

Важнейшие аспекты низкотемпературной изоляции:

Автор дипл. инженер г-н Губерт Гельмс (Hubert Helms), Armacell GmbH

Параметр «коэффициент теплопередачи»

Натолщину изоляции, обеспечивающую отсутствие конденсата, огромное влияние оказывает относительная влажность окружающего воздуха. Столь же важное значение имеет коэффициент теплопередачи. Термин «теплопередача» относится к теплообмену между носителем - жидкостью (газом) и твердым телом (т.е. стенкой емкости или трубы). Есть два вида теплопередачи: внутренняя теплопередача - теплообмен между жидкостью, содержащейся в сосуде или трубе, и ее стенками и внешняя теплопередача - теплообмен между стенкой сосуда/трубы или их изоляции и окружающей средой.

Влияние внутренней теплопередачи на расчет толщины изоляции, достаточной для предотвращения конденсации, пренебрежимо мало и далее не будет учитываться.

При передаче тепла тепловой поток пропорционален площади поверхности и разнице температур на поверхности объекта и окружающей среды.

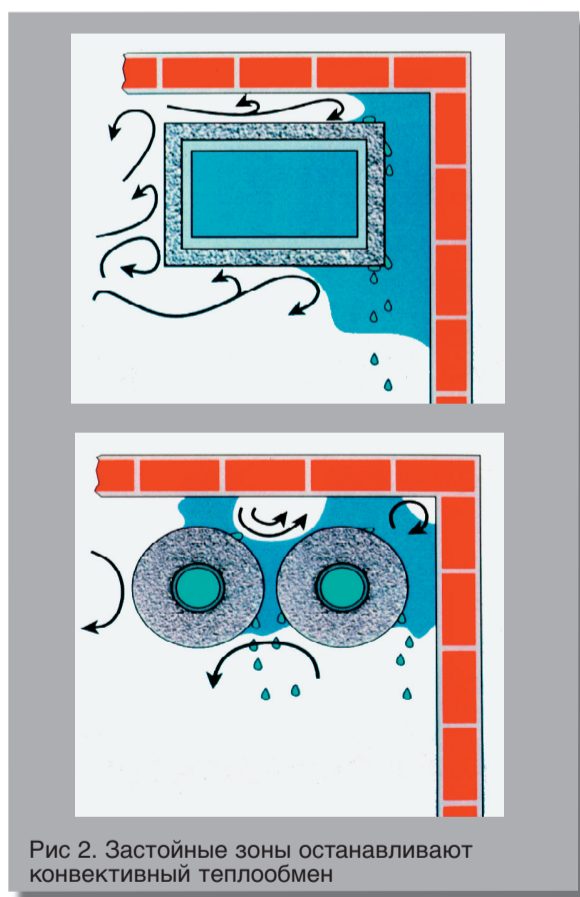


Коэффициент пропорциональности α , в нашем случае $\alpha_{\text{внешн}}$ (α_a), известен как коэффициент теплопередачи и измеряется в Вт/(м² · К). Он зависит от типа носителя, скорости потока, характера поверхности стенки сосуда/трубы или их изоляции (грубая или гладкая, блестящая или темная) и прочих параметров. Теплопередача обычно происходит двумя путями: путем конвекции и путем излучения (Рис.1).

Конвекция

Путем конвекции передается значительная часть всего тепла. Чем быстрее движется окружающий трубу воздух, тем больше тепла переносится. Поэтому важно, чтобы трубы и магистрали располагались на достаточном расстоянии друг от друга и от стен или других установок. Помимо трудностей установки теплоизоляционных материалов, существует также опасность образования «застойных» зон. В таких зонах циркуляция воздуха, необходимая для поддержания достаточно высокой температуры на поверхности (конвекция), прекращается. То есть в «застойных» зонах коэффициент теплопередачи ниже, поскольку роль конвекции уменьшается (рис.2). В результате значительно повышается риск появления конденсата.

Поэтому Стандарт DIN 4140 требует,



чтобы зазоры между изолированными трубами и между этими трубами и стенами или потолком были не менее 100мм. Для аппаратов, сосудов и т.п. это расстояние должно быть 1000мм.

Тепловое излучение

Тепловое излучение представляет собой перенос тепла путем электромагнитных волн. Перенос энергии не ограничивается единственной средой переноса. В противовес теплопроводности или конвекции (тепловому потоку) тепловое излучение может распространяться в том числе и в вакууме. Процесс передачи тепла посредством излучения состоит из двух стадий:

- Эмиссия: поверхность объекта, нагретого до высокой температуры, испускает электромагнитное излучение.
- Поглощение электромагнитное излучение, попадая на поверхность объекта (обычно с температурой ниже, чем у объекта -излучателя) при поглощении превращается в тепло.

Объекты темного цвета испускают больше энергии, чем светлые. Но, с другой стороны, они и поглощают больше падающей на них тепловой энергии, чем светлые.

Излучательная способность материала выражается его коэффициентом эмиссии ϵ . Мерой поглощательной способности материала является его коэффициент поглощения a . Излучательная способность объекта определенного цвета равна его поглощательной способности. Абсолютно черный сосуд обладает максимальными излучательной и поглощательной способностями.

В таблице 1 приведены коэффициенты эмиссии и коэффициенты поглощения различных изоляционных материалов. Как видно из таблицы, доля радиационного нагрева в процессе теплопередачи в значительной степени зависит от характера поверхности изоляционного материала или его покрытия, не считая влияния других блестящих объектов, которое определяет воздействие радиации a_s на коэффициент теплопередачи. Например, изоляция из синтетической резины поглощает значительно больше тепловой энергии, чем изоляция из алюминиевой фольги. Отсюда, чем выше поглощательная способность материала, тем тоньше может быть

его слой, обеспечивающий отсутствие конденсации.

Из приведенного выше ясно, что на коэффициент теплопередачи влияет множество факторов, которые, как правило, не могут быть определены с абсолютной точностью. Однако, коэффициент теплопередачи надлежит определять с максимально возможной точностью. Формулы для приближенного определения коэффициента теплопередачи можно найти в соответствующих стандартах.

Наша рекомендация: для установок, заизолированных материалом AF/Armaflex, в которых соблюдены требования по пространственному размещению, предлагаются проверенные эмпирические значения α (Рис.3):

- Изоляция неокрашенная черная или окрашенная защитным покрытием Armafinish 99: 9 Вт/(м²•К)
- Изоляция с кожухом из оцинкованной стали: 7 Вт/(м²•К)
- Изоляция с кожухом из алюминия или нержавеющей стали : 5 Вт/(м²•К)

В этой статье, рассказывающей о коэффициенте теплопередачи, был рассмотрен важный параметр, который надлежит учитывать при определении толщины изоляции, обеспечивающей отсутствие конденсации. Во избежание неприятных сюрпризов, перед началом изоляционных работ необходимо определить эти параметры с максимальной необходимой для практики точностью. Помимо предотвращения образования конденсата на поверхности, надежная система изоляции должна препятствовать появлению воды внутри самой изоляции. Это может произойти вследствие проникновения внутрь изоляции паров воды.



Материал (излучение перпендикулярно к поверхности) $\epsilon = a$

Алюминиевая фольга (блестящая поверхность)	0,05
Алюминиевая фольга (оксидированная поверхность)	0,13
Сталь оцинкованная (блестящая поверхность)	0,26
Сталь оцинкованная (матированная поверхность)	0,44
Сталь нержавеющая	0,15
Алюминий-цинковый сплав, полированный	0,16
Металл листовой окрашенный	0,90
Пеностекло	0,90
Синтетическая резина	0,90
Пластиковое покрытие	0,90

Таблица 1: Коэффициенты эмиссии и поглощения для поверхностей различных изоляционных материалов