Содержание

Введение

1. Оценка состояния теплосетей

2. Полимерные трубы

3. Металлополимерные трубы

4. Трубы, для каждого случая свой полимер

5. Новые теплосети - полимерные трубы

6. Теплопроводы из полипропиленовых труб с заводской теплогидроизоляцией

Заключение

Список использованной литературы

Введение

Низкая энергоэффективность российского ЖКХ оборачивается огромными экономическими потерями. По результатам аудита коммунальных служб, до 40% средств, уходящих на ЖКХ, тратится нерационально. Состояние коммунальной инфраструктуры налицо: высокий износ, высокая аварийность, низкий КПД мощностей с большими потерями энергоносителей. Реальность требует комплексной модернизации, новых форм и методов организации энергетических процессов в сфере ЖКХ.

Торможение вызывают причины технологического и организационно-правового характера. Степень изношенности энергетической инфраструктуры ЖКХ, по различным оценкам, 60-70%, особенно высокий рост технологических потерь в централизованных сетях. Подразделения ЖКХ не замотивированы на технологическую модернизацию ввиду неопределенности субъекта управления жилищным фондом. Отсутствие рыночного подхода в управлении ЖКХ лишает "модернизационного" стимула ученых, разработчиков, энергетиков, производственников. Хотя потребность в новых технологиях в ЖКХ гораздо выше, чем в других отраслях, это один из наиболее перспективных и емких рынков.

В части внутренних инженерных коммуникаций модернизация реально сводится к восстановлению изрядно изношенных существующих сетей либо полной замене на более современные, долговечные и технологичные. Первое менее капиталоемко, но в конечном итоге замена одних стальных труб на другие, в сущности, не изменит сроки службы трубопровода. От практики "латания дыр" надо переходить к комплексным и перспективным технологическим решениям.

Модернизация инженерных коммуникаций подразумевает установку полипропиленовых, металлопластиковых трубопроводов и современной арматуры, модернизацию канализационной системы, замену радиаторов (к примеру, чугунных радиаторов-универсалов на современные алюминиевые модели с более высокой теплоотдачей), установку приборов учета.

1. Оценка состояния теплосетей

Большинство объектов теплоэнергетики и транспортировки тепловой энергии введено в эксплуатацию 20-30 лет назад и за это время претерпело физическое и моральное старение.

Основным проявлением физического старения трубопроводов является коррозия металлов, которая и приводит к разрывам, протечкам и частым ремонтам. Для снижения скорости коррозии целесообразно для прокачки через трубопроводы использовать только воду, прошедшую химичекую водоподготовку. Кроме этого, для снижения аварийности необходимо использовать системы диагностики состояния трубопроводов и установки для проведения проверочных испытаний. Также на физическое состояние теплотрасс влияет точность соблюдения технологии при монтаже и ремонте.

Необходимо особо отметить, что быстрое старение трубопроводов вызвано разрушением применяемых теплоизоляционных материалов. Именно вследствие слабой устойчивости тепловой изоляции трубопроводов к проникающей снаружи влаге, интенсивно протекает наружная коррозия и разрушение труб. В конструкции старых теплотрасс ранее в качестве тепловой изоляции применялась прокладка из минеральной ваты. Со временем этот вид изоляцииоседал, осыпался и терял свои теплофизические свойства. Однако главной бедой при этом было то, что теплоизоляция из минеральной ваты очень сильно конденсировала влагу из воздуха и тем самым способствовала наружной коррозии металлических труб. Наличие влажной теплоизоляции приводит не только к сильной коррозии, но и к повышению тепловых потерь.

Современные трубопроводы имеют теплоизоляцию последнего поколения из вспененного полиуретана. Она характеризуется герметичностью, влагостойкостью, низкими показателями тепловых потерь, которые в 3-4 раза ниже существующих, а срок ее эксплуатации достигает 50 лет. Трубы с такой теплоизоляцией могут использоваться при наземном и подземном способах прокладки, причем в последнем случае не требуется строительство специальных бетонных каналов. На трубах с пенополиуретановой изоляцией могут быть установлены специальные датчики влажности, которые будут позволять выявлять места негерметичных стыков, что позволяет без отключения теплотрасс и перекапывания значительных площадей проводить ремонтные работы.

К сожалению следует отметить, что скорость объективного старения теплосетей часто опережает скорость замены аварийных участков. Притом, что такое отставание накапливалось долгое время. А замена аварийных участков трубопроводов зачастую происходит на трубы устаревшего типа с невысоким сроком эксплуатации. В развитых в экономическом плане странах нашли широкое применение трубы с качественным покрытием внутренней и внешней поверхностей. При этом доля металлических труб при прокладке новых теплотрасс и ремонте старых в этих странах уменьшается на 5-8% в год, а доля пластиковых труб с большим сроком службы, 30-40 лет, соответственно, увеличивается. В России для систем тепло- и водоснабжения в основном применяются стальные трубы и трубы из серого чугуна без внутреннего покрытия. Доля труб с внутренним покрытием и из пластика не превышает 2%. Ассортимент используемых труб и предопределяет невысокий срок службы трубопроводов, который по нормативам должен составлять 10-15 лет, а реально значительно ниже. Вот это и приводит к высокому износу и высокой аварийности. По мнению специалистов, для того чтобы правильно оценить состояние теплотрасс и других объектов теплообеспечения необходимо провести объективную инвентаризацию всех объектов. Может быть, для оценки их состояния целесообразно использовать не экономическую величину амортизационного износа, что способствует лишь распространению паники, а взять за основу исключительно уровень технического состояния трубопроводов. Ведь практика показывает, что некоторые участки теплотрасс со сроком эксплуатации около 20 лет находятся в достаточно рабочем состоянии, а некоторые участки с износом 30% требуют скорейшей замены. Состояние отдельных участков трубопроводов предлагается оценивать в баллах, учитывая материалы труб и теплоизоляции, их состояние, срок службы и условия эксплуатации. Но никакая инвентаризация не в состоянии заменить планомерный контроль и постоянную диагностику состояния трубопроводов, с использованием современного оборудования, которое позволяет выявлять дефектные участки трубопроводов до наступления аварийных ситуаций.

2. Полимерные трубы

Первые полимерные трубы в строительстве появились в середине ХХ века. Сегодня промышленность предлагает уже широкий выбор полимерных труб. При правильном монтаже их долговечность достаточно высока. По сей день эксплуатируются трубопроводы из полимерных труб, смонтированные в 50-е годы.

Полимерные трубы заслуженно завоевали популярность у строителей благодаря многим положительным свойствам:

· они не подвержены коррозии;

· санитарно-гигиенические показатели полимерных труб выше, чем у стальных;

· пропускная способность полимерных труб за счет гладкости стенок и отсутствия обрастания значительно выше, чем у стальных и чугунных при равном диаметре.

· Полимерные трубы поступают на стройку в виде бухт и легко нарезаются на требуемые размеры. Соединение труб осуществляется низкотемпературной сваркой, склейкой или при помощи специальных муфт. Вес полимерных труб в 5-7 раз ниже, чем стальных при равном внутреннем диаметре.

К недостаткам полимерных труб следует отнести зависимость их прочности (предельного рабочего давления) и долговечности от температуры, а также невысокие предельные рабочие температуры (как правило, не выше 95oС). Кроме того, у полимеров высокий температурный коэффициент линейного расширения (~ в 10 раз выше, чем у металлов). Полимерные трубы горючи (к трудносгораемым относится только поливинилхлорид - ПВХ).

Для изготовления полимерных труб в настоящее время в основном используют сшитый полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид и хлорированный поливинилхлорид.

Сшитый полиэтилен (РЕ-Х) получают из обычного полиэтилена высокой плотности (РЕНD) путем сшивки его линейных молекул с помощью пероксидов (РЕ-Ха), органсилоксанов (РЕ-Хb) или ионизирующего излучения (РЕ-Хс). Сшитый полиэтилен в отличие от типичных термопластов - полипропилена и поливинилхлорида - при нагреве не течет, а ведет себя как термоэластичный материал.

Сшитый полиэтилен, сохранив все преимущества обычного полиэтилена, приобрел существенно большую прочность и теплостойкость: верхний предел рабочей температуры, при которой РЕ-Х способен длительно работать, - +95oС.

Трубы из сшитого полиэтилена выпускают на различные номинальные давления РN - от 8 до 25 кгс/см 2 (бар) и наружным диаметром от 10 до 110 мм. Масса одного погонного метра трубы диаметром 20 мм составляет 0,10-0,15 кг в зависимости от номинального давления.

Для полимерных труб срок службы зависит от рабочего давления и температуры эксплуатации. Например, для труб типа РN 12,5 (12,5 - номинальное давление в кгс/см 2 ) из сшитого полиэтилена фирма "Бир Пекс" дает такую зависимость.

У сшитого полиэтилена стойкость к УФ-излучению выше, чем у обычного. Трубы из РЕ-Х целесообразно использовать для горячего и холодного водоснабжения, центрального отопления и напольных отопительных систем.

Трубы из сшитого полиэтилена составляют более половины от общего выпуска полимерных труб. В России такие трубы производятся фирмой "Бир Пекс" в г. Саратове. Производительность предприятия - до 7 тыс. км труб в год.

Полипропилен (РР, ПП) по использованию в производстве труб занимает второе место вслед за сшитым полиэтиленом. Однако он менее теплостоек, чем сшитый полиэтилен, поэтому не рекомендуется к использованию в системах отопления и горячего водоснабжения (свойства полипропилена приведены в табл.). Недостатком полипропиленовых труб является недолговечность соединительного узла подключения к металлическим трубам. Значительная разница ТКЛР полипропилена и металлов со временем приводит к нарушению герметичности стыка. Кроме того, в отличие от полиэтиленовых труб, которые поставляются в бухтах, полипропиленовые выпускаются только в виде мерных отрезков до 4 м длиной, что менее удобно при транспортировке и требует большого количества соединительных элементов при монтаже. Поливинилхлорид (РVС, ПВХ) - очень широко используемый в строительстве полимер, в производстве труб идет вслед за полиэтиленом и полипропиленом. Обычно он используется в непластифицированном виде (жесткий ПВХ - "винипласт"). Недостаток винипластовых труб - низкая теплостойкость (до 75oС). С целью повышения теплостойкости его модифицируют дополнительным хлорированием (СРVС), доводя содержание хлора до 60-65% с обычного - 57%. Высокое содержание хлора в ПВХ вызывает настороженность экологов и ограничивает применение РVС и СРVС труб для водоснабжения. Положительным свойством поливинилхлорида является его пониженная горючесть и повышенная химическая стойкость по сравнению с другими полимерами. Он также менее чувствителен к УФ-излучению. Поэтому основные области применения ПВХ-труб - это водосточные системы, канализация и т.п. Перспективные термопласты для производства труб - полибутен и поливинилиденфторид. Полибутен - аналогичен по свойствам полипропилену марки "Рандом", но в отличие от него более гибок. Он перспективен для устройства систем "теплый пол". Поливинилиденфторид (ПВДФ) стал применяться для изготовления труб более 15 лет назад. Этот полимер отличается высокой химической стойкостью. Диапазон рабочих температур у труб из ПВДФ очень широк от -40 до +140oС (причем при 140oС допускается рабочее давление до 4 кг/см 2 ). Трубы из ПВДФ стойки к воздействию УФ-излучения, поэтому системы из них можно прокладывать под открытым небом.

3. Металлополимерные трубы

Наше время - период увлечения композиционными материалами - стеклопластиком, углепластиком и т.п. Металлополимерные трубы относятся к числу таких композитов. Они представляют собой многослойную конструкцию, состоящую из тонкой алюминиевой трубы (толщиной 0,5-2 мм), снаружи и изнутри покрытой сшитым полиэтиленом (РЕ-Х). Полиэтилен зафиксирован на алюминиевой подложке клеем. Такая слоистая конструкция трубы обеспечивает ее надежность и долговечность (50 лет и более); при этом каждый элемент выполняет определенную функцию.

Алюминиевый сердечник:

· гарантирует защиту от диффузии кислорода через стенку трубы;

· обеспечивает малый ТКЛР - 0,024…0,026 мм/м x К;

· гарантирует длительную прочность при повышенных температурах.

Слои из сшитого полиэтилена:

· обеспечивают гладкость внутренней поверхности трубы и защищают ее от обрастания;

· предохраняют алюминиевый сердечник от образования гальванических пар с латунными и стальными элементами сети;

· снижают теплопроводность трубы, например, предохраняя ее от запотевания;

· обеспечивают декоративность и чистоту наружной поверхности трубы.

Металлополимерные трубы выпускаются с наружным диаметром от 16 до 63 мм. Они поставляются свернутыми в бухты длиной от 200 до 50 м. Металлополимерные трубы легко гнутся даже руками, режутся и стыкуются с помощью набора специальных соединительных и фитинговых деталей. Вес металлополимерных труб мал. В зависимости от диаметра он составляет от 0,1 до 0,3 кг/п.м. Интервал рабочих температур от -40 до +95oС.

Недостатком этого вида труб по сравнению с полимерными является чувствительность к замораживанию в заполненном водой состоянии.

Свойства труб из разных материалов

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Свойства | Сталь | Медь | Сшитый полиэтилен (РЕ-Х)  | ПВХ (PVC)  | ХПВХ (CPVC)  | ПП (РР)  |
|  |  |  | фирма PEHAU | фирма BYR PEX |  |  |  |
| Плотность, г/см3 | 7,85 | 8.92 | 0,93 | 0,95 | 1,4 | 1,5-1,6 | 0,93 |
| ТКЛР, мм/м x K  | 0,012 | 0.017 | 0,14 | 0,12 | 0,06 | 0,062 | 0,12 |
| Удлинение при разрыве, % | --- | --- | до 500 | до 200 | 5...10 | --- | 800 |
| Модуль упругости, МПа | 2x105 | --- | 550 | 800 | до 4000 | до 3000 | 900 |
| Теплопроводность, Вт/м | 74 | 394 | 0,41 | 0,40 | 0,13-0,15 | 0,16 | 0,15- 0,2 |
| Шероховатость, Кш, 10-6м | 200 | 1.5...2 | --- | --- | 2...8 | --- | --- |
| Рабочая температура, 0 C/ рабочее давление, МПа  | --- | --- | 95/0,85 | 95/0,85 | --- | 93-0,47 | 75/ 0,6 |

4. Трубы, для каждого случая свой полимер

коррозия трубопровод теплогидроизоляция полипропиленовый

Плюсы - малый вес при достаточно высокой прочности, высокая коррозионная устойчивость, гладкость поверхности и, соответственно, высокая пропускная способность, низкая теплопроводность, отсутствие обрастания стенок, удобство монтажа сетей, эстетические качества.

Минусы - зависимость прочности трубы от давления и в особенности от температуры транспортируемой жидкости, низкий максимум рабочих температур (не выше 100°С), высокий коэффициент теплового расширения (примерно в 10 раз выше, чем у стали), быстрое старение под воздействием прямых солнечных лучей, высокий коэффициент диффузии кислорода через стенку трубы.

При оценке преимуществ и недостатков различных полимерных труб необходимо учитывать следующее:

· для производства труб используется целый ряд полимеров с различными свойствами;

· современные технологии производства полимерных труб используют различные методы, нивелирующие недостатки полимеров;

· оптимальные результаты от использования полимерных труб могут быть получены при правильном выборе типа трубы применительно к заданным условиям эксплуатации.

Серьезность роли полимерных труб в общем балансе труб Европы и США была нами показана в предыдущем номере журнала "Стройпрофиль". В России полимерные трубы пока по абсолютному объему применения занимают далеко не лидирующее положение, но перспективность их применения уже нашла отражение в нормативных документах. Так, в СНиП 2.04.01-85 "Внутренний водопровод и канализация зданий" внесено изменение 2 в п. 10.1, рекомендующее применять для внутренних сетей холодного и горячего водоснабжения полимерные трубы и фасонные изделия из полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида, полибутилена и металлополимерные композиционные трубы.

Многообразие типов полимерных труб и большое число фирм, выпускающих такие трубы, должно рождать неизбежную конкуренцию. В какой-то мере это так, но при детальном изучении ситуации можно заметить, что каждому типу труб соответствует своя область их рационального применения.

Начнем со сравнительного анализа свойств полимеров и труб, получаемых из них. Первыми для изготовления труб были использованы главнейшие термопласты: полиэтилен (РЕ) и поливинилхлорид (PVC).

В зависимости от режима синтеза полиэтилен получают: высокой плотности (РЕНD) - синтез при низком давлении с катализаторами - и низкой плотности (РЕLD). Полиэтилен высокой плотности имеет более правильное строение молекул и большую степень кристалличности и, соответственно, большую прочность и теплостойкость. Именно РЕНD рационально использовать для производства труб.

Полиэтилен сохраняет пластичность при отрицательных температурах (до -70°С) и достаточно высокую прочность (до +60°С). При более высоких температурах прочность полиэтилена падает, и он переходит в пластично-вязкое состояние. Полиэтилен быстро стареет под действием прямых солнечных лучей. Поэтому при использовании полиэтиленовых труб в наружных открытых сетях их стабилизируют, наполняя полимер сажей. Полиэтиленовые трубы эластичные и при малом диаметре поставляются в бухтах.

Поливинилхлорид (PVC) более жесткий, химически- и свето- более стойкий полимер, чем полиэтилен, но теплостойкость его так же не высока.

Оптимальная область применения труб из полиэтилена и поливинилхлорида - локальные канализационные сети, работающие без давления. Главнейшие преимущества полимерных труб в этом случае - малый вес, гладкость стенок, коррозионная стойкость, простота монтажа. Такие трубы можно резать простой ножовкой: сети из них легко собираются вручную с помощью раструбов, муфт и фитингов, имеющих резиновые уплотняющие кольца. Сети из поливинилхлоридных труб можно собирать также с помощью клеев и сварки. Фирмы выпускают богатый ассортимент фитингов: уголков, тройников, переходников и т.п. Еще одна рациональная область применения поливинилхлоридных труб - водоотводящие системы с крыш.

Большей универсальностью, чем РЕ-трубы, отличаются полипропиленовые (РР) трубы. Говоря о полипропиленовых трубах, необходимо отметить, что на качество таких труб существенно влияет качество сырья. Лучшим сырьем для полипропиленовых труб служит сополимер полипропилен-рандом типа 3 (РРR 80).

Полипропиленовые (РР) трубы более жесткие, чем полиэтиленовые, и системы из них собираются при помощи фитингов: уголков, тройников и т. п. Системы из РР-труб неразъемные. Они монтируются методом диффузионной сварки. Для устройства тонких ответвлений от магистрали с большим диаметром имеются специальные фитинги. Для сочленения РР-труб с металлическими деталями (кранами, смесителями) изготовляют специальные фитинги с запрессованными в них латунными элементами.

Полипропиленовые трубы с успехом можно использовать для внутренних систем подачи холодной и горячей воды и для отопительных систем в индивидуальном коттеджном строительстве. В таких случаях долговечность систем достигает 50 лет.

В конце 60 - начале 70 гг. ХХ в. произошло одно из главнейших событий в технологии полимеров: появился поперечно сшитый полиэтилен - РЕХ. Сшивка линейных молекул полиэтилена повысила его теплостойкость и прочность, но при этом полимер потерял способность свариваться. Для сшивки используют полиэтилен высокой плотности (РЕНD); сшивка осуществляется несколькими методами с помощью ионизирующего излучения, перекисей и кремнийорганических веществ (силанольная сшивка).

Трубы РЕХ в европейских странах занимают первое место среди полимерных труб. Они могут эксплуатироваться при температуре до 95°С и при рабочем давлении до 2 МПа (20 атмосфер). При таких параметрах трубы РЕХ можно рекомендовать как для систем водоснабжения (холодного и горячего), так и для отопления в многоэтажных домах.

Монтаж систем из труб РЕХ осуществляется в разъемных и неразъемных вариантах. Разъемные соединения осуществляются с помощью латунных фитингов (муфт, угольников, ниппелей, тройников) с уплотняющими устройствами в виде накидных гаек, цанговых устройств и т. п. Неразъемные соединения осуществляются с помощью фитингов и обжимаемых муфт. Соединение герметизируется с помощью легких ручных обжимных прессов. Следует учитывать, что надежное и долговечное соединение можно обеспечить, используя только фитинги, специально рекомендуемые производителем труб. Трубы РЕХ в силу своей пластичности не удерживают форму и требуют крепления с помощью хомутов; они также могут замоноличиваться в конструкции (в этом случае допускается только неразъемное соединение труб). В случае использования труб РЕХ большой длины целесообразно заключать их в защитный кожух. В таком случае их термическое расширение может компенсироваться за счет деформаций трубы в кожухе. Для устройства теплых полов интерес представляют трубы из полибутилена (РВ). Полибутилен - эластичный материал и достаточно теплостойкий. РВ-трубы поставляются в бухтах и легко укладываются в конструкцию пола, принимая любую сложную конфигурацию.

Проблема высоких термических деформаций полимерных труб, а также возможность диффузии кислорода через стенку полимерной трубы породила новый вид труб - композиционные металлополимерные трубы. Существуют два вида металлополимерных труб. В одном случае алюминиевая труба находится в середине сечения трубы из РЕХ и все слои соединены клеевыми прослойками. В другом случае алюминиевая оболочка находится близко к наружной поверхности и ее защищает лишь тонкий слой полимера. Металлополимерные трубы имеют в пять раз более низкий коэффициент линейного расширения и хорошо защищают от диффузии кислорода. Кроме того, металлополимерные трубы хорошо гнутся и удерживают приданную им форму. Из таких труб хорошо монтируются сложные по конфигурации системы, всевозможные подводки, например к тепловым приборам. Металлополимерные трубы эффективны в открытой проводке, в особенности для подключения различных приборов (радиаторов, водонагревателей и т.п.). Еще один вариант защиты трубопровода от диффузии кислорода - покрытие поверхности трубы лаковой пленкой на основе поливинил-алкоголя. Недостатком такого решения является низкая сопротивляемость пленки царапанью и удару.

5. Новые теплосети - полимерные трубы

Перспективным для ЖКХ считается применение полимерно-пластиковых труб. По сравнению с традиционными металлическими, к преимуществам металлопластиковых труб (МПТ) относится их гибкость, низкий коэффициент температурных удлинений, способность сохранять форму при изгибе. Стойкость МПТ обеспечивает эксплуатацию систем без ремонта не менее 50 лет. Эти трубы не подвержены коррозии, химическим и электрохимическим воздействиям, не засоряются, в них не образуются отравляющие воду окиси, как в медных, или ржавая грязь, как в стальных (пусть даже из нержавейки). Низкая шероховатость внутренней поверхности - в 10 раз ниже, чем у медных (латунных) трубопроводов, и более чем в 20 раз ниже, чем у стальных, позволяет использовать МПТ меньших диаметров. Эта же особенность МПТ дает возможность применять насосы меньшей мощности и полностью отказаться от правила: сегодня запроектируем в три раза большее сечение трубопровода, чтобы через 10 лет, ввиду закоксовывания труб, осталось номинальное проходное сечение. МПТ не издают и не проводят шум, электробезопасны. Для их прокладки не нужны сварочные аппараты, трубогибы, муфты, уголки и т. д. Их не придется красить, и, что особенно важно, они остаются безупречны с точки зрения гигиены вне зависимости от срока службы.

Если говорить о цепочке ЖКХ в целом, то существуют и современные технологии, нацеленные на продление срока службы трубопроводов, в частности, связанные с контролем состояния трубопроводов. Это телескопия, телеметрия, безразрывное определение повреждений. Специальные приборы помогают сократить затраты на производство ремонтных работ. Как западные технологии, так и отечественные разработки применяются сегодня при санации трубопроводов на основе покрытия труб изнутри специальными материалами, которые позволяют увеличить срок эксплуатации.

6. Теплопроводы из полипропиленовых труб с заводской теплогидроизоляцией

Тепловые сети являются одним из самых ответственных и технически сложных элементов системы трубопроводов в городском хозяйстве и промышленности. Высокие рабочие температуры и давление теплоносителя (воды) определяют повышенные требования к надежности сетей теплоснабжения и безопасности их эксплуатации. Традиционные технологии и материалы, применяемые сегодня при строительстве и ремонте тепловых сетей, приводят к необходимости проведения капитального ремонта с полной заменой труб и теплоизоляции через каждые 10-15 лет, потерям до 25% транспортируемого тепла, а также требуют постоянного проведения профилактических работ, что связано с огромными затратами материалов, денежных средств и времени.

В настоящее время благодаря развитию энергосберегающих технологий сроки безаварийной эксплуатации сетей теплоснабжения могут достигать 30 лет и более. При этом отпадает необходимость в затратах на устройство каналов и проведение профилактических ремонтных работ, а потери тепла составляют не более 2-3%.

Чтобы добиться максимального результата в обеспечении долговечности, экономии средств и ресурсов, необходимо рассматривать весь комплекс технологических операций, связанных с доставкой тепла потребителю. Конечная стоимость тепла складывается из всего ряда затрат на строительство и содержание тепловых сетей. Благодаря применению современных технологий значительно сокращается стоимость эксплуатационных расходов на всех технологических этапах транспортировки тепла. При этом капитальные вложения оказываются на 10-15% ниже, чем при использовании традиционных технологий. Новые технологии и материалы - эффективное решение проблемы длительной и безаварийной эксплуатации тепловых сетей.

В последние годы в практике отечественного строительства все большее место занимают тепловые сети, выполненные из стальных труб в теплоизоляции из пенополиуретана и в гидрозащитной оболочке из полиэтилена или из оцинкованной стали. В этих случаях решается вопрос о защите наружной поверхности стальных труб от коррозии.

К сожалению, в большинстве случаев участки теплосети такой конструкции находятся в составе давно эксплуатируемых и достаточно изношенных трубопроводов, теряющих до 40% подготовленной воды. Подпитка же сырой или недостаточно подготовленной водой приводит к коррозии внутренней поверхности новых стальных труб и достаточно быстрому образованию в их стенках сквозных отверстий. В связи с этим более оптимальной является индустриально изготовленная конструкция теплопровода с применением труб из полимерных материалов, которые не подвержены коррозии и зарастанию внутренней поверхности различными отложениями. В частности, для систем горячего водоснабжения и отопления допустимо применение труб из статистического сополимера пропилена с этиленом (рандом сополимера - PPR), имеющих термоизоляционный слой из пенополиуретана (ППУ) и гидрозащитное покрытие (оболочку). При бесканальной прокладке таких труб в земле гидрозащитная оболочка выполняется из полиэтиленовой трубы, при канальной или открытой прокладке - из оцинкованной стали. Пространство между наружной поверхностью полипропиленовой трубы и внутренней поверхностью трубы гидрозащитной оболочки образуется за счет центраторов, установленных на полипропиленовых трубах. В межтрубное пространство в заводских условиях впрыскиваются два компонента А и Б (полиол и изоцианат), которые при смешении образуют пенополиуретан. Последний плотно охватывает полипропиленовую трубу и соединительные муфты, способствуя созданию "скрепленной" конструкции трубопровода. При оценке оптимальности проекта теплотрассы необходимо учитывать такие параметры, как: стоимость материалов и строительства теплотрассы, гарантийный срок службы, периодичность ремонтов, затраты на ремонт, потери тепла и др. Такая оценка в финансовом выражении позволяет минимизировать расходы по обеспечению теплом некоторой группы потребителей на длительный период (20-30 лет) и является наиболее правильной. Преимущество теплопроводов бесканальной прокладки по сравнению с традиционной канальной прокладкой для типовой внутриквартальной городской теплотрассы наглядно показано в табл. 1. Даже не переводя данные этой таблицы в денежный эквивалент, видно, что бесканальная теплосеть имеет явные преимущества.

Табл. 2. Сравнительные показатели канальной и бесканальной прокладок теплопроводов

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Значение показателя при прокладке |
|  | канальной | бесканальной |
| Срок службы (лет)  | 10-15  | не менее 30  |
| Сроки монтажа стен  | 15 | 6 |
| Потери тепла (%)  | до 25  | 2-3 |

Несмотря на явные преимущества бесканальной прокладки, предприятия, желающие построить теплосеть, часто оценивают проект только по величине первоначальных затрат, включающих стоимость проекта, материалов и строительных работ. Практика показывает, что величина этих затрат для бесканальной прокладки почти в 2 раза ниже по сравнению с канальной.

Повышение долговечности, качества и надежности трубопроводных систем в ППУ изоляции определяется конструкцией этих систем, допускающих применение специализированных технологических линий, обеспечивающих высокое качество и стабильность технологических режимов при устройстве тепло- и гидроизоляции в заводских условиях, а также более высокими потребительскими свойствами применяемых материалов. Надежная работа теплопровода гарантируется, если возникающие в нем напряжения не превышают допустимые значения. Для исключения возможности образования внутренней коррозии трубопроводов теплоснабжения освоено производство теплогидроизолированных в заводских условиях труб из полипропилена PPR (статистический сополимер пропилена с этиленом - рандом сополимера, тип 3).

Табл. 3. Зависимость срока службы трубопроводов из PPR-63 от температуры и давления транспортируемой среды (по данным СП 40-101-96)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| t 0С | Срок службы (лет) | Рабочее давление (МПа) для труб PN 20 |
| 20 | 10 | 2,71 |
|  | 25 | 2,64 |
|  | 50 | 2,59 |
| 75 | 5 | 1,07 |
|  | 10 | 0,93 |
|  | 25 | 0,75 |
| 80 | 5 | 0,87 |
|  | 10 | 0,79 |
|  | 15 | 0,73 |
| 85 | 5 | 0,79 |
|  | 10 | 0,61 |
| 90 | 5 | 0,66 |
| 95 | 5 | 0,54 |

Примечание. При транспортировании горячей воды используются трубы и детали с PN 20 и SDR 6

Табл. 4. Зависимость срока службы трубопроводов из PPR-80 от температуры транспортируемой воды (по данным DIN 8077:1997-12 Rohre aus Polypropylen PP H100, PP B80, PP R-80)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Температура, (0С) | Срок службы (лет) | Рабочее давление (бар) для труб серии S 2,5 с размерным соотношением SDR6 |
| 10 | 1 | 35 |
|  | 5 | 33,2 |
|  | 10 | 32,1 |
|  | 25 | 31,1 |
|  | 50 | 30,3 |
|  | 100 | 29,5 |
| 50 | 1 | 18,3 |
|  | 5 | 17 |
|  | 10 | 16,5 |
|  | 25 | 15,9 |
|  | 50 | 15,4 |
|  | 100 | 14,9 |
| 70 | 1 | 13 |
|  | 5 | 11,9 |
|  | 10 | 11,7 |
|  | 25 | 10,1 |
|  | 50 | 8,5 |
| 80 | 1 | 10,9 |
|  | 5 | 9,6 |
|  | 10 | 8 |
|  | 25 | 6,4 |
| 95 | 1 | 7,7 |
|  | 5 | 5 |

Примечание. Для трубопроводов, транспортирующих горячую воду, коэффициент запаса прочности принимается равным 1,5

Трубы изготавливаются из полипропилена марки RA 130E (Borealis), который согласно испытаниям фирмы Studsvik классифицирован как PPR-80, т. е. имеющий MRS (Minimum required strength, определенным согласно DIN EN IS0 12162), равное 8 H/кв. мм. Если в маркировке или сопроводительной документации не подтверждена сертификация полипропилена как PPR-80, то считается, что эти трубы или детали изготовлены из PPR-63. Зависимости срока службы трубопроводов из PPR от температуры и давления транспортируемой среды приведены в табл. 2 и 3.Из этих таблиц следует, что трубы из PPR-80 могут эксплуатироваться при более высокой температуре, чем изготовленные из PPR-63. Размерные характеристики труб из полипропилена PPR приведены в табл.5.

Табл. 5. Размеры труб из полипропилена (мм)

|  |  |
| --- | --- |
| Наружный диаметр | Толщина стенки трубы S 2,5 SDR 6 PN 20 |
| 12 | 2 |
| 16 | 2,7 |
| 20 | 3,4 |
| 25 | 4,2 |
| 32 | 5,4 |
| 40 | 6,7 |
| 50 | 8,3 |
| 63 | 10,5 |
| 75 | 12,5 |
| 90 | 15 |
| 110 | 18,3 |
| 125 | 20,8 |

Примечание. Размеры труб гармонизированы с DIN 8077:1997-12

Соединительные детали из полипропилена включают: муфты, муфты переходные, угольники на 900 и 450, тройники равнопроходные и неравнопроходные, пробки. Соединение деталей производится сваркой враструб. Соединение полипропиленовых деталей со стальными трубами осуществляется комбинированными соединительными деталями с наружной и внутренней резьбой. Номенклатура комбинированных деталей включает муфты, угольники, тройники.

Полипропилен, используемый для изготовления труб и деталей, имеет предел текучести при растяжении не менее 19,2 MПа, относительное удлинение при разрыве - не менее 350%, показатель текучести расплава - не более 0,3-0,6 г/10 мин. (при 230 0С и нагрузке 2,16 кг), коэффициент линейного теплового расширения - 0,15 мм/(м•0С).

Качество тепловой изоляции из пенополиуретана и гидроизолирующей оболочки из полиэтилена принято по ГОСТ 30732-2001. Трубопроводы тепловых сетей при эксплуатации работают в условиях знакопеременных нагружений: при повышении температуры транспортируемой среды трубопровод сам стремится увеличить длину, а при понижении - уменьшить. Строгий расчет перемещений и напряжений в полипропиленовых теплопроводах является в настоящее время весьма сложной задачей по ряду причин, в том числе из-за отсутствия каких-либо исследований этого вопроса. Однако анализ закономерностей работы теплогидроизолированных полипропиленовых труб в условиях знакопеременных нагружений и некоторый опыт их эксплуатации позволяют сформулировать следующие допущения.

. Четыре элемента рассматриваемой конструкции трубопровода, а именно: полипропиленовая труба, соединительные детали, пенополиуретан и гидрозащитная оболочка из полиэтиленовой трубы, - представляют собой конструкцию, которая при эксплуатации работает как единое целое, т. е. деформации и перемещения всех компонентов трубопровода одинаковы и равны деформациям и перемещениям полипропиленовой трубы.

. При заливке пенополиуретана в межтрубное пространство, сопровождающейся повышением температуры до 70-80 0С, звено теплогидроизолированной трубы принимает форму "змейки".

З. Сложный процесс взаимодействия трубопроводной конструкции с грунтом достаточно точно учитывается коэффициентом трения между оболочкой и грунтом.

. В местах естественных поворотов трассы (г-, z- или п-образные повороты) вся скрепленная конструкция трубопровода может перемещаться в осевом направлении.

. Окружные напряжения в трубе равны 10% осевых напряжений и учитываются при расчетах.

Надежная работа теплопровода гарантируется, если возникающие в нем напряжения не превышают допустимого значения.

Для открытой (наземной, надземной) или канальной прокладки применяются трубопроводы, гидрозащитная оболочка которых выполняется не из полиэтилена, а из оцинкованной стали толщиной до 1 мм. В целях предотвращения провисания такого трубопровода, особенно в тех случаях, когда он проложен не на сплошном основании, необходимо применение опор, поддерживающих трубопровод, но не препятствующих его осевым перемещениям, - так называемых "скользящих опор".

Максимальные напряжения, которые могут возникнуть в неподвижном полипропиленовом трубопроводе, значительно ниже допустимых, поэтому он не требует компенсации и должен работать в "неподвижном" состоянии. Следовательно, и конструкция опор должна в максимальной степени способствовать созданию требуемых условий работы трубопровода.

Гидравлический расчет полипропиленовых трубопроводов горячего водоснабжения выполняется в соответствии с СП 40-102-2000 "Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжение и канализации из полимерных материалов. Общие требования".

В заводских условиях обычно изготавливаются теплогидроизолированные полипропиленовые трубы плетями длиной, как правило, 12 м. Плеть такой длины собирается из полипропиленовых труб длиной по 4 м, т. е. имеет как минимум два соединения. Полипропиленовые трубы соединяются между собой с помощью муфт сваркой враструб. Таким образом, на длине 12 м расположены две соединительные муфты. При последовательном соединении из плетей теплогидроизолированных полипропиленовых труб зазор между торцами теплогидроизоляции двух плетей после сварки составляет несколько миллиметров. В условиях строительства он изолируется от наружной влаги полосой термоусаживающейся ленты. Повороты трассы и ответвления от нее выполняются с помощью монтажных узлов, изготовленных в заводских условиях.

Присоединение к металлическим трубам, деталям и узлам, имеющим резьбу, выполняются с помощью комбинированных деталей. Следует, однако, помнить, что к резьбовым соединениям должен быть обеспечен доступ. В связи с этим резьбовые соединения на трассе теплопровода допускается размещать в колодцах, а при вводе в здание таким образом, чтобы к ним был обеспечен свободный доступ. Резьбовые соединения не рекомендуется заливать пенополиуретаном. Для теплоизоляции такого соединения следует применять пенополиуретановые полуцилиндры (скорлупы), которые при необходимости могут быть легко разобраны. Присоединение полипропиленовых труб и деталей трубопроводов к фланцевой арматуре или оборудованию выполняется с помощью втулки под фланец. Технология соединения заключается в следующем: фланец надевается на гладкий конец полипропиленовой буртовой втулки, после чего она приваривается к полипропиленовому трубопроводу. Затем фланец перемещается к бурту и с помощью болтов присоединяется к ответному фланцу стальной трубы или арматуры. Организационно-техническая подготовка к строительству тепловых сетей должна осуществляться в соответствии с требованиями СНиП 3.01-85.

Разработку траншей и котлованов и работы по устройству оснований для бесканальной прокладки теплопроводов с изоляцией из ППУ следует производить с учетом требований СНиП 3.02.01-87 "Земляные сооружения. Основания и фундаменты". В водонасыщенных грунтах устраивают сопутствующий дренаж несовершенного вида, сооружаемый только на время строительства. Наименьшую ширину (К) траншей по дну при двухтрубной бесканальной прокладке тепловых сетей следует принимать равной 2 d1 + 0,75, где d1 - наружный диаметр оболочки теплоизоляции (м). На дне траншеи следует устраивать песчаную подушку толщиной не менее 10 см.

При обратной засыпке теплопровода обязательно устройство над верхом теплоизоляции защитного слоя из песчаного грунта толщиной не менее 15 см, не содержащего твердых включений (щебня, камней, кирпичей и пр.), с подбивкой пазух между теплопроводами и основанием и послойным уплотнением грунта как между трубами, так и между трубами и стенками траншеи. После сварки труб, герметичной заделки соединений гидроизолирующей оболочки и испытания теплопровода на бровке траншеи он опускается на дно траншеи, после этого засыпается песком на высоту 10-15 см над верхом трубы вручную, а затем местным грунтом с помощью механизмов. Трубы и монтажные узлы раскладывают на бровке траншеи с помощью крана или трубоукладчика с применением текстильных "полотенец" (или стропов). Разложенные на бровке траншеи теплоизолированные плети и элементы трубопровода подвергаются тщательному осмотру с целью обнаружения трещин, сколов, надрезов, проколов, вырывов и других механических повреждений оболочки гидроизоляции. Обнаруженные в полиэтиленовой оболочке трещины и глубокие надрезы заделывают с помощью экструзионной сварки или путем наложения термоусаживающихся манжет. Трубы с полиэтиленовой оболочкой, имеющие сколы, вырывы, проколы и другие дефекты, не подлежащие ремонту, а также трубы с поврежденной стальной оцинкованной оболочкой отбраковываются. Сопряжение бесканальных участков теплопроводов с каналом должно осуществляться путем устройства торцевой стенки с сальниковым уплотнением вокруг изолированных теплопроводов и песчаной обсыпки. Проход теплопроводов сквозь стенки камер и фундаменты осуществляется с помощью установки манжет из полиуретана с последующим бетонированием в строительной конструкции.

В связи с незначительной величиной зазора между торцами тепловой изоляции и гидроизолирующих оболочек двух свариваемых плетей трубопровода (либо плети трубопровода и монтажного узла с соединительной деталью) тепловая изоляция стыковых соединений не производится. Гидроизоляция стыков выполняется после гидравлического испытания трубопровода на герметичность, осуществляемого на бровке траншеи. Гидроизоляция стыковых соединений выполняется с помощью термоусаживаюшейся ленты, на поверхность которой нанесен термоплавкий адгезив. Лента должна перекрывать шов стыкового соединения на 10 см по обе стороны от него. Длина ленты должна быть равна длине окружности оболочки, увеличенной на 5 см.

Стыковое соединение можно подвергать механическим нагрузкам после остывания ленты до температуры 36-37 0С. С помощью описанной конструкции можно осуществлять прокладку трубопроводов горячего водоснабжения и централизованного теплоснабжения, работающих в водогрейном режиме.

Заключение

Большинство объектов теплоэнергетики и транспортировки тепловой энергии введено в эксплуатацию 20-30 лет назад и за это время претерпело физическое и моральное старение.

Основным проявлением физического старения трубопроводов является коррозия металлов, которая и приводит к разрывам, протечкам и частым ремонтам.

Необходимо особо отметить, что быстрое старение трубопроводов вызвано разрушением применяемыми теплоизоляционными материалами. Именно вследствие слабой устойчивости тепловой изоляции трубопроводов к проникающей снаружи влаге, интенсивно протекает наружная коррозия и разрушение труб. Современные трубопроводы имеют теплоизоляцию последнего поколения из вспененного полиуретана. Она характеризуется герметичностью, влагостойкостью, низкими показателями тепловых потерь, которые в 3-4 раза ниже существующих, а срок ее эксплуатации достигает 50 лет. Трубы с такой теплоизоляцией могут использоваться при наземном и подземном способах прокладки, причем в последнем случае не требуется строительство специальных бетонных каналов.

К сожалению, следует отметить, что скорость объективного старения теплосетей часто опережает скорость замены аварийных участков. Притом, что такое отставание накапливалось долгое время. А замена аварийных участков трубопроводов зачастую происходит на трубы устаревшего типа с невысоким сроком эксплуатации.

В развитых в экономическом плане странах нашли широкое применение трубы с качественным покрытием внутренней и внешней поверхностей. При этом доля металлических труб при прокладке новых теплотрасс и ремонте старых в этих странах уменьшается на 5-8% в год, а доля пластиковых труб с большим сроком службы, 30-40 лет, соответственно, увеличивается. В России для систем тепло- и водоснабжения в основном применяются стальные трубы и трубы из серого чугуна без внутреннего покрытия. Доля труб с внутренним покрытием и из пластика не превышает 2%. Ассортимент используемых труб и предопределяет невысокий срок службы трубопроводов, который по нормативам должен составлять 10-15 лет, а реально значительно ниже. Вот это и приводит к высокому износу и высокой аварийности. По мнению специалистов, для того чтобы правильно оценить состояние теплотрасс и других объектов теплообеспечения необходимо провести объективную инвентаризацию всех объектов.

Список использованной литературы

1. Иванов М. Оценка состояния теплосетей // "Промышленный вестник" № 1 (90) 2008 г.

2. Липовских В.М.. Основные направления энергоэффективности при эксплуатации тепловых сетей. - "Энергосбережение" 1999, № 1

. Основные направления энергоэффективности при эксплуатации тепловых сетей. // Энергосбережение - 1999, № 1

. Ромейко В.С., Добромыслов А.Я., Баймуканов М.Н. Пластмассовые трубы в России//Промышленный вестник. - № 4. - 2008

5. Современное состояние теплосетей//Российская газета № 123, 26.06.2003.