

Запорная трубопроводная арматура с компенсационной камерой

И.Р. Шегельман, А.С. Васильев, П.О. Щукин

Петрозаводский государственный университет

Аннотация: В статье описана конструкция запорной трубопроводной арматуры двустороннего действия, которая благодаря наличию компенсационной камеры, связанной каналом с внутренней полостью устройства, обладает высокой надежностью в работе за счет исключения вероятности разрыва корпуса и крышки, выдавливания рабочей среды из внутренней полости устройства в окружающую среду через уплотнения под действием избыточного давления во внутренней полости.

Ключевые слова: задвижка, магистральный трубопровод, трубопроводная арматура, трубопроводный транспорт.

В ходе реализуемого Петрозаводским государственным университетом (ПетрГУ) совместно с Инжиниринговой компанией АО «АЭМ-технологии» комплексного проекта [1,2] под названием: «Создание высокотехнологичного производства шиберных и клиновых штамповарных задвижек для предприятий атомной, тепловой энергетики и нефтегазовой отрасли с применением наноструктурированного защитного покрытия» был проведен глубокий анализ существующих конструкций запорной трубопроводной арматуры и показателей их работы [3–5]. В ходе изучения собранной при этом информации было установлено, что одна из проблем, связанных с эксплуатацией данных устройств, заключается в опасности разрыва внутренней полости задвижки из-за аварийного повышения давления в ней вследствие повышения температуры рабочей среды при перекрытом рабочем сечении. Например, как показано в работе [6], нагрев воды, находящейся в замкнутом пространстве внутренней полости задвижки, более чем на 50 °С уже приводит к существенному повышению давления, которое может стать причиной нарушения целостности конструкции.

Существуют различные способы решения данной проблемы, описанные в работе [7], среди которых:

– применение предохранительных клапанов, встраиваемых в крышки задвижек. Недостатком такого решения является то, что через предохранительные клапана будут происходить утечки рабочей среды за пределы трубопровода, что может привести к загрязнению окружающей среды;

– применение перепускных трубок между подающим патрубком и полостью задвижки. Такое техническое решение приемлемо только для задвижек с односторонним направлением потока рабочей среды;

– взрывных мембран. Недостатком такого решения является то, что после разрыва мембраны приходится проводить ремонтные работы по ее восстановлению;

– применение отверстий в тарелках задвижки. Такое решение сопряжено с существенным увеличением трудоемкости изготовления задвижки;

– применение ручного стравливания давления. При таком решении требуется постоянный надзор за перепадом температур, оперативная доставка рабочего к задвижке, требуется применение ручного труда, что не всегда возможно, например, на задвижках трубопроводов АЭС, когда доступ рабочего в опасную зону строго запрещен. Кроме того при ручном стравливании давления рабочая среда будет выходить за пределы трубопровода, что может стать причиной загрязнения окружающей среды.

В результате работ с применением методологии функционально-технологического анализа [8], эффективность которого подтверждается работами [9,10] было найдено техническое решение в отношении конструкции задвижки, позволяющее повысить надежности в работе путем снижения к минимуму вероятности разрыва корпусных деталей за счет исключения возможности появления недопустимо большого давления во внутренней полости задвижки. В отношении данной конструкции получено положительное решение Федерального института промышленной

собственности Российской Федерации о выдаче патента на полезную модель от 11.06.2015 согласно заявке RU 2014149516.

Отличительной особенностью предложенной запорной трубопроводной арматуры от известных конструкций является наличие компенсационной камеры, связанной каналом с внутренней полостью задвижки и выполненной в виде пустотелой гильзы в которую вмонтирован подпружиненный относительно ее днища поршень (рис. 1).

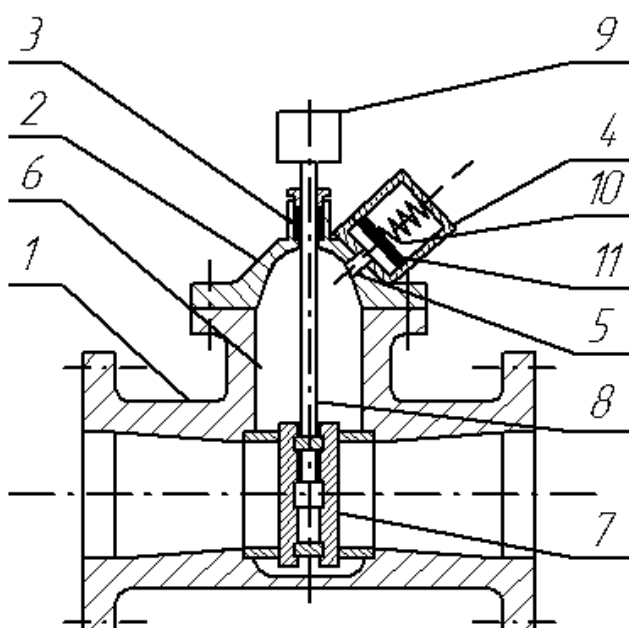


Рис. 1 – Запорная трубопроводная арматура с компенсационной камерой

Запорная трубопроводная арматура с компенсационной камерой (рис. 1) включает в себя корпус 1, снабженный крышкой 2, уплотнительный элемент 3, установленный в отверстии крышки 2, через которое проходит шпindel 8, и обеспечивающий герметичность подвижного соединения «крышка-шпindel». Шпindel 8 одним концом связан с приводом 9, а другим концом – с затвором 7. На наружной поверхности устройства, например, крышке корпуса, установлена компенсационная камера 4, которая

посредством канала 5 связана с внутренней полостью 6 устройства, образуемой корпусом 1 и крышкой 2. Компенсационная камера 4 выполнена в виде пустотелой гильзы. Внутри компенсационной камеры 4 установлен поршень 11, подпружиненный относительно ее днища посредством пружины сжатия 10. Такая конструкция позволяет компенсировать избыточное давление во внутренней полости 6 за счет увеличения ее объема путем перемещения поршня 11 и возврата его к исходному положению по мере нормализации давления под действием пружины 10.

Работа такого устройства будет осуществляться следующим образом. При закрытом затворе 7 в результате увеличения температуры, рабочая среда, находящаяся во внутренней полости 6 устройства, расширяется, в результате чего возникает избыточное давление. При повышении давления во внутренней полости 6 выше критического упругости, пружины 10 будет недостаточно для удержания поршня 11 в крайнем положении вблизи канала 5, в результате чего поршень 11, сжимая пружину 10, будет перемещаться в сторону днища компенсационной камеры 4 и тем самым, за счет увеличения объема внутренней полости 6, связанной каналом 5 с компенсационной камерой 4, препятствовать появлению чрезмерно большого давления во внутренней полости 6 запорного устройства. Таким образом происходит компенсация давления и корпусные детали запорного устройства не испытывают чрезмерно больших нагрузок. По мере уменьшения давления во внутренней полости 6 (при открывании затвора 7 или остывании рабочей среды) поршень 11 под действием упруго-сжатой пружины 11 в компенсационной камере 4 возвращается в свое исходное положение – вблизи канала 5.

Благодаря наличию компенсационной камеры, внутри которой расположен подпружиненный относительно ее днища поршень, сообщающейся с внутренней полостью запорного устройства,

обеспечивается повышение надежности в работе за счет исключения вредных последствий в виде разрыва корпуса и крышки запорного устройства, выдавливания рабочей среды из полости запорного устройства в окружающую среду через уплотнения под действием избыточного давления во внутренней полости. Кроме того, наличие компенсационной камеры с расположенным внутри нее подпружиненным поршнем, существенно упрощает конструкцию запорной трубопроводной арматуры, защищенной от превышения внутреннего давления выше критического значения и имеющей возможность работать с двухсторонним потоком рабочей среды, и тем самым повышает технологичность ее изготовления.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по договору № 02.G25.31.0031 по реализации комплексного проекта «Создание высокотехнологичного производства шибберных и клиновых штампосварных задвижек для предприятий атомной, тепловой энергетики и нефтегазовой отрасли с применением наноструктурированного защитного покрытия».

Литература

1. Воронин А.В., Шегельман И.Р., Щукин П.О. О стратегии повышения инновационного взаимодействия университетов с промышленностью // Перспективы науки. 2013. № 6(45). С. 5-8.
2. Васильев А.С., Щукин П.О. Высокотехнологичное производство арматуры для атомной, тепловой энергетики и нефтегазовой отрасли // Перспективы науки. 2014. № 8(59). С. 75-78.
3. Васильев А.С., Суханов Ю. В., Щукин П.О., Галактионов О.Н. Совершенствование эксплуатационных показателей запорной трубопроводной арматуры // Инженерный вестник Дона, 2014, №. 3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2014/2464.



4. Васильев А.С., Шегельман И.Р., Щукин П.О., Суханов Ю.В. Некоторые направления патентования корпусов штампосварных клиновых задвижек для магистральных трубопроводов предприятий атомной, тепловой энергетики, нефтегазовой промышленности // Инженерный вестник Дона, 2014, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2245.

5. Васильев А.С., Шегельман И.Р., Щукин П.О. Некоторые особенности технических решений на конструкции клиновых задвижек для магистральных трубопроводов предприятий атомной, тепловой энергетики, нефтегазовой промышленности // Инженерный вестник Дона, 2013, №. 3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1827.

6. Гуревич Д.Ф., Ширяев В.В., Пайкин И. Х. Арматура атомных электростанций: справочное пособие. М.: Энергоиздат, 1982. 312 с.

7. Лапкис А. Защита задвижек АЭС от аварийного повышения давления // Наука и конструирование. 2012. № 6(81). С. 36-39.

8. Шегельман И.Р. Функционально-технологический анализ: метод формирования инновационных технических решений для лесной промышленности. Петрозаводск: ПетрГУ, 2010. 96 с.

9. Shegelman I.R., Romanov A.V., Vasiliev A.S., Shchukin P.O. Scientific and technical aspects of creating spent nuclear fuel shipping and storage equipment // Nuclear Physics and Atomic Energy. 2013. Volume 14, Issue 1. Pp. 33-37.

10. Shegelman I. R. Functional-technological analysis of logging equipment // New information technologies in pulp and paper and energy industry: IV international scientific-technical conference: Conference papers. Petrozavodsk: PetrGU, 2000. Pp. 51-52.

References

1. Voronin A.V., Shegel'man I.R., Shchukin P.O. Perspektivy nauki. 2013. № 6(45). Pp. 5-8.

2. Vasil'ev A.S., Shchukin P.O. Perspektivy nauki. 2014. № 8(59). pp. 75-78.



3. Vasil'ev A.S., Sukhanov Yu. V., Shchukin P.O., Galaktionov O.N. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №. 3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2014/2464.

4. Vasil'ev A.S., Shegel'man I.R., Shchukin P.O., Sukhanov Yu.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2245.

5. Vasil'ev A.S., Shegel'man I.R., Shchukin P.O. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №. 3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1827.

6. Gurevich D.F., Shiryaev V.V., Paykin I. Kh. Armatura atomnykh elektrostantsiy: spravochnoe posobie [Valves of nuclear power plants: a handbook]. M.: Energoizdat, 1982. 312 p.

7. Lapkis A. Nauka i konstruirovaniye. 2012. № 6(81). pp. 36-39.

8. Shegel'man I.R. Funktsional'no-tekhnologicheskii analiz: metod formirovaniya innovatsionnykh tekhnicheskikh resheniy dlya lesnoy promyshlennosti [Functional-technological analysis: A method of forming innovative technical solutions for the timber industry]. Petrozavodsk: PetrGU, 2010. 96 p.

9. Shegelman I.R., Romanov A.V., Vasiliev A.S., Shchukin P.O. Nuclear Physics and Atomic Energy, 2013. Volume 14, Issue 1. pp. 33–37.

10. Shegelman I. R. New information technologies in pulp and paper and energy industry: IV international scientific-technical conference: Conference papers. Petrozavodsk: PetrGU, 2000. pp. 51–52.