Молодёжный вестник НФ БГТУ. 2022. Том 02. № 04 (08)
https://rio-nb-bstu.science

ЭНЕРГЕТИКА. ЭНЕРГОРЕСУРСЫ

doi: 10.51639/2713-0576_2022_2_4_28
УДК 662.614.44
ГРНТИ 44.31.35
ВАК 01.04.14

Анализ теплоизоляционных свойств материалов, применяемых для открытой прокладки трубопроводов

Маркелов М. Д., * Марченко А. В.

Ульяновский государственный технический университет
432027, Россия, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: mikhail.markelov.1999@mail.ru, * al-marchenko@yandex.ru

В настоящее время открытая прокладка трубопроводов является одним из бюджетных методов прокладки теплопроводов и в основном применяется в обстоятельствах, когда отсутствует необходимое оборудование для реализации закрытого метода. В данной работе проведено исследование свойств теплоизоляционных материалов, применяемых для открытой прокладки теплопроводов. Целью данной работы является рассмотрение свойств различных теплоизоляционных материалов, широко использующихся для открытой прокладки трубопроводов на территории Российской Федерации для уменьшения тепловых потерь трубопроводов. Также рассматриваются преимущества и недостатки этих теплоизоляционных материалов. Метод исследования: анализ основных свойств теплоизоляционных материалов (коэффициента теплопроводности, водопоглощения, огнестойкости, прочности) широко применяющихся для открытой прокладки трубопроводов. Основные характеристики теплоизоляционных материалов – это теплопроводность, водопоглощение, огнестойкость и прочность. Выбирая лучший теплоизоляционный материал, нужно внимательно изучить его сравнительные характеристики. В результате анализа было получено, что наиболее эффективным видом тепловой изоляции является пенополимерминеральная тепловая изоляция, поскольку она имеет наибольшее количество технико-экономических преимуществ.

Ключевые слова: минеральная вата, пенополиуретан, пенополимерминеральная изоляция, тепловая изоляция, харакеристики.

Введение

Стратегическими задачами развития теплоснабжения являются [5]:
1. повышение технического уровня систем теплоснабжения на основе инновационных, высокотехничных технологий и оборудования;
2. сокращение потерь тепловой энергии при транспорте тепла, достигающих 35 % от общего теплопотребления.

Пути решения поставленных задач:
1) приближение источников производства тепловой энергии к потребителю;
2) совершенствование тепловой изоляции теплопроводов.

В настоящее время получили широкое распространение предизолированные трубы для постройки тепловых сетей [1]. Предизолированные трубопроводы изготавливаются в заводских условиях, где в качестве теплоизоляционного материала используется вспененный пенополиуретан. По требованиям, предъявляемым к тепловой изоляции , в состав

конструкции тепловой изоляции для поверхностей с положительной температурой в качестве обязательных элементов должны входить [2]:

– теплоизоляционный слой;
– покровный слой;
– элементы крепления.

Материалы теплоизоляции и покровного слоя теплопроводов должны отвечать требованиям СП 61.13330.2012, норм пожарной безопасности и выбираются в зависимости от конкретных условий и способов прокладки.

Характеристики теплоизоляционных материалов.

Основные характеристики теплоизоляционных материалов – это теплопроводность, водопоглощение, огнестокость и прочность. Выбирая лучший теплоизоляционный материал, нужно внимательно изучить его сравнительные характеристики.

Коэффициент теплопроводности.

Он равен такому количеству теплоты, которое за 1 ч пройдет сквозь 1 м материала площадью 1 $м^2$ при разнице температур внутри и снаружи строения в 10 °С. Этот показатель характеризует теплопроводность и измеряется в Вт/(м х °С) или в Вт/(м х К). Показатель зависит от уровня влажности материала, так как вода проводит тепло лучше воздуха. Другими словами, мокрый и даже сырой материал не будет выполнять свою основную функцию по теплоизоляции[3].

Водопоглощение

Это количество воды, которое может поглотить материал и удержать в порах при прямом контакте с влагой. Чтобы улучшить этот показатель, к некоторым материалам (например, минеральной вате) добавляют специальные вещества, отталкивающие влагу. Этот процесс называется гидрофобизация.

Огнестойкость

Существуют принятые показатели пожарной безопасности: дымообразующая способность, горючесть, воспламеняемость и токсичность продуктов горения. Чем дольше материал может выдерживать воздействие высоких температур, тем выше его огнестойкость.

Прочность

Этот показатель помогает выяснить, окажет ли на материал существенное влияние его транспортировка, складирование и монтаж. Предел прочности колеблется от 0,2 до 2,5 МПа.

Виды теплоизоляционных материалов. Их достоинства и недостатки

Выбирая лучший теплоизоляционный материал, нужно внимательно изучить его сравнительные характеристики.

В настоящие время на территории Российской Федерации в качестве теплоизоляционных материалов для тепловых сетей в основном используются три вида материалов:

1. Минеральная вата
2. Пенополиуретан
3. Пенополимерминеральная изоляция

Минеральная вата, изображенная на рис. 1 часто используется как теплоизоляционный материал для уменьшения тепловых потерь. Материал представляет собой скорлупы и маты из минеральной ваты [2]. Без дополнительной изоляции от влаги этот материал намокает и теряет свои теплоизоляционные свойства.

Молодёжный вестник НФ БГТУ. 2022. Том 02. № 04 (08)
https://rio-nb-bstu.science

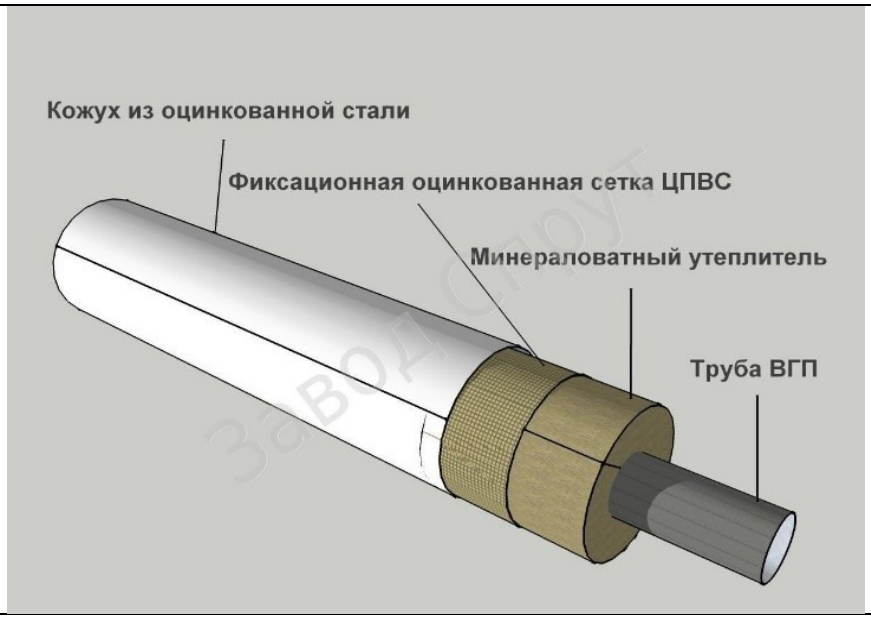


Рис. 1. Схема тепловой изоляции из минеральной ваты [2]

К преимуществам тепловой изоляции, изготовленной из минеральной ваты можно отнести: морозостойкость, пожаробезопасность, экологическая безопасность, длительный срок эксплуатации (до 50 лет) [2].

Недостатками данного материала являются: высокие тепловые потери, отсутствие влагозащиты, невысокая прочность.

Пенополиуретан, как и минеральная вата не защищают трубопроводы от попадания на них влаги, однако обладает высокой теплоизоляционной способностью и достаточной механической прочностью. Для защиты пенополиуретановой тепловой изоляции от влаги пенополиуретан помещается в специальную стальную или полиэтиленовую оболочку типа «труба в трубе», которая герметична [2]. На рис. 2 изображена тепловая изоляция из пенополиуретана. Использование пенополиуретана без защитной оболочки может привести к его преждевременному разрушению, что в дальнейшем приведёт к разрушению самого трубопровода.



Рис. 2. Схема тепловой изоляции из пенополиуретана [2]

Пенополиуретановая тепловая изоляция обладает следующими преимуществами: эластичность, достаточная твердость, небольшие тепловые потери (коэффициент теплопроводности – 0,027 Вт/м·К) [2].
Недостатки тепловой изоляции из пенополиуретана: сложность заливки стыков и необходимость использовать для этого специальное оборудование, неремонтопригодность, низкая пожаростойкость.
Пенополимерминеральная изоляция – это тепловая изоляция, состоящая из трёх основных слоёв (нижнего слоя, тепловой изоляции, и верхнего слоя). Является наиболее перспективным, эффективным и предпочтительным типом тепловой изоляции, поскольку достоинствами изоляции, выполненой из пенополимерминералов, являются: невысокие затраты на производство, высокая вандалоустойчивость, изолирование стыков не требует использования специального оборудования, затраты на монтажно-строительные работы на 20…25 % меньше, чем аналоги из пенополиуретана.
Недостатки пенополимерминеральной изоляции: низкая пожароустойчивость, необходимость защиты от длительного воздействия ультрафиолетовых лучей.

Контроль за состоянием тепловой изоляции

Методика обследования технического состояния теплоизоляционных конструкций надземных трубопроводов предусматривает проведение следующего комплекса мероприятий [1] (рис. 3):

- геометрические обмеры и визуальное обследование конструкций, обследование защитно-покровного слоя и деталей крепления, выявление повреждений защитного покрытия;
- термографирование (инфракрасный контроль) наружной поверхности теплоизоляционных конструкций, выявление участков нарушенной теплоизоляции;
- контактные тепловые измерения в характерных точках конструкции с учетом результатов термографирования поверхности теплоизоляции. Определение термического сопротивления в характерных точках конструкции;
- расчет фактических теплопотерь магистральных теплопроводов на основе полученных теплометрических и технологических данных, сопоставление их с нормативными показателями;
- технико-экономический анализ результатов обследования, рекомендации по дальнейшей эксплуатации теплоизоляционных конструкций.

В процессе проведения контроля используется такая техническая документация:

1. производственная документация;
2. акты приемки государственных и рабочих комиссий;
3. отчеты по обследованию;
4. акты, которые были сделаны в период эксплуатации;
5. отчеты про обследования ;
6. протоколы испытаний;
7. паспорт технического состояния.

Опыт эксплуатации тепловых сетей в России показывает, что контроль за реальными тепловыми потерями на них, как правило, не проводится, хотя в ряде случаев можно выявить, что до 50% транспортируемой теплоты не доходит до потребителя из-за нарушения (отсутствия) теплоизоляции и утечек теплоносителя [1]. Старение трубопроводов из-за коррозии происходит в 2…3 раза быстрее расчётных нормативов. Статистика показывает, что на каждые 100 км двухтрубных водяных сетей ежегодно выявляется около 30…40 повреждений. При межремонтном периоде 16 лет действительные перекладки трубопроводов, существующих конструкций бесканальной прокладки, проводятся через 6…8 лет, в непроходном канале – через 12 лет. На территории Ульяновска наработка (до

первого повреждения) после капитального ремонта (замены) большинства участков трубопроводов теплосети составляет в среднем 5…6 лет.

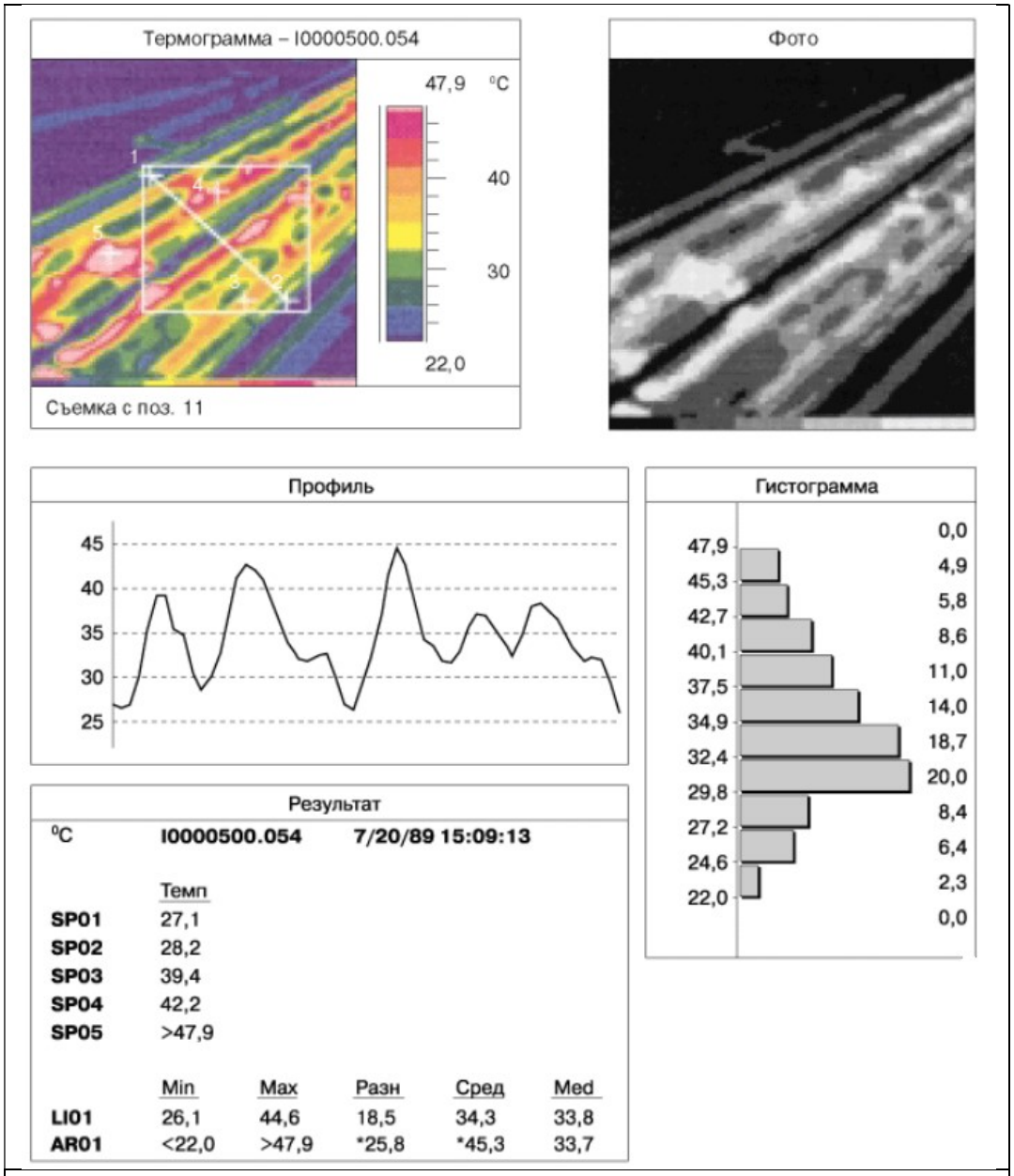


Рис. 3. Пример термографического обследования наружной поверхности теплоизоляционных конструкций трубопроводов [1]

Заключение

Выполненный анализ показал, что тепловые сети - легко уязвимое звено системы централизованного теплоснабжения и возникает необходимость применять более современные типы тепловой изоляции для уменьшения тепловых потерь. Таким образом, на основе проделанных сравнений различных современных типов тепловой изоляции, можно сделать вывод, что наиболее эффективным и перспективным видом тепловой изоляции является изоляция, выполненная из пенополимерминералов, поскольку обладает наибольшим количеством технико-экономических преимуществ. Также были рассмотрены основные мероприятия по контролю за состоянием тепловой изоляции

Молодёжный вестник НФ БГТУ. 2022. Том 02. № 04 (08)
https://rio-nb-bstu.science

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

Список литературы

1. И. А. Панина. Теплоизоляционные работы / И. А. Панина// ГАУ КО «ЦПЭиЦС». – 2020 – 72 с.
2. Пенополимер. Нижегородский филиал: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ppminvest.pro/contacts – Дата доступа: 28.03.2022.
3. СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.
4. Сибикин Ю. Д., Сибикин М. Ю. Технология энергосбережения. - Москва.: Форум, 2010. - 352 с.
5. Энергетическая стратегия России до 2035 г. Утв. Распоряжением Правительства РФот 9 июня 2020 года N 1523-р.

Analysis of the thermal insulation properties of materials used for open laying of pipelines.

Markelov M. D. ., * Marchenko A. V.

Ulyanovsk State Technical University
432027, Russia, Ulyanovsk, Severny Venets st., 32

Currently, open laying of pipelines is one of the budgetary methods of laying heat pipelines and is mainly used in circumstances where there is no necessary equipment to implement the closed method. In this paper, a study was made of the properties of heat-insulating materials used for open laying of heat pipelines. The purpose of this work is to consider the properties of various heat-insulating materials that are widely used for open laying of pipelines on the territory of the Russian Federation to reduce heat losses of pipelines. The advantages and disadvantages of these heat-insulating materials are also considered. Research method: analysis of the main properties of heat-insulating materials (coefficient of thermal conductivity, water absorption, fire resistance, strength) widely used for open laying of pipelines. The main characteristics of thermal insulation materials are thermal conductivity, water absorption, fire resistance and strength. When choosing the best thermal insulation material, you need to carefully study its comparative characteristics.
As a result of the analysis, it was found that the most effective type of thermal insulation is polymer-mineral thermal insulation, since it has the greatest number of technical and economic advantages.

Key words: mineral wool, polyurethane foam, foam polymer-mineral insulation, thermal insulation, characteristics