

А. Ю. Чермянин, руководитель товарного направления ООО «ПК КОНТУР»

## ПРОБЛЕМА ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ СТОЯКОВ PP-R-ТРУБ В СИСТЕМЕ ГВС: РЕШЕНИЕ ЕСТЬ

В новых многоквартирных домах (МКД) применяются только закрытые системы горячего водоснабжения (ГВС) с установкой индивидуальных тепловых пунктов (ИТП), в которых горячая вода готовится из холодной, полученной из централизованной системы. Однако в последние годы резко возросло число аварий, связанных с разрывами полипропиленовых труб в ГВС. Такие ситуации могут возникать задолго до истечения указанных изготовителями труб сроков безаварийной службы, уже через несколько лет после монтажа системы ГВС.

Чтобы разобраться в причинах, компания «ПК Контур», производитель полипропиленовых труб, провела испытания по сравнению стойкости труб из разных материалов при одинаковых условиях эксплуатации: температуре, скорости и содержании хлора в теплоносителе. О результатах и выводах читайте в данной статье.

«ПК Контур» производит полипропиленовые трубы с 2007 года. На стояках открытых ГВС, смонтированных за эти годы, проблем преждевременного выхода из строя PP-R-труб не наблюдалось. Однако с 2013 года, когда начали активно применяться системы закрытого типа с ИТП, на стояках ГВС стали происходить случаи разрушения. Учитывая, что холодная вода, нагреваемая в ИТП, не проходит специальной водоподготовки и содержит большое количество сильных окислителей – растворенного кислорода и хлора, – можно было бы списать такие инциденты на этот факт. Однако такие случаи не повсеместны, а значит, отсутствие водоподготовки – не единственная причина сокращения срока службы стояков. К дополнительным факторам, влияющим на срок службы, можно отнести нарушение условий эксплуатации,

колебания температуры в системе ГВС, промывку системы раствором с повышенным содержанием хлора, низкое качество сырья.

### Влияние окислителей на трубопровод и причины разрушения труб

Открытая система водоснабжения предполагает отбор воды из общей системы теплоснабжения. При этом нагрев воды осуществляется на основном источнике тепловой энергии (ТЭЦ, в котельной или центральном тепловом пункте).

В закрытых системах подогрев воды осуществляется на объекте-потребителе через вторичный контур при помощи пластинчатых теплообменников. Из-за отсутствия водоподготовки в таких системах содержатся растворенные хлор и кислород, которые при температуре выше 35 °С вызывают преждевременное разрушение металлических и нержавеющей труб, не содержащих молибден.

Полимерные трубы, которые активно применяются в новом высотном домостроении, чувствительны к качеству транспортируемой жидкости, что приводит к их постепенному разрушению (термоокислительной деструкции).

Большое количество окислителей разрушает антиоксиданты в составе труб. Чем выше температура и давление и чем ближе участок трубопровода к месту подогрева, тем быстрее наступает повреждение.

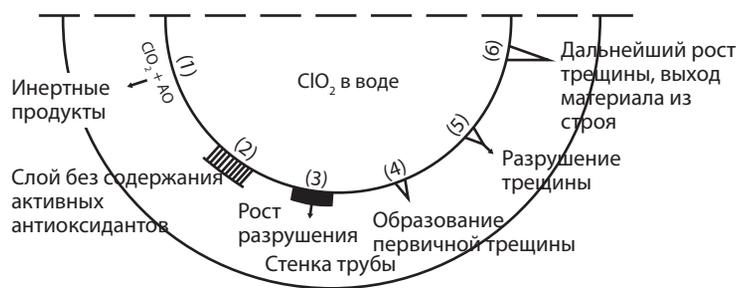


Рис. 1. Схема механизма образования трещины в ПП-трубе, подверженной влиянию воды с содержанием хлора

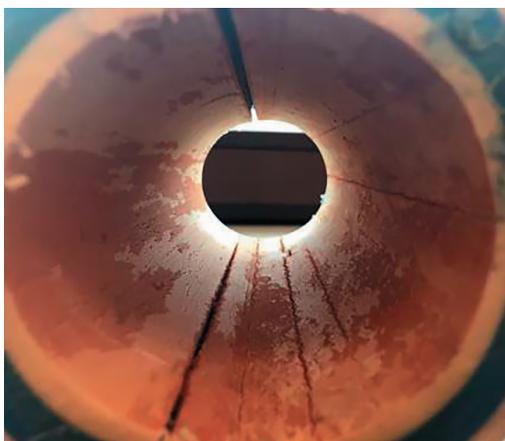


Рис. 2

### Процесс деградации полипропиленовых труб

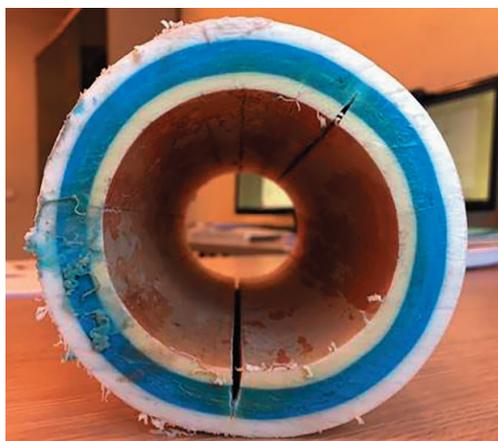
В настоящее время опубликовано множество статей, посвященных исследованию окислительной деградации полипропиленовых труб. На рис. 1 видно, как поток воды, насыщенный кислородом, вымывает антиоксиданты с внутренней поверхности ПП-трубы.

Уменьшение антиоксидантов приводит к тому, что внутренняя поверхность трубы остается незащищенной от окисления, что приводит к образованию продольных трещин (рис. 2).

В таких условиях эксплуатации ПП-трубы могут прослужить от пяти до восьми лет в зависимости от скорости вымывания антиоксидантов и влияния таких факторов, как концентрация хлора, кислорода и температура. Степень воздействия хлора растет линейно при увеличении его концентрации и времени воздействия, а при повышении температуры на каждые 10 °С – удваивается.

Однако расчетный срок службы ПП-труб без нарушения условий эксплуатации (давление и температура) в соответствии с ГОСТ 32415-2013 составляет 50 лет. Воздействие даже небольшого количества остаточного хлора в системах водоснабжения снижает срок службы полиолефиновых трубопроводов, что было признано в США еще в 90-х годах прошлого века. Для проверки труб и систем из сшитого полиэтилена (PE-X) на устойчивость к окислению труб в условиях воздействия горячей хлорированной воды были введены стандарты ASTM F2023, ASTM F2263 и ASTM F3497-21.

Избыток кислорода в питьевой воде также может оказывать влияние на сокращение расчетного срока любых трубопроводов, как оцинкованных, так и полимерных. Содержание растворенного кислорода в подпиточной воде должно



составлять не более 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, однако зачастую оно значительно выше.

### Сравнительные испытания стойкости к хлору: анализ результатов

«ПК Контур» провела ускоренные испытания для сравнения стойкости труб из разных материалов при одинаковых условиях эксплуатации: температуре, скорости и содержании хлора в теплоносителе (рис. 3). Были испытаны трубы из полипропилена (PP-R, PP-RCT), полиэтилена (PE-Xa) и термостойкого полиэтилена (PE-RT II) до появления первых признаков разрушения.

Во время испытаний образцы труб пропускали непрерывный поток воды с показателем pH = 6,8 и содержанием хлора ClO<sub>2</sub> в концентрации 5 мг/л при температуре 80 °С и постоянном внутреннем давлении 0,5 МПа со скоростью потока 1±0,2 м/с. Образцы периодически осматривались для отслеживания хода процесса разрушения.

Результаты испытаний показали, что полипропиленовые трубы разрушились, что свидетельствует об их низкой стойкости к окислению. На внутренней поверхности труб отчетливо видны трещины. В реальных водопроводах содержание хлора значительно меньше, поэтому можно рассчитывать на более высокий срок службы полипропиленовых труб.

Однако испытания также показали, что трубы из термостойкого полиэтилена (PE-RT II) обладают более высокой стойкостью к окислению благодаря наличию устойчивых антиоксидантов в составе смеси. Этот материал показал лучшую устойчивость к агрессивным элементам, содержащимся в питьевой воде.

Испытания подтверждают, что хлорированная вода может существенно ускорить хрупкое разрушение при окислении труб (рис. 4) и

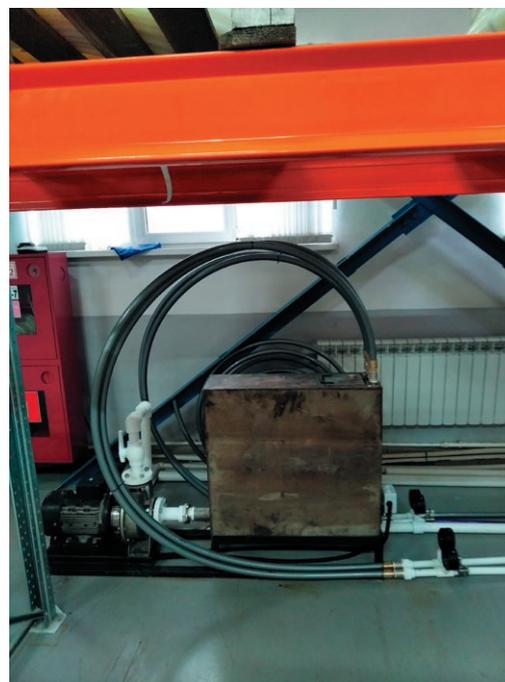


Рис. 3. Установка для проведения испытаний на базе лаборатории «ПК Контур» при согласовании с ФГБУН Институт органического синтеза им. И. Я. Пастовского Уральского отделения РАН

значительно влияет на срок службы почти всех материалов труб для подачи воды в здания.

Полипропиленовые трубы в несколько раз более подвержены окислительной деградации, чем PE-X и PE-RT II. Поэтому в полипропилен должен быть добавлен более высокий уровень антиоксидантов. На сегодняшний день, по информации от производителей сырья, разработка в направлении сдерживания или повышения стабильности антиоксидантов является приоритетной задачей.

Можно предположить, что все полипропиленовые трубы более подвержены окислительной деградации по сравнению с трубами из термостойкого полиэтилена PE-RT II. Таким образом, применение труб из PE-RT II является более предпочтительным в районах с неподготовленной водой и повышенным содержанием хлора.

## Время окислительной индукции

Это условный показатель (англ. oxidation induction time – OIT, измеряется в минутах), характеризующий сопротивление стабилизированного материала окислительной деструкции, определяемый калориметрическим измерением временного интервала до начала экзотермического окисления материала при заданной температуре в атмосфере кислорода и при атмосферном давлении.

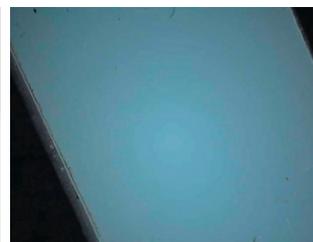
Метод заключается в определении времени, в течение которого антиоксидантная стабилизирующая система, присутствующая в образце для испытания, препятствует окислению при выдержке образца в изотермическом режиме при заданной температуре или его нагревании с постоянной скоростью в атмосфере кислорода.



№ 1. PP-R. Внутренний слой после испытаний в хлоре



№ 2. PP-RCT. Внутренний слой после испытаний в хлоре



№ 3. PE-Xa. Внутренний слой после испытаний в хлоре



№ 4. PE-RT II. Внутренний слой после испытаний в хлоре

Рис. 4

Время окислительной индукции представляет собой оценку уровня (или степени) стабилизации испытуемого материала.

Время окислительной индукции может указывать на эффективность антиоксиданта, присутствующего в образце для испытаний. Результаты измерений времени окислительной индукции для разных материалов приведены на рис. 5 и в таблице.

### «ПК Контур» предлагает решение

Анализ имеющейся информации и полученные в процессе проведенных испытаний результаты говорят о необходимости использования специальной водоподготовки в ИТП или переходе внутренней системы трубопроводов на трубные материалы, устойчивые к растворенным газам, таким как хлор и кислород.

Для увеличения срока службы стояков ГВС предлагается использовать трубы из PE-RT. Компания «ПК Контур» наладила крупносерийное производство таких продуктов под названием ThermoLine (рис. 6). Экспериментальные испытания PE-RT II-GF-труб, проведенные компанией «ПК Контур», показали повышенную устойчивость к хлору и возможность использования их для подачи горячей и холодной питьевой воды. Согласно проведенным исследованиям, эти трубы могут работать в неподготовленной воде с повышенным содержанием кислорода в три-четыре раза дольше, чем обычные ПП-трубы.

Кроме того, они обладают значительным технико-экономическим эффектом по сравнению с трубами из нержавеющей стали. Испытания в агрессивной среде подтвердили высокую стойкость антиоксидантов материала PE-RT II к хлору, что позволяет прогнозировать длительный срок службы труб при соблюдении определенных условий производства. Производители, контролирующие параметры, могут обеспечить необходимый уровень качества труб для индустрии снабжения питьевой водой.

Результаты измерений времени окислительной индукции

| Материал | Внутренний слой, мин. После воздействия кислорода, хлора, температуры | До испытаний (новая труба), мин. |
|----------|---|----------------------------------|
| PP-R     | 2   | 39                               |
|          | 5 %   | 100 %                            |
| PP-RCT   | 3   | 41                               |
|          | 7,32 %  | 100 %                            |
| PE-RT II | 117   | 120                              |
|          | 97,50 %   | 100 %                            |
| PE-Xa    | 100   | 110                              |
|          | 91 %  | 100 %                            |

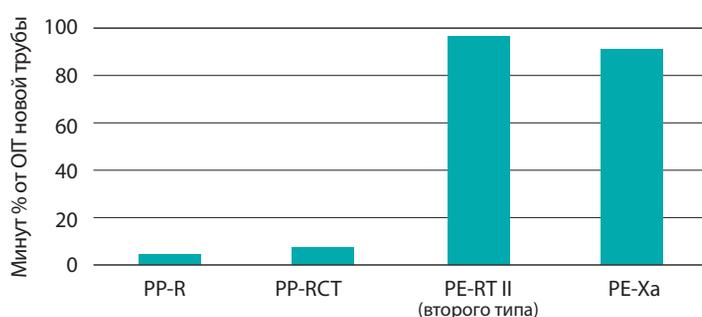


Рис. 5. Время окислительной индукции, минут % от ОИТ новой трубы. Сравнительная стойкость четырех испытываемых в одинаковых условиях образцов к воде с хлором. Самая большая деструкция на трубах PP-R (снижение ОИТ внутреннего слоя), заметно охрупчивание внутреннего слоя и трещины после растягивания. У PP-RCT охрупчивания не видно, но трещины после растягивания присутствуют. У PE-RT II (второго типа) и PE-Xa не наблюдается ни охрупчивания, ни трещин

Армированные стекловолокном PE-RT II-GF-трубы и фитинги из идентичного материала PE-RT II монтируются с использованием стандартного сварочного оборудования для PP-R.

Проведенные исследования показали, что трубы и фитинги PE-RT II способны значительно повысить срок эксплуатации трубопроводных систем в зданиях. ❖

контур.рф  
Отдел по работе с СМО  
ООО «ПК КОНТУР»  
тел. +7 (343) 298-00-58, доб.300



Рис. 6. Трехслойная труба из термостабилизированного полиэтилена PE-RT тип II, армированная стекловолокном PE-RT II/PE-RT II-GF/PE-RT II