УДК 621.643.43

КОНСТРУКЦИЯ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

С.А. Глебович

Рассмотрены конструктивные особенности сильфонных компенсаторов и их применение в устройстве трубопровода. Цель данного исследования выяснить, как устроен сильфонный компенсатор и какие особенности его работы. Проблема компенсации растяжения и сжатия труб, подвергающихся перемещению под воздействием температуры, давления и внешних источников, на протяжении многих лет была предметом пристального внимания. Более простым методом решения трудности считается использование природной компенсации за счёт гибкости самого трубопровода с внедрением при всем этом компенсирующих элементов. Сильфонные компенсаторы успешно применяются при надземных и канальных прокладках трубопроводов.

Ключевые слова: трубопровод, компенсатор сильфонный, компенсация гибкости, компенсирующие элементы, деформация.

Сильфонный компенсатор – приспособление, состоящее из одного либо нескольких сильфонов и арматуры. Сильфонные компенсаторы способны поглощать и уравновешивать условные движения определённой величины и частоты, образующиеся в герметично объединяемых элементах трубопровода, и проводить в данных условиях жидкости и пар (рис. 1). Универсальность этого вида компенсаторов содействует действенному их использованию в промышленности [1].

Применение сильфонных компенсаторов обеспечивает надёжную и эффективную защиту трубопроводов от статических и динамических нагрузок, возникающих при деформациях, вибрации и гидроударе [3].

Главным элементом сильфонного компенсатора считается непроницаемая гибкая гофрированная оболочка – сильфон. Сильфон владеет способностью растягиваться, сжиматься, изгибаться под действием наружных сил и при всем этом оставаться герметичным. При производстве сильфонных компенсаторов употребляются такие материалы, как сталь 08Х18Н10Т и 10Х17Н13М2Т, титан ВТ1-0, инконель, инколой. Проводимыми средами являются пресная и морская вода, нефть и нефтепродукты, пар, газы, криогенные продукты [5, 9].

Физико-механические характеристики металлической ленты играют важнейшую роль в обеспечении надёжности сильфона, поэтому для изготовления сильфона используется стальная лента из нержавеющей стали с гарантированными химическими и механическими качествами. Воздействие как рабочей, так и окружающей среды может быть предпосылкой неудачного внедрения сильфонов из-за малой стойкости материала сильфона, поэтому необходимо обратить особое внимание на выбор материала сильфона [6].

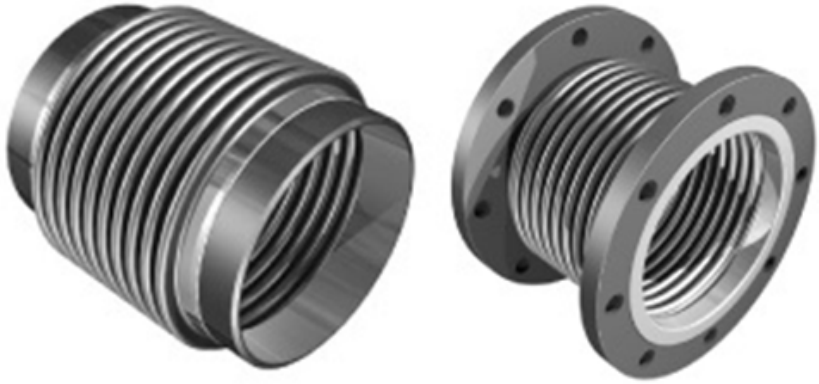

Рис. 1. Виды сильфонных компенсаторов

Самой ответственной частью системы компенсатора считается сильфон. Материалом для его производства служит нержавеющая высококачественная сталь, придающая изделию высшую коррозионную и температурную стойкость. Сначала тонкие листы стали свариваются продольно, потом на приобретенном цилиндре формируются гофры. Для обеспечения наибольшей гибкости, стены сильфона делают многослойными. Эта система увеличивает противодействие давлению, сохраняя при всем этом лёгкость деформирования [9].

Остальные элементы конструкции компенсатора, присоединительная и ограничительная арматура, выполняются из углеродистых сталей.

Конструктивно сильфонные компенсаторы бывают осевыми (универсальными), разгруженными, сдвиговыми и поворотными. Любое конструктивное выполнение современных сильфонных компенсаторов должно гарантировать:

- полную компенсацию осевых движений трубопровода;
- необходимую жёсткость и соосность сильфонов;
- защиту сильфонов от поперечных усилий и изгибающих факторов, образующихся при вероятных прогибах трубопровода в связи просадки грунта либо направляющих опор, также при погрузочно-разгрузочных работах и монтаже;
- защиту сильфонов от крутящих моментов, деформаций при растяжении и от нагрузок.

Сильфонный компенсатор может устанавливаться в любом месте трубопровода при любом методе прокладки, не просит возведения особых камер и обслуживания на протяжении длительного срока эксплуатации. Срок их службы соответствует сроку эксплуатации трубопроводов [4, 9].

Способность компенсатора воспринимать деформации определяется его назначенной наработкой, описывающей какое количество циклов, и с какой амплитудой сильфонный компенсатор воспринимает без появления повреждений.

Существующей проблемой является выход из строя компенсаторов по разным причинам. Главная задача сделать правильный выбор типа компенсаторов и верно сделать монтаж приспособлений на трубопроводе. Подбор делается на основе проекта расположения трубопроводов и определения направления и величины их движений вследствие действия температуры и силовых нагрузок. Начальными критериями при всем этом считаются допустимость соответственных усилий на опоры, площадь участка, отведённого под трубопровод [9].

Компенсаторы сильфонного типа предназначены для наземной и канальной прокладок теплопроводов. При подземной прокладке теплопроводов в каналах, туннелях, камерах, также при надземной прокладке и в зданиях, СК могут устанавливаться на прямолинейных участках теплопровода во всяком месте между двумя неподвижными опорами (концевыми либо промежуточными), при всем этом не может быть преград для вероятных движений кожуха вместе с частью теплопровода. Между двумя неподвижными опорами разрешается располагать лишь 1 СК.

При монтаже и эксплуатации осевых СК не разрешается нагружать их поперечными усилиями, изгибающим и вращающим моментами, также весом присоединяемых участков труб и фасонных изделий. С данной целью при монтаже осевых СК обязательна установка направляющих опор. Первая пара направляющих опор обязана устанавливаться с двух сторон от СК на расстоянии 2-4 Ду. Вторая пара ставится с каждой стороны от СК на расстоянии 14-16 Ду. Примеры установки осевых СК показаны на рис. 2 [9].

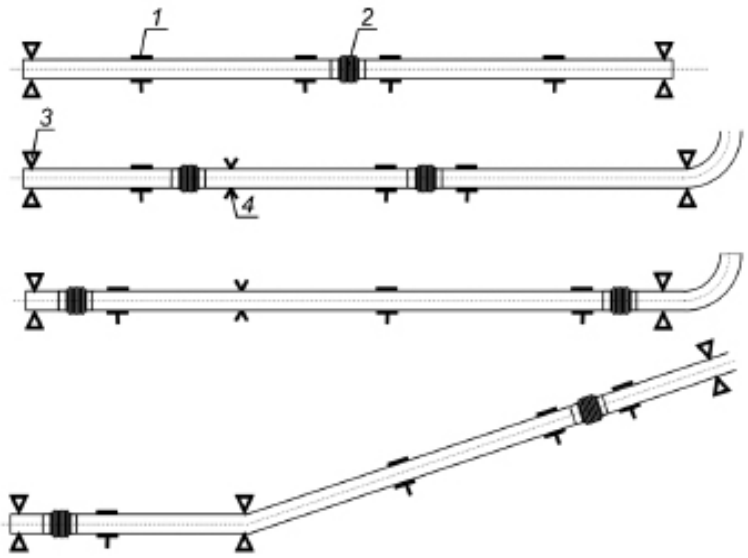

Рис. 2. Примеры установки осевых сильфонных компенсаторов при наземной канальной прокладках трубопроводов тепловых сетей: 1 - направляющая опора; 2 - сильфонный компенсатор; 3 - неподвижная концевая опора; 4 - неподвижная промежуточная опора

Число и необходимость последующих направляющих опор определяется при проектировании по результатам расчёта теплопровода на устойчивость.

За время эксплуатации проблем с сильфонными компенсаторами практически не возникает при соблюдении всех условий при проектировании и монтаже. Бывают случаи, связанные с быстрой межкристаллитной коррозией нержавеющей стали сильфона (рис. 3) [10].

Рис. 3. Коррозия сильфона

Также отмечалось некоторое количество других дефектов, главная масса которых приходится на компенсаторы, отслужившие 7-10 лет, хотя около 5 лет назад проблема межкристаллитной коррозии ведущими изготовителями сильфонных компенсаторов была решена прибавлением титана в состав нержавеющей стали сильфона [11].

Таким образом, внедрение компенсаторов разной конструкции считается главным решением в мировой практике при проектировании разных трубопроводов. Сильфонные компенсаторы занимают одно из главных мест в ряду приспособлений аналогичного предназначения. Их использование относится к более действенным способам борьбы с результатами деформации в трубопроводных системах.

Список литературы

1. Антонов П. Н. Об особенностях применения компенсаторов // Трубопроводная арматура. 2007. № 1.

2. Бурцев К.Н. Металлические сильфоны. М.-Л.: Машгиз, 1963.

3. Ковалев В.И. Сильфонные металлические компенсаторы, 2008.

4. Козловский С.Р., Царьков А.М. Типы компенсаторов: Информационный справочник «АрмаТрейд». 2008. № 1.

5. Козловский С. Р. Применение сильфонных осевых компенсаторов в трубопроводах тепловых сетей, насосных, водонагревательных установок, тепловых пунктов и других сооружений, 2009.

6. Кулухов В. И. Исследование вибрации сильфонных компенсаторов в трубопроводах // Проблеммы надёжности конструкций газопроводных систем. М.: ВНИИГАЗ, 1980.

7. Поляков В. Локализация деформации труб посредством сильфонных компенсаторов // «Промышленные Ведомости». 2007. № 5-6.

8. Справочник «Промышленное газовое оборудование» / под ред. Е.А. Карякина. 5-е изд. Саратов: Научно-исследовательский центр промышленного газового оборудования «Газовик», 2010.

9. Типы сильфонных компенсаторов, конструкция и особенности их эксплуатации [Электронный ресурс] URL: http://www.kompensator.ru (дата обращения: 26.07.2017).

10. Логунов В.В., Поляков В.Л., Слепченок В.С. Опыт применения осевых сильфонных компенсаторов в тепловых сетях // Новости теплоснабжения. 2007. № 7.

11. Сильфонные компенсаторы для снижения напряжений в трубопроводах ГРС / В.В.Харионовский, И.В.Степанов, Г.С.Клишин, В.Е.Селезнев, В.В.Алешин // Газовая промышленность, 2001.

Глебович Станислав Александрович, асп., stivgl@mail.ru, Россия, Тула, Тульский государственный университет

THE DESIGN OF BELLOWS EXPANSION JOINTS

S.A. Glebovich

This paper describes the design features of bellows expansion joints and their use in the device pipeline. The purpose of this study to find out how the bellows compensator, and what features of his work. The problem of compensation of expansion and contraction of pipes subject to movement under the influence of temperature, pressure, and external sources, for many years was the subject of much attention. A more simple method of solving difficulties is the use of natural compensation due to the flexibility of the pipeline with the introduction of with all of this compensating elements. Bellows expansion joints are successfully used for above-ground and channel strips of pipelines.

Key words: Pipeline, bellows compensator, compensation of flexibility, compensating elements, deformation.

Glebovich Stanislav Aleksandrovich, postgraduate, stivgl@mail.ru, Russia, Tula, Tula state university