

## Выявление причин появления дефектов труб системы горячего водоснабжения многоквартирного жилого дома

*В.А. Шаманов, Н.А. Волосатова*

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь*

**Аннотация:** Рассмотрена существующая система горячего водоснабжения 17-ти этажного многоквартирного дома, введенного в эксплуатацию в 2010 году и описана ее схема. Произведено лабораторное исследование демонтированных участков дефектного трубопровода. Показано, что вся внутренняя поверхность трубы покрыта продольными трещинами неровной формы, разной длины и глубины. Изучение под микроскопом среза трубы позволило выявить зоны недостаточного сцепления армирующего слоя с внутренним слоем полипропиленовой трубы. Установлено, что основной причиной появления дефектов труб в виде многочисленных трещин, образования пузырей и разлома при малом сроке эксплуатации связано с образованием разрыва связей между слоями и использованием некачественных полипропиленовых труб.

**Ключевые слова:** труба, полипропилен, дефект, трещина, вздутие, водоснабжение, армирующий слой, технология, строительство, алюминий.

В гражданском строительстве большую часть занимает строительство многоквартирных домов. Одним из условий нормального функционирования многоквартирного дома является надежная и исправная система водоснабжения [1]. Проектирование, монтаж и эксплуатация таких систем представляет собой трудоемкий процесс, особенно в многоквартирных домах, так как в таких зданиях существует большое количество точек подключения, а система должна работать как единое целое.

Особое внимание следует уделить трубопроводам для водоснабжения, которые должны выдерживать максимальное давление, пропускать необходимый расход воды, обеспечивать надежность, не влиять на качество подаваемой воды, иметь длительный срок эксплуатации, небольшой вес и невысокую стоимость [2]. Поэтому при выборе материала труб отталкиваются не только от экономических параметров, но и от технических характеристик.

Стоит отметить, что напорные полимерные трубы (поливинилхлоридные, полиэтиленовые (ПЭ/РЕ), полипропиленовые

---

(ПП/РР), металлопластиковые) имеют ряд преимуществ перед металлическими трубопроводами, такие как долговечность, простота в эксплуатации и в монтаже, небольшой вес, прочность, гибкость, коррозионная стойкость, низкая шероховатость, стабильная пропускная способность и напор, устойчивость к гниению, отсутствие блуждающих токов, малая шумность водяного потока [3].

Между тем, трубы, выполненные из полипропилена рандом сополимер с алюминиевым армированием, применяемые многие годы при проектировании и монтаже систем горячего водоснабжения и отопления с максимальной рабочей температурой до  $+95^{\circ}\text{C}$ , не отличаются высокой надежностью, и через 5-7 лет эксплуатации на таких трубах появляются дефекты в виде вздутий наружного слоя, которые впоследствии могут привести к аварийной ситуации – появлению трещин и разрывов по сечению трубы [4, 5]. Причинами появления подобного рода дефектов могут служить низкое качество труб, нарушение требований к проектированию и монтажу системы водоснабжения, а также нарушение параметров эксплуатации: превышение температуры и давления при подаче теплоносителя.

Целью данного исследования является выявление причин появления дефектов трубопровода системы горячего водоснабжения на примере одного из многоквартирных жилых домов города Пермь.

В качестве объекта исследования была рассмотрена существующая система горячего водоснабжения 17-ти этажного многоквартирного дома, введенного в эксплуатацию в 2010 году.

В соответствии с методическими рекомендациями по определению технического состояния систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и водоотведения был проведен осмотр, в ходе которого было установлено, что подача горячего водоснабжения в многоэтажный жилой дом осуществляется трубопроводами от центрального

---

теплового пункта, где осуществляется приготовление и регулирование параметров теплоносителя для горячего водоснабжения [6]. В качестве теплоносителя используется вода. Узел системы горячего водоснабжения (ГВС) в центральном тепловом пункте представлен на рис. 1. Подогрев воды осуществляется при помощи пластинчатых теплообменными аппаратами фирмы «Ридан».

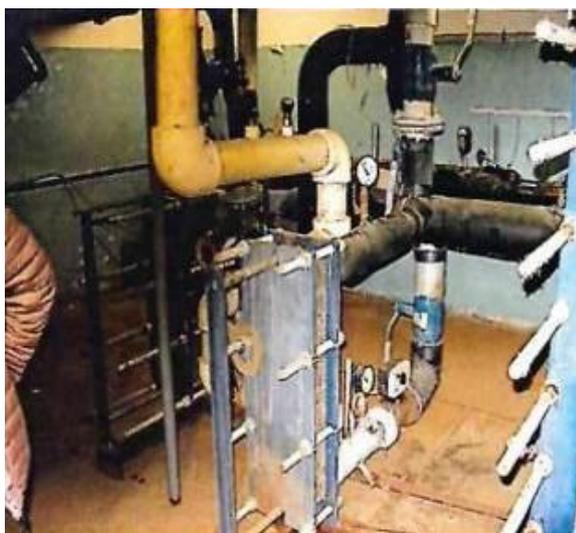


Рис. 1 – Узел системы горячего водоснабжения в центральном тепловом пункте

Схема горячего водоснабжения закрытая, двухтрубная, циркуляционная. Магистральные трубопроводы выполнены из полипропилена с наружными диаметрами 76 мм для подающего трубопровода, 63 мм для обратного трубопровода. Подключение дома к тепловым сетям происходит через индивидуальный тепловой пункт (ИТП), который размещен в подвальном помещении жилого дома.

Контроль и регулирование рабочих характеристик в системе горячего водоснабжения осуществляется в автоматическом режиме [7]. Система ГВС оснащена электронным расходомером, электрическими запорно-регулирующими клапанами, поддерживающими необходимое давление и температуру в системе; управление насосным оборудованием осуществляется с помощью частотных регуляторов [8].

При осмотре было зафиксировано, что трубопроводы (согласно маркировке) выполнены из полипропиленовых труб типа PP-R/Al/PP-R, армированных алюминиевой фольгой с заявленной в техническом описании и инструкции по эксплуатации производителем ООО НПО «ПРО АКВА» максимальной рабочей температурой +95°C, коэффициентом линейного расширения 0,030 мм/(мК) и сроком службы 50 лет. Трубопроводы системы горячего водоснабжения имеют многочисленные дефекты в виде вздутий. На нескольких стояках системы ГВС для устранения аварийных ситуаций была произведена замена дефектных участков трубопроводов.

Давление подающего циркуляционного трубопровода горячей воды на вводе индивидуального теплового пункта (ИТП) составляет 8,5 кгс/см<sup>2</sup>, а в обратном трубопроводе составляет 7,0 кгс/см<sup>2</sup>. Так же зафиксирована температура на вводе в ИТП +56,4 °С на подающем трубопроводе, +42,0°C на обратном трубопроводе.

Вырезанные из системы горячего водоснабжения аварийные участки труб наружным диаметром до выреза 34,1 мм, внутренним диаметром 21,5 мм и толщиной стенки 6,0 мм были переданы в лабораторию для дальнейшего анализа и установления причин появления дефектов в виде вздутий и трещин.

Детальное исследование внутренней поверхности поперечного среза трубы (рис. 2) при помощи микроскопа МБС показало, что вся внутренняя поверхность трубы покрыта продольными трещинами неровной формы, разной длины и глубины. По всей длине внутренней поверхности отрезка трубы видны отложения в виде сплошного налета коричневого цвета.

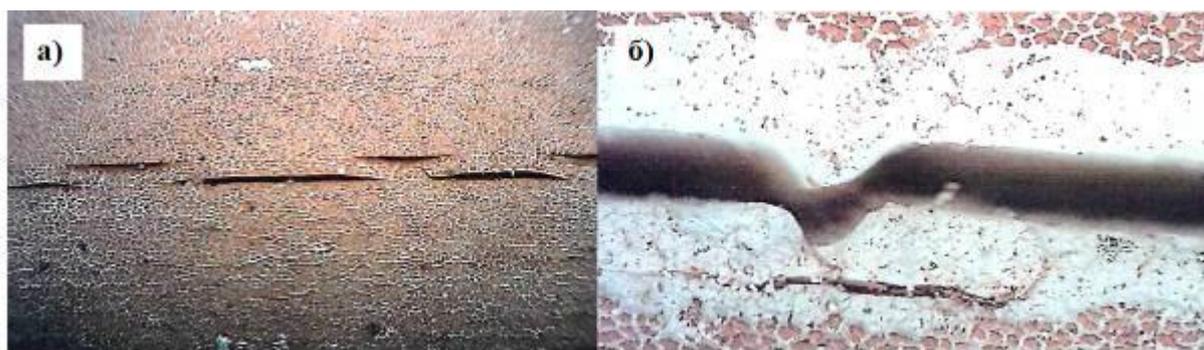


Рис. 2 – Внутренняя поверхность образца:

а) при 4-кратном увеличении; б) при 32-кратном увеличении

На одной из половин отрезка наблюдается единая, глубокая трещина, проходящая стенку трубы с переходом в сквозные отверстия (рис. 3).



Рис. 3 – Сквозная трещина на наружной поверхности образца трубы типа PP-R/Al/PP-R

Изучение под микроскопом среза трубы (рис. 4) позволило выявить зоны недостаточного сцепления армирующего слоя с внутренним слоем полипропиленовой трубы, что свидетельствует о нарушении параметров технологического процесса как на этапе подачи фольги (внецентренное расположение армирующего слоя по сечению трубы), так и на этапе экструзии полимера и адгезива внутреннего и наружного слоев [9, 10].

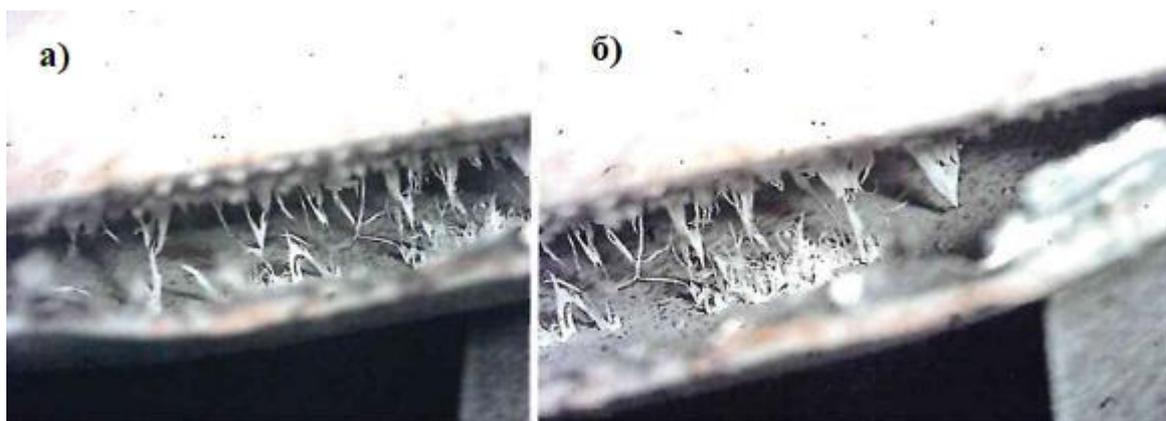


Рис. 4 – Нарушение клеевого слоя в виде застывших вытянутых тонких нитей между слоями образца:

а) при 16-кратном увеличении; б) при 32-кратном увеличении

На основании проведенного исследования следует отметить, что основной причиной появления дефектов на трубе, таких как многочисленные трещины, образование пузырей и разлома при малом сроке эксплуатации связано с использованием некачественных полипропиленовых труб, в результате чего образуется разрыв связей между слоями; вода проникает сквозь полипропиленовый слой трубы, скапливается под слоем алюминия и способствует появлению деформации в виде пузырей и трещин.

### Литература

1. Алексеев Л.С., Гладкова Е.В, Ивлева Г.А. Пономарчук К.Р. Инженерные системы водоснабжения и водоотведения. Часть 1. Профилактика повреждений коммуникаций и вторичного загрязнения воды. М.: Москва, 2012. 146 с.
2. Кострикин Ю.М., Мещерский Н.А., Коровина О.В. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления. М.: Энергоатомиздат, 1990. 254 с.

3. Уиллоуби Д.А., Вудсон Д., Суверлэнд Р. Полимерные трубы и трубопроводы; пер. с англ. СПб.: Профессия, 2010. 486 с.
4. Puust R., Kapelan Z., Savic D. A., Koppel T. A review of methods for leakage management in pipe // Urban Water Journal. 2010. pp. 25-45.
5. Головкова Ю.С. Выбор пластиковых труб для горячего водоснабжения // Academy. 2019. № 11 (50). С. 9-10.
6. Соколовская О.В., Зибров В.А., Курнаков В.А. Структурный мониторинг водопроводных сетей на основе пьезокерамических датчиков // Инженерный вестник Дона. 2013. № 4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1989/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1989/).
7. Зуев К.И. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения. Учебное пособие. М.: Изд-во ВлГУ, 2016. 224 с.
8. Мальцева Д.А., Зибров В.А., Тряпичкин С.А., Соколовская О.В. Информационная система мониторинга технологических параметров водопровода // Инженерный вестник Дона. 2013. № 4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1992/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1992/).
9. Жариков В.В., Истомин М.А., Гришина В.А. Совершенствование инструмента контроля качества продукции промышленных предприятий на примере причинно-следственной диаграммы Исикавы // Организатор производства. 2012. № 2 (53). С. 95-97.
10. Zgoul M.H., Habali S.M. An Investigation into Plastic Pipes as Hot Water Transporters in Domestic and Industrial Applications // Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering. 2008. Vol.2. No.4. pp. 191-200.

### References

1. Alekseev L.S., Gladkova E.V, Ivleva G.A. Ponomarchuk K.R. Inzhenernye sistemy vodosnabzheniya i vodootvedeniya. CHast' 1. Profilaktika povrezhdenij kommunikacij i vtorichnogo zagryazneniya vody [Engineering
-

systems of water supply and sanitation. Part 1. Prevention of damage to communications and secondary water pollution]. M.: Moskva, 2012. 146 p.

2. Kostrikin YU.M., Meshcherskij N.A., Korovina O.V. Vodopodgotovka i vodnyj rezhim energoob"ektov nizkogo i srednego davleniya [Water treatment and water regime of low and medium pressure power facilities]. M.: Energoatomizdat, 1990. 254 p.

3. Uilloubi D.A., Vudson D., Suverljend R. Polimernye trubyy i truboprovody [Polymer pipes and pipelines]; per. s angl. SPb.: Professija, 2010. 486 p.

4. Puust R., Kapelan Z., Savic D.A., Koppel T. Urban Water Journal. 2010. pp. 25-45.

5. Golovkova Yu.S. Academy. 2019. № 11 (50). pp. 9-10.

6. Sokolovskaya O.V., Zibrov V.A., Kurnakov V.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2013. No. 4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1989](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1989).

7. Zuev K.I. Avtomatizaciya sistem vodosnabzheniya i vodootvedeniya [Automation of water supply and sanitation systems]. Uchebnoe posobie. M.: Izd-vo VIGU, 2016. 224 p.

8. Mal'ceva D.A., Zibrov V.A., Tryapichkin S.A., Sokolovskaya O.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2013. No. 4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1992](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1992).

9. Zharikov V.V., Istomin M.A., Grishina V.A. Organizator proizvodstva. 2012. № 2 (53). pp. 95-97.

10. Zgoul M.H., Habali S.M. Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering. 2008. Vol.2. No.4. pp. 191-200.