

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ В ПРОИЗВОДСТВЕ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

А.Б. Абдрахманов, Е.К. Тимофеева

Томский политехнический университет, г. Томск

Сильфонный компенсатор – это вид детали, служащей для компенсации тепловых удлинений и расширений (рис. 1). Компенсатор сильфонный отличаются от других его малогабаритные размеры. Благодаря этому свойству его можно применять на абсолютно любом участке трубопровода, независимо от схемы и применяемых фитинговых соединений. Основной частью этого вида изделия является непосредственно сам сильфон, представляющей собой гофрированную упругую асимметричную оболочку, выполненную из металлического сплава.



Рис. 1. Сильфонный компенсатор и его контроль

Суть работы сильфонного компенсатора заключается в том, что все дополнительные усилия, возникающие при линейных изменениях других элементов водопровода при перепадах температур, не передаются дальше по системе. Их на себя принимает сам компенсатор, поэтому все возможные деформации трубопроводной сети остаются лишь на локальных участках и не отражаются на её работе. Под действием поперечных, продольных сил, изгибающих моментов и углов поворота конструкция детали имеет возможность растягиваться и сжиматься, менять свою форму в поперечном направлении и значительно изгибаться.

Основной частью сильфонного компенсатора является сильфон - упругая гофрированная металлическая оболочка, обладающая способностью растягиваться, изгибаться либо сдвигаться под действием перепада температур, давления и другого рода изменений.

Сильфоны современных компенсаторов состоят из нескольких тонких слоев нержавеющей стали, которые формируются при помощи гидравлической или обычной прессовки.

Для того чтобы достичь наибольшей гибкости компенсатора, сильфон производится из довольно тонкого материала. Способность компенсировать механические и температурные расширения и вибрации, возникающие в процессе эксплуатации трубопроводных систем напрямую зависит от гибкости сильфона, поэтому гибкость является неотъемлемым элементом компенсатора.

Компенсаторы сильфонные на заводе–изготовителе подвергаются всесторонним испытаниям, обеспечивающим контроль его эксплуатационных характеристик.

Контроль и испытания в зависимости от стадии производства сильфонных компенсаторов заключается во входном контроле поступивших основных и сварочных материалов, операционном контроле изготовления деталей и узлов, окончательном контроле.

В соответствии с требованиями технических условий, конструкторской и нормативной документации основные и сварочные материалы, сварные соединения, детали, сварочные единицы проходят контроль и испытания разрушающими и неразрушающими методами в соответствующих объемах.

Контроль изготовления компенсаторов производится в соответствии с планом качества. План качества, включает контроль выполнения следующих операций

- входной контроль полуфабрикатов для изготовления деталей компенсатора;
- входной контроль полуфабриката для изготовления сильфона;
- входной контроль сварочных материалов;
- аттестация процесса сварки;
- операционный контроль «Контроль сборки под сварку»;
- операционный контроль. «Контроль процесса сварки»;
- визуально-измерительный контроль сварных соединений;
- контроль сварных соединений капиллярным методом контроля;
- контроль сварных соединений радиографическим методом контроля;
- гидроиспытание;
- испытание на герметичность;
- испытание на жесткость;
- испытание на цикличность;
- упаковка, консервация и комплектация.

Неразрушающий контроль сварных соединений должен проводиться в соответствии с утвержденной методикой и аттестованными контролерами. Методы неразрушающего контроля сварных соединений сильфонного компенсатора устанавливаются в конструкторской документации или при заказе.

В соответствии с ОСТ 26-02-778-73 «Компенсаторы волнистые. Общие технические требования», компенсаторы в зависимости от назначения и эксплуатационных параметров разделены на четыре группы, определяющие объем контроля сварных швов. В компенсаторах первой и второй группы, предназначенных для взрывоопасных продуктов и сильнодействующих ядовитых веществ, а также работающих при давлении больше 50 кгс/см^2 , а также температуре выше $200 \text{ }^\circ\text{C}$, сварные швы подвергаются 100 % рентгенконтролю. В компенсаторах третьей и четвертой групп, работающих в менее жестких условиях, контроль проводится 50 % сварных швов. Группа компенсаторов должна оговариваться в заказе на компенсаторы.

Для проведения контроля применяются следующие методы:

- радиографический контроль сварных соединений;
- капиллярный контроль сварных соединений;
- ультразвуковой контроль сварных соединений;
- контроль внешним осмотром и измерением.

Контроль размеров компенсаторов (проводят при температуре окружающей среды.).

Оценка результатов контроля проводится по утвержденным нормам и правилам. Качество поверхности сильфона проверяется при визуальном контроле, сравнением с контрольными образцами.

Основные геометрические размеры сильфона сильфонного компенсатора проверяются при измерительном контроле при помощи измерительного инструмента, обеспечивающего необходимую точность.

Испытания на герметичность наружного слоя сильфона сильфонного компенсатора КСО должны проводиться на специальном стенде воздействием на сильфон воздухом наружным давлением для данного типоразмера сильфона. Выдержка при этом давлении должна быть не менее 3 минут. После сброса давления сильфон погружают в емкость с водой. Признаком негерметичности наружного слоя является систематическое отделение от поверхности сильфона пузырьков воздуха.

Испытания сильфона на герметичность проводят масс-спектрометрическим способом обдува гелием при остаточном абсолютном давлении внутри сильфона не более $0,665 \text{ Па}$ ($5 \cdot 10^{-3} \text{ мм рт. ст.}$). Сильфон сильфонного компенсатора перед испытанием на герметичность должен быть подвергнут сушке, при температуре от 100 до $300 \text{ }^\circ\text{C}$.

Применение методов неразрушающего контроля позволяет производству получить ряд дополнительных преимуществ: исключить затраты на дорогостоящее оборудование для разрушающих испытаний; сократить объем и стоимость окончательного контроля продукции; отработать конструкцию изделий; отработать технологию производства изделий; повысить производительность, снизить трудоемкость и стоимость контроля; сократить брак; уменьшить затраты на последующую обработку изделий в результате своевременного обнаружения в них недопустимых дефектов; повысить культуру труда операторов и ряд других преимуществ. Применение методов неразрушающего контроля качества дает весомую экономию средств за счет отбраковки недоброкачественного металла, заготовок перед дорогостоящей механической обработкой.

Список информационных источников

1. Ковалев В.И. Сильфонные металлические компенсаторы. – Санкт-Петербург. 2008. – 63 с.
2. ПБ 03-585-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов».
3. ООО «Белэнергомаш – БЗЭМ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energomash.ru/production/proizvodstvo-silfonnykh-kompensatorov.htm> 07.09.16.
4. Сильфонные компенсаторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kom-pensator.ru/silfonnyie-kompensatoryi> 7.09.16.
5. Назначение сильфонных компенсаторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.komarm.ru/Kompens/00_kompens_op.htm 9.09.16.
6. Производство сильфонных компенсаторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ngs-penza.ru/about/poleznaya-informatsiya/proizvodstvo-silfonnykh-kompensatorov/> 9.09.16.
7. Методы контроля качества сильфонов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ros-pipe.ru/clauses/metody_kontrolya_kachestva_silfonov/ 9.09.16.