

Опыт применения трубопроводов в ППУ изоляции

Сергей Курпьяков,
исполнительный директор
Некоммерческой организации
«Ассоциация производителей
и потребителей трубопроводов
с индустриальной полимерной
изоляцией»

■ Применение трубопроводов в ППУ изоляции для сооружения тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения позволяет повысить их надежность и энергоэффективность.

Состояние тепловых сетей и трубопроводов ГВС

Вопросы состояния трубопроводов системы ЖКХ пока не находят эффективного решения — проблемы на некоторое время уходят из поля зрения средств массовой информации и внимания общественности до начала очередного отопительного сезона, после чего начинается вал информации о массовых прорывах теплотрасс и аварийных ситуациях во многих регионах страны. Утечки и неучтенные расходы воды в системах теплоснабжения составляют в среднем по России 15–20%, а тепловые потери достигают 30–50%. Вся эта расточительная и экономически абсурдная ситуация оплачивается потребителями через завышенные тарифы и государством — за счет дотаций и межбюджетных трансфертов.

Протяженность сетей централизованного теплоснабжения в РФ составляет около 366 тыс. км в однотрубном исчислении. По данному показателю наша страна занимает первое место в мире. Трубопроводы развивающихся сетей при этом составляют около 75–80%. К данной категории трубопроводов относятся трубы диаметрами Ду 200–300 мм. Остальные трубы относятся к магистральным трубопроводам больших диаметров. Ситуация с техническим состоянием действующей системы теплоснабжения в нашей стране такова, что примерно 80% трубопроводов тепловых сетей превысило срок безаварийной службы, а более 30% находится в аварийном состоянии и требует срочного ремонта.

Основными причинами катастрофического состояния тепловых сетей признается массовое применение канальной прокладки

трубопроводов и использование недолговечных теплоизоляционных материалов, не отвечающих современным требованиям к подобной продукции. Применяемая в данных устаревших технологиях гидроизоляция и теплоизоляционные материалы на волокнистой основе не защищают от увлажнения при длительной эксплуатации и от ухудшения теплофизических характеристик, прежде всего, от увеличения коэффициента теплопроводности. Итог — ускорение процессов коррозии и разрушение трубопроводных коммуникаций раньше расчетного периода. Фактический срок службы таких трубопроводов для магистральных сетей составляет 12–15 лет, распределительных и квартальных сетей — 7–8 лет, сетей горячего водоснабжения — 3–5 лет, то есть значительно ниже нормативных 25 лет. При износе тепловых сетей в 60% количество аварий лавинообразно возрастает. В настоящее время удельная повреждаемость по регионам России составляет в среднем 1,8–2,2 на 1 км в год при допустимых 0,3. В Западной Европе этот показатель равен 0,1. Объем перекладки изношенных тепловых сетей не превышает 1,2% их общей протяженности и только в отдельных регионах составляет 1,8% при необходимости 4–5 и более в год.

Утечки теплоносителя не идут ни в какое сравнение с нормами, принятыми в развитых странах. Замена трубопроводов из-за коррозии происходит в 4–5 раз чаще, чем принято в других странах.

В крайне изношенных российских тепловых сетях теряется вся экономия от комбинированной выработки тепла и электроэнергии на ТЭЦ. На российских ТЭЦ в наиболее экономичном теплофикационном режиме вырабатывается более 70% общей выработки тепла.

Несомненно, преимущества комбинированной выработки тепла и электроэнергии приведут вновь к возрождению разрушенной системы теплоснабжения. К сожалению, за последние годы вследствие кризиса в теплоснабжении тепловые сети страны, ее кровеносная система, были почти полностью разрегулированы. Сокращение финансирования в сфере тепловых сетей привело к уменьшению объемов перекладок трубопроводов.

Производственные мощности

Общая примерная мощность имеющихся производств составляет около 10 тыс. км в год как магистральных, так и разводящих тру-



бопроводов (от 57 мм и ниже до 1200 мм). Однако из-за недостатка в финансировании строительства и ремонта тепловых сетей мощность предприятий используется в среднем на 30–60 % (с сезонными колебаниями, достигающими 5–7 раз). Начиная с 2000 г., периода массового перехода на применение труб в пенополиуретановой (ППУ) изоляции, в среднем производится по 2–3 тыс. км труб ППУ для тепловых сетей отопления и горячего водоснабжения. Это примерно в 10 раз меньше потребностей, учитывая ветхость и запущенность систем теплоснабжения в стране.

Количество компаний, производящих предизолированные трубы в ППУ изоляции, в регионах страны динамично увеличивается. Причина – готовность нормативной базы, отвечающей современным европейским нормам по отношению к применению аналогичной трубной теплоизолированной продукции, комплексное создание в стране производителей оборудования, налаженное изготовление или импорт сырья и материалов. Работающие сегодня предприятия оснащены различным по качеству оборудованием, и степень подготовки их персонала также существенно отличается. Однако уже сегодня можно говорить о создании в России новой передовой подотрасли промышленности. На конец 2010 г. в 35 регионах страны работало более 70 предприятий, производящих трубы в ППУ изоляции.

Статистика производителей по регионам следующая:

- в Центральном округе – около 35 предприятий (в Москве и Московской области – 25);
- в Северо-Западном регионе – 8 предприятий;
- в Поволжском, Уральском и Сибирском округах – по 9 предприятий (27);
- в Южном ФО – 5 предприятий.

Нормативная база

Для обеспечения массового и качественного применения трубопроводов в ППУ изоляции в 1999 г. была создана Ассоциация производителей и потребителей трубопроводов с промышленной полимерной изоляцией, при активном участии которой был разработан основательный пакет нормативной документации. Для работы над его созданием привлекались многие ведущие отечественные специалисты и институты. За время действия Ассоциации были разработаны и приняты следующие нормативные документы:

- Межгосударственный стандарт ГОСТ 30732-2001 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке»;
- РД 10-400-01 «Нормы расчета прочности трубопроводов тепловых сетей»;
- СП 41-105-2002 «Проектирование и строительство тепловых сетей бесканальной прокладки из стальных труб с промышленной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке»;
- компьютерные программы «СТАРТ»;
- СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети»;
- СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»;
- СТ 4937-001-18929664-04 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана со стальным защитным покрытием»;
- СП 41-107-2004 «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов горячего водоснабжения из труб ПЭ-С с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке»;
- Межгосударственный (национальный стандарт) ГОСТ 30732-2006 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой» взамен ГОСТ 30732-2001 и др.

Ассоциация постоянно участвует в актуализации действующих нормативно-технических документов.

Научное и проектное обеспечение осуществляется крупнейшими институтами – членами Ассоциации: ВНИПИЭнергопром, ВНИИСТ, НИИМосстрой, Мосинжпроект и другими организациями. Тесная координация осуществляется с Некоммерческим партнерством «Российское теплоснабжение», Российской ассоциацией «Коммунальная энергетика» и Национальным Союзом предприятий жилищно-коммунальной отрасли (членами нашей Ассоциации). Поддержку в обеспечении сырьем – компонентами ППУ оказываются ООО «Дау Изолан», ЗАО «Баеьер», ООО «Эластокам» и иностранные члены Ассоциации – фирмы Huntsman polyurethanes, BASF Polyurethanes GmbH.

Помимо этого, Ассоциация объединяет производителей оборудования для производства теплоизолированных ППУ трубопроводов и некоторые специализированные институты. Это позволяет комплексно рас-

смагивать актуальные вопросы современной тепловой изоляции труб ППУ, обмениваясь опытом и учитывая недостатки и проблемы в процессе развития данной отрасли.

Передовой опыт

Безусловным лидером в процессе модернизации тепловых сетей с применением труб ППУ является Москва. В Москве и Московской области сосредоточено примерно треть производственных мощностей данного способа теплоизоляции трубопроводов.

ОАО «Московская теплосетевая компания» (ОАО «МТК») – крупнейшее теплоснабжающее предприятие, обеспечивающее централизованное теплоснабжение Москвы от 16-ти ТЭЦ 15 858 с суммарной присоединенной нагрузкой 34,123 тыс. Гкал/час. Протяженность сетей в двух трубном исчислении, находящихся на балансе на 01.01.2010 г., составила 2408,94 км а в том числе водяных – 2385,014 км и паровых – 23,929 км. Средний диаметр трубопроводов – 566 мм. При этом протяженность трубопроводов диаметром 400 мм и более составляет 1676,7 км, в том числе 1000 мм – 159,934 км, 1200 мм – 193,405 км и 1400 мм – 87,004 км. Основной тип прокладки трубопроводов – подземная, которая составляет более 88% общей протяженности тепловых сетей.

Одной из самых актуальных является задача по снижению технологического расхода тепловой энергии (тепловых потерь), в том числе с теплоносителем (сетевой водой). Количество теряемой тепловой энергии зависит в первую очередь от разности температур

теплоносителя и окружающей среды, термического сопротивления тепловой изоляции (сочетание ее толщины и теплопроводности), диаметра трубопроводов.

ОАО «Московская теплосетевая компания» проводят работы, направленные на улучшение состояния тепловой изоляции трубопроводов, в том числе с применением хорошо зарекомендовавших себя предизолированных трубопроводов с изоляцией из пенополиуретана (ППУ). К 1 января 2010 г. Обществом проложено 304,039 п. км трубопроводов в ППУ изоляции. Динамика роста отражена на диаграмме (рис. 1).

ОАО «Московская объединенная энергетическая компания» (ОАО «МОЭК») успешно реализует «Программу энергосбережения» (табл. 1) и проложило за 2005-2006 гг. 125 км тепловых сетей из стальных труб в ППУ изоляции и 470 км теплосетей с применением гибкой трубы из СПЭ в ППУ. В 2007 г. произведена реконструкция 68 км сетей стальными трубопроводами и 191 км – гибкими трубами из СПЭ в ППУ изоляции. В 2008 г. было внедрено 566,308 км новых труб в ППУ изоляции. При этом внедрено 450 км трубопроводов из полимерных материалов и почти 116 км стальных труб в пенополиуретановой теплоизоляции, в том числе 9,6 км магистральных трубопроводов в пенополиуретановой изоляции диаметром больше 250 мм. В отопительный сезон 2008–2009 гг. (период с 1 октября по 1 марта) количество повреждений на тепловых сетях ОАО «МОЭК» снизилось по сравнению с таким же периодом отопительного сезона 2007–2008 гг. более чем на 20%.

В 2009 г. переложено 239,2 км тепловых сетей с использованием современных технологий, из них 156,3 км сетей в СПЭ в ППУ изоляции, 74,2 км сетей в ППУ изоляции. Годовая экономия ресурсов от внедрения составила 60200 Гкал. Общее количество тепловых сетей, переложенных с использованием новых технологий, составляет 37 % общего количества тепловых сетей, эксплуатируемых ОАО «МОЭК», то есть 3877 км при общем количестве тепловых сетей 10479,742 км.

ОАО «Мытищинская теплосеть» обеспечивает тепловой энергией 180-тысячное население Мытищинского района Московской области. В настоящее время ОАО «Мытищинская теплосеть» эксплуатирует 130 км тепло-трасс централизованного теплоснабжения, 65% которых составляют трубы в ППУ изоляции. ОАО «Мытищинская теплосеть» давно

Рис. 1.
При обследовании тепловых сетей ООО Предприятие «Теплосеть-Сервис» показало, что за последние 10 лет количество повреждений тепловых сетей в Москве резко сократилось.

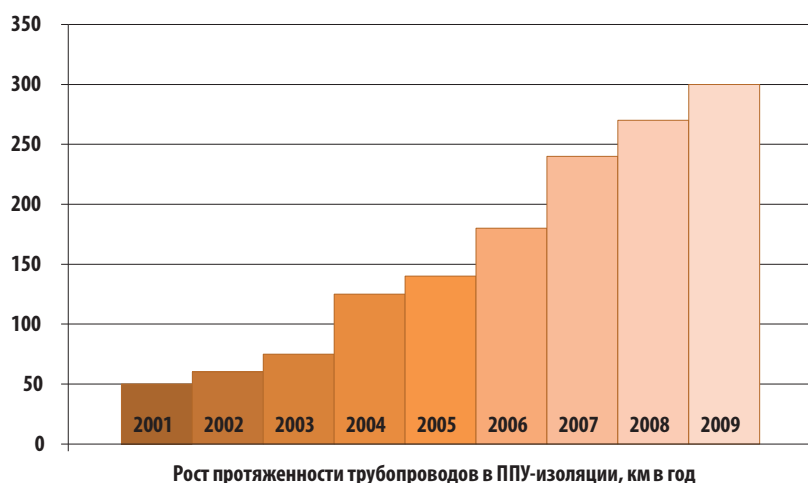


Табл. 1.

Реализация Программы энергосбережения ОАО «МОЭК» в 2009 г.

Наименование мероприятия	Объем выпол- ненных работ	Единовременн ые затраты, млн руб.	Экономия ресурсов в рас- чете на год, натуральные показатели
Тепловые сети	239,2	2 966,0	60 200,0 Гкал
Реконструкция тепловых сетей с использованием труб из СПЭ, км	156,3	1 174,5	44 800,0 Гкал
Реконструкция тепловых сетей с использованием труб в ППУ- изоляции, км	74,2	995,4	13 200,0 Гкал
Реконструкция магистральных тепловых сетей с использованием труб в ППУ-изоляции (Ду > 250 мм), км	8,6	796,2	2 200,0 Гкал

опровергло устоявшееся мнение об отрасли ЖКХ как отстающей в техническом плане. Модернизация системы централизованного теплоснабжения, проведенная в Мытищах, включает широкое применение трубопроводов в ППУ изоляции и внедрение системы оперативно-диспетчерского контроля. Это позволяет увеличить срок службы теплопроводов, повысить надежность и энергоэффективность теплоснабжения.

Развитие технологии

Технология ППУ изоляции трубопроводов модернизируется. Сегодня отечественные предприятия производят не только стальные трубы с тепловой изоляцией пенополиуретаном, но и полимерные трубы, поставляемые в бухтах. Так, для сетей горячего водоснабжения и тепловых сетей с рабочей температурой до 95°C и давления 1,0 МПа (10 атм.), прокладываемых бесканальным способом, широко применяются гибкие теплоизолированные пенополиуретаном теплостойкие полимерные трубы из сшитого полиэтилена (РЕХ-А). Срок службы данных трубопроводов превышает 50 лет. Длина таких теплоизолированных труб в бухте может достигать при диаметре 40 мм – 250 м, а при диаметре 160 мм – 70 м.

Для эксплуатации тех же трубопроводов при температуре до 135°C и давлении до 16 атм. применяются гибкие гофрированные нержавеющие стальные трубы диаметром до 127 мм. К преимуществам гибких трубопроводов в ППУ изоляции относится малое количество фасонных изделий, к требуются для прокладки теплотрассы и ускорения монтажа труб. Резко снижается применение неподвижных опор, стыковых соединений, отводов и компенсаторов. Область применения гибких труб ППУ – внутриквартальные разводящие

сети, протяженность которых значительно превосходит протяженность первичных магистральных сетей.

Преимущества предизолированных ППУ трубопроводов

Применение современной теплоизоляции на трубопроводах различного назначения, внедрение энергосберегающих технологий на теплопроводах – это актуальная экономическая задача развития экономики нашей страны на ближайшие десятилетия. Основными причинами этого являются протяженность трубопроводных систем в нашей стране (Россия располагает самой протяженной в мире системой различных трубопроводов), жесткий холодный климат и изношенность значительной части теплоизоляции эксплуатируемых трубопроводов. Именно данные причины делают особенно актуальными вопросы применения на трубопроводах современных теплоизоляционных материалов, запорной арматуры, технологий транспортировки теплоносителей по трубопроводным системам. Частным случаем применения энергосберегающих технологий на теплопроводах является использование в качестве теплоизоляционного материала пенополиуретана.

Основные преимущества очевидны. Применение теплосетей с ППУ изоляцией позволяет:

- увеличить срок службы теплотрасс до 30–40 лет;
- снизить тепловые потери при транспортировке до 2%;
- существенно сократить расход топлива и электроэнергии: при диаметре труб 1020 мм – 0,106% на 1 км сетей; при диаметре труб 530 мм – 0,217% на 1 км сетей; при диаметре труб 219 мм – 0,08% на 1 км сетей;

■ Тепловые сети с ППУ изоляцией – это надежность, долговечность, сокращение до минимума затрат ручного труда при строительстве и монтаже, а также значительное снижение эксплуатационных расходов после запуска теплосети в действие.

- обеспечить падение температуры соответственно: при 1020 мм – 0,05 °С/км; при 530 мм – 0,12 °С/км; при 219 мм – 0,46 °С/км;
- снизить капитальные затраты на 15–20%;
- снизить эксплуатационные затраты в 9 раз;
- снизить ремонтные затраты в 3 раза;
- уменьшить время прокладки тепло-трассы в 3–4 раза;
- исключить аварийность теплотрасс, благодаря обязательной установке системы оперативного дистанционного контроля за увлажнением тепловой изоляции (СОДК).

Потери тепла в трубах данной конструкции минимальны. Трубы в ППУ изоляции практически не подвержены действию блуждающих токов, значит, и внешней коррозии. Сама конструкция «труба в трубе» позволяет полностью исключить наружную коррозию трубопровода.

В отличие от устаревших способов прокладки теплотрасс, технология применения трубопроводов в ППУ изоляции позволяет существенно снизить затраты, повысить качество и срок службы коммунальных трубопроводных систем, с чем сегодня вынуждены согласиться большинство специалистов, в том числе и оппонировующих широкому внедрению данной технологии на практике. Основная

причина этому чаще всего кроется в низком качестве конкретной теплоизолированной трубной продукции, выпускаемой малыми предприятиями, нарушающими требования ГОСТ 30732-2006 (что было достаточно частым явлением в первые годы освоения данной технологии), а также откровенно низким качеством стальных труб для потребностей сферы ЖКХ, то есть применение труб, бывших в употреблении.

В числе очевидных проблем в первые годы внедрения данной технологии можно назвать также следующие:

- достаточно часто не монтировалась система ОДК;
- стыки при бесканальной прокладке изолировались скорлупами и термолентой вместо заливки пенополиуретана и применения термоусадочных муфт;
- применялись компоненты ППУ низкого качества или в неправильной дозировке, что отразилось на низкой теплостойкости полимерного теплоизолятора ППУ, не выдерживающего рабочую температуру в 130 °С (требование ГОСТ 30732) и ряд других проблем.

Однако, несмотря на имеющиеся проблемы, следует подчеркнуть, что в целом качество ППУ изолированной трубной продукции ежегодно растет. Действующие производства оснащаются новым более эффективным оборудованием. Развивается внутренний рынок

Табл. 2.
Сравнительные характеристики ППУ и ППМ изоляции трубопроводов.

Сравнение	ППУ	ППМ
Плотность [kg/m ³], мин. 60 kg/m ³ по DIN EN 253 (Год 2006)	80	260
Теплопроводность [mW/(m*K)], внутри, Tm 23 °C	20,5	34,7
Теплопроводность [mW/(m*K)], снаружи, Tm 23 °C	25,0	54,7
Специфическая масса [kg/m], при DN150/PN40, готовая труба	23,2	27,8
Наполнитель	нет	41,3 %
Прочность на жатие [MPa или N/mm ²], мин. 0,3 MPa по DIN EN 253	0,46	1,40
Плотность, в общем	низко (соблюдает норму)	высоко (соблюдает норму)
Защита	ПЭ оболочка	нет
Долговечность	Больше чем 30 лет, при 120°C, по DIN EN 253	Нет данных по DIN EN 253
Сопротивление против:		
Воды	есть	нет
UV-Лучей	есть	нет
Коррозия	есть	нет
Диффузия газов	замедленно	ускоренно

Табл. 3.
Результаты расчетов по типам изоляции для труб DN 150.

Сравнение	ППУ	ППМ	Минеральная вата
Потеря температуры при 1,0 м/сек ($71,75 \text{ м}^3/\text{ч}$)	0,75 °C	1,05 °C	1,03 °C
Потери тепла на 2000 п.м	61 кВт	85 кВт	82 кВт
Потеря тепловой мощности за 8000 ч/г	487 МВт.ч	682 МВт.ч	657 МВт.ч
Стоимость топлива (легкий мазут) за 8000 ч/г	23 т€	32 т€	31 т€
Выбросы CO ₂ за 8000 ч/г	9,9 т	13,8 т	13,3 т
Температура воды после охлаждения за 50 ч	50,8 °C	40,2 °C	40,9 °C

сырья и материалов для производства предизолированных трубопроводов. Растет уровень профессионального мастерства как производителей, так и строительно-монтажных предприятий отрасли. Уровень наружной коррозии, что в былые времена было постоянной и, по сути, не решаемой проблемой, в последние годы стал заметно снижаться именно благодаря надежности конструкции трубы ППУ.

Последнее время в некоторых регионах России находит себе применение пенополимерминеральная изоляция (ППМИ). Данный тип изоляции разрешен к применению СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети». ППМИ труба для тепловых сетей состоит из пенополиуретана, наполненного измельченными минералами, содержащими в основном SiO₂ и производится на ряде предприятий только в Российской Федерации.

Трубы выпускаются по ТУ, а не по ГОСТ. Тепловая изоляция не имеет защитного покрытия в виде полиэтиленовой оболочки и системы оперативного дистанционного контроля (СОДК) состояния изоляции. Разработчиками и производителями таких труб декларируется их полная неуязвимость против какой-либо коррозии, несмотря на то, что изоляция паропроницаема. В результате проведенных Ассоциацией разработчиков и производителей средств противокоррозионной защиты для топливно-энергетического комплекса (ЗАО «Ассоциация» КАРТЭК») исследований эти утверждения совершенно не подтвердились. На основе проведенных исследований был сделан следующий вывод, что ППМИ не защищает стальную трубу от электрохимической коррозии и не препятствует воздействию блуждающих токов. Вот почему применять ее в тепловых сетях следует с большой осторожностью, особенно при бесканальной прокладке.

Исходя из материалов X-й Всероссийской конференции «Тепло России», которая прошла 8-10 декабря 2010 г. в г. Санкт-Петербурге, компанией BASF Polyurethanes GmbH были представлены сравнительные характеристики ППУ и ППМ изоляции трубопроводов (табл. 2).

В табл. 3 приведены результаты расчетов по типам изоляции для труб DN 150, теплоноситель – вода, топливо – легкий мазут.

В связи с тем, что теплоизоляционные свойства ППУ лучше по сравнению с ППМИ, возможна экономия тепловой энергии для отопления на 28%, уменьшение выбросов CO₂ – на 28%, сокращение расхода топлива – на 29%. Таким образом, применяя ППУ изоляцию трубопроводов согласно ГОСТ 30732-2006, поставщики тепловой энергии могут снизить потерю теплоты или использовать трубы меньшего диаметра.

Разница потери тепла в системах ППУ и ППМИ при 8000 часах непрерывной эксплуатации при длине трубы (DN 150) 2000 п.м – около 195 МВт.ч. Ежегодное потребление отопления средней европейской семьи в составе 4-х человек, владеющей жилой площадью 100 м², – около 27,5 МВт.ч в год. Таким образом, было бы можно отапливать целый год 7 таких домохозяйств. Рассмотрение результатов по методу охлаждения позволяет сделать следующие выводы: остывание теплоносителя в трубах с ППУ изоляцией происходит примерно на 20% медленнее, чем в трубах с ППМ изоляцией. Риск промерзания трубы центрального отопления ощутимо снижается. Это также сводит к минимуму риск полного провала теплоснабжения населенных пунктов в очень холодные и долгие зимы в России. □