

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Т. Е. Лютова

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Приведены в структурированном виде теоретические сведения об особенностях и возможностях современных видов теплоизоляции трубопроводов систем теплоснабжения; определены основные требования, которым должны соответствовать любой теплоизоляционный материал и любая теплоизоляционная конструкция систем теплоснабжения; приведены технико-эксплуатационные характеристики наиболее применяемых теплоизоляционных материалов и конструкций для трубопроводов и оборудования.

Ключевые слова: теплоизоляция, теплоизоляционные конструкции систем теплоснабжения, утеплители, материалы для теплоизоляции и пароизоляции.

На большей части существующих систем трубопроводной арматуры и трубопроводов ввиду климатических особенностей нашей страны, технических условий производства и свойств перекачиваемых сред необходимо применять теплоизоляционные материалы.

Теплоизоляция всегда очень важна на разных этапах строительства здания. Особенно ответственно нужно подходить как к теплоизоляции труб, так и к их пароизоляции. Ведь трубы – это именно те коммуникации, которые нуждаются в постоянной защите от перепадов температур и перегревов. Поэтому для увеличения срока службы трубопроводов в обязательном порядке используются самые разнообразные материалы для теплоизоляции и пароизоляции. Важна также и теплоизоляция трубопроводной арматуры. Поскольку только утеплители создают условия для нормального функционирования всего трубопровода. Это значит, что теплоизоляция трубопроводов помогает отлаженной системе транспортировки в квартиры потребителей тепла и воды без существенных потерь [1].

Универсального теплоизоляционного материала, который бы подходил для всех трубопроводов на сегодняшний день, нет. Для каждого отдельного проекта необходимо подбирать свой теплоизоляционный материал, который обеспечит необходимые задачи теплоизоляции трубопроводов.

На сегодняшний день на Российском рынке представлено довольно много утеплителей для трубопроводов, они производятся в виде матов, трубок, сегментов, цилиндров и полуцилиндров, рулонная изоляция, в виде

мастиков и красок, в виде услуги по напылению теплоизоляции и т.п. (рисунок 1). Так же трубопроводы могут быть предизолированы, т. е. на рынке предлагается готовое решение приобрести трубу, на которой уже присутствует теплоизоляция и гидроизоляция (если она необходима). При выборе тепловой изоляции для систем теплоснабжения необходимо выдерживать основные требования, которым должен соответствовать любой теплоизоляционный материал и любая теплоизоляционная конструкция [2].

Эти требования следующие [3]:

1. Низкая теплопроводность теплоизоляционных материалов, как в сухом состоянии, так и в состоянии естественной влажности:

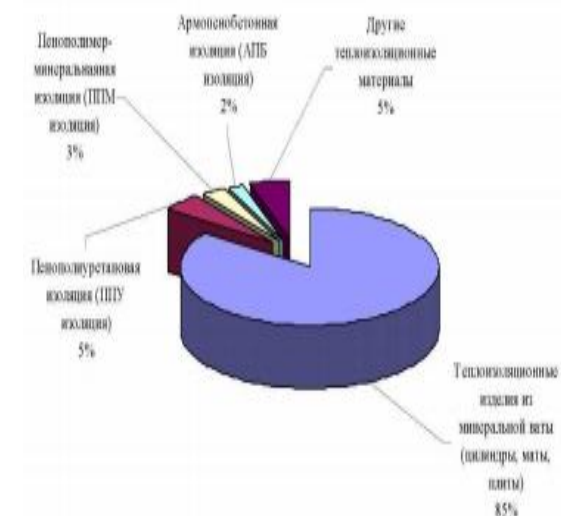


Рисунок 1 – Структура применения теплоизоляционных материалов в тепловых сетях Российской Федерации

- не более 0,06 Вт/(м·°С) – для трубопроводов, проложенных надземным (воздушным) и подземным канальным способом прокладки;

- не более 0,07 Вт/(м·°С) – для трубопроводов, проложенных подземным бесканальным способом прокладки. Эти требования закреплены действующим нормативным документом СНиП 4103-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

2. Теплоизоляционные материалы и конструкции должны быть легкими, т.е. иметь невысокую плотность:

- не более 200 кг/м³ – для трубопроводов, проложенных надземным (воздушным) и подземным канальным способом прокладки;

- не более 400 кг/м³ – для трубопроводов, проложенных подземным бесканальным способом прокладки. Эти требования закреплены действующим нормативным документом СНиП 4103-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

3. Малая степень водопоглощения теплоизоляционных материалов (т.е. теплоизоляционные материалы должны быть гидрофобны). Не допускается применение теплоизоляционных материалов, подверженных деформации при взаимодействии с влагой (изделия перлитцементные и соевитовые, мастичная изоляция).

4. Теплоизоляционные материалы и конструкции не должны быть коррозионноактивны и не должны вступать в химические реакции при взаимодействии с материалом трубопроводов или с окружающей средой.

5. Теплоизоляционные материалы и конструкции должны обладать высокой механической прочностью. При подземной бесканальной прокладке трубопроводов прочность тепловой изоляции на сжатие должна быть не менее 4 кгс/см² (0,4 МПа). Это требование закреплено действующим нормативным документом СНиП 4103-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

6. Теплоизоляционные материалы и конструкции должны быть долговечны, т.е. их срок службы должен быть соизмерим со сроком службы трубопроводов тепловых сетей. При этом теплоизоляционные материалы должны сохранять свои изолирующие и механические свойства в течение всего срока эксплуатации.

7. Материалы, применяемые в качестве изоляционного и покровного слоев в составе теплоизоляционных конструкций трубопроводов тепловых сетей, должны быть сертифицированы (т.е. должны иметь сертификат со-

ответствия качества продукции, пожарный сертификат, гигиеническое заключение). Это требование закреплено действующим нормативным документом СНиП 4103-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

8. Тепловая изоляция трубопроводов тепловых сетей должна соответствовать нормативным требованиям по безопасности при эксплуатации и защите окружающей среды.

9. Теплоизоляционные материалы и конструкции должны быть универсальны, т.е. должны иметь возможность применения при любом способе прокладки трубопроводов: надземном (воздушном), подземным канальным, подземным бесканальным.

10. Теплоизоляционные материалы и конструкции должны иметь невысокую стоимость (цену) и быть доступны на рынке.

11. Затраты на монтаж, эксплуатацию и демонтаж тепловой изоляции на трубопроводах должны быть минимальны.

В качестве теплоизоляционных материалов и конструкций для трубопроводов и оборудования в нормативных документах Российской Федерации рекомендуется к применению более 30 основных видов материалов и изделий.

При этом, в тепловых сетях наибольшее применение нашли следующие теплоизоляционные материалы [4]:

- Минеральная вата (теплоизоляционные изделия представлены в виде цилиндров, матов, плит).

- Армопенобетонная изоляция (АПБ изоляция).

- Пенополимерминеральная изоляция (ППМ изоляция).

- Пенополиуретановая изоляция (ППУ изоляция).

Минеральная вата (МВ) – теплоизоляционный материал, получаемый из расплавов металлургических шлаков и вулканических (горных) пород. На рынке тепловой изоляции материал представлен в виде цилиндров, плит и матов (рисунок 2).



Рисунок 2 – Цилиндры из минеральной ваты

К преимуществам тепловой изоляции и теплоизоляционных конструкций из минеральной ваты относятся: широкий диапазон изменения температуры теплоносителя в трубопроводах: от -180°C до $+450^{\circ}\text{C}$; тепловая изоляция из минеральной ваты не горюча и выдерживает открытый огонь с температурой свыше 1000°C (т.е. материал пожаробезопасен); стоимость тепловой изоляции и теплоизоляционных конструкций из МВ гораздо меньше стоимости других видов тепловой изоляции. Основные недостатки тепловой изоляции и теплоизоляционных конструкций из МВ следующие: она гигроскопична и очень быстро впитывает в себя влагу, что приводит к возрастанию коэффициента теплопроводности и, как следствие, к увеличению тепловых потерь в тепловых сетях более чем в 11 раз.

Армопенобетон (АПБ) – теплоизоляционный материал из ячеистого бетона. Основным сырьем для этого теплоизоляционного материала является: цемент, известь и кварцевый песок. В эту смесь вводится клееканифольная мыльная пена для получения пенобетона. А затем, для повышения прочности, закладывается арматура виде проволоочных каркасов (рисунок 3). К преимуществам АПБ изоляции относятся: использование при очень широком диапазоне изменения температуры теплоносителя в трубопроводах: от -180°C до $+150^{\circ}\text{C}$; материал пожаробезопасен; при увлажнении АПБ изоляции, на поверхности труб образуется пассивирующая пленка, которая резко замедляет наружную коррозию трубопроводов тепловых сетей; после увлажнения АПБ изоляция высыхает и может эксплуатироваться дальше (т.е. АПБ изоляция ремонтнопригодна). Основные недостатки тепловой изоляции и теплоизоляционных конструкций из армопенобетона следующие: коэффициент теплопроводности АПБ изоляции составляет $0,105-0,13 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{C)}$, что исключает его применение для подземной бесканальной прокладки трубопроводов тепловых сетей матов (рисунок 3).



Рисунок 3 – Конструкция тепловой изоляции из армопенобетона (АПБ изоляция)

Пенополимерминерал (ППМ) – тепловая изоляция, которая изготавливается из полиуретана и минеральных наполнителей (как правило, обычный кварцевый песок). ППМ изоляция на стальном трубопроводе представляет собой монолитную тепло и гидроизоляционную конструкцию с переменной по сечению плотностью. Конструкция ППМ изоляции состоит из трех слоев:

1-ый слой – (внутренний антикоррозионный, плотностью $300-400 \text{ кг/м}^3$, толщиной $5...8 \text{ мм}$) защищает наружную поверхность трубопроводов от коррозии;

2-ой слой – (теплоизоляционный, плотностью $100-200 \text{ кг/м}^3$, с коэффициентом теплопроводности не выше $0,047 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{C)}$, с толщиной определяемой в соответствии с тепловым расчетом трубопроводов);

3-ий слой – (наружный механически – и гидрозащитный, плотностью $300-400 \text{ кг/м}^3$, с толщиной $5...10 \text{ мм}$), защищает тепловую изоляцию от механических повреждений и проникновения влаги. К преимуществам ППМ изоляции относятся: широкий диапазон изменения температуры теплоносителя в трубопроводах: от -180°C до $+150^{\circ}\text{C}$; коэффициент теплопроводности ППМ изоляции составляет $0,041-0,047 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{C)}$, т.е. меньше $0,07 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{C)}$, что соответствует нормативным требованиям по части энергетической эффективности тепловой изоляции и теплоизоляционных конструкций; имеет очень высокую механическую прочность: предел прочности на сжатие составляет $1,2-1,5 \text{ МПа}$, что обуславливает значительный нормативный срок службы ППМ изоляции; имеет хорошую герметичность, плотно прилегает к трубопроводу и надежно защищает его наружную поверхность от коррозии), материал ППМ изоляции пожаробезопасен и ремонтнопригоден. Основными недостатками ППМ изоляции являются: высокая стоимость теплоизоляционных конструкций из пенополимерминерала: больше стоимости АПБ изоляции и изоляции из минеральной ваты в $1,3...1,9$ раз.

Пенополиуретан (ППУ) – жесткий газонаполненный мелкопористый полимер с высоким сорбционным увлажнением. ППУ изоляция представляет собой конструкцию, состоящую из стального трубопровода, слоя теплоизоляционного материала и внешней оболочки из полиэтилена высокой плотности (гидрозащитная оболочка). Для постоянного контроля за возможным увлажнением теплоизоляционного слоя в ППУ изоляции устанавливают сигнальные провода системы оперативного дистанционного контроля

(ОДК). Конструкция ППУ изоляции представлена на рисунке 4.

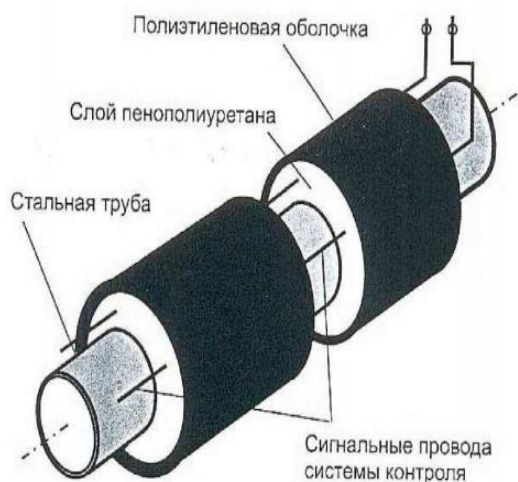


Рисунок 4 – Конструкция тепловой изоляции из пенополиуретана (ППУ изоляция)

К преимуществам ППУ изоляции относятся: имеет самый низкий коэффициент теплопроводности из всех перечисленных материалов: 0,032-0,035 Вт/(м·°С); имеет меньшую плотность и массу по сравнению с другими материалами; не требуется нанесения антикоррозионного покрытия на стальные трубопроводы под изоляцию.

Основные недостатки ППУ изоляции следующие: термостойкость ППУ изоляции не превышает +130°С (т.е. допускается только кратковременное повышение температуры теплоносителя до +150°С); имеет слабую стойкость к механическим воздействиям (предел прочности на сжатие не превышает 0,3-0,4 МПа); теплоизоляционный материал пожароопасен; необходимо обязательное применение гидрозащитной оболочки (слой полиэтилена высокой плотности) и системы

оперативно- дистанционного контроля за увлажнением ППУ изоляции.

Для правильного выбора теплоизоляционных конструкций для тепловых сетей следует ориентироваться не только на технические характеристики и теплофизические свойства изоляции, но также необходимо оценивать: технико-экономические показатели применения теплоизоляционных материалов и конструкций; наличие полного комплекта сертификатов на теплоизоляционные материалы и конструкции (сертификат соответствия качества продукции, пожарный сертификат, гигиеническое заключение); наличие и количество производителей теплоизоляционных материалов и конструкций в Российской Федерации и доступность тепловой изоляции на рынке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова, А. В. Применение современных теплоизоляционных материалов для трубопроводов / А. В. Волкова, Лютова Т. Е. // МОЛОДЕЖЬ – БАРНАУЛУ. Материалы XVI научно-практической конференции молодых ученых (17-25 ноября 2014 г.). – 2014. – С. 239-242.
2. Волкова А. В. Новейшие высокоэффективные теплоизоляционные материалы для трубопроводов / А. В. Волкова, Лютова Т. Е. // Горизонты образования – 2015 / Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых (г. Барнаул, АлтГТУ, апрель, 2015 г.). – Режим доступа: <http://www.altgu.secna.ru/main/review/>.
3. Приложение № 26 к программе «Модернизация электроэнергетики России на период до 2020 года».
4. СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

Лютова Т.Е. – доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: lut-t@mail.ru.