



Д. В. ЗЕЛЕНЦОВ

## ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

### CAUSES OF DEFECTS OF THE HEATING NETWORK

*Рассмотрены и проанализированы ошибки, возникшие при проектировании бесканальной тепловой сети и приведшие в процессе функционирования системы теплоснабжения к дефектам. Для определения причины возникновения дефектов проводилась проверка выполненных работ на соответствие принятым проектным решениям, а также анализ самих проектных решений. Было выявлено, что причиной появления дефектов в процессе эксплуатации являются ошибки в принятых проектных решениях.*

**Ключевые слова:** теплоснабжение, тепловая сеть, компенсатор, сиффон, температурное расширение

В настоящее время в системах теплоснабжения все шире используются новые технологии и материалы, что связано как с удобством их применения, так и с меньшими затратами при их использовании по сравнению с традиционными [1–3]. Одной из подобных технологий является бесканальная прокладка тепловых сетей с применением сиффонных компенсаторов. Однако использование новых технологий требует тщательного проектирования, так как ошибки в расчетах могут привести к возникновению аварий или дефектов [4–6]. Так, при обследовании внутриквартальной тепловой сети были выявлены дефекты в виде разрывов сиффонных компенсаторов.

Обследуемая тепловая сеть имеет следующие параметры:

- диаметр подающего и обратного трубопроводов составляет 133х4,5 мм, общая длина тепловой сети равна 139 м;
- трубопроводы стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке по ГОСТ 30732-2006 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой»;

*The errors that occurred during the design of a channelless heat network and led to defects in the process of functioning of the heat supply system are considered and analyzed. To determine the cause of defects, the work performed was checked for compliance with the adopted design decisions, as well as an analysis of the design decisions themselves. It was found that the cause of defects during operation are errors in the adopted design decisions.*

**Keywords:** heat supply, heating network, compensator, bellows-type, temperature expansion

- трубопроводы проложены в железобетонных непроходных каналах, в качестве основания устроена песчаная подсыпка (рис. 1);
- для компенсации температурных удлинений используются осевые сиффонные компенсаторы типа 125-25-50±25 по ГОСТ 27036-86 «Компенсаторы и уплотнения сиффонные металлические. Общие технические условия».



Рис. 1. Трубопроводы тепловой сети в непроходном канале с песчаной подсыпкой

В результате обследования было выявлено следующее:

- трубопроводы тепловой сети в непроходном канале смещены к краю канала, что отличается от центрального расположения, предусмотренного в проекте;
- после вскрытия кожуха компенсатора с обнаруженной утечкой на сильфоне компенсатора был обнаружен разрыв (рис. 2);
- на трассе тепловой сети в непроходном канале отсутствуют какие-либо опоры (см. рис. 1).

В связи с этим возникла необходимость определить причину возникновения дефектов, связанных с протечкой тепловой сети, провести анализ конструкций трубы, материалов изготовления компенсатора, дать заключение о предполагаемых причинах разрушения компенсаторов.

Для определения причины возникновения дефектов возникла необходимость проверить выполненные работы на соответствие принятым проектным решениям, а также провести анализ самих проектных решений.

В рамках обследования было проведено сравнение существующего состояния тепловой сети и проектных решений. Результат сравнения показал, что отступления от проекта при монтаже тепловой сети отсутствуют.

Для проверки компенсационной способности компенсаторов необходимо проверить расстояние между неподвижными опорами, для

чего произвести поверочный расчет согласно требованиям [7, 8]. Длина участка теплопроводов, компенсируемых с помощью сильфонного компенсатора, рассчитывается по формуле

$$L \leq \frac{2 \cdot \Delta l \cdot K}{\alpha(t_{\max} - t_{\text{н}})}, \text{ м},$$

где  $\Delta l$  – амплитуда осевого хода сильфонного компенсатора, мм,  $\Delta l = 25$  мм;

$\alpha$  – коэффициент линейного расширения трубной стали, мм/м°C,  $\alpha = 0,012$ ;

$t_{\max}$  – максимальная температура трубопровода, принимаемая равной максимальной температуре транспортируемой сетевой воды, °C,  $t_{\max} = 150$  (70) °C;

$t_{\text{н}}$  – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °C,  $t_{\text{н}} = -30$  °C;  $K = 0,9$  коэффициент запаса.

По результатам расчета проводилось сравнение фактического расстояния между неподвижными опорами и требуемой длины компенсируемого участка без учета величины растяжки и с учетом величины растяжки (13 мм). Результаты расчета представлены в табл. 1 и 2.

В результате расчета были сделаны следующие выводы:

- при расчетной (максимальной) температуре теплоносителя 150 °C, что соответствует параметрам подающего трубопровода, фактическое расстояние между неподвижными опорами было больше, чем должно быть по расчету, что не соответствует требованиям [7, 8];
- при расчетной (максимальной) температуре теплоносителя 70 °C, что соответствует параметрам обратного трубопровода, фактическое расстояние между неподвижными опорами было больше, чем должно быть по расчету, что соответствует требованиям [7, 8];

Таким образом, компенсационной способности компенсаторов на подающем трубопроводе недостаточно для обеспечения заложенного в проекте расстояния между неподвижными опорами (длины компенсируемого участка).

Также установлено, что трубопроводы тепловых сетей в непроходных каналах уложены на песчаную подсыпку, что допускается требованиями [9], опоры (скользящие, направляющие) или засыпка трубопровода уплотненным грунтом отсутствуют. Так как примененные сильфонные компенсаторы являются осевыми, то они воспринимают и компенсируют только осевые усилия и не могут компенсировать боковую нагрузку. Для предотвращения сдвига необходима либо установка направляющих опор около компенсатора, либо засыпка уплотненным грунтом для предотвращения сдвига [7, 8].



Рис. 2. Осевой сильфонный компенсатор с дефектом – разрывом сильфона

Таблица 1

Анализ расстояния между неподвижными опорами  
без учета величины растяжки

№ компенсатора	Фактическое расстояние между неподвижными опорами, м	Максимальная температура теплоносителя, °С	Расчетная длина компенсируемого участка, м	Соответствие требованиям [7, 8]
K1	36	150	20,8	Нет
K2	36	150	20,8	Нет
K3	27	150	20,8	Нет
K4	37,12	150	20,8	Нет
K1	36	70	37,4	Да
K2	36	70	37,4	Да
K3	27	70	37,4	Да
K4	37,12	70	37,4	Да

Таблица 2

Анализ расстояния между неподвижными опорами  
с учетом величины растяжки

№ компенсатора	Фактическое расстояние между неподвижными опорами, м	Максимальная температура теплоносителя, °С	Расчетная длина компенсируемого участка, м	Соответствие требованиям [7]
K1	36	150	31,1	Нет
K2	36	150	31,1	Нет
K3	27	150	31,1	Да
K4	37,12	150	31,1	Нет
K1	36	70	56,1	Да
K2	36	70	56,1	Да
K3	27	70	56,1	Да
K4	37,12	70	56,1	Да

**Вывод.** Причиной возникновения дефектов, а именно разрыва сильфона в компенсаторе является недостаточная компенсационная способность компенсатора – поверочный расчет согласно [7, 8] показал, что компенсационной способности компенсаторов недостаточно при имеющемся расстоянии между неподвижными опорами; отсутствие направляющих опор или обратной засыпки трубы, необходимых согласно [8], позволяет предотвратить боковой сдвиг трубопровода. При этом произведенные работы по монтажу тепловой сети соответствуют проектным решениям. Предполагаемой причиной разрушения компенсаторов являются ошибки в принятых проектных решениях, а именно: отсутствие направляющих опор в местах установки компенсаторов или обратной засыпки трубы, позволяющих предотвратить боковой сдвиг трубопровода [8]; недостаточная компенсационная способность компенсатора, подтвержденная расчетом необходимой компенсации согласно [7, 8].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Титов Г.И., Демина Ю.Э., Зеленцов Д.В. Компенсация температурного расширения теплоносителя в системе отопления с использованием регулирующего и предохранительно-сбросного клапанов // Градостроительство и архитектура. 2016. № 4 (25). С. 36–39. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.04.6.
2. Вытчиков Ю.С., Чулков А.А. Исследование эффективности применения жидкого керамического покрытия «корунд» в качестве тепловой изоляции трубопроводов систем теплоснабжения // Научное обозрение. 2014. № 4. С. 142–145.
3. Вытчиков Ю.С., Евсеев Л.Д., Чулков А.А. Повышение эффективности и долговечности тепловой изоляции трубопроводов систем теплоснабжения с применением скорлуп из пенополиуретана // Градостроительство и архитектура. 2013. № 2 (10). С. 90–93. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.02.15.
4. Пуринг С.М., Ватузов Д.Н. Оптимизация выбора способа теплоснабжения жилых многоквартирных домов // Инновационные стратегии развития экономики и управления: сборник статей / СГАСУ. Самара, 2015. С. 313–316.



5. Титов Г.И., Новопашина Н.А., Титов В.Г. Причины повреждаемости тепловых сетей // Градостроительство и архитектура. 2016. № 2 (23). С. 19–22. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.02.4.

6. Титов Г.И., Тюрин Н.П., Новопашина Н.А., Захарова Ю.Э. Выявление скрытых недостатков выполненных работ по ремонту системы горячего водоснабжения // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сборник статей / под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, А.К. Стрелкова; СГАСУ. Самара, 2015. С. 337–340.

7. АТР 313.ТС-006.000. Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в пенополимерминеральной (ППМ) изоляции. М.: РАО ЕЭС России, ОАО Объединение ВНИПИЭнергопром, 2005. 140 с.

8. 313.ТС-017.000. Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в изоляции из пенобетона «СОВБИ» диаметром Ду 50–600 мм. Конструкции и детали. М.: РАО ЕЭС России, ОАО Объединение ВНИПИЭнергопром, Холдинг «СОВБИ», МЦПТ, 2008. 124 с.

9. СП 41-105-2002. Проектирование и строительство тепловых сетей бесканальной прокладки из стальных труб с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке. М.: Госстрой России, 2003. 36 с.

## REFERENCES

1. Titov G.I., Demina Yu.E., Zelentsov D.V. Equalization of heat-transfer agent temperature expansion in heating system with the use of regulating and safety valves. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2016. no. 4(25). pp. 36–39. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2016.04.6.

2. Vytchikov Yu.S., Chulkov A.A. Study of efficiency of application of liquid ceramic coating “corundum” as thermal insulation of pipelines of heat supply systems. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific Review], 2014. no. 4. pp. 142–145. (in Russian)

3. Vytchikov Yu.S., Evseev L.D., Chulkov A.A. Improving the efficiency and durability of thermal in-

sulation of heat supply systems pipelines using polyurethane foam shells. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2013, no. 2(10). pp. 90–93. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2013.02.15.

4. Puring S.M., Vatzov D.N. Optimization of the choice of the method of heat supply of residential apartment buildings. *Innovatsionnye strategii razvitiya ekonomiki i upravleniya: sbornik statey* [Innovative Strategies for Economic Development and Management: a collection of articles]. Samara, SGASU, 2015, pp. 313–316. (In Russian).

5. Titov G.I., Novopashina N.A., Titov V.G. Causes of heat networks damageability. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2016. no. 2(23). pp. 19–22. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2016.02.4.

6. Titov G.I., Tyurin N.P., Novopashina N.A., Zakharova Yu.E. Identification of hidden shortcomings of works performed to repair the hot water supply system. *Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arkhitekture. Stroitel'nye tekhnologii: sbornik statey* [Traditions and innovations in construction and architecture. Building technologies: a collection of articles]. Samara, SGASU, 2015, pp. 337–340. (In Russian).

7. АТР 313.ТС-006.000. Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в пенополимерминеральной (ППМ) изоляции [АТР 313.ТС-006.000. Typical solutions for laying heat network pipelines in polymer foam (WPT) insulation]. Moscow, RAO UES of Russia, OJSC VNIPIenergoprom Association, 2005. 140 p.

8. 313.ТС-017.000. Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в изоляции из пенобетона «СОВБИ» диаметром Ду 50–600 мм. Конструкции и детали [313.ТС-017.000. Typical solutions for laying pipelines of thermal networks in insulation from foam concrete “SOVBI” with a diameter of 50–600 mm. Constructs and parts]. Moscow, RAO UES of Russia, OJSC VNIPIenergoprom Association, SOVBI Holding, MCTT, 2008. 124 p.

9. СП 41-105-2002. Design and construction of heat networks of a channel-free steel pipe gasket with industrial thermal insulation of polyurethane foam in polyethylene sheath. Moscow, Gosstroy of Russia, 2003. 36 p. (In Russian)

Об авторе:

### ЗЕЛЕНЦОВ Данила Владимирович

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: tgv@samgtu.ru

### ZELENTSOV Danila V.

PhD of Engineering Science, Associate Professor, Head of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: tgv@samgtu.ru

Для цитирования: Зеленцов Д.В. Причины возникновения дефектов тепловой сети // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 2. С. 10–13. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.2.

For citation: Zelentsov D.V. Causes of Defects of the Heating Network. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 10–13. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.2.