

Трубы для локальных систем (Сравнительный анализ)

Этот обзор касается труб, предназначенных для локальных сетей подачи воды, тепла и газа. Монополия стальных труб, незыблемая до середины XX века, в наше время нарушена. Сегодня с ними серьезно конкурируют полимерные трубы. Более того, в России введено в действие Изменение №2 к СНиП 2.04.01-85 "Внутренний водопровод и канализация зданий". Теперь пункт 10.1 СНиП гласит: для внутренних трубопроводов холодной и горячей воды следует применять пластмассовые трубы и фасонные изделия... Для всех сетей внутреннего водопровода допускается применять медные, бронзовые и латунные трубы и фасонные изделия, а также стальные трубы и элементы с внутренним и наружным защитным покрытием от коррозии".

Таковы нормы, а на практике строительные организации продолжают возводить здания, ориентируясь в основном на стальные трубы. Зачастую нарушается технология монтажа: вместо резьбовых соединений используют сварку. Последнее ведет к нарушению защитного слоя и провоцирует коррозионные разрушения труб.

Ниже рассмотрены основные виды труб, применяемые для локальных водо-, тепло- и газовых сетей.

Металлические трубы были одним из первых видов труб, применяемых человеком, и сохраняют ведущие позиции и поныне. Трубы делали из тонких медных, свинцовых и железных листов путем их сгибания, т.е. технология была близка к современной. Сталь и медь широко используются и в наше время.

Стальные трубы. Чаще других в строительстве применяют стальные трубы не только для транспортировки воды и газа, но и как элементы строительных конструкций. Для локальных сетей используют стальные водогазопроводные трубы с диаметром условного прохода от 6 до 150 мм. Выпускаются три типа труб: легкие (рассчитанные на давление до 0,6 МПа), средние (0,6..1 МПа) и тяжелые (давление более 1 МПа). Одним из существенных недостатков стальных труб является их большой вес. Так, труба с условным проходом 15 мм (1/2) весит 1,25 кг/м.

Стальные трубы могут быть обычными (черными), но более эффективны оцинкованные. Монтаж сетей из стальных труб осуществляется на резьбе и с помощью сварки. Сварка понижает коррозионную стойкость, в особенности оцинкованных труб, т.к. в месте сварки цинк окисляется и испаряется (температура кипения цинка 906 °С), поэтому места стыка корродируют очень быстро. Монтаж системы довольно трудоемок; после длительной эксплуатации разобрать систему трудно, а порой просто невозможно.

Положительным свойством стальных труб является низкий температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) $-0,012(\text{мм}/\text{м}^\circ\text{К})$; он в 5...10 раз ниже, чем у полимеров; кроме того они не проницаемы для кислорода и УФ-излучения.

Из-за высокой теплопроводности стали ($74 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{К}$) стальные трубы при открытой прокладке в отапливаемых помещениях при транспортировании по ним холодной воды могут "отпотевать". По той же причине стальные трубы при прокладке в грунте могут замерзнуть, что приводит к их разрушению: они расходятся по шву или лопаются.

При подаче горячей воды трубы изнутри быстро обрастают продуктами коррозии и другими отложениями, что резко снижает их пропускную способность и способствует размножению микрофлоры.

Чугунные трубы -толстостенные, относительно большого размера (внутренний диаметр 65... 1000 мм) получают отливкой из серого чугуна, поддающегося механической обработке. Внутренняя поверхность труб шероховатая. Чугунные трубы за счет большой толщины стенки обладают высокой долговечностью и надежностью, но вес их существенно выше, чем у стальных. Соединяются чугунные трубы с помощью раструбов и уплотняющих прокладок. Трубы выпускаются в комплекте с фасонными деталями.

Медные трубы применялись уже несколько тысяч лет назад. Но широкое использование медных труб началось в 20-30 годы XX века, а пик популярности пришелся на 70-е. К этому же времени относится появление в строительстве полимерных труб. В результате конкурентной борьбы между медными и полимерными трубами выявились их сильные и слабые стороны, что позволило каждому материалу занять свою нишу на строительном рынке.

Особенности свойств медных труб:

- ТКЛР (тепловой коэффициент линейного расширения) меди 0,017 (мм/м*К), что в 4...8 раз ниже, чему у полимеров;
- теплопроводность меди 394 (Вт / м*К) т.е. в 4 раза выше, чем у стали;
- медь устойчива к действию УФ-излучения;
- медные трубы абсолютно непроницаемы для газов;
- медь обладает бактерицидным действием;
- диапазон рабочих температур медных труб очень широк - от минус 200 до плюс 200 °С;
- медные трубы не боятся замораживания в заполненном водой состоянии как стальные, благодаря пластичности меди;
- медь не подвержена коррозии в обычной воде.

Медь практически целиком подвергается повторной переработке (это полностью подтверждается привычными для нас сообщениями в средствах массовой информации о хищениях меди). Подсчитано, что около 80% всей меди, когда-либо выплавленной на Земле, до сих пор находятся в эксплуатации.

Трубы из меди очень технологичны: их легко резать и гнуть. Соединяют их с помощью пайки, а чаще обжимом муфт специальными щипцами.

У медных труб более низкий коэффициент шероховатости $K_{ш} = (1,5... 2) \cdot 10^{-6}$ м, чем у стальных ($K_{ш} = 200 \cdot 10^{-6}$) и даже полимерных ($K_{ш} = 8 \cdot 10^{-6}$) труб. Это увеличивает их пропускную способность и позволяет применять трубы малого диаметра 8...10 мм.

Как уже говорилось, медь очень коррозионноустойчива в обычной воде, но при сильном хлорировании и в кислых средах (при $pH < 7$) медь все же корродирует с выделением вредных для человека веществ. Кроме того, при контакте меди с другими металлами (сталью, алюминием) возникает электрохимическая коррозия, которая быстро приводит к разрушению этих металлов. Для исключения этого явления медь и другие металлы, используемые в одной системе, необходимо разделять электроизолирующими прокладками.

Применение медных труб рационально во внутренних теплосетях.

Полимерные трубы Первые полимерные трубы появились в середине XX века. Сегодня промышленность предлагает уже широкий выбор полимерных труб. При правильном монтаже их долговечность в несколько раз выше, чем у стальных. Доказательством этого может служить успешная эксплуатация и по сей день трубопроводов из полимерных труб, смонтированных в 50-е годы. Высокая долговечность компенсирует повышенную стоимость.

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

- они не подвержены коррозии;
- санитарно-гигиенические показатели полимерных труб выше, чем у стальных;
- полимерные трубы характеризуются небольшим весом;
- пропускная способность полимерных труб за счет гладкости стенок и отсутствия обрастания значительно выше, чем у стальных и чугунных при равном диаметре;
- полимерные трубы бесшумны при любой скорости потока.

Полимерные трубы поступают на стройку в виде бухт и легко нарезаются на требуемые размеры. Соединение труб осуществляется низкотемпературной сваркой, склейкой и при помощи специальных муфт.

Вес полимерных труб в 5...10 раз ниже, чем стальных при равном внутреннем диаметре. К недостаткам полимерных труб следует отнести зависимость их прочности (предельного рабочего давления) и долговечности от температуры (см. табл. 1), а также невысокие предельные рабочие температуры (как правило, не выше 95 °С). Кроме того, у полимеров высокий температурный коэффициент линейного расширения (~ в 10 раз выше, чем у металлов).

Полимерные трубы горючи (к трудносгораемым относится только поливинилхлорид). Для изготовления полимерных труб в настоящее время в основном используют сшитый полиэтилен (PE-X), полипропилен (PP), поливинилхлорид (PVC), хлорированный поливинилхлорид (CPVC) и полибутен (PB).

Сшитый полиэтилен (РЕ-Х) получают из обычного полиэтилена высокой плотности (PEHD) путем сшивки его линейных молекул с помощью пероксидов (РЕ-Ха), органосилоксанов (РЕ-Хб) или ионизирующего излучения (РЕ-Хс).

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

Трубы из сшитого полиэтилена выпускают на различные номинальные давления PN - от 0,8 до 2,5 МПа и наружным диаметром от 10 до 110мм. 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 PN 12,5 (12,5- номинальное давление в кгс/см²) 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 (PP) по использованию в производстве труб занимает второе место вслед за сшитым полиэтиленом. Он менее теплостоек, чем сшитый полиэтилен, поэтому не рекомендуется к использованию в системах отопления и горячего водоснабжения. 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, более жесткие полипропиленовые выпускаются только в виде мерных отрезков до 4 м длиной, что менее удобно при транспортировке и монтаже.

Трубы повышенной теплостойкости получают используя сополимер полипропилена "Рандом".

Поливинилхлорид (PVC) - 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 75 °С). С целью повышения теплостойкости его модифицируют дополнительным хлорированием (CPVC), доводя содержание хлора до 60-65% с обычного - 57%. Основные показатели этих полимеров приведены в табл.2.

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.

Зависимость долговечности труб из РЕ-Х от температуры и давления Таблица 1.

Температура, С	Срок службы, лет				
	1	5	10	25	50
	при рабочем давлении, Мпа				
20	1,37	1,33	1,32	1,31	1,25
40	1,1	1,08	1,07	1,06	1,04
60	0,87	0,84	0,83	0,81	0,8
80	0,65	0,64	0,63	0,63	-
95	0,57	0,55	0,54	-	-

Свойства	Сшитый полиэтилен (PE-X)	ПВХ (PVC)	ХПВХ (CPVC)	Полипропилен (PP)
Плотность, г/см ³	0,93..0,95	1,4	1,5-1,6	0,93
ТКЛР, мм/м*К	0,12..0,14	0,06	0,062	0.12
Удлинение при разрыве, %	200..500	5...10	-	800
Модуль упругости, МПа"	550...800	до 4000	до 3000	900
Теплопроводность, Вт/м*К	0,40..0,41	0,13-0,15	0,16	0,15-0,2
Рабочая температура, С /рабочее давление, МПа	95/0,85	-	93/0,47	75/0,6

Полибутен [-CH₂-CH(C₂H₅)-] - аналогичен по свойствам полипропилену марки "Рандом", но в отличие от него более гибок. Он перспективен для устройства систем "теплый пол".

Поливинилиденфторид (PVDF) стал применяться для изготовления труб более 15 лет назад. Этот полимер отличается высокой химической стойкостью. Диапазон рабочих температур у труб из PVDF очень широк - от -40 до +140 °С (причем при 140 °С допускается рабочее давление до 0,4 МПа). Трубы из ПВДФ стойки к воздействию УФ-излучения, поэтому системы из них можно прокладывать под открытым небом.

Металлополимерные трубы. Наше время — время увлечения композиционными материалами: стеклопластиком, углеластиком и т.п. Металлополимерные трубы также относятся к числу таких композитов. Они представляют собой многослойную конструкцию, состоящую из тонкой алюминиевой трубы (толщина стенки 0,5... 2 мм), снаружи и изнутри покрытой слоем сшитого полиэтилена (PE-X). 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 и, соответственно, от коррозии металлических частей в системе; обеспечивает малый ТКЛР - 0,024.. 0,026 мм/м • К; гарантирует длительную прочность при повышенных температурах.

Слой 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 (не более 0,45 Вт/м • К), что предохраняет 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. Металлополимерные трубы имеют небольшой вес. В зависимости от диаметра он составляет от 0,1 до 0,3 кг/п.м. Интервал рабочих температур - от -40 до + 95 °С.

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

Металлополимерные трубы также выпускают, используя полипропилен. В таких трубах, получаемых экструзией, слой полипропилена соединяется с алюминиевым сердечником за счет отверстий в последнем без применения какого-либо клея.

Асбестоцементные трубы. Асбестоцемент (АЦ) - один из видов дисперсно-армированного бетона. Асбест в нем играет роль арматуры, равномерно распределенной по объему материала, а

затвердевший цементный камень образует плотную матрицу, в которой заключен асбест. Соотношение асбеста и портландцемента в АЦ-материалах 15:85. Асбест в таком материале находится в связанном состоянии и практически не выделяется в окружающую среду. Прочность АЦ-материалов на растяжение довольно высока, что позволяет использовать их для изготовления напорных труб. В водной среде АЦ не корродирует, а напротив, уплотняется и упрочняется в результате продолжающейся гидратации портландцемента.

Асбестоцементные трубы — один из перспективных видов труб самого широкого назначения, обладающих комплексом ценных свойств. В мире проложено более 2,5 млн км АЦ-труб. Они не подвержены коррозии, в том числе провоцируемой блуждающими токами, значительно легче их и не склонны к обрастанию. За счет низкой теплопроводности (0,8 Вт/м • К) у АЦ-труб меньше проблемы с промерзанием.

Соединяют асбестоцементные трубы при помощи муфт со специальными резиновыми уплотнителями быстро и надежно. Полимерные трубы проигрывают АЦ-трубам по теплостойкости, долговечности и экологической чистоте.

Асбестоцементные трубы могут быть безнапорные и напорные, различающиеся толщиной стенки и прочностными показателями.

Безнапорные трубы диаметром 100 и 150 мм (возможно изготовление труб диаметром до 500 мм), длиной 4 и 5 метров применяются для ненапорной канализации, дымоходов, прокладки кабелей и дренажных коллекторов. При использовании АЦ-труб для дымоходов необходимо учитывать, что при нагреве асбестоцемента до 500...600 °С материал разрушается с взрывом.

Напорные трубы выпускают диаметром от 100 до 500 мм, длиной 4 и 5 метров под давление 0,6; 0,9 и 1,2 МПа (6; 9 и 12 кг/см² соответственно). Напорные трубы применяют для водо-, газо- и теплоснабжения, перекачки нефтепродуктов, устройства колодцев и мусоропроводов. Водопроводные сети из асбестоцементных труб десятки лет успешно эксплуатируются в ряде стран Западной Европы.

Весьма перспективная область применения напорных АЦ-труб -устройство теплосетей, обеспечивающих подачу воды с температурой до 130 °С и под давлением до 1,2 МПа. Горячая вода не только не вызывает коррозии АЦ-труб, но напротив способствует их упрочнению.

На АЦ-теплотрассах используют самоуплотняющиеся сборные стыки: муфты (типа САМ) с резиновыми уплотнителями (типа ТМ). Такое соединение труб за счет наличия монтажного зазора и возможности подвижки трубы в стыке полностью снимает проблему компенсации тепловых деформаций (ТКЛР у асбестоцемента 0,017 мм/м). Муфтовые соединения эластичны: дают возможность подвижки на 3... 5° без нарушения герметичности; они устойчивы к вибрации и позволяют быстро производить монтаж и демонтаж трубопровода.

АЦ-трубы для теплосетей выигрывают у металлических и с точки зрения теплоизоляции: теплопроводность асбестоцемента почти в 100 раз ниже, чем у стали. В России имеется положительный опыт работы теплотрасс из асбестоцемента в течение 25 лет без ремонта. Трубы и муфты для теплоснабжения выпускают комбинат "Красный строитель" (г. Воскресенск) и ОАО "БЕЛАЦИ" (г. Белгород).

При хорошей совокупности технологических и эксплуатационных показателей, а также высокой долговечности существенным достоинством асбестоцементных труб является их невысокая стоимость (в 3-4 раза ниже, чем полимерных и стальных).

Автор: М.Б. КАДДО, доцент; К.Н. ПОПОВ, проф. (кафедра строительных материалов МГСУ)

Источник: Журнал «Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века», NN2(25) и 3(26), 2001 год