Использования труб из полимерных материалов

Егоров Дмитрий Александрович

1. Актуальность работы

В настоящее время очень актуален вопрос экономии энергоресурсов, это относится и к горячей воде. Трубы, используемые для транспортировки теплоносителя на данный момент, способствуют утере большого количества тепла по пути к потребителю (до 13%).
Использование труб из полимерных материалов получило широкое распространение, как в России, так и в Европе, и имеет впечатляющую динамику роста. Эти материалы имеют бесспорные преимущества перед металлическими трубами – отсутствие теплоизоляции, коррозийных явлений, большая пропускная способность, небольшой вес, звукоизоляция, отсутствие зарастания микрофлорой, стойкость к воздействию агрессивных веществ, долговечность, простота монтажа и т.п. В водоснабжении также все чаще используются трубы из полимеров как альтернатива трубам из металла, не отличающихся долговечностью.
В работе будут рассмотрены возможные материалы для замены имеющихся труб, варианты изоляции, и выбран и обоснован лучший путь по итогам расчетов.

2. Цели и задачи исследования

Цель данной работы состоит в поиске и исследовании альтернативных вариантов замены труб тепловых сетей из полимерных материалов, а также повышении энергоэффективности работы тепловых сетей.
Для достижения указанной цели в работе поставлены и решены следующие задачи:

1. исследование и расчет используемых в настоящее время металлических труб;
2. исследование и расчет существующих альтернативных вариантов, но малоиспользуемых в настоящее время;
3. составление и исследование математической модели производства труб из полимерных материалов;
4. разработка комплекса методических рекомендаций и практических предложений к проектированию тепловых схем.

Предмет исследования – система критериев, условий и показателей, а также методология, позволяющие определять эффективность систем теплоснабжения и разрабатывать рекомендации по их усовершенствованию с использованием различных вариантов труб, с целью повышения надежности и безопасности теплоснабжения, улучшения состояния окружающей среды и др.
Методы исследования включают создание математических моделей, сравнительный анализ результатов, численные методы, экономический анализ.

3. Научная новизна

Научная новизна уже проведенных и планируемых в работе исследований предполагается в следующем:

1. детальное исследование полимерных материалов для замены труб тепловых сетей;
2. улучшение энергоэффективности работы тепловых сетей за счет применения труб из новых

альтернативных материалов;

3. разработка комплекса методических рекомендаций и практических предложений к проектированию тепловых схем.

Решение этих задач является реальным вкладом в решение проблем энергосбережения и экономии топливно-энергетических ресурсов в энергетике и промышленности.

Описание результатов работы

В настоящее время для горячего водоснабжения используют следующие варианты труб:

- Стальные трубы в ППУ изоляции.
- Трубы из стеклопластика в ППУ изоляции.
- Трубы из полиэтилена в ППУ изоляции.
- Изоляция металлических труб жестким пенополиуретаном.

Труба ППУ – это по сути две трубы, вложенные одна в другую. Технология изготовления труб весьма проста – сначала на обыкновенную трубу из стали наносится слой утеплителя (пенополиуретан – сокращенно ППУ), а затем готовую трубу помещают в дополнительную оболочку, состоящую из оцинкованной стали или полиэтилена. Кроме этого, дополнением труб ППУ является уникальная разработка инженеров – встроенный кабель, который позволяет осуществлять удаленный контроль и обнаруживать проблемные участки на определенном отрезке трубопровода. ОДК – оперативно-дистанционный контроль позволяет значительно продлить срок эксплуатации труб, в результате чего снижается риск потери тепла и вероятность возникновения опрессовок.

Каждый вид трубы ППУ сертифицируется по госстандартам (ГОСТ 30732-2006), в соответствии с правилами каждая труба укомплектовывается системой дистанционного контроля (ОДК).

Пенополиуретан обладает высокой степенью износостойкости и низкой теплопроводностью. Если говорить о качественных трубах ППУ, отвечающих госстандартам, то трубы ППУ в изоляции позволяют транспортировать по ним разные жидкости, в том числе и газообразные вещества с разным давлением (до шестнадцати атмосфер) и температурой (максимум – до пятидесяти градусов по Цельсию). Слой теплоизоляции может быть, как стандартным, так и усиленным. Это будет зависеть от различных факторов и погодных условий. Трубы широко используются для прокладки тепловых магистралей. Не секрет, что теплосети давно отработали положенный срок. Все чаще, особенно в больших городах, где нагрузка на тепловые магистрали увеличена, наблюдается большая аварийность. В результате этого растут затраты на обслуживание старых теплотрасс. Избежать всех этих проблем можно, выполнив полную модернизацию старых систем ЖКХ на новые трубы в пенополиуретановой оболочке. Такие трубы в ППУ оболочке позволят минимизировать затраты на потери тепла и значительно сэкономить средства.

Сфера применения ППУ труб:

- прокладка водопроводов холодного и горячего водоснабжения;
- подача тепла (прокладка тепловых магистралей);
- укладка нефте- и газопроводов.

Технические характеристики труб ППУ

Трубы в изоляции ППУ зачастую используют для транспортировки теплоносителей. Укладка труб в таком случае выполняется двумя методами: канальным или бесканальным.

Основные параметры теплоносителя:

- рабочее давление – до одной целой десятых Мпа;
- рабочая температура не должна превышать ста тридцати градусов по Цельсию;
- пиковая температура не должна превышать отметки ста пятидесяти градусов по Цельсию;

Толщина слоя пенополиуретана, а также стенок трубы, выполненной из стали, может корректироваться в зависимости от пожеланий заказчика. Следует учитывать, что толщина стенок труб, а также фасонных деталей должна быть одинаковой. При покупке труб ППУ следует обратить внимание на ее конструкцию – с двух сторон каждый элемент трубы ППУ имеет свободный край без изоляционного материала. Длина такого отрезка составляет сто пятьдесят миллиметров, причем для каждого диаметра труб будет разная длина – от Ду25 до Ду219 – до ста пятидесяти миллиметров, трубы от Ду 273 до 1020 до двухсот десяти миллиметров.

В чем преимущества и недостатки труб

Несмотря на хорошую теплопроводность и долговечность, трубы ППУ имеют как достоинства, так и недостатки. Рассмотрим подробнее, в чем плюсы и минусы труб ППУ.

Достоинства:

- изоляция ППУ имеет невысокий коэффициент проводимости тепла.
- температура эксплуатации может составлять от минус семидесяти градусов до плюс ста тридцати градусов по Цельсию.
- отмечена умеренная способность к поглощению жидкостей.

- плотность материала фиксируется по наивысшей отметке.
- срок эксплуатации без проведения капитальных ремонтов составляет от двадцати пяти до тридцати лет.
- потери тепла могут составлять всего один-два процента.
- система мониторинга отслеживает вероятность утечки.
- экономия денежных средств.
- в комплект труб входит все необходимое для быстрого монтажа – отводы, тройники, арматура и компенсаторы.
- если сравнивать с другими видами теплоизоляционных материалов, то трубы ППУ будут легче, чем аналогичные конструкции с ППМ или АПБ изоляцией.
- при использовании труб не нужно проводить дополнительных мер по борьбе с коррозией.

В чем недостатки труб ППУ:

- несмотря на длительный срок эксплуатации и наличие оперативно-дистанционного контроля, трубы ППУ также подвержены коррозии. Из-за того, что металлическая труба находится в защитной оболочке, то процесс коррозии становится не таким заметным;
- термостойкость изоляционного материала не превышает ста тридцати градусов, что не позволяет применять трубы в теплосетях, работающих по разным температурным графикам: сто сорок на семьдесят и сто пятьдесят на семьдесят градусов. Трубы могут выдержать подобные температурные колебания при условии укладки дополнительного теплоизолирующего слоя (например, покрытие «Вектор» или полимербетон);
- пенополиуретан не отличается особой прочностью и не устойчив к механическому воздействию;
- при попадании на теплоизоляционный слой влаги возможно стремительное поражение трубы коррозией. В результате этого фактора исключать применение дополнительной гидрооболочки (полиэтиленовый прочный слой) — нельзя;
- если повреждается или увлажняется определенный отрезок изоляции, то возникает необходимость в полной замене участка теплосети. ППУ изоляцию отдельно отремонтировать нельзя;
- изоляция ППУ – легковоспламеняющийся материал;
- каждый трубопровод или теплосеть должны в обязательном порядке быть оснащены системами ОДК на измерение влажности изоляционного слоя.

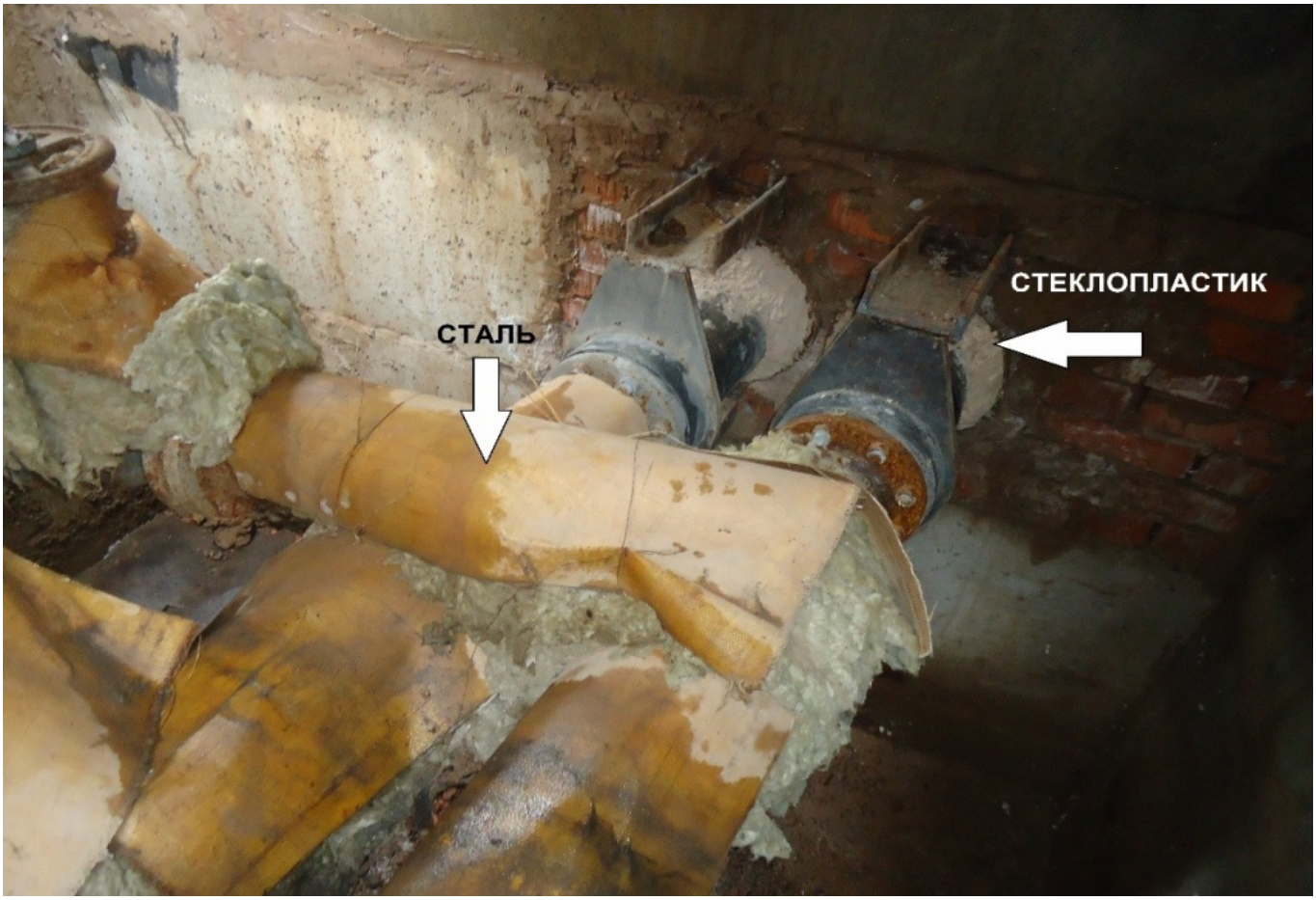
Стеклопластиковые трубы - это пластиковые трубы, при этом основа их стенок выполнена из стекловолокна, а наполнителем стеклопластиковых труб служит эпоксидная или полиэфирная смолы. На сегодняшний день в нашей стране широко применяются стеклопластиковые трубы, фитинги, а также двухкомпонентный эпоксидный материал, предназначенный для склеивания фасонных частей трубопровода голландской компанией NOV Fiber Glass Systems BV. Ввиду волокнистой природы материала механизм разрыва довольно сложный, значения единичной нагрузки на растрескивание зависят от химического состава стенки и технологии изготовления. Нагрузка на разрыв определяется как нагрузка, при которой труба во время испытания прочности на прорыв начинает давать течь даже без появления микроскопических повреждений стенки трубы.

Стеклопластик обладает отличными свойствами химической и электрохимической устойчивости, его устойчивость при высоких температурах значительно лучше, чем у других пластиковых материалов в целом. Для производства стеклопластиковых труб используются различные типы полиэфирной смолы. По мере увеличения степени химической устойчивости основные типы смолы включают следующие: ортофталиевая, изофталевая, бисфенольная и смолы сложных виниловых эфиров. Несмотря на то, что полиэфирные смолы более хрупкие по сравнению с термопластичными материалами, включение волокнистого армирования в композитный состав препятствует распространению трещин, придавая материалу отличную стойкость к ударным

нагрузкам. Более того, транспарентный характер материала позволяет визуально находить даже небольшие повреждения для того чтобы определить следующие действия: ремонт, замена или приемка в случае незначительных дефектов.

Преимущества стеклопластиковых труб.

- отсутствие в потоке коррозийных частиц безопасно для здоровья;
- высокая устойчивость к коррозии и химически агрессивным средам;
- стеклопластиковые трубы стойки к абразивному износу;
- высокие экологические и санитарно-гигиенические характеристики;
- отложения на внутренних стенках трубы на протяжении всего срока эксплуатации практически исключены.
- материал труб экологически чистый, герметичность их соединения исключает как утечки транспортируемой жидкости, так и загрязнение ее грунтовыми водами.
- малая масса, что снижает затраты при транспортировке и монтаже. Например, стекло-базальтопластиковая труба ДВН = 150 мм длиной 6 м без теплоизоляции весит 30 кг, в теплоизоляции – 50 кг;
- имеют свойство самокомпенсации, температурные осевые нагрузки на опоры в 10 раз меньше, чем возникают при эксплуатации стальных трубопроводов;
- снижение тепловых потерь



На фото видно, что там, где проложен трубопровод из стеклопластика снег на поверхности земли не растаял, а там, где трубопровод выполнен в стальном исполнении с утеплителем из минеральной ваты снег на поверхности земли растаял.

Трубы из стеклопластика имеют также ряд недостатков, наиболее существенными среди которых являются гигроскопичность и влагопоглощение, что существенно снижает их работоспособность, а также недостаточная стойкость стеклопластика к истиранию, что обусловливает износ внутреннего слоя смолы, появление оголенного стекла. В этой связи в процессе эксплуатации возможно попадание в поток воды (под давлением) остатков веществ, вредных для здоровья.

В случае нарушения герметичности в следствии механического воздействия необходим специальный рем. комплект.

Комплект для ремонта стеклопластиковых труб

Отсутствие возможности стыковки трубопроводов из стеклопластика к стальным трубопроводам без специальных муфтовых соединений.

Трубы из полиэтилена имеют все достоинства труб на основе полимеров Материал внесен в список с положительными экологическими характеристиками. Не имеет токсических выделений. Имеет международный экологический сертификат ISO 14001. Применяется даже в фармакологической промышленности.

- высокая прочность;
- высокая термостойкость, такие трубы могут эксплуатироваться при рабочей температуре до 90 °С, а кратковременно до 105 С. Трубы из полиэтилена при высоких температурах не "текут", а сохраняют форму;
- обладают высокой химической стойкостью, не подвержены коррозии;
- не подвержены обрастанию солей и биологическому обрастанию;
- экологически чистые;
- срок службы полиэтиленовых труб составляет не менее 50 лет.
- экологическая чистота;
- не наносит вред окружающей среде. Ни при его обработке, ни при утилизации отходов не образуется экологически вредные вещества. Кроме того, полипропилен пригоден для утилизации без добавления экологически вредных веществ.
- абсолютно безопасен до температур +120 °С, ничего не выделяет, не разрушается химикатами, не вызывает аллергии, не впитывает запахи, сам ничем не пахнет, срок службы -

вечен.

Недостаток:

- в случае возгорания горит и выделяет токсичный дым;
- ограниченный диапазон температуры транспортируемого теплоносителя, до 90 С
- выдерживает небольшое давление транспортируемой среды до 10 атм.,
- трубы экологически чисты, но не выдерживают требований по устойчивости к возможным чрезвычайным ситуациям и пожару, т.к. он является горючим материалом, который при горении выделяет ядовитые газы оксиды и диоксиды и при нагреве возможно выделение газа фосгена, вещества, которое обладает удушающим действием. Смертельная концентрация 0,01 — 0,03 мг/л.
- значительное тепловое расширение, которое компенсируют Г- и П-образными компенсирующими конструкциями.

Сравнительные характеристики различных вариантов труб				
Свойства труб	**Варианты труб**			
	сталь	**стеклопластик**	**полиэтилен**	**пенополиуретан**
Максимальная температура эксплуатации, °С	450-550	130-150	95	160
Плотность, кг/м3	7700-7900	1800-2000	910-960	40-70
Теплопроводность, Вт/м К	64	0,75	0,36-0,43	0,03
Стоимость, руб/м	1060	1800	470	45
Срок эксплуатации, лет	10-15	>50	40	25-30

Срок окупаемости для одного погонного метра

СО= П / К

где П – годовая прибыль, которую можно принять как стоимость 1 м3 горячей воды (в среднем 170 руб), руб; К- капитальные вложения.

Стальные трубы:

СО = 1060/170 = 8.1 год

Стеклопластик:

СО = 1800/ 170 = 12 лет

Полиэтилен:

Э = 470/ 170 = 3.1 года

Вывод

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что наилучший материал для замены труб – стеклопластик, он экологически безопасен, имеет наибольшую рабочую температуру, наиболее длительный срок эксплуатации, хотя и является наиболее дорогим материалом, имеющим наибольший срок окупаемости.