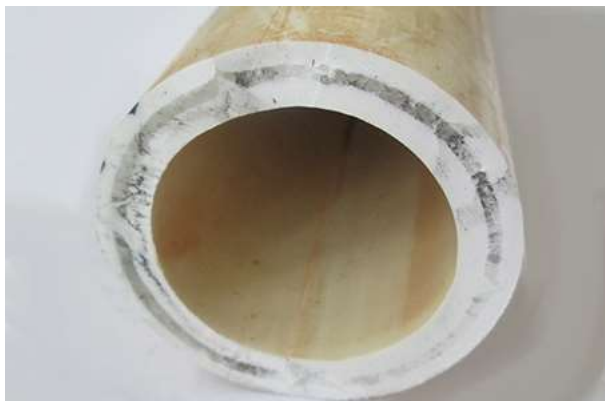


Эксплуатационные дефекты полимерных труб и их сантехническая экспертиза



Ошибки при монтаже, использование некачественных материалов и несоблюдение требуемых условий эксплуатации полимерных труб могут привести и приводят к их преждевременному износу и выходу из строя, что порой влечет за собой в случае протечек серьезные финансовые потери для пользователя. Сантехническая экспертиза позволяет выявить действительные причины повреждений трубопроводов и в ряде случаев отстаивать интересы запросившей экспертизу стороны (пользователя, проектировщика, застройщика или изготовителя) в судебных разбирательствах.

Борис Хромов, начальник отдела экспертиз ОАО «НИИСантехники»



Кроме того, сантехническая экспертиза, подразумевающая лабораторные испытания труб, выявляет, как наиболее характерные причины их эксплуатационных дефектов, так и такие, которые не всегда предсказуемы на основании характеристик материалов и содержания нормативных документов. Таким образом, результаты сантехнической экспертизы могут повлиять на правильный выбор труб и предупредить их повреждения в практике будущего.

Более двух десятков видов полимерных труб, свойства и правила эксплуатации которых регламентируются двумя основными ГОСТами (ГОСТ 32415–2013 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия», ГОСТ Р 53630–2015 «Трубы напорные многослойные для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия») находят сегодня применение в системах водоснабжения и теплоснабжения, преимущественно на внутренних сетях.

Трубы из полипропилена и ход экспертизы

Наиболее часто в системах отопления, как в индивидуальном жилом секторе, так и в многоквартирных домах применяются трубы из полипропилена рандомсополимера (PP-R), соответственно этому и эксперту приходится иметь с этим материалом дело чаще, чем с другими. Трубы из PP-R относятся к жестким и используются для периметрального монтажа, аналогично стальным. В том числе трубы из PP-R используются при монтаже стояков. Один из случаев, связанных с повреждением такой трубы в процессе эксплуатации наглядно покажет, как проводится экспертиза.

Поступившая на экспертизу дефектная труба эксплуатировалась на внутренней разводке ГВС в качестве стояка с ноября 2016 г. по июль 2017 г., после чего произошло ее разрушение. Дефект представлял собой сквозную трещину (рис. 1).

Рис. 1 Трещина на образце трубы PP-R без маркировки



К определенному мнению о возможных причинах повреждения трубы, эксперт может прийти уже на стадии визуального осмотра, пользуясь такими простыми методами, как измерения и разрезания.

Первым же недостатком указанной трубы можно было отметить отсутствие нестираемой маркировки. На предоставленных в лабораторию образцах маркировка не сохранилась, что свидетельствует об изготовлении ее способом, не обеспечивающим сохранность в процессе транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

Кроме того, в паспорте, выдаваемом на это изделие, значилось наличие красной полосы и оранжевого среднего слоя. Однако на исследуемой трубе полоса отсутствовала, а прослойка была серого цвета (рис. 2). Следовательно, внешний вид трубы не соответствовал заявленному и уже можно предположить с достаточной степенью достоверности, что реальные характеристики также не будут совпадать с заявленными.

Рис. 2 Сечение трубы из PP-R с армирующим внутренним слоем из стекловолокна



Такие предположения подтверждались проведенными измерениями. Если наружный и внутренние диаметры трубы, общая толщина стенки и толщина наружного слоя, соответствовали заявленным, то толщины внутреннего и среднего слоев трубы, показали расхождение с паспортными данными: вместо 1,65 мм каждого слоя было выполнено 2,6 мм и 1 мм соответственно. Такие расхождения сказываются на возникновении нерасчетных напряжений между слоями при линейных расширениях и приводят к разрывам связей.

Здесь надо отметить, что данная труба, строго говоря, была многослойной, так как в ней присутствовал средний слой из стекловолокна, введение которого в структуру стенки способствует снижению коэффициента линейного расширения. Однако наряду с данным неоспоримым преимуществом, исследования, проведенные в лаборатории, показывают, что должная деформационная способность (относительное удлинение при разрыве) труб, армированных стекловолокном, потенциально не обеспечивается.

Окончательный вывод по данной процедуре экспертизы был сделан после испытаний образцов труб на стойкость к действию постоянного внутреннего давления. Три отрезка трубы длиной по 30 см, оснащались фитингами, в том числе с одной стороны заглушками. Затем трубы проходили испытание на соответствующем стенде при постоянном внутреннем давлении 1,0 МПа и 95 °С, использовался метод «вода в воде». Через 24 часа вышел из строя первый трубный фрагмент, что проявилось в образовании трещины хрупкого типа длиной 52 мм. Второй фрагмент вышел из строя через 144 часа, а третий через 168 часов, на них также образовались подобные трещины.

Поскольку один из испытуемых образцов разрушился до истечения контрольного времени испытания, результат испытания признается отрицательным. Учитывая же существенное несоответствие исследованного параметра (стойкость занижена в 41 раз), причиной растрескивания материала определяется использование нестандартного материала, второсортного сырья при изготовлении труб.

Соответственно по результатам экспертизы причиной появления сквозных трещин на трубе во время эксплуатации было признано отклонение параметра ГОСТ 32415–2013 (5.1.2) – стойкость к действию постоянного внутреннего давления, ставшее следствием использования нестандартного сырья для изготовления труб.

Трубы из сшитого полиэтилена

Трубы из сшитого полиэтилена (PE-X) в системах отопления применяются реже. Прежде всего это объясняется их более низкой по сравнению с трубами из PPR и металлополимерными (МП) трубами термостойкостью. Однако и они находят сегодня применение в системах отопления, в том числе высокотемпературных, а для создания низкотемпературных систем отопления, включающие такие приборы отопления, как водяные теплые полы, и вовсе наиболее удобны.

Немаловажным фактором при выборе труб PE-X также является их невысокая стоимость, опять же относительно других полимерных труб. Потребление их растет, и в последнее время специалистам экспертного отдела «НИИсантехники» пришлось неоднократно столкнуться со случаями повреждения PE-X труб при эксплуатации в действующих инженерных системах. Речь идет о появлении трещин в стенке трубы.

В одном из таких случаев трубы из PE-X были установлены в частном жилом секторе. Причем данные трубы до того, как были использованы для реализации проекта и вступили в эксплуатацию, прошли сертификационные испытания в нашей лаборатории, показали соответствие заявленным характеристикам и регламентируемым ГОСТом нормам. Прежде всего речь идет о степени сшивки полиэтилена, которая является лакмусовой бумажкой качества труб из PE-X. Согласно нормам, степень сшивки не должна быть меньше 70 %. Однако уже через полгода частный заказчик обратился в нашу же лабораторию с заявкой на экспертизу этих же труб, не выдержавших до первой поломки очень короткий срок эксплуатации, немногим больше года.

Согласно СП 41–109–2005 «Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий с использованием «сшитых» полиэтиленовых труб», п.3.1.2, п.3.1.4, напорные трубы PE-X с латунными соединительными деталями следует применять при проектировании и монтаже: систем отопления с температурой воды до 95 °С и рабочим давлением серии S3,2 (SDR 7,4) и S2,5 (SDR 6) – до 1,0 МПа, при сроке службы не менее 25 лет; трубы для систем отопления должны иметь антидиффузионный слой для защиты от проникновения кислорода.

По сведениям заказчика, приведенным в заявке, данной трубой была выполнена разводка системы отопления в частном доме и теплый пол, смонтированная и опробованная в сентябре 2015 г. Система отопления низкотемпературная (до 80 °С), заполнена теплоносителем на основе пропиленгликоля («Термагент Эко –30»), работает от котла Viallant Eco тес мощностью 35 кВт при давлении до 3 бар, установлен предохранительный клапан.

8 ноября 2016 г. система отопления разгерметизировалась, появилось протекание теплоносителя через межэтажное перекрытие между цокольным и первым этажом. Дефект находился на изгибе трубы по внешнему радиусу. Заказчик обратился за экспертизой не сразу, списав поломку на неаккуратный монтаж. Однако 4 июля 2017 г. система отопления повторно разгерметизировалась (протекание из контура теплого пола второго этажа).

Рис. 3 Поперечная трещина в стенке трубы из PE-X: а – снаружи, б – внутри



Имеющееся повреждение трубы – трещина (рис. 3 а, б, рис. 4), как показывает опыт исследований, образуется вследствие либо неправильного монтажа, либо низкого качества материала. При испытании в лаборатории опытного образца трубы, установленной в системе отопления, на стойкость при постоянном внутреннем гидростатическом давлении оказалось, что она не соответствует тем характеристикам, которые были определены для такой же трубы при сертификационных испытаниях. Стойкость к действию постоянного внутреннего давления оказалась заниженной в 20,8 раза. Это значило, что для изготовления трубы использовано сырье низкого качества. При дальнейших исследованиях было выявлено, что степень сшивки материала трубы, установленной на объекте и не выдержавшей должного срока эксплуатации, в 3,1 раза ниже, чем это требуется по нормам, и составляет только 22 % вместо 70 %. Низкая степень сшивки полиэтилена является причиной недостаточной стойкости материала трубы к действию постоянного внутреннего давления.

Рис. 4 Продольная трещина в стенке трубы из PE-X



Для заказчика в данном случае важно то, что согласно проведенной экспертизе фактор монтажа и эксплуатации, в том числе использование теплоносителя на основе пропиленгликоля, не повлияли на стойкость труб. Причиной же появления сквозной трещины на представленной трубе стали недостатки или несоблюдение технологии при изготовлении труб. В итоге это было признано и изготовителем, а заказчик экспертизы получил существенную денежную компенсацию.

В другом экспертном случае трубы из PE-X были использованы на системе отопления многоэтажного многоквартирного дома в ближнем Подмосковье. Там первая авария, связанная с повреждением этих труб, взятых в гофру и проложенных в штробах, случилась через два года эксплуатации, затем через год последовала следующая авария, а за ней еще через месяц и третья. Характер повреждения – продольные трещины. В результате экспертизы было выявлено, как и в вышеизложенном случае, занижение степени сшивки полиэтилена, вследствие нарушения или недостатков технологии при изготовлении трубы.

Металлопластиковые трубы

Недостатком полимерных труб является высокая кислородопроницаемость их стенок. Особенно опасен растворенный в воде кислород для закрытых систем теплоснабжения – теплоноситель циркулирует по замкнутому контуру, и его концентрация постепенно возрастает. Растворенный же в теплоносителе кислород приводит к ускоренной коррозии отопительных приборов. Максимально допустимая норма кислородопроницаемости для классов эксплуатации установлена в ГОСТ Р 52134–2003.

Для защиты от диффузии кислорода в системах отопления используются трубы из сшитого полиэтилена с барьерным противодиффузионным слоем из этиленвинилового спирта (EVOH), с расположением слоев PE-X – EVOH – PE-X, или алюминия, в которых слои расположены в последовательности PE-X – Al – PE-X. Алюминиевый слой также существенно уменьшает линейное тепловое расширение полимерных труб. Так если для труб PE-X линейное расширение (мм/(м·°C) составляет – 0,2, для труб PP-R – 0,15, то для МП-труб – 0,025–0,030. Поэтому для МП-труб отсутствует необходимость в установке компенсаторов линейного теплового расширения.

Однако и МП-трубы получают дефекты в процессе эксплуатации. Относительно часто при эксплуатации таких труб в напорных трубопроводах на них появляются пузыри (рис. 5). В практике сантехнической экспертизы случаются заказы на исследование таких труб с пузырями от уважаемых производителей, чья продукция зарекомендовала себя на рынке добротным качеством. В частности, рассматривался такой случай, где сертифицированные МП-трубы известного производителя эксплуатировались в двухтрубной системе отопления в режиме до 83 °С в течение двух сезонов. К концу второго сезона, на всех трубах появились множественные пузыри. Разрывов пузырей при этом не отмечалось.

Рис. 5 Пузырь на МП-трубе, возникший в процессе эксплуатации



Исследование проводилось в следующих направлениях: анализ качества трубы, определение совокупности действующих факторов, приведших к появлению дефектов (температура, давление, сроки эксплуатации). Определение степени сшивки показало полное соответствие заявленным параметрам и нормативным требованиям. А вот при испытании стойкость при постоянном внутреннем гидростатическом давлении (рис. 6) в режиме «вода в воздухе», давление – 1,4 МПа; температура 95 °С в течение 1000 часов, пузыри образовывались, как новой трубе, так и раздувались на образцах уже побывавших в эксплуатации. Однако отказов с образованием протечек вследствие потери герметичности при этом не происходило. На одном образце произошел разрыв верхнего слоя по длине около 30 мм. По окончании испытаний производилось разрезание всех мест вздутий, в том числе на образце, не прошедшем испытания. При этом было выявлено наличие капель воды в образце, не прошедшем испытания, и влага у остальных образцов. Причем, вздутие внутреннего слоя при разрезании устранялось, обнаруживалось расслоение внутреннего полимерного слоя и фольги. Такой эффект возникает вследствие диффузии паров воды через внутренний (основной) слой трубы. Пары встречают препятствие у алюминиевой прослойки и накапливаются в местах недостаточной адгезии (склеивания), что привело к вздутиям.

Рис. 6 МП-трубы после испытания на стойкость при постоянном внутреннем гидростатическом давлении (внизу – новая)



Таким образом, дефекты в виде множественных пузырей свидетельствуют о совокупности двух явлений: проникновение паров через основной слой и некачественное склеивание основного и алюминиевого слоев. Имеющиеся вздутия не влияют на прочность трубы в целом.

Однако ГОСТ Р 52134–2003 и ГОСТ Р 53630–2009 не допускают наличия пузырей на поверхностях труб в течение всего срока эксплуатации, поскольку такие дефекты вызывают существенное ухудшение внешнего вида труб. Стойкость при постоянном давлении таких труб прогнозируется методом испытаний под воздействием тепловой нагрузки в течение 1000 ч и более. Проведенные испытания труб по данному параметру показали положительный результат: трубы полностью сохранили герметичность. Появление на трубах пузырей и трещины (без потери герметичности) не считается отказом, является косметическим дефектом и свидетельствует о допустимости их дальнейшего использования, так как функциональные свойства трубы обеспечиваются за счет внутреннего слоя, который сохранил свою способность к нагрузке.