

участка трубы с повреждением и испытываемого образца (для контроля до начала испытаний на трубе нанесена надпись «Образец») можно увидеть, что разрушение произошло на одной оси, что подтверждает выдвинутое нами предположение, что в трубе имеется заводской брак.

*Вывод.* Представленный образец участка трубопровода, вырезанный из действующей системы отопления здания постройки 1884 г. со следами повреждения, по нашему мнению, имеет производственный брак. Это подтверждается визуальным осмотром среза испытываемого образца, который имеет явно выраженное отслоение внутреннего слоя, что привело к локальному разрушению трубы. Также это подтверждается гидравлическими испытаниями участка трубы и характером разрушения. Труба не выдержала номинального для своего диаметра (рп 25) давления (пластическая деформация при давлении более 2-2.5 МПа), а также разрушение образца произошло на той же оси что и разрушение в системе отопления. На основании вышеизложенного можно сделать вывод что установленная в системе отопления труба имеет производственный брак. Кроме того, согласно СП 60.13330.2012 температура в системе с полимерными трубами не должна превышать 90 °С, что невозможно обеспечить в тепловых пунктах без регулирования температуры.

#### Список литературы

1. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.

УДК 697.3

### ХАРАКТЕРНЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ГВС ПРИ НЕСОБЛЮДЕНИИ РЕЖИМОВ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Р. В. Муканов, А. Э. Усынина, Н. В. Купчикова,  
О. Р. Муканова, С. Н. Сулейманова*

*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет  
(Россия)*

В статье рассматриваются причины повреждения стальных трубопроводов систем отопления на примере повреждения стояка системы отопления жилого дома в Астрахани. Проведены анализ повреждений. Выявлены причины повреждения труб и нарушения правил эксплуатации системы. Проведен анализ качества сетевой воды. Сделаны выводы по результатам работы.

*Ключевые слова:* система отопления, стальной трубопровод, разрушение, лабораторные исследования, температура, давление.

The article discusses the causes of damage to the steel pipelines of heating systems on the example of damage to the riser of the heating system of a residential building in Astrakhan. Damage

analysis performed. The causes of damage to pipes and violations of the rules of operation of the system. The analysis of the quality of network water. Conclusions on the results of work.

**Keywords:** heating system, steel pipeline, destruction, laboratory tests, temperature, pressure.

Специалистами научно-исследовательской лаборатории «Инженерные системы и экология» и студентами Астраханского государственного архитектурно-строительного университета было проведено исследование представленных на экспертизу образцов стальных водопроводных труб на предмет определения возможных причин образования дефектов, во время их эксплуатации.

Застройщик при возведении жилых домов в качестве трубопроводов системы отопления и горячего водоснабжения использовал бесшовные горячедеформированные трубы общего назначения, соответствующие ГОСТ 8732-78. Во время эксплуатации зданий неоднократно возникали ситуации с образованием свищей и других повреждений трубопроводов систем отопления и ГВС. После 3-х лет эксплуатации эксплуатировать данные системы стало невозможно из-за значительного числа повреждений.

На исследование е были представлены образцы труб, представленные на рис. 1.



*Рис. 1. Представленные образцы труб*

Как видно из рисунка 1 представленные образцы имеют значительное число локальных точечных повреждений (свищей) на относительно небольших участках трубопроводов (6 шт. на образце №1 и 5 штук на образце №2). Такое количество локальных повреждений говорит о том, что это или не правильная (не соответствующая нормам) эксплуатация систем отопления и горячего водоснабжения, или это производственный брак. Дальнейшее исследования позволило принять как основную, первую причину, а именно не соответствие нормам эксплуатации систем отопления и ГВС качества теплоносителя подаваемого в эти системы.

Как видно из рис. 2 на срезе трубы можно наблюдать множественные раковины (язвы) в стенках трубы, характер которых говорит о наличии значительного количества очагов кислородной коррозии.



*Рис. 2. Очаги точечной коррозии внутри трубы*

Такое значительное количество очагов коррозии, по нашему мнению, связано с некачественной химводоподготовкой, или отсутствием токовой на котельной теплоснабжающей организации. Это наше предположение косвенно подтверждается количеством и характером распределения отложений внутри трубы. Отложения не распределены внутри трубы равномерно, а расположены в виде слоистых отложений, частично перекрывающих трубу изнутри (см. рис. 3).

Повреждений в трубе, а именно точечная коррозия со множеством очагов, возникает по следующей схеме. Из-за отсутствия химводоподготовки в котельной, в систему отопления и ГВС подается вода с большим количеством солей жесткости (соли кальция и магния). Под действием высокой температуры эти соли выпадают в осадок и откладываются на стенках в виде пластин, расположенных поперек потока, частично перекрывающих полость трубы. В трубе образуются полости, в которых скапливается растворенный в воде кислород. Под действием высокой температуры процесс окисления металла происходит достаточно быстро, и в этом месте образуется «свищ» (точечное повреждение трубы). Судя по большому количеству повреждений труб системы отопления и ГВС, на котельной отсутствует система деаэрации питательной воды, то есть удаления из теплоносителя кислорода. Эти два фактора: отсутствие деаэрации воды и отсутствие, или некачественная водоподготовка, приводят к значительной точечной коррозии.



*Рис. 3. Отложения в трубе*



*Рис. 4. Отложения в трубе*

Для подтверждения своих выводов был произведен экспресс анализ качества воды, отобранной из тепловых пунктов жилых домов, на базе полевой переносной лаборатории качества воды «НКВ-12» (общий вид лаборатории показан на рис. 4).



*Рис. 4. Общий вид лаборатории «НКВ-12»*

Лаборатория «НКВ-12» сформирована по модульному принципу по комплексу требований контроля качества воды при эксплуатации гражданских инженерных систем. Выполнен анализ воды, общая минерализация которой не превышает 3 г/л. Продолжительность анализа по каждому показателю производилась не более 20 минут.

В результате анализа определены основные показатели качества воды в лабораторных условиях на комплектной экспресс - лаборатории контроля воды «НКВ-12» (табл.1): водородный показатель, общее железо, цветность, растворенный кислород, сульфаты, соли жесткости, внешние показатели.

Таблица 1

Контролируемые параметры

<i>Определяемый показатель</i>	<i>Наименование модуля</i>	<i>Диапазон измерений,</i>	<i>Значение</i>	<i>ПДК</i>
--------------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------	------------

		метод, НТД		
Водородный показатель (рН)	Аммоний, нитриты, рН,	4,5-5,0-5,5-6,0-6,5-7,0-8,0-8,5-9,0-10,0-11,0 ед. рН (ВК)	4,5-5	8,5-9,5 (9,8±0,2)
Железо общее (сумма Fe <sup>2+</sup> и Fe <sup>3+</sup> )	Железо	0-0,1-0,3-0,7-1,0-1,5 мг/л (ВК)	0,7 мг/л	0,005-0,05
Цветность	Цветность	0-30-100-300-1000 град.цвет. (ВК)	50-70	20
Растворенный кислород	РК-БПК	1,0-15 мгО/л	более 15	не более 15
Сульфат (SO <sup>2-4</sup> )	Сульфаты	30-300 мг/л (ТМ)	115,2-192	-
Общая жесткость (сумма эквивалентов Ca <sup>2+</sup> и Mg <sup>2+</sup> )	Общая жесткость	0,5-15 ммоль/л эквивалента (ТМ)	14	
Внешний вид			Желтоватый оттенок, наличие взвеси	Чистая, бесцветная
Запах				нет

Сокращения в таблице:  
**ВК** – визуально-колориметрический; **ТМ** - титриметрический

Согласно таблице 1 показатели исследуемой воды значительно превышают предельно-допустимые концентрации.

## 1. Определение рН



Рис. 5. Определение значения рН

Уровень рН должен быть от 6,5 и выше, соответственно, составлять:

- в системе отопления из меди и медесодержащих материалов  $pH=8,0-9,5$ ;

- в системе отопления с алюминиевыми обогревателями  $pH = 8,0-8,5$ .

Водородный показатель  $pH$  анализируемой воды определялся по индикаторной универсальной бумаге и составил диапазон от 4 до 5, что соответствует кислой среде. Железо и сталь скорее подвержены коррозии в кислотной среде, чем в щелочной, а алюминий одинаково в кислотной и в щелочной среде утрачивает свое защитное покрытие и также начинает быстро корродировать.

### Железо общее (сумма $Fe^{2+}$ и $Fe^{3+}$ )

Концентрация железа в воде определялась по контрольной шкале образцов окраски «Железо». Предельно допустимая концентрация железа в воде составляет не более 0,3 мг/л. В результате проведенного анализа выяснено, что содержание железа достигает 0,7 мг/л.

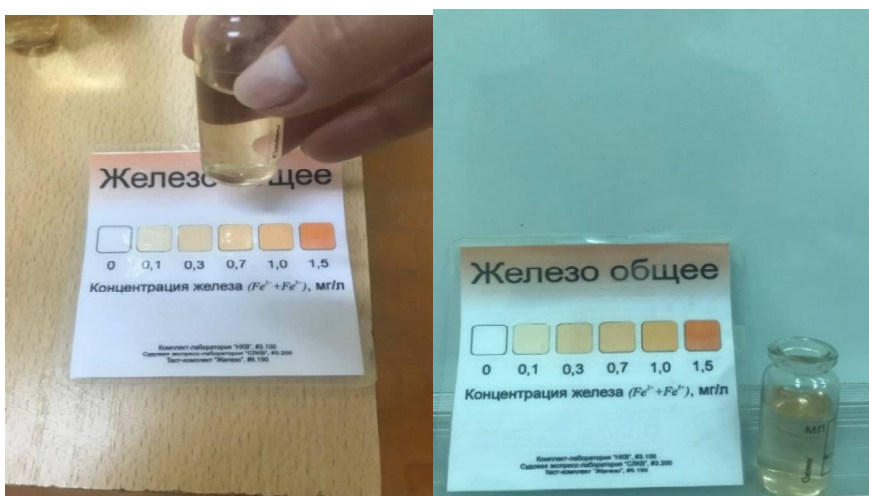


Рис. 6. Определение концентрации железа

Переизбыток железа приводит к заиливанию внутренних поверхностей труб и размножению в железистом осадке бактерий, которое происходит особенно активно уже при 30-40 градусах тепла. Это приводит к быстрому износу системы горячего водоснабжения и отопления.

### Определение цветности



Рис. 7. Определения цветности

Определение цветности в воде производилось по шкале цветности растворов (хром-кобальтовой) и контрольной шкале цветности «Цветность». Цветность достигает 50-70 град., что более, чем в 2 раза превышает допустимые показатели.

Согласно нормам UNI-СТІ 8065 «Водоподготовка в тепловых системах для бытового использования» воды должна быть прозрачная.

#### Определение общей жесткости

Полученный результат проведенного анализа на наличие в воде солей жесткости составляет 14 ммоль/л эквивалент, что превышает удовлетворительное значение жесткости воды для отопления от 7 до 10 мг-экв на литр. Это означает, что в анализируемой воде превышено содержание солей кальция и магния. При повышении температуры в системе отопления эти соединения перейдут в накипь и нарушат работу всей системы, что отрицательно скажется на эксплуатационной способности и работе отдельных элементов.

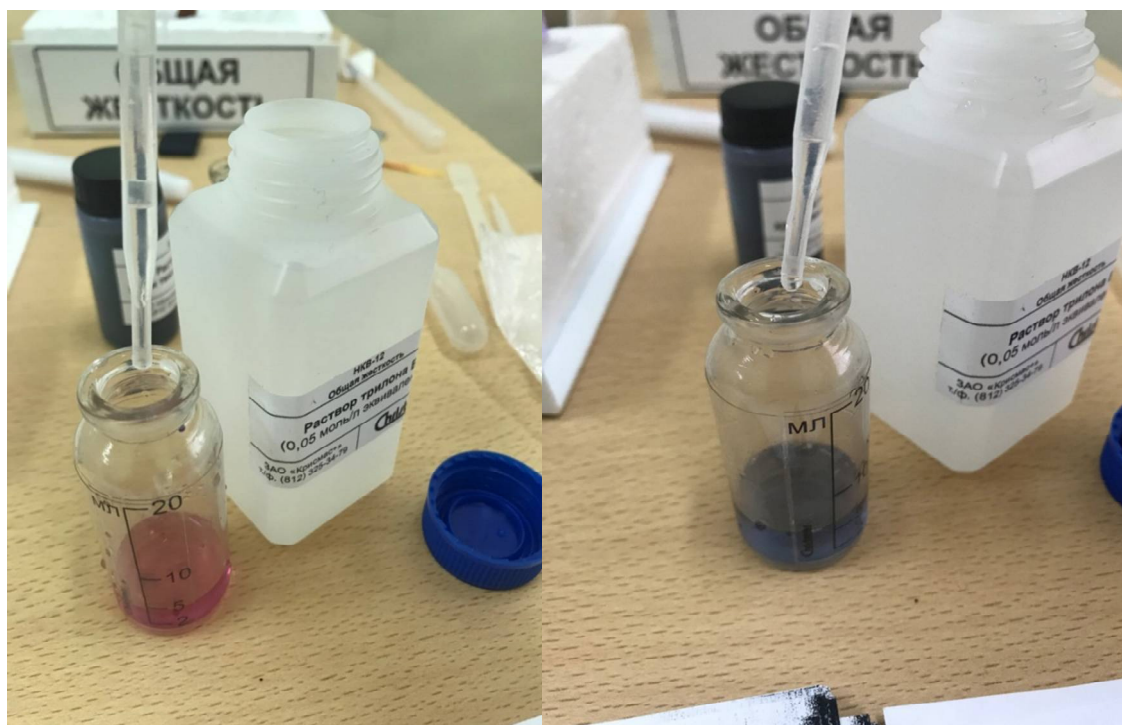


Рис. 8. Определение общей жесткости

#### Определение сульфатов

Согласно приведенным данным (табл.1) сульфаты присутствуют в воде в значительном количестве. Сульфаты способствуют образованию твердого осадка в воде с высоким содержанием кальция, растворимость которого, в отличие от большинства других солей, снижается с ростом температуры воды.



Рис. 9 Определение сульфатов

**Вывод:**

- экспресс анализ качества воды, отобранный из системы теплоснабжения (тепловой пункт) жилых домов, подтвердил наше предположение о некачественной водоподготовке и деаэрации питательной воды или отсутствии таковых на котельной;
- эксплуатация стальных труб в данных условиях будет и впоследствии сопровождаться значительным количеством повреждений труб от язвенной точечной кислородной коррозии.

**Список литературы**

1. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.

УДК 621.643.

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА СОКРАЩЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ С ПОВЕРХНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ Г. АСТРАХАНИ**

*Е. А. Панфилов, Е. М. Дербасова, Р. В. Муканов*

*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет (Россия)*

Потери энергии в тепловых сетях неразрывно связаны с потерей ресурсов. При утечках безвозвратно теряются теплоносители, которые должны быть восполнены у источника теплоты. На подготовку теплоносителя затрачиваются как материальные средства, так и энергия. В статье проанализированы основные проблемы, возникающие при отсутствии тепловой изоляции на трубопроводах, что оказывает существенное влияние на эффективность работы тепловых сетей, в связи с чем возникает задача по исследованию отдельных участков трубопроводов систем теплоснабжения с целью оценки потенциала энергосбережения для решения проблем недостатка тепловой энергии.

**Ключевые слова:** энергосбережение, система теплоснабжения, тепловые потери, изношенность, управление, трубопровод.

Energy losses in heat networks are inextricably linked with the loss of resources. In case