

УДК 620.19

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОМПЕНСАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Жальмагамбетова Алина Амангосовна, магистрант, направление подготовки 08.04.01 Строительство, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: alina.zhalmagambetova@gmail.com

Научный руководитель: **Закируллин Рустам Сабирович**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: rustam.zakirullin@gmail.com

Аннотация. Актуальность данной темы определяется большим интересом к современным системам теплоснабжения, перспективами развития этой отрасли в рамках повышения эффективности и экономичности теплоснабжающего оборудования. Целью статьи является анализ эффективности использования различных компенсационных устройств для трубопроводов. Метод подхода – теоретический. В качестве метода исследования используется анализ научной и методической литературы, публикаций в специализированных периодических изданиях, а также нормативных актов Российской Федерации. Ключевые результаты, полученные в ходе анализа, включают выявление преимуществ и недостатков применения компенсационных устройств, а также изучение их работы в системах теплоснабжения и трубопроводах. Для достижения поставленной цели необходимо углубиться в теоретические аспекты теплоснабжения.

Ключевые слова: компенсатор, сильфонный, сальниковый, п-образный, тканевый.

Для цитирования: Жальмагамбетова А. А. Исследование эффективности использования различных компенсационных устройств для трубопроводов // Шаг в науку. – 2025. – № 2. – С. 32–35.

STUDY OF THE EFFICIENCY OF USING VARIOUS COMPENSATION DEVICES FOR PIPELINES

Zhalmagambetova Alina Amangosovna, postgraduate student, training program 08.04.01 Construction, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: alina.zhalmagambetova@gmail.com

Research advisor: **Zakirullin Rustam Sabirovich**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Heat and Gas Supply, Ventilation and Hydromechanics, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: rustam.zakirullin@gmail.com

Abstract. The relevance of this topic is determined by the great interest in modern heat supply systems, prospects for the development of this industry in the context of increasing the efficiency and cost-effectiveness of heat supply equipment. The purpose of the article is to analyze the efficiency of using various compensation devices for pipelines. The approach is theoretical. The research method uses the analysis of scientific and methodological literature, publications in specialized periodicals, as well as regulatory acts of the Russian Federation. The key results obtained in the course of the analysis include identifying the advantages and disadvantages of using compensation devices, as well as studying their operation in heat supply systems and pipelines. To achieve this goal, it is necessary to delve into the theoretical aspects of heat supply.

Key words: compensator, bellows, stuffing box, U-shaped, fabric.

Cite as: Zhalmagambetova, A. A. (2025) [Study of the efficiency of using various compensation devices for pipelines]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 2, pp. 32–35.

Компенсаторы для трубопроводов представляют собой подвижные устройства с гибкой конструкцией, предназначенные для установки в магистрали с целью уменьшения деформаций, предотвращения



излишних расширений и обеспечения необходимой герметичности в условиях изменяющихся температур, давлений и других внутренних факторов. Основной функцией компенсатора является компенсация различий в смещениях трубопроводов, возникающих из-за теплового воздействия и вибраций, воздействующих на трубы. Для установки компенсатора обычно используют различные методы соединения с разрезом трубопровода, обеспечивая прохождение рабочей среды внутри его корпуса. Трубопроводную магистраль, ведущую к компенсационному узлу, устанавливают как на подвижных опорах, так и на неподвижных опорах [1].

Сальниковые компенсаторы

Сальниковые компенсаторы (или сальниковые уплотнения) используются в тепловых сетях для компенсации теплового расширения трубопроводов и предотвращения утечек теплоносителя. Они состоят из металлического корпуса, внутри которого находится сальник – уплотнительное кольцо из резины или другого эластомера.

Преимущества сальниковых компенсаторов:

- компенсация теплового расширения трубопроводов предотвращает их деформацию и возможные повреждения;
- предотвращение утечек теплоносителей и минимизация вероятности возникновения аварийных ситуаций;
- продление срока эксплуатации тепловых сетей путем снижения механических напряжений на трубопроводах;
- простота установки и обслуживания.

Недостатки сальниковых компенсаторов:

- ограниченный диапазон компенсации теплового расширения;
- возможность износа и повреждения сальника, что может привести к утечкам;
- необходимость регулярной проверки и замены изношенных компенсаторов.

Принцип работы сальникового компенсатора основан на том, что при повышении температуры теплоносителя и расширении трубопровода сальник герметизирует пространство между корпусом и трубопроводом, предотвращая утечки. При понижении температуры сальник сжимается, что позволяет трубопроводу свободно сжиматься [2; 9].

Сильфонные компенсаторы

Сильфонные компенсаторы представляют собой устройства, предназначенные для компенсации тепловых деформаций и перемещений в системах теплоснабжения. Они состоят из нескольких слоев

металлической фольги, скрученных в конструкцию, напоминающую сильфон.

Преимущества сильфонных компенсаторов:

- компенсация тепловых деформаций и перемещений: сильфонные компенсаторы позволяют компенсировать тепловые деформации и перемещения в трубопроводах, что помогает предотвратить повреждения и увеличить срок службы системы;
- гибкость и прочность: сильфонные компенсаторы отличаются высокой гибкостью и надежностью, что делает их отличным вариантом для применения в тепловых сетях;
- простота монтажа и обслуживания: установка и обслуживание сильфонных компенсаторов относительно просты и не требуют специальных навыков.

Недостатки сильфонных компенсаторов:

- ограниченный диапазон компенсации: сильфонные компенсаторы могут компенсировать только ограниченный диапазон тепловых деформаций и перемещений, поэтому не подходят для всех типов тепловых сетей;
- износостойкость: в результате постоянных деформаций и перемещений сильфонные компенсаторы могут подвергаться износу и нуждаться в замене через определённый промежуток времени.

Принцип работы сильфонных компенсаторов заключается в том, что они позволяют трубопроводу свободно расширяться и сжиматься при изменениях температуры, не создавая напряжений в системе. Когда трубопровод нагревается, сильфон расширяется, а когда он остывает, сильфон сжимается, компенсируя тепловые деформации и перемещения [4; 5; 6].

Тканевые компенсаторы

Тканевые компенсационные устройства в тепловых сетях являются одним из способов компенсации теплового расширения и сжатия трубопроводов. Они представляют собой гибкие элементы из специальных материалов, которые позволяют компенсировать изменения длины трубопроводов при изменении температуры.

Преимущества тканевых компенсационных устройств:

- легкость установки и обслуживания;
- низкая стоимость по сравнению с другими типами компенсаторов;
- высокая надежность и долговечность;
- устойчивость к агрессивным средам.

Недостатки тканевых компенсационных устройств:

- ограниченный диапазон компенсации;
- возможность износа и повреждения материала с течением времени;

– не подходят для высоких температур и давлений.

Принцип работы тканевых компенсационных устройств заключается в том, что они поглощают изменения длины трубопровода при изменении температуры за счет своей гибкости и упругости. Это помогает избежать повреждений трубопроводов и оборудования, возникающих из-за тепловых деформаций.

Линзовые компенсаторы

Линзовый компенсатор состоит из отдельных линз, которые представляют собой полулинзы, сваренные по периметру из штампованной стали. Такая конструкция и форма помогают компенсировать изменения в длине трубопровода, возникающие при транспортировке горячих веществ, позволяя ему расширяться и сжиматься. Это особенно важно для предотвращения повреждений, связанных с тепловыми деформациями. В то время как при охлаждении труб происходит их сокращение, линзовый компенсатор выполняет свою функцию, минимизируя напряжения, которые могут возникнуть в результате изменения температуры. Благодаря своей специфической конструкции, эти компенсаторы эффективно обеспечивают стабильность и надежность работы трубопроводных систем.

Внутри компенсатора размещены стальные стаканы, которые способствуют уменьшению сопротивления при движении потока жидкости через линзовый компенсатор.

Для слива образующегося конденсата в нижней части каждой линзы установлен специальный штуцер посредством сварки.

Преимущества линзовых компенсаторов:

- маленький размер и вес;
- занимают минимум места;
- не нуждаются в регулярном обслуживании.

Недостатки линзовых компенсаторов:

- важно принимать во внимание значительные

продольные нагрузки на неподвижные опоры трубопровода;

– низкий уровень компенсирующих возможностей;

– не может использоваться для трубопроводов высокого давления первой и второй категории.

Благодаря своим небольшим размерам и компактной конструкции, линзовый компенсатор находит применение как в подземных, так и в надземных трубопроводах теплофикационных сетей и нефтегазопроводных систем [3; 7].

В заключение отметим, что компенсаторы, рассмотренные в нашем обзоре, обладают как своими недостатками, так и преимуществами, поэтому однозначно определить, что из них лучше, невозможно. Каждый потребитель сам будет принимать решение, основываясь на условиях эксплуатации изделий в трубопроводах теплоснабжения в конкретной ситуации. Сильфонные компенсаторы целесообразно применять при новом строительстве теплотрассы, когда осуществляется прокладка качественного и герметичного трубопровода. Это обезопасит компенсаторы от воздействия агрессивных сред, поступающие через негерметичные каналы, и оборудование прослужит долгие годы. А применение сальниковых компенсаторов будет идеальным решением для капитального ремонта трубопроводов и прокладки «сложных» теплотрасс, требующих последующего обслуживания [8; 10].

Вывод

Компенсаторы играют огромную роль в эффективной работе трубопроводов теплотрасс разного вида и назначения. Сегодня без них не эксплуатируется ни одна трубная магистраль, по которой движутся жидкости и газы под высоким давлением и с повышенной температурой. А значит, установка компенсатора трубопровода – это в первую очередь очень непростой выбор подходящих элементов.

Литература

1. Антонов П. Н. Об особенностях применения компенсаторов // ТПА: трубопроводная арматура и оборудование – 2007. – № 1(28) – URL: <https://trubotvod.ru/articles/detail.php?ID=2150&ysclid=m4wbjmmmd2g368690409> (дата обращения: 20.11.2024).
2. Бойкова А. В., Усова А. В., Баклушина И. В. Компенсаторы в тепловых сетях // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 68–2. – С. 131–133. – <https://doi.org/10.18411/lj-12-2020-88>.
3. Закиев Ф. К. Безопасная эксплуатация технических устройств с линзовыми компенсаторами: дис. ... канд. техн. наук. – Казань, 2003. – 158 с.
4. Логунов В. В., Поляков В. Л., Слепченко В. С. Опыт применения осевых сильфонных компенсаторов в тепловых сетях // Новости теплоснабжения. – 2007. – № 7(83). – С. 47–52.
5. Мельников Д. А. Приоритет сильфонных компенсаторов в теплоснабжении // Молодежь и наука: шаг к успеху: сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 5 т., Курск, 21–22 марта 2019 года. Том 5. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2019. – С. 158–159.

6. Поляков В. Локализация деформации труб посредством сильфонных компенсаторов // Промышленные ведомости: экспертная общероссийская газета – 2007. – № 5–6. – URL: <https://web.archive.org/web/20130606144014/http://www.promved.ru/articles/article.phtml?id=1180&nomer=43> (дата обращения: 14.11.2024).
7. Расчетно-экспериментальное исследование циклической долговечности линзовых компенсаторов / О. А. Перелыгин [и др.] // Безопасность труда в промышленности. – 2003. – № 11. – С. 23–24.
8. Components of Scientific and Technological Progress. – URL: <https://moofrnk.com/components-scientific-and-technological-progress/> (accessed: 14.11.2024). (In Eng.).
9. Müller M., Schmitt M. (2018). Compensation devices in district heating systems. *International Journal of Energy Research*, Vol. 42, No. 6, pp. 2345–2356. (In Eng.).
10. Kovács G., Szabó S. (2016) Pressure compensation devices in district heating systems. *Energy*, Vol. 88, pp. 987–992. (In Eng.).

Статья поступила в редакцию: 18.12.2024; принята в печать: 30.04.2025.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.