

Оценка эффективности новых теплоизоляционных материалов для водяных тепловых сетей

С.А. Байбаков, заведующий лабораторией теплофикации, А.С. Тимошкин, научный сотрудник, Отделение турбинных установок и теплофикации, ОАО «Всероссийский теплотехнический институт» (ВТИ), г. Москва

Введение

Одной из основных составляющих потерь энергии при транспорте теплоносителя являются тепловые потери через тепловую изоляцию трубопроводов. В соответствии с этим, в последние годы ряд фирм-производителей предлагают энергоснабжающим организациям, осуществляющим эксплуатацию тепловых сетей, использовать в качестве тепловой изоляции новые теплоизоляционные материалы или теплоизоляционные конструкции, полученные в соответствии с новыми технологическими возможностями. В основном, это бесканальная прокладка трубопроводов с пенополиуретановой (ППУ) изоляцией и оболочкой из полиэтилена. Указанные теплоизоляционные материалы прошли длительную экспериментальную и практическую проверку в эксплуатационных условиях и обоснованно заняли лидирующие позиции в тепловых сетях. Однако предварительно изолированные трубы в ППУ изоляции требуют высокого качества монтажных работ, отсутствие которого приводит к негативным последствиям. Кроме того, в настоящее время наиболее распространенной прокладкой в России является прокладка в непроходных каналах, что по ряду причин является более целесообразным решением по сравнению с бесканальным вариантом.

Широко рекламируются в последнее время композиционные покрытия сложного физико-химического состава и технологической обработки. Такие материалы представляют собой композитную эмульсию лако-красочной консистенции, которая свободно наносится кистью на подготовленную поверхность трубы в несколько слоев и при высыхании приобретает вид коркового покрытия.

Предлагаются материалы из вспененных каучуков, характеризующиеся низкой теплопроводностью и конструктивным исполнением, обеспечивающим удобство монтажа конструкции.

Продолжается модернизация традиционно применяемых минераловатных изделий с использованием базальтового сырья. Здесь новации касаются, в основном, способов упаковки и формирования теплоизоляционного материала, а также сопутствующих этому методов закрепления ее на поверхности трубопроводов. Такие нововведения позволяют улучшить теплозащитные качества конструкции, упростить процесс

монтажа и продлить срок эксплуатации конструкции без ухудшения ее свойств.

Некоторые материалы были подвергнуты лабораторным исследованиям по определению основных теплофизических характеристик, выполненным различными организациями (экспертными и производителями), причем полученные результаты разнятся столь значительно, что их нельзя признать удовлетворительными. Для других изоляционных покрытий в рекламных проспектах приводятся данные без указания организации, проводившей обследование и используемых методик определения.

О методике проведения натуральных испытаний

Широкий спектр новых предложений требует от теплоснабжающих организаций принятия правильных и обоснованных решений, основывающихся не только на заявлениях и рекламных материалах фирм-изготовителей и поставщиков, а на результатах лабораторных исследований и опыте применения новых материалов и конструкций в реальных условиях эксплуатации. В ходе опробования новых подходов целесообразно получить практические данные по условиям технологии нанесения, фактическим тепловым потерям и стойкости в эксплуатационных условиях.

Следует отметить, что лабораторные исследования теплоизоляционного материала являются недостаточными с точки зрения возможности оценки его поведения в эксплуатационных условиях в составе теплоизоляционных конструкций трубопроводов. С этой точки зрения целесообразно определение теплоизоляционных свойств в реальных условиях работы тепловых сетей после некоторого времени эксплуатации, с учетом фактических температур трубопроводов и тепловлажностного режима прокладки.

Для проведения такой проверки в ОАО «Московская теплосетевая компания» регулярно (в течение ряда последних лет) выделяются опытные участки трубопроводов, на которые фирмы-производители наносят предлагаемую ими тепловую изоляцию наряду с основной теплоизоляционной конструкцией. Толщина новых покрытий, как правило, определяется техническими условиями на теплоизоляционный материал. При этом проверяются условия нанесения, работоспособность, а также теплоизолирующие свой-

ства конструкций и материалов по прошествии некоторого периода времени ее использования.

Для оценки теплоизолирующих свойств предлагаемых материалов в условиях реальных прокладок трубопроводов ОАО «ВТИ» разработана соответствующая методика, подобран необходимый приборный парк и проведены измерения различных предлагаемых теплоизоляционных материалов, которые были нанесены фирмами-изготовителями в соответствии с принятыми технологиями.

Разработанная методика содержит условия проведения измерений требуемых параметров, способы обработки измерительной информации и оценки полученных результатов.

Измеряемыми параметрами при испытаниях являются тепловой поток от трубопровода в окружающую среду, температуры воды в трубопроводах, металла на поверхности трубопровода и на поверхности тепловой изоляции, а также температура окружающей среды (наружного воздуха или воздуха в канале). Для подземных прокладок по данным метеостанции принимается температура грунта на глубине заложения теплопровода в период проведения измерений.

Величина теплового потока для подающего и обратного трубопроводов измерялась в четырех точках поперечного сечения трубопровода, расположенных под углом 45° к вертикальной оси с последующим осреднением результатов измерений теплового потока. При конструктивной невозможности проведения измерений по четырем точкам измерения проводились по двум точкам сечения в верхней части трубопровода (под углами 45° к вертикальной оси) или в соответствии с требованиями измерения тепловых потоков из [1].

Оценка теплоизоляционных свойств проводилась путем сопоставления полученной величины тепловых потоков на 1 м трубопровода с нормативной величиной этого потока, определяемой в соответствии с [2] или [3] в зависимости от срока проектирования трубопровода для испытываемого типа прокладки при фактических диаметрах труб и температурных условиях проведения измерений.

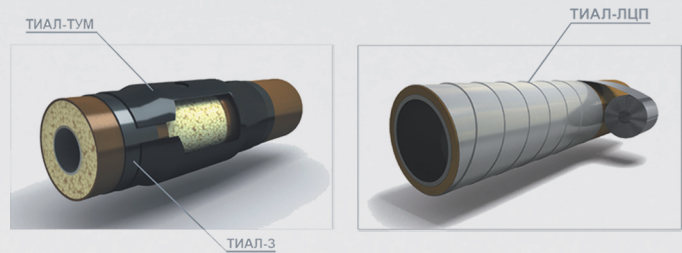
Для тепловых сетей ОАО «МТК» принят температурный график $150/70^\circ\text{C}$ со срезкой на 130°C .

При расчете нормативных среднегодовых тепловых потерь принимались следующие условия:

- среднегодовая температура воздуха $5,4^\circ\text{C}$;
- среднегодовая температура воды в подающей линии $81-82^\circ\text{C}$;
- среднегодовая температура воды в обратной линии $43-44^\circ\text{C}$.

Среднегодовая температура грунта принималась в зависимости от глубины заложения трубопроводов в каждом конкретном случае, однако ее средняя величина может быть принята равной $7,5^\circ\text{C}$.

Кроме того, по температурам на поверхности трубопроводов (под тепловой изоляцией) и на поверхности теплоизоляционной конструкции в точ-



Термоусаживающаяся неразъемная радиационно-модифицированная муфта ТИАЛ-ТУМ предназначена для изоляции стыков теплоизолированных пенополиуретаном трубопроводов в полиэтиленовой оболочке.

Термоусаживающаяся лента ТИАЛ-ЛЦП предназначена для защиты теплоизоляционного слоя тепловых труб при наземной прокладке.



Муфта ТИАЛ-ТУМ производится из полиэтилена методом экструзии и последующего продольного растяжения с целью создания эффекта термоусадки, т.е. восстановления первоначальных геометрических размеров при нагревании до определенной температуры. Для предотвращения коробления при воздействии температуры, и для придания особой механической прочности муфта проходит процесс радиационно-химической модификации (сшивки).

Единая структура муфты позволяет выполнить гидроизоляцию, отвечающую самым строгим требованиям, достаточно простым способом, не требующим высокой квалификации специалистов. Единая структура исключает необходимость дополнительного нанесения боковых охранных гидроизоляционных манжет.

Теплоизоляцию трубы можно обеспечить скорлупами или напылением ППУ, минеральной ватой и прочими теплоизоляционными материалами, а затем провести гидроизоляцию лентой ТИАЛ-ЛЦП.

ТИАЛ-ЛЦП обладает уникальным свойством затухания при вынесении из огня, что подтверждает сертификат пожарной безопасности. Применение такого материала при наземной прокладке трубопровода позволяет защитить теплоизоляционный слой не только от ультрафиолетового излучения, воды и других внешних воздействий, но и от открытого огня, образовавшегося вследствие возгорания сухой травы или умышленного поджога.

Таблица 1. Результаты сопоставления фактических и нормативных тепловых потерь для тепловой изоляции ТТМ.

Измеренные осредненные тепловые потоки, Вт/м ²		Тепловые потери по результатам измерений, Вт/м			Нормативные среднегодовые теплотопотери, Вт/м	Нормативные теплотопотери для условий измерений, Вт/м	Отношение фактических теплотопотерь к нормативным
подающий	обратный	подающий	обратный	сумма			
177,3	105,3	371	213	584	114,5	103,2	5,66

ках измерения тепловых потоков определялось оценочное значение коэффициента теплопроводности исследуемого теплоизоляционного материала, которая сопоставлялась с заявленной производителем величиной. Точность определения коэффициента теплопроводности не превышает 10-15%, однако его получение в эксплуатационных, а не в лабораторных условиях, существенно повышает значимость результатов. Кроме того, для некоторых типов теплоизоляции позволяет объективно оценить хотя бы порядок величины коэффициента теплопроводности при отсутствии иных подтвержденных данных.

Для оценки достоверности проводимых измерений и расчета коэффициента теплопроводности одновременно проводилось определение этого коэффициента для существующей тепловой изоляции на соседнем с испытываемым участком (минеральная вата или пенополиуретан), величина которого известна из справочной литературы. Для всех проведенных измерений отклонение полученной величины коэффициента теплопроводности материалов существующей прокладки от справочных значений не превышала 6%.

Для измерений использовалась следующая метрологически аттестованная измерительная аппаратура.

Тепловые потоки измерялись цифровым измерителем теплового потока ИПП-2 с диапазоном измерений 0-500 Вт/м², разрешающей способностью дисплея 0,1 Вт/м² и точностью измерений 5%, производства ЗАО «Эксис».

Температуры воды и окружающей среды измерялись цифровым термометром ТЦМ 9210М4-00 с точностью измерений 0,25 °С и разрешающей способностью 0,1 °С, производства НПП «Элемер».

Температуры на поверхности трубопровода и поверхности тепловой изоляции измерялись термометром ТЦМ 9410/М1Н с точностью измерений 1,1 °С и разрешающей способностью 0,1 °С, производства НПП «Элемер».

Результаты натуральных испытаний различных видов тепловой изоляции

Натурным испытаниям подвергались следующие виды тепловой изоляции.

К первой группе относятся мастикообразные однородные или композитные материалы, вто-

рую группу составляет материал на основе вспененного каучука и третьей является минеральная вата, организованная в виде усовершенствованного теплоизоляционного покрытия в современной компоновке.

1. Тепловая изоляция на основе гидротеплоизоляционного материала ТТМ, разработанного ООО «МикроКомпозит».

Характеристика материала. Тепловая изоляция представляет собой нанесенный на подготовленный и очищенный трубопровод слой плотного мастикообразного материала белого цвета с помещенной внутрь слоя полимерной бандажной сеткой. Теплофизические свойства материала на основании лабораторных исследований не представлены, однако изготовителями декларировались высокие теплоизоляционные качества.

Объект и условия измерений. Рассматриваемая тепловая изоляция была применена для трубопроводов в непроходном канале диаметром 600 мм, расположенным у тепловой камеры одной из магистралей ОАО «МТК».

Толщина теплоизоляционного слоя была одинаковой для подающего и обратного трубопроводов и характеризовалась неравномерностью нанесения. Ее величина изменялась от 11 до 22 мм.

Измерения проводились при температуре наружного воздуха 8,2 °С и температуре грунта на глубине заложения трубопроводов 3,6 °С.

В период измерений средняя температура сетевой воды в трубопроводах составляла: для подающей линии – 75 °С, для обратной линии – 48 °С.

Результаты измерений и расчетов. Осредненные результаты измерений тепловых потоков и сопоставление фактических тепловых потерь с нормативными значениями приведены в табл. 1. Величина нормативных и фактических тепловых потерь для условий прокладки в непроходных каналах определялась в соответствии с [2], в сумме для подающего и обратного трубопроводов. Сопоставление факта и норматива также проводилось для суммарной величины тепловых потерь для обоих трубопроводов в прокладке.

Как следует из приведенной таблицы, фактическая величина тепловых потерь в 5,7 раза превышает требуемые нормативные значения для условий проведения измерений.

Таблица 2. Результаты сопоставления фактических и нормативных тепловых потерь для тепловой изоляции TSM Ceramik.

Трубопровод	Измеренные осредненные тепловые потоки, Вт/м ²	Тепловые потери по результатам измерений, Вт/м	Потери по нормам проектирования, Вт/м		Отношение фактических тепловых потерь к нормативным
			среднегодовые	при условии измерений	
Подающий	401	1791	182,71	71,5	25
Обратный	139	620,4	115,2	45,2	13,7

Определение коэффициента теплопроводности проводилось при следующих условиях.

При проведении измерений имели место следующие температуры: температура стенки подающего трубопровода 62,6 °С; температура стенки обратного трубопровода 44 °С.

Температуры на поверхности тепловой изоляции в зависимости от точки измерений менялись от 37,1 до 28,9 °С при толщине тепловой изоляции от 14,9 до 21,5 мм.

По результатам обработки измерений и проведенным расчетам средняя величина коэффициента теплопроводности составила 0,07 Вт/(м·К) на подающем и 0,06 Вт/(м·К) на обратном трубопроводе. Такие значения не могут считаться удовлетворительными, т.к. превышают рекомендации, установленные [3], по которым максимальная величина коэффициента теплопроводности для используемых материалов не должна превышать 0,06 Вт/(м·К).

Как следует из приведенных результатов, материал ТТМ для рассматриваемых условий прокладки не может использоваться в качестве тепловой изоляции оборудования и трубопроводов тепловых сетей, а завышенные тепловые потери для прокладки трубопроводов в непроходном канале обуславливаются малой толщиной теплоизоляционного слоя при высокой его теплопроводности.

2. Тепловая изоляция на основе керамического покрытия TSM Ceramik производства ООО «Сибирская теплосберегающая компания».

Характеристика материала. Мастикообразное покрытие Ceramik белого цвета наносится на подготовленную поверхность трубопроводов в несколько слоев, которые после высыхания образуют плотный упругий слой тепловой изоляции.

По результатам испытаний, проводимых лабораторией инженерного оборудования Центра энергосбережения и эффективного использования нетрадиционных источников энергии в строительном комплексе и выполненных на специальной лабораторной установке, величина коэффициента теплопроводности рассматриваемого материала составляет 0,164 Вт/(м·К). Эта величина выше обычно применяемых теплоизоляционных материалов и рекомендуемых [3].

Объект и условия измерений. Представленный материал был нанесен на подающий и обратный трубопроводы одной из тепломагистра-

лей с воздушной прокладкой протяженностью 200 м и диаметром трубопроводов 1400 мм.

Слой тепловой изоляции имел одинаковую толщину по поверхности измеряемого поперечного сечения, и ее величина составляла для подающего трубопровода – 1,2 мм, для обратного трубопровода – 0,7 мм.

Измерения проводились в летний период при следующих температурных условиях:

- температура наружного воздуха +28,1 °С;
- температура воды в подающем трубопроводе 57,6 °С;
- температура воды в обратном трубопроводе 42,5 °С.

Результаты измерений. Осредненные результаты измерений тепловых потоков и сопоставление фактических тепловых потерь с нормативными значениями при условиях измерений приведены в табл. 2. Величина нормативных и фактических тепловых потерь для условий наземной прокладки определялась в соответствии с [3], в сумме для подающего и обратного трубопроводов. Сопоставление факта и норматива также проводилось отдельно для обоих трубопроводов в прокладке.

Как следует из приведенной таблицы, фактическая величина тепловых потерь превосходит нормативные значения по подающей линии в 25 раз, а по обратной линии – в 14 раз.

Определение коэффициента теплопроводности проводилось при следующих условиях.

При проведении измерений имели место следующие температуры в различных точках на поверхности тепловой изоляции:

- по подающему трубопроводу 53,9 и 49,5 °С;
- по обратному трубопроводу 39,6 и 37,5 °С;

При толщине тепловой изоляции от 1,2 и 0,7 мм по результатам обработки измерений и проведенным расчетам средняя величина коэффициента теплопроводности составила 0,10 Вт/(м·К), что является оценочным значением и подтверждает результаты лабораторных исследований. Такая величина коэффициента теплопроводности не может считаться удовлетворительной, т.к. превышает рекомендации, установленные для тепловой изоляции в [3].

Как следует из приведенных результатов, материал TSM Ceramik не может использоваться в качестве тепловой изоляции для оборудования и трубопроводов тепловых сетей, а завышенные

Таблица 3. Результаты сопоставления фактических и нормативных тепловых потерь для тепловой изоляции Moutrical.

Измеренные осредненные тепловые потоки, Вт/м ²		Тепловые потери по результатам измерений, Вт/м			Нормативные среднегодовые теплотери, Вт/м	Нормативные теплотери для условий измерений, Вт/м	Отношение фактических теплотери к нормативным
подающий	обратный	подающий	обратный	сумма			
163,3	28	222	39,8	261,8	97	110,8	2,36

тепловые потери обуславливаются малой толщиной теплоизоляционного слоя при высокой его теплопроводности.

3. Тепловая изоляция на основе жидкого керамического покрытия Moutrical производства ООО Компания «ЭВЕР».

Характеристика материала. Предлагаемая тепловая изоляция представляет собой суспензию белого цвета, которая наносится в несколько слоев на предварительно обработанную поверхность трубопроводов и после высыхания образует эластичное покрытие.

По расчетным данным производителя коэффициент теплопроводности должен составлять 0,0034 Вт/(м·К). Однако по неофициально представленным результатам лабораторных исследований величина этого коэффициента составляет в среднем 0,01-0,05 Вт/(м·К).

Объект и условия измерений. Тепловая изоляция была нанесена на участок трубопроводов диаметром 400 мм одной из магистралей при их подземной канальной прокладке.

Предлагаемая изготовителем толщина теплоизоляционного слоя составила для подающей линии 2,6-5,7 мм, для обратной линии – 2,2-4,5 мм.

Измерения проводились в отопительный период при следующих температурных условиях:

- температура воды в подающем трубопроводе 97,6 °С;
- температура воды в обратном трубопроводе 40,7 °С;
- температура грунта на глубине заложения 6,4 °С;
- средняя температура воздуха в канале 23 °С.

Результаты измерений. Осредненные результаты измерений тепловых потоков и сопоставление фактических тепловых потерь с нормативными значениями приведены в табл. 3. Величина нормативных и фактических тепловых потерь для условий прокладки в непроходных каналах определялась в соответствии с [3], в сумме для подающего и обратного трубопроводов. Сопоставление факта и норматива также проводилось для суммарной величины тепловых потерь для обоих трубопроводов в прокладке.

Как следует из приведенной таблицы, фактическая величина тепловых потерь превосходит нормативные значения более чем в 2 раза для прокладки в целом.

Определение коэффициента теплопроводности проводилось при следующих условиях.

Температуры на поверхности тепловой изоляции в зависимости от точки измерений менялись от 35,4 до 39,3 °С по обратному трубопроводу при толщине тепловой изоляции от 2,2 до 4,5 мм и от 50,5 до 55,4 °С по подающему трубопроводу при толщине теплоизоляционного слоя 3,1-3,7 мм.

По результатам обработки измерений и проведенным расчетам средняя величина коэффициента теплопроводности составила в среднем 0,01 Вт/(м·К), что соответствует результатам лабораторных испытаний. Такие коэффициенты могут считаться удовлетворительными, т.к. находятся ниже допустимого значения.

Как следует из приведенных результатов, материал Moutrical по своим теплотехническим характеристикам может использоваться в качестве тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, а завышенные тепловые потери для прокладки трубопроводов в непроходном канале обуславливаются малой толщиной теплоизоляционного слоя.

4. Тепловая изоляция АВРОРА на основе композитного материала (микросферы) производства ООО «Челябинский завод теплоизоляции «БИЗОЛ».

Характеристика материала. Сверхтонкая тепловая изоляция АВРОРА представляет собой многоуровневую систему, состоящую из нескольких видов вакуумированных микросфер и высококачественного связующего на водной основе, которая, по заявлению разработчиков, имеет хорошую адгезию к металлу и препятствует появлению ржавчины на металлических поверхностях. После нанесения образует эластичное покрытие, состоящее из микросфер с техническим вакуумом внутри.

Заявляемая величина коэффициента теплопроводности очень низка и составляет 0,001 Вт/(м·К). Данные о лабораторных исследованиях приведены не были.

Объект и условия измерений. Предлагаемая тепловая изоляция была нанесена на участок тепломатриалы на подающий и обратный трубопроводы при их надземной прокладке. Диаметры трубопроводов составляют 200 мм.

Таблица 4. Результаты сопоставления фактических и нормативных тепловых потерь для тепловой изоляции АВРОРА.

Трубопровод	Измеренные осредненные тепловые потоки, Вт/м ²	Тепловые потери по результатам измерений, Вт/м	Потери по нормам проектирования, Вт/м		Отношение фактических тепловых потерь к нормативным
			среднегодовые	при условии измерений	
Подающий	825	301,2*	35,9	35	8,6
Обратный	403	145,7*	20,9	17,7	8,2

* результаты скорректированы по скорости ветра

Толщина теплоизоляционного слоя составляла 2,5-3,3 мм для подающего и 2,1-2,2 мм для обратного трубопроводов.

Измерения проводились в отопительный период при следующих температурных условиях:

- температура воды в подающем трубопроводе 80 °С;
- температура воды в обратном трубопроводе 43 °С;
- средняя температура наружного воздуха в период измерений +6,6 °С.

Скорость ветра в период измерений составляла в среднем 3 м/с.

Результаты измерений. Осредненные результаты измерений тепловых потоков и сопоставление фактических тепловых потерь с нормативными значениями при условиях измерений приведены в табл. 4. Величина нормативных и фактических тепловых потерь для условий надземной прокладки определялась в соответствии с [3], отдельно для подающего и обратного трубопроводов. Сопоставление факта и норматива также проводилось отдельно для обоих трубопроводов в прокладке.

Как следует из приведенной таблицы, фактическая величина тепловых потерь превосходит нормативные значения для рассматриваемого типа прокладки по подающей и обратной линии более чем в 8 раз.

Определение коэффициента теплопроводности проводилось при следующих условиях.

При проведении измерений имели место следующие температуры в различных точках на поверхности тепловой изоляции:

- по подающему трубопроводу 33 и 38,6 °С;
- по обратному трубопроводу 19,2 и 22 °С.

При толщине тепловой изоляции от 3 для подающего трубопровода и от 2,1 мм для обратного трубопровода по результатам обработки измерений и проведенным расчетам средняя величина коэффициента теплопроводности составила 0,06 Вт/(м·К), что является оценочным значением, но превышает величину коэффициента для минеральной ваты. Такая величина коэффициента теплопроводности не может считаться удовлетворительной.

Как следует из приведенных результатов, теплоизоляционный материал АВРОРА по своим теплотехническим характеристикам может

использоваться в качестве тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, а завышенные тепловые потери для прокладки трубопроводов в непроходном канале обуславливаются малой толщиной теплоизоляционного слоя.

Следует отметить, что повышенная, по результатам оценки, величина коэффициента теплопроводности для материалов рассматриваемого типа подтверждается и результатами лабораторных исследований, проводимых различными аккредитованными лабораториями.

5. Тепловая изоляция K-FLEX на основе вспененного синтетического каучука.

Характеристика материала. Тепловая изоляция представляет собой слои эластичного пористого материала черного цвета, которые для трубопроводов большого диаметра обрезаются по длине окружности и наклеиваются на обработанную поверхность трубопроводов или крепятся за счет перехлеста материала с его проклеиванием.

Теплопроводность материала по результатам лабораторных исследований должна составлять 0,03 Вт/(м·К).

Объект и условия измерений. Анализируемая тепловая изоляция была наложена на трубопроводы при их прокладке в проходном канале для трубопроводов диаметром 600 мм.

Теплоизоляционный материал был наложен двумя слоями. Первый слой характеризуется более высокой температурной устойчивостью, второй слой составляет обычный материал. Суммарная толщина тепловой изоляции состав-

ООО СПКФ „ВАЛЁР“

строительная производственно-коммерческая фирма

197022, Санкт-Петербург, Аптекарский проспект, 6,
корп. 7а, оф. 103

Тел./Факс: (812) 234-02-54, (812) 955-15-68

E-mail: spb@valer.ru, Internet: www.valer.ru

ООО СПКФ „ВАЛЁР“ специализируется на внедрении в энергетике и промышленности перспективных научно-технических и опытно-конструкторских разработок и энергосберегающих технологий:

- Технологии подготовки и сжигания жидкого топлива
- Технологии промышленной водоочистки и водоподготовки

Таблица 5. Результаты сопоставления фактических и нормативных тепловых потерь для тепловой изоляции K-FLEX.

Измеренные осредненные тепловые потоки, Вт/м ²		Тепловые потери по результатам измерений, Вт/м			Нормативные среднегодовые теплотери, Вт/м	Нормативные теплотери для условий измерений, Вт/м	Отношение фактических теплотери к нормативным
подающий	обратный	подающий	обратный	сумма			
47,5	36,3	105,1	75,7	180,8	121,8	115	1,57

ляла 37-39 мм для подающего и 17-20 мм для обратного трубопроводов.

Измерения проводились в отопительный период при следующих температурных условиях:

- температура воды в подающем трубопроводе 81,1 °С;
- температура воды в обратном трубопроводе 41,3 °С;
- средняя температура воздуха в канале в период измерений +21,8 °С.

Результаты измерений. Осредненные результаты измерений тепловых потоков и сопоставление фактических тепловых потерь с нормативными значениями приведены в табл. 5. Величина нормативных и фактических тепловых потерь для условий прокладки в непроходных каналах определялась в соответствии с [3], в сумме для подающего и обратного трубопроводов. Сопоставление факта и норматива проводилось для суммарной величины тепловых потерь для обоих трубопроводов в прокладке.

Как следует из приведенной таблицы, фактическая величина тепловых потерь превосходит нормативные значения в 1,6 раза для прокладки в целом.

Определение коэффициента теплопроводности проводилось при следующих условиях.

Температура на поверхности тепловой изоляции составляла 28,1 °С по подающему трубопроводу при толщине тепловой изоляции 38 мм и 26,3 °С по обратному трубопроводу при толщине теплоизоляционного слоя 18 мм.

По результатам обработки измерений и проведенным расчетам средняя величина коэффициента теплопроводности составила 0,03 Вт/(м·К), что соответствует результатам лабораторных испытаний. Такие значения могут считаться удовлетворительными, т.к. находятся ниже допустимого значения.

При проведении измерений было выявлено спекание и охрупчивание внутреннего слоя тепловой изоляции на подающем трубопроводе, что обусловлено высокой температурой воды в подающей линии в течение рассматриваемого отопительного периода, которая достигала 130 °С.

Как следует из приведенных результатов, теплоизоляционный материал K-FLEX по своим теплотехническим характеристикам может использоваться в качестве тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, а завышенные

тепловые потери для прокладки трубопроводов в проходном канале обуславливаются недостаточной толщиной теплоизоляционного слоя. Однако, спекание материала делает невозможным его применение для подающих трубопроводов тепловых сетей с температурными графиками (120-150)/70 °С.

6. Теплоизоляционная конструкция СТУ на основе минеральной ваты производства компании ЗАО «СТУ».

Характеристика материала. Основным теплоизоляционным материалом являются минераловатные плиты плотностью от 30 до 175 кг/м³. В данном случае она представлена в виде теплоизоляционной конструкции высокой предмонтажной готовности.

В конструкции минераловатные сегменты расположены между двумя слоями: внутреннего слоя из стеклоткани и наружного из стеклоткани кашированной алюминиевой фольгой. В промежутке между слоями минеральная вата сегментирована перегородками из стеклоткани, что позволяет фрагментировать основной теплоизоляционный материал, обеспечивая его устойчивость к сваливанию при расположении на трубопроводе. При этом сегменты принимают трапециевидную форму со снижением плотности теплоизоляционного материала по мере удаления от теплоизолируемой поверхности трубопровода. Внутри сегментов предусматривается вертикальное (радиальное) расположение волокон минеральной ваты. Такое расположение волокон вместе с изменением плотности позволяет в наилучшей степени использовать теплоизолирующие свойства применяемого материала.

Конструкция СТУ производится с толщиной, необходимой для конкретных условий, легко монтируется на трубопроводе и, при малом весе, сохраняет равномерное распределение материала по окружности трубопровода при длительной эксплуатации.

Допустимые температуры входящих в конструкцию материалов составляют 400 °С.

Коэффициент теплопроводности по результатам лабораторных испытаний составляет 0,037 Вт/(м·К), до 0,085 Вт/(м·К) при различных средних температурах теплоизоляционного слоя, что соответствует минераловатным изделиям.

Таблица 6. Результаты сопоставления фактических и нормативных тепловых потерь для тепловой изоляции СТУ.

Измеренные осредненные тепловые потоки, Вт/м ²		Тепловые потери по результатам измерений, Вт/м			Нормативные среднегодовые теплотеперь, Вт/м	Нормативные теплотеперь для условий измерений, Вт/м	Отношение фактических теплотеперь к нормативным
подающий	обратный	подающий	обратный	сумма			
39	7	79,7	14,2	93,9	100,1	94,2	1

Объект и условия измерений. Указанная теплоизоляционная конструкция была смонтирована на трубопроводах непроходного канала одной из тепломагистралей ОАО «МТК» при их диаметре 500 мм. Измерения проводились в летний период после эксплуатации тепловой изоляции в течение отопительного периода при следующих условиях:

- температура воды в подающем трубопроводе 71 °С;
- температура воды в обратном трубопроводе 39 °С.

Результаты измерений. Осредненные результаты измерений тепловых потоков и сопоставление фактических тепловых потерь с нормативными значениями приведены в табл. 6. Величина нормативных и фактических тепловых потерь для условий прокладки в непроходных каналах определялась в соответствии с [3], в

сумме для подающего и обратного трубопроводов. Сопоставление факта и норматива проводилось для суммарной величины тепловых потерь для обоих трубопроводов в прокладке.

Как следует из приведенной таблицы, фактическая величина тепловых потерь при принятой толщине тепловой изоляции соответствует нормативному значению для рассматриваемого типа прокладки в целом.

Определение коэффициента теплопроводности проводилось при следующих условиях.

Температура на поверхности тепловой изоляции составляла 31,1 °С по подающему трубопроводу при толщине тепловой изоляции от 60 до 70 мм и 25,3 °С по обратному трубопроводу при толщине теплоизоляционного слоя от 50 до 60 мм.

По результатам обработки измерений и проведенным расчетам средняя величина коэффи-



Российские энергосберегающие технологии

Системы Теплоизоляционные Универсальные



Минераловатная изоляция конструкции СТУ

Современная теплоизоляционная конструкция, предназначенная для теплоизоляции трубопроводов тепловых сетей наземной и канальной прокладки, паропроводов, газоходов, объектов сложной геометрической формы. В качестве теплоизоляционного слоя применяются плиты из минеральных волокон, в т.ч. базальтовых. СТУ изготавливаются строго на заданный диаметр трубопровода, с заданной толщиной теплоизоляционного слоя, в виде гибких эластичных матов, каждый из которых соответствует 1 п. м.

Основные технические характеристики СТУ

- Рабочая температура – от –60 до +400°С (спецзаказ – до +700°С)
- Коэффициент теплопроводности λ : при $t_{cp}=+25^{\circ}C - 0,0378 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$;
 $t_{cp}=+125^{\circ}C - 0,0675 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$
- Состоит из негорючих материалов

Преимущества СТУ

- Конструкция лишена таких традиционных недостатков волокнистых изоляторов, как проминаемость, осыпание, потеря формы после намокания
- Возможность ведения работ в любое время года
- Высокая скорость монтажа и простота выполнения
- Высокие прочностные характеристики

ЗАО „СТУ“
111123, Москва, ш. Энтузиастов, 60, кор.1
тел./факс (4852) 583-683
e-mail: stubvf@yandex.ru
www.zaostu.ru

циента теплопроводности составила в среднем для обратной линии 0,02 Вт/(м·К), для подающей линии – 0,04 Вт/(м·К). Такие значения могут считаться удовлетворительными, т.к. находятся ниже допустимого в соответствии с [3] значения.

Полученная величина коэффициента теплопроводности имеет оценочное значение, поскольку определялась в эксплуатационных условиях для реальной теплоизоляционной конструкции, и может несколько отличаться от значений, полученных в лабораторных условиях.

Общие выводы

Проведена экспериментальная проверка качества и достаточности толщины тепловой изоляции для различных предлагаемых в настоящее время теплоизоляционных материалов.

Рассмотрено шесть видов тепловой изоляции применительно к эксплуатационным условиям водяных тепловых сетей.

Из всех исследуемых материалов наиболее полное соответствие заявленным характеристикам и требуемым тепловым потокам показала теплоизоляционная конструкция СТУ.

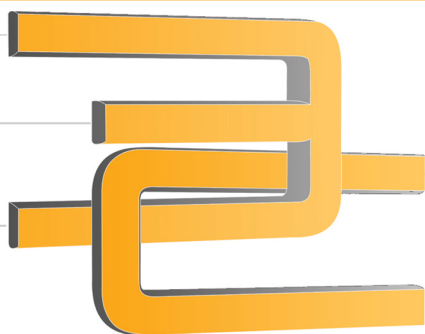
Проверенные тонкослойные мастикообразные теплоизоляционные материалы по величине коэффициента теплопроводности, как прави-

ло, не соответствуют требованиям [3] для материала тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей. Исключение составляет тепловая изоляция АВРОРА. Кроме того, судя по опыту, для этих материалов отсутствуют методики расчета толщины таких теплоизоляционных покрытий, что приводит к завышенным в несколько раз тепловым потокам теплопотерь через изоляцию трубопроводов по сравнению с нормативными значениями.

Тепловая изоляция на основе вспененного каучука (K-FLEX) по своим теплотехническим характеристикам соответствует требованиям для тепловой изоляции трубопроводов, однако не может применяться для подающих трубопроводов тепловых сетей с температурными графиками (120-150)/70 °С из-за спекания и охрупчивания прилегающего к трубопроводу слоя материала.

Литература

1. МУ 345-70-184-87 «Методические указания по испытанию тепловой изоляции оборудования и трубопроводов ТЭС».
2. СНиП 2.04.14-88* «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».
3. СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».



WWW.ENERGOSOVET.RU

ЭНЕРГОСОВЕТ

ПОРТАЛ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ

открытый «Каталог энергосберегающих технологий»

статьи по энергосбережению и энергоэффективности

нормативно-правовые документы в области энергосбережения

новости, интервью, обзоры и много другой полезной информации

Бесплатная подписка на ежемесячный электронный журнал по энергосбережению «ЭНЕРГОСОВЕТ».

Журнал рассылается на 20 000 электронных адресов руководящих работников администраций муниципальных образований, центров энергосбережения, предприятий и коммерческих компаний.

<http://www.energsovet.ru>