	33	35	37	38	39	42
273	12	21	26	33	35	37	40	41	42	43	46
325	14	25	30	38	39	41	44	46	47	48	50
377	15	28	34	42	43	45	48	50	51	52	54
426	17	31	37	46	47	49	52	53	54	55	57
478	19	34	41	50	51	53	56	57	58	59	60
530	20	37	44	55	56	57	60	61	62	63	64
Криволинейные поверхности диаметром более 600 мм и плоские стенки	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт / м^2										
	11	20	23	23	24	24	24	24	24	25	25

Примечания

1 Нормы линейной плотности теплового потока при температуре транспортируемого вещества от 0 до плюс 19 °С, а также при наружном диаметре трубопровода менее 25 мм следует определять экстраполяцией.

2 Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией

Таблица М.2 - **Нормы плотности теплового потока при расположении оборудования и трубопроводов в помещении**

Наружный диаметр трубопровода, мм	Средняя температура транспортируемого вещества, °С										
	0	-10	-20	-40	-60	-80	-100	-120	-140	-160	-180
	Нормы линейной плотности теплового потока, Вт / м										
14	5	7	8	11	12	13	15	16	17	18	19
18	6	8	9	12	13	14	16	17	18	19	20
25	7	9	10	13	14	15	17	18	19	20	21
32	8	10	11	14	15	16	18	19	20	21	21
38	9	11	12	15	16	17	19	20	21	22	23
48	9	12	13	16	17	18	20	21	22	23	24
57	10	13	15	17	18	20	22	23	24	25	26
76	12	15	17	19	21	22	24	26	27	28	29
89	13	17	18	20	22	24	26	27	28	30	31
108	15	19	20	23	25	26	28	29	31	32	33
133	17	21	23	25	27	29	31	32	33	35	36
159	20	24	26	28	30	32	34	35	36	37	38
194	22	27	29	31	33	35	37	38	39	40	41
219	24	30	32	34	36	38	40	41	42	43	44
273	29	35	37	39	41	43	45	46	47	48	49
325	33	40	42	44	46	47	49	50	51	52	53
377	37	45	48	49	51	52	54	55	55	56	59
426	41	49	52	54	55	56	57	58	59	60	63
478	45	53	56	58	59	60	61	62	63	65	67
530	49	57	60	62	63	64	65	66	68	70	72
Криволинейные поверхности диаметром более 600 мм и плоские стенки	Нормы поверхностной плотности теплового потока, Вт / м^2										
	24	25	26	27	27	28	28	29	29	30	30

Примечания

1 Нормы линейной плотности теплового потока при температуре транспортируемого вещества от 0 до плюс 19 °С, а также при наружном диаметре трубопровода менее 25 мм следует определять экстраполяцией;

2 Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией

Приложение Н
(справочное)

Расчетные коэффициенты теплоотдачи от наружной поверхности покровного слоя теплоизоляционной конструкции в зависимости от вида и температуры изолируемого объекта, методики расчетов толщины теплоизоляции и применяемого покровного слоя

Таблица Н.1- **Расчетные коэффициенты теплоотдачи от наружной поверхности покровного слоя теплоизоляционной конструкции для расчета толщины изоляции по заданной температуре на поверхности изоляции в помещении и на открытом воздухе**

Изолируемый объект	Покрытия с малым коэффициентом излучения *)	Покрытия с высоким коэффициентом излучения **)
Все виды изолируемых объектов	6	11

*) К покровному слою с малым коэффициентом излучения *C* относятся покрытия с $C \leq 2{,}33$ Вт / ($м^2 \cdot К^4$) и менее, в том числе из тонколистовой стали, листов из алюминия и алюминиевых сплавов, а также других материалов, окрашенных лакокрасочными материалами, содержащими в качестве наполнителя алюминиевую пудру.

**) К покровному слою с высоким коэффициентом излучения *C* относятся покрытия с $C > 2{,}33$ Вт / ($м^2 \cdot К^4$), в том числе стеклопластики и прочие материалы на основе синтетических и природных полимеров, асбестоцементные листы, штукатурка; защитные покрытия, окрашенные различными лакокрасочными материалами, не содержащими алюминиевую пудру

Таблица Н.2- **Расчетные коэффициенты теплоотдачи от наружной поверхности покровного слоя теплоизоляционной конструкции для других видов расчетов толщины изоляции**

Изолируемый объект	В закрытом помещении		На открытом воздухе при скорости ветра *), м/с		
	Покрытия с малым коэффициентом излучения	Покрытия с высоким коэффициентом излучения	5	10	15
Расчет толщины изоляции, предотвращающей конденсацию влаги из воздуха на ее поверхности					
Все виды изолируемых объектов	4	7	-	-	-
Другие виды расчетов толщины изоляции					
Горизонтальные трубопроводы	7	10	20	26	35
Вертикальные трубопроводы, оборудование, плоская стенка	8	12	26	35	52

*) При отсутствии сведений о скорости ветра принимаются значения соответствующие скорости ветра 10 м/с.

Примечания

1 Для трубопроводов, прокладываемых в каналах, коэффициент теплоотдачи α_e = 8 Вт/(м^2 · К);

2 Коэффициент теплоотдачи от воздуха в канале к стенке канала допускается принимать равным 8 Вт / (м^2 · К)

Ключевые слова: тепловая изоляция, теплоизоляционный материал, теплоизоляционное изделие, теплоизоляционная конструкция, нормы плотности, тепловой поток, коэффициент теплоотдачи, транспортируемое вещество, теплоноситель.

Лист регистрации изменений

Изм.	Измененных	Замененных	Новых	Аннулированных	Всего листов (страниц) в док.	Номер док.	Подп.	Дата
	Номера листов (страниц)							

gost.e-ecolog.ru