

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Б. М. Шойхет, профессор Московского государственного строительного университета (МГСУ)

Проектирование тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей выполняется в соответствии с правилами проектирования, изложенными в СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» (раздел 11) и СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» (см. справку). Данные стандарты являются взаимосвязанными и предполагают совместное использование при проектировании тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей.



Тепловые сети

СП 124.13330.2012 содержит технологические требования и требования пожарной безопасности, предъявляемые к конструкциям тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей.

Технологические требования

Технологические требования к конструкциям тепловой изоляции включают способы прокладки теплопроводов и способы регулирования отпуска тепловой энергии.

В современной практике приняты следующие способы прокладки тепловых сетей:

- надземная прокладка: трубопроводы могут быть расположены на открытом воздухе либо в помещениях, включая чердаки и подвалы зданий;
- подземная прокладка в проходных каналах и тоннелях;
- подземная прокладка в непроходных каналах;
- подземная бесканальная прокладка.

Регулирование отпуска тепла осуществляется двумя способами: количественным регулированием при постоянной температуре сетевой воды и качественным регулированием при переменной температуре

сетевой воды. При качественном регулировании используются следующие температурные графики регулирования отпуска тепла: 180/70 °С, 150/70 °С, 130/70 °С, 95/70 °С.

Требования пожарной безопасности

Требования к пожарной безопасности тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей, предусмотренные в СП 124.13330.2012, включают ограничения по применению в конструкции горючих материалов и мероприятия по предотвращению распространения пламени вдоль теплопровода при пожаре, а именно устройство противопожарных вставок из негорючих теплоизоляционных и покровных материалов длиной не менее 3 м через каждые 100 м теплопровода.

В части пожарной безопасности теплопроводов в СП 124.13330.2012 разработчиком (ОАО «ВНИПИ-энергопром») внесены изменения¹, допускающие применение теплоизоляционных конструкций на основе горючих теплоизоляционных и покровных материалов (пункт 11.2)²:

а) при совместной подземной прокладке теплопроводов с электрическими или слаботочными кабелями в тоннелях (коммуникационных коллекторах) допускается применение конструкций на основе горючих теплоизоляционных материалов с покровным слоем из негорючих материалов при условии устройства противопожарных вставок длиной 3 м;

б) при отдельной прокладке теплопроводов в проходных и полупроходных каналах допускается применение конструкций с теплоизоляционным и покровным слоем из горючих материалов при устройстве противопожарных вставок длиной 3 м.

Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов

СП 61.13330.2012 содержит следующую информацию:

- правила выбора материалов теплоизоляционного и покровного слоев с учетом технологических требований и требований пожарной безопасности, указанных в СП 124.13330.2012, применительно к конкретному объекту;

- современную номенклатуру и технические характеристики теплоизоляционных и покровных материалов, используемых в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов (Приложение Б);

- таблицы норм плотности теплового потока для трубопроводов надземной и подземной канальной и бесканальной прокладки, в зависимости от диаметра трубопровода и температуры теплоносителя;

- методы расчета требуемой толщины теплоизоляции трубопровода в зависимости от ее назначения, включая расчет по нормам плотности теплового потока и по заданной температуре на поверхности изоляции.

В тепловых сетях надземной, подземной канальной и бесканальной прокладки предусматривается тепловая изоляция линейных участков трубопроводов, арматуры, фланцевых соединений, компенсаторов и опор трубопроводов.

Эффективные теплоизоляционные конструкции и материалы

Для изоляции арматуры, сальниковых компенсаторов и фланцевых соединений применяются преимущественно съемные теплоизоляционные конструкции.

СПРАВКА

В 2012 году выполнена актуализация ряда нормативных документов, подлежащих обязательному применению для выполнения требований Федерального закона № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». В число этих нормативных документов вошли СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» и СП 124.13330.2012 «Тепловые сети».



¹ По сравнению с ранее действовавшим СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети».

² В данном пункте пропущен союз «и», что искажает смысл предложения: «При надземной прокладке теплопроводов рекомендуется применять для покровного слоя теплоизоляции негорючие материалы и групп горючести Г1 и Г2». – Прим. авт.

В качестве теплоизоляционного слоя в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов надземной и канальной прокладки наибольшее применение в практике находят прошивные и рулонированные теплоизоляционные маты на основе каменной ваты и стекловолокна, выпускаемые различными предприятиями³.

Эффективными теплоизоляционными изделиями для прокладываемых в каналах трубопроводов тепловых сетей являются минераловатные цилиндры, полуцилиндры и сегменты из каменной ваты и стекловолокна. Преимуществом этих изделий является их формостабильность и технологичность в монтаже.

В конструкциях теплоизоляции подземных трубопроводов канальной прокладки, с учетом возможного попадания в конструкцию капельной влаги, рекомендуется применять только гидрофобизированные теплоизоляционные материалы. Для ограничения увлажнения волокнистой теплоизоляции при надземной и подземной канальной прокладке по теплоизоляционному слою устанавливается защитное покрытие из гидроизоляционных материалов.

В отечественной практике в конструкциях с минераловатными утеплителями в качестве покровного слоя используются следующие материалы:

- при прокладке в каналах: рулонные стеклопластики⁴, изол, гидроизол, полимерные пленки и штукатурные покрытия;
- при надземной прокладке: металлические покрытия из оцинкованной стали и алюминиевых сплавов.

Для трубопроводов тепловых сетей подземной бесканальной прокладки применяются преимущественно предварительно изолированные в заводских условиях трубы с гидроизоляционным покрытием, исключающим возможность увлажнения изоляции в процессе эксплуатации. В качестве основного теплоизоляционного слоя в конструкциях теплоизолированных трубопроводов бесканальной прокладки по СП 124.13330.2012 и СП 61.13330.2012 в отечественной практике применяются пенополиуретан (ППУ), пенополимерминерал (ППМ) и армопенобетон (АПБ).

Трубопроводы с ППУ-изоляцией

Наибольшее распространение в современной отечественной и мировой практике получили предварительно изолированные в заводских условиях трубы с тепловой изоляцией на основе пенополиуретана и защитным покрытием из полиэтилена высокой плотности по ГОСТ Р 30732–2006. Эти изделия применяются для тепловых сетей подземной бесканальной прокладки с температурой теплоносителя до 140 °С. Теплопроводы оборудованы системой оперативного дистанционного контроля технического состояния теплоизоляции (СОДК), позволяющей своевременно обнаруживать и устранять возникающие дефекты.

К преимуществам теплопроводов с ППУ-изоляцией относят низкий коэффициент теплопроводности (не более 0,033 Вт/(м·К) при температуре 50 °С), технологичность при изготовлении и при монтаже теплопроводов, долговечность (при соблюдении требований монтажа и эксплуатации).

Ограничения в применении ППУ-изоляции в тепловых сетях бесканальной прокладки связаны с допустимой температурой применения (140 °С), а при канальной и надземной прокладке – с горючестью и токсичностью выделяемых при горении компонентов.

Предельная максимальная температура применения 140 °С ограничивает использование ППУ для изоляции трубопроводов водяных тепловых сетей, работающих по температурным графикам 150/70 °С и 180/70 °С, и паропроводов. Следует отметить, что

³ Согласно требованиям ГОСТ Р 21880, ГОСТ Р 9573, ГОСТ Р 10499 и техническим условиям (ТУ) производителей.

⁴ По ТУ 6–48–87, ТУ 36.16.22–68.



ГОСТ 30732–2006 допускает применение ППУ при кратковременном повышении температуры до 150 °С.

Трубы с ППМ- и АПБ-изоляцией

Пенополимерминерал (полимербетон) разработан ОАО «ВНИПИЭнергопром» и более 30 лет применяется в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов, изготавливаемых по ТУ 5768–006–00113537. Он характеризуется интегральной структурой, совмещающей функции теплоизоляционного слоя и гидроизоляционного покрытия, имеет температуру применения до 150 °С, а при испытаниях на горючесть по ГОСТ 30244 относится к группе Г1.

Трубы с армопенобетонной изоляцией выпускались до последнего времени в незначительном объеме региональными производителями по ТУ 4859–002–03984155. Армопенобетон характеризуется низкой плотностью 200–250 кг/м³ и теплопроводностью 0,05 Вт/(м·К) при прочности на сжатие не менее 0,7 МПа.

К преимуществам АПБ относятся негорючесть, высокая температура применения (до 300 °С), отсутствие коррозионного воздействия на стальные трубы, паропроницаемость гидрозащитного покрытия и, как следствие, долговечность. Предварительно изолированные трубы с АПБ-изоляцией могут применяться во всем диапазоне температур теплоносителя как в водяных, так и в паровых тепловых сетях всех видов прокладки, включая подземную бесканальную, подземную в проходных и непроходных каналах и надземную. Однако можно предположить, что трубы с АПБ-изоляцией в недалеком будущем будут окончательно вытеснены более технологичной продукцией с ППУ-изоляцией.

Коэффициенты теплопроводности

При бесканальной прокладке трубопроводов расчетный коэффициент теплопроводности $\lambda_{расч}$ основного теплоизоляционного слоя определяется с учетом его возможного увлажнения в конструкции при эксплуатации.

Коэффициент, учитывающий увеличение теплопроводности теплоизоляционного материала при увлажнении, принимается по СП 61.13330.2012 в зависимости от вида теплоизоляционного материала и влажности грунта по ГОСТ 25100–2011.

Для труб с ППУ-изоляцией в оболочке из полиэтилена высокой плотности и с системой контроля влажности этот коэффициент принят равным 1 независимо от влажности грунта. Для труб с АПБ-изоляцией и паро-

проницаемым гидроизоляционным покрытием, а также труб с ППМ-изоляцией с интегральной структурой, допускающих возможность высыхания теплоизоляционного слоя в процессе эксплуатации, коэффициент увлажнения имеет значение 1,05 в маловлажных и влажных грунтах и 1,1 в насыщенных водой грунтах.

При бесканальной прокладке трубопроводов тепловых сетей не рекомендуется применение теплоизоляционных конструкций на основе штучных теплоизоляционных изделий с устройством гидроизоляционного покрытия на месте монтажа для линейных участков трубопроводов.

Практические расчеты тепловой изоляции трубопроводов в канале и при бесканальной прокладке выполняются по инженерным методикам, учитывающим термическое сопротивление теплоизоляционного слоя, стенок канала и грунта, сопротивление теплоотдаче на границе теплоизоляции и стенок канала с воздухом в канале. При двухтрубной прокладке учитывается взаимное тепловое влияние подающего и обратного трубопроводов.

В практике проектирования тепловых сетей при двухтрубной прокладке трубопроводов одного диаметра толщина теплоизоляционного слоя обратного трубопровода с учетом монтажных требований принимается равной толщине теплоизоляции подающего трубопровода.

Оптимальная толщина теплоизоляции труб

Экономически оптимальная толщина теплоизоляционного слоя для заданного типа прокладки определяется по минимуму приведенных затрат, включающих капитальные затраты на устройство изоляции и эксплуатационные расходы за расчетный период эксплуатации, с учетом стоимости используемых материалов и тепловой энергии в конкретном регионе. Стоимостные показатели рекомендуемых к применению теплоизоляционных материалов являются одним из определяющих факторов при оценке их сравнительной технико-экономической эффективности.

При расчете требуемой толщины теплоизоляционного слоя по нормам плотности теплового потока принимаются следующие расчетные параметры теплоносителя и окружающей среды.

Расчетная температура теплоносителя для подающих трубопроводов водяных тепловых сетей:

- при постоянной температуре сетевой воды и количественном регулировании принимается равной максимальной температуре теплоносителя;

■ при переменной температуре сетевой воды и качественном регулировании:

- 110 °С при температурном графике 180/70 °С;
- 90 °С при 150/70 °С;
- 65 °С при 130/70 °С;
- 55 °С при 95/70 °С.

Для обратных теплопроводов водяных тепловых сетей расчетная температура теплоносителя составляет 50 °С.

Расчетная температура окружающей среды принимается:

- для теплопроводов надземной прокладки, работающих круглогодично, равной среднегодовой температуре воздуха;
- для теплопроводов надземной прокладки, работающих только в отопительный период, – средней температуре отопительного периода;
- для теплопроводов, расположенных в помещениях, – температуре внутреннего воздуха 20 °С;
- для теплопроводов, расположенных в проходных каналах и тоннелях, – температуре воздуха 40 °С;

■ для теплопроводов подземной канальной и бесканальной прокладки – среднегодовой температуре грунта на глубине заложения оси трубопровода. При глубине заложения перекрытия канала или верха теплоизоляционной конструкции (при бесканальной прокладке) менее 0,7 м за расчетную температуру принимается та же температура наружного воздуха, что и при надземной прокладке.

Расчет экономически оптимальных норм плотности теплового потока, представленных в СП 61.13330.2012, выполнен с учетом номенклатуры и стоимости теплоизоляционных материалов и стоимости тепловой энергии в различных регионах РФ.

Введение в действие новых нормативных документов направлено на решение проблемы рационального использования энергетических ресурсов в промышленности и ЖКХ и экономию средств потребителей тепловой энергии путем оптимизации тепловых потерь и повышения энергоэффективности, надежности и долговечности конструкций тепловой изоляции оборудования и трубопроводов тепловых сетей. ■

ПРОИЗВЕДЕНО В ГЕРМАНИИ

Телефон горячей линии (бесплатно)
8-800-100-21-21
www.wolfrus.ru

НОВАЯ
СИСТЕМА
АВТОМАТИКИ

