

Проблемы и пути решения компенсации температурных деформаций теплопроводов в пенополиуретановой теплоизоляции при бесканальной прокладке

*В.В. Логунов, заместитель генерального директора,
В.Л. Поляков, главный конструктор проектов по теплосетям, ОАО «НПП
«Компенсатор», г. Санкт-Петербург;
С.В. Романов, заместитель главного инженера, ОАО «Объединение
ВНИПИЭнергопром», г. Москва*

Введение

В последние годы в России широко стала применяться бесканальная прокладка теплопроводов с использованием стальных предварительно изолированных труб, для компенсации температурных деформаций которых применяются стартовые сильфонные компенсаторы (СК) и предварительно изолированные сильфонные компенсационные устройства (СКУ).

Как уже описывалось ранее [1], применение при бесканальной прокладке стартовых компенсаторов целесообразно на тепловых сетях в тех системах теплоснабжения, где применяется количественное регулирование тепловых нагрузок. Кроме того, стартовые сильфонные компенсаторы можно использовать в регионах с мягкими климатическими условиями, когда перепады температур теплоносителя относительно средней температуры незначительны и стабильны. При качественном регулировании тепловых нагрузок в пиковые режимы отопления, а также при остывании теплоносителя и его сливе, что довольно часто происходит во многих регионах России, температурные напряжения на трубопровод и неподвижные опоры резко возрастают, что нередко приводит к авариям на стартовых компенсаторах.

Учитывая также сложности при «запуске» стартового компенсатора и ремонтах трубопровода [2], в большинстве регионов России применяют осевые СК. Иногда при бесканальной прокладке предизолированного теплопровода осевой сильфонный компенсатор помещают в камеру. Но в большинстве случаев применяют теплогидроизолированные СКУ, изготовленные на изоляционных заводах из осевых СК. Конструкции данных СКУ разнообразны (у каждого завода - своя конструкция), но все они имеют общие особенности:

- гидроизоляция подвижной части СКУ не обеспечивает долговечную защиту от грунтовых вод при многократном циклическом воздействии [3], что приводит к намоканию тепловой изоляции, усиленной электрохимической коррозии деталей компенсатора и трубопровода, хлоридной коррозии сильфона, чего допускать нельзя [4], а система оперативно-дистанционного контроля (ОДК) при этом не срабатывает, т.к. сигнальные проводники внутри компенсационного устройства были проложены в изолирующем кембрике по всей его длине (до 4,5 м);
- из-за недостаточной изгибной жесткости конструкции такого СКУ не обеспечивается защита сильфона от изгибающих моментов, поэтому возрастают требования по соосности трубопровода при монтаже.

О создании надежной конструкции теплогидроизолированного осевого СКУ

Проанализировав особенности существующих конструкций СКУ ОАО «НПП «Компенсатор» совместно с ОАО «Объединение ВНИПИЭнергопром» с 2005 г. вплотную занялось разработкой собственной конструкции полностью теплогидроизолированного осевого СКУ для бесканальной прокладки теплопроводов, обеспечивающей надежную гидроизоляцию от грунтовых вод и защиту сильфона от возможного прогиба

трубопровода на протяжении всего срока эксплуатации.

В процессе разработки были испытаны различные варианты узла гидроизоляции от грунтовых вод подвижной части СКУ на циклическую наработку: уплотнительные кольца, изготовленные из резины различных марок; уплотнительные манжеты различных конфигураций профиля; сальниковая набивка. Циклические испытания опытных образцов СКУ с различными конструкциями узла гидроизоляции проводились в ванной, заполненной водно-песчаной взвесью, имитируя наихудшие условия их эксплуатации. Испытания показали, что различные виды уплотнений, работающих в условиях трения, не обеспечивают надежной гидроизоляции по нескольким причинам: возможность попадания песчинок между уплотнением и полиэтиленовой оболочкой, что со временем приведет к нарушению гидроизоляции; а также невозможность обеспечить стабильность качества установки уплотнительных колец или манжет фиксированного размера из-за большого разброса (до 14 мм) допускаемых предельных отклонений диаметра полиэтиленовой оболочки [4] и ее овальности. Лучшее всего себя показал узел гидроизоляции с применением сальниковой набивки. Но проконтролировать качество гидроизоляции сальниковой набивкой при изготовлении СКУ не представляется возможным.

Тогда было принято решение применить в качестве узла гидроизоляции дополнительный защитный сильфон в комбинации с сальниковой набивкой (подробное описание конструкции см. в работе [1]). Опытные образцы СКУ успешно выдержали циклические испытания, и с 2007 г. началось их серийное производство. Основным потребителем данной конструкции СКУ являются предприятия тепловых сетей Республики Беларусь, где требования к качеству и надежности строительства тепловых сетей несколько выше, чем в России. В тепловых сетях России установлено всего несколько десятков таких СКУ из-за относительно высокой их стоимости по сравнению со стоимостью компенсационных устройств, применявшихся ранее.

Тогда же начались серийные поставки упрощенной конструкции теплогидроизолированных СКУ без дополнительного защитного сильфона, но с применением антикоррозионного покрытия рабочего сильфона. Данная конструкция обеспечивает все требования [4], узел гидроизоляции выполнен с применением сальниковой набивки. За последние 3,5 года такие теплогидроизолированные СКУ нашли широкое применение во многих регионах РФ.

Учитывая пожелания монтажных и эксплуатирующих организаций, а также принимая во внимание высокую стоимость теплогидроизолированных СКУ с дополнительным защитным сильфоном, перед коллективом ОАО «НПП «Компенсатор» была поставлена задача создать менее трудоемкую конструкцию теплогидроизолированного СКУ, обеспечивающего надежную гидроизоляцию от грунтовых вод и «равнодушную» к возможной несоосности трубопровода.

От дополнительного защитного сильфона, значительно увеличивавшего стоимость СКУ, надо было отказываться, и тогда вновь вставал вопрос обеспечения надежной гидроизоляции. Снова рассматривались различные конструктивные решения узла гидроизоляции. От уплотнения, работающего в условиях трения, отказались сразу. Стабильность качества гидроизоляции сальниковой набивкой зависит от «человеческого фактора». Заманчиво было применить резиновую муфту, как это делают на некоторых изоляционных заводах, но проведенные испытания резиновой муфты на осевые перемещения показали, что при сжатии муфта не принимает форму гофра, а в месте стыка происходит ее излом, в котором со временем образуется разрыв муфты. Да и подобрать листовой резиновый материал и клей для него, сохраняющие свои физико-механические свойства в течение 30 лет, весьма затруднительно, поскольку серийно выпускаемые нашей промышленностью резиновые листы не соответствуют данным требованиям.

В начале 2009 г была разработана новая конструкция теплогидроизолированного СКУ в которой учтены все пожелания монтажных и эксплуатирующих организаций: менее

трудоемкая при изготовлении и в которой применен принципиально новый узел гидроизоляции. За основу конструкции принята отработанная конструкция СКУ для наземной и канальной прокладок теплопроводов [1], которые успешно эксплуатируются с 1998 г. Здесь также предусмотрены цилиндрические направляющие опоры, установленные с обеих сторон от сальфона, которые телескопически перемещаются вместе с патрубками компенсационного устройства по внутренней поверхности толстостенного кожуха и защищают сальфон от потери устойчивости при несоосности трубопровода.

Гидроизоляция подвижной части СКУ выполняется с помощью эластичной цельно-отливной мембраны. Мембрана герметично зафиксирована на конструкции компенсационного устройства. Это позволяет гарантировать полную защиту сальфона и теплоизоляции от проникновения грунтовых вод в течение всего срока службы СКУ. Сама мембрана защищена от грунта и песка плотно набитой сальниковой набивкой. Тем самым, в новой гидроизолированной конструкции компенсационного устройства предусмотрена двухуровневая защита наружной поверхности сальфона и конструкции СКУ в целом.

Сигнальные проводники системы ОДК внутри компенсационного устройства проложены в электроизолирующем термостойком кембрике, перфорированном для возможности срабатывания системы ОДК в случае нарушения герметичности сальфона или гидроизолирующей мембраны, что маловероятно, поскольку нарушение герметичности в данной конструкции сведено к минимуму.

Вся наружная поверхность кожуха СКУ защищена от воздействия внешней среды специально разработанной термоусаживающейся полиэтиленовой манжетой. Также в новой конструкции предусмотрена теплоизоляция сальфона, позволяющая исключить возможность образования конденсата внутри СКУ.

Итак, в новой конструкции СКУ в качестве узла гидроизоляции применено принципиально новое решение - гидрозакщитная эластичная мембрана. Что же это такое?

Гидрозакщитная эластичная мембрана изготавливается литьем в пресс-формах из смеси на основе специально разработанного каучука и рассчитана на срок службы СКУ до 50 лет при бесканальной прокладке.

Мембрана, применяемая для гидроизоляции в конструкции СКУ, позволяет уйти от использования узла трения, как основного герметизирующего элемента. Специально спроектированная форма мембраны позволяет обеспечить ее беспрепятственное перемещение при температурных деформациях теплопровода относительно неподвижного кожуха СКУ.

Температурные испытания мембраны, проведенные ОАО «Объединение ВНИПИэнергопром», показали, что при температуре 150 °С мембрана не теряет своих физико-механических свойств и находится в работоспособном состоянии в течение всего срока службы СКУ.

Квалификационные испытания новой конструкции теплогидроизолированного осевого СКУ с мембраной проводились летом 2009 г. совместно с представителями ОАО «Объединение ВНИПИэнергопром» и НП РТ [5].

При испытаниях СКУ на подтверждение вероятности безотказной работы по циклической наработке были смитированы наихудшие условия эксплуатации: опытный образец компенсационного устройства был помещен в бочку с водой и подвергнут циклическим испытаниям осевым ходом на сжатие-растяжение. Через каждую 1000 циклов проводились контрольные замеры электрического сопротивления между патрубками СКУ и сигнальными проводниками системы ОДК при испытательном напряжении 500 В.

После отработки назначенной наработки с учетом вероятности безотказной работы (суммарно около 30000 циклов) циклические испытания были прекращены. Опытный образец СКУ был проверен на прочность и герметичность, после чего с него был удален кожух. Разрушений сальфона, мембраны, а также следов проникновения воды во внутрь СКУ не обнаружено.

Межведомственная комиссия по испытаниям «дала добро» на серийное производство теплогидроизолированных СКУ новой конструкции на ОАО «НПП «Компенсатор», которое началось в 2010 г. По итогам поставок первых партий СКУ новой конструкции на предприятия тепловых сетей были собраны пожелания и предложения проектных и монтажных организаций, на основе анализа которых в конструкцию теплогидроизолированного СКУ были внесены изменения, касающиеся удобства монтажа и теплоизоляции стыка СКУ с трубопроводом, оптимизации массогабаритных характеристик, унификации деталей СКУ. Также был улучшен узел гидроизоляции СКУ с точки зрения повышения его надежности и защиты от механических повреждений.

«ВНИПИЭнергопром» ведет постоянный мониторинг, производственные и лабораторные испытания теплогидроизолированных СКУ и иной продукции ОАО «НПП «Компенсатор» для подтверждения их технических характеристик.

Литература

1. *Логунов В.В., Поляков В.Л., Слепченко В.С. Опыт применения осевых сильфонных компенсаторов в тепловых сетях // Новости теплоснабжения. 2007. № 7. С. 47-52.*
2. *Максимов Ю.И. Некоторые аспекты проектирования и строительства бесканальных термически напряженных предизолированных трубопроводов с применением стартовых компенсаторов // Новости теплоснабжения. 2008. № 1. С. 24-34.*
3. *Игнатов А.А., Ширинян В.Т., Бурганов А.Д. Модернизированное сильфонное компенсационное устройство в ППУ изоляции для тепловых сетей // Новости теплоснабжения. 2008. № 3. С. 52-53.*
4. *ГОСТ 30732-2006 Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Технические условия.*
5. *События и планы НП «Российское теплоснабжение» // Новости теплоснабжения. 2009. № 9. С. 10.*

Журнал «Новости теплоснабжения» №04 (128) 2011 г.,
http://www.nts.ru/4_2011.html