

Совершенствование эксплуатационных показателей запорной трубопроводной арматуры

А. С. Васильев, Ю. В. Суханов, П. О. Щукин, О. Н. Галактионов
ФГБОУ ВПО "Петрозаводский государственный университет"

Аннотация: Приведен краткий обзор патентов, направленных на повышение герметичности шиберных задвижек в затворе, проанализированы причины недостаточной герметичности и выявлены основные технические решения по ее повышению.

Ключевые слова: герметичность, запорная трубопроводная арматура, затвор, эксплуатационные показатели.

Одним из важнейших направлений повышения конкурентоспособности российских машиностроительных предприятий является формирование и реализация новой интеллектуальной собственности [1, 2, 3], что требует проведения качественного патентного поиска [4, 5].

Одним из путей повышения результативности работ в этом направлении является реализация Постановления Правительства РФ от 09.04.2010 г. № 218, что доказано опытом [6, 7] и др. В рамках проекта, выполняемого по реализации указанного Постановления, ПетрГУ участвует в создании высокотехнологичного производства шиберных и клиновых штампосварных задвижек для предприятий атомной, тепловой энергетики и нефтегазовой отрасли [8, 9, 10].

Одним из важнейших эксплуатационных показателей запорной трубопроводной арматуры, в том числе и шиберных задвижек, является обеспечение ими герметичности перекрытия в затворе потока рабочей среды.

При закрытии затвора его рабочие поверхности прижимаются к седлам корпуса, обеспечивая герметичность перекрытия потока рабочей среды. От усилия их прижатия зависит долговечность и надежность работы задвижки. При прижатии с небольшим усилием не обеспечивается герметичность соединения, а при прижатии с чрезмерно большим усилием в зоне контакта



запорного органа и седла происходит повышенный износ уплотнительных поверхностей, может произойти заклинивание запорного органа, при этом в материале деталей возникают перенапряжения, снижающее срок службы задвижки.

Возможные причины потери герметичности в затворе: перекося шибера; накопление твердых частиц внутри корпуса между шибером и седлом, износ и заедание уплотнительных поверхностей шибера и седла, перепад давления в трубопроводе.

В авторском свидетельстве № 527559 «Двухдисковый затвор» повышение герметичности в затворе достигается применением двухдискового затвора, содержащего корпус с седлами, две тарелки со скосами, установленные на траверсе с распорными элементами. Тарелки свободно подвешены с гарантированным зазором в неповоротной и подвижной в осевом направлении траверсе, распорные элементы которой размещены на ее боковых участках и выполнены в виде скосов, взаимодействующих с соответствующими скосами на тарелках. В данной конструкции обеспечение герметичности в затворе достигается прижатием тарелок к седлам под действием силы собственного их веса.

Авторским свидетельством № 517733 «Шиберная задвижка» предлагается конструкция шиберной задвижки с плавающими седлами, принудительно уплотняемыми на ее рабочей поверхности. С целью повышения герметизации по обеим сторонам на шибере, в плоскостях, параллельных оси проходного сечения, жестко установлены две рамки, а на поверхности седел выполнены пазы, в которых расположены продольные стороны рамок, перемещаемые в пазах седел своей средней частью и заклиниваемые в них в обоих крайних положениях.

Аналогичная задача по обеспечению надежной герметизации между запорным органом и седлом решается авторским свидетельством № 672417

«Прямоточная задвижка», в корпусе которой размещены двухдисковый запорный орган с узлом трения, а дисками запорного органа, смонтирована червячная пара, соединенная с узлом управления, причем диски установлены в ступице червячного колеса с возможностью осевого перемещения.

Задача по повышению надежности уплотнительного узла затвора за счет исключения контакта металлических поверхностей седла и запорного органа решается авторским свидетельством № 1240997 «Уплотнительный узел запорного устройства» за счет того что, зазор между наружной втулкой и основанием кольцевой расточки сообщен с выходным каналом, а уплотнительное кольцо расположено во внутренней втулке, установленной неподвижно, при этом наружная втулка выполнена с уплотнением по внешнему диаметру.

Авторским свидетельством № 2151939 «Задвижка» решается задача по созданию параллельной задвижки, характеризующейся, с одной стороны высокоэффективным уплотнением и, с другой стороны – минимальным трением при перемещении шибера в открытое положение и обратно и выполненной очень легкой по конструкции, легко приспособляемой к деформациям корпуса и таким образом к его уплотняющим поверхностям. Данная задача решена благодаря тому, что в параллельной задвижке, содержащей корпус с установленными на общей оси с взаимным смещением входным патрубком и выходным патрубком, каждый из которых снабжен кольцевой посадочной поверхностью, установленный в корпусе шибер, снабженный двумя затворными пластинами, каждая из которых установлена с возможностью перемещения в пространственной зоне между указанными входным и выходным патрубками, напротив входного и выходного патрубков соответственно, затворные пластины выполнены тонкостенными и каждая из них имеет смещаемую уплотняющую часть, включающую уплотняющую поверхность, выполненную с возможностью размещения

напротив указанной концевой уплотнительной поверхности противоположащего ей патрубка, а также с возможностью смещения до создания плотного контакта с этим патрубком при вводе между двумя тонкостенными затворными пластинами среды под давлением, воздействующей на указанные уплотняющие части.

Авторским свидетельством № 2109194 «Задвижка регулирующая» предлагается конструкция шиберной задвижки, которую можно использовать и в качестве регулирующего органа, в которой исключаются вибрации шиберов на частичных его подъемах и тем самым исключается возможность повреждения профилированного седла и заклинивания штока, а также размыв кромок шиберов с последующим нарушением плотности соединения с седлом.

Заявленная патентом № 2120075 «Шибберная задвижка» обеспечивает герметичность затвора в начальный момент путем обеспечения начального давления на уплотнительных поверхностях за счет подпора среды, т. е. без применения в конструкции дополнительных элементов (пружин, эластичных колец и т.п.) достигается тем, что в расточках корпуса или в седлах со стороны, противоположной шиберу, выполнены кольцевые проточки, диаметр которых меньше диаметра расточек, при этом между торцами седла и расточки корпуса образован зазор.

В патенте № 2141594 «Задвижка» повышение герметичности достигается тем, что в задвижке, содержащей корпус с седлами, шибер, связанный со шпинделем и выполненный в форме усеченного клина в плоскости горизонтального сечения, и сальник, корпус дополнительно снабжен устройством, сообщающим шиберу движение в направлении клина, расположенным с возможностью взаимодействия с нижней кромкой и/или боковой поверхностью шиберов.

В патенте № 2141595 «Задвижка» надежность уплотнения пары «седло-корпус» повышена изменением формы седла. В задвижке, содержащей корпус с седлами, шиббер, связанный со шпинделем, и сальник, по меньшей мере одно из седел выполнено в виде втулки, имеющей форму одностороннего клина и взаимодействующей с корпусом наклонной поверхностью, причем задвижка снабжена устройством для сообщения втулке перемещения в направлении клина.

При эксплуатации шибберных задвижек зачастую возникают ситуации, при которых твердые компоненты рабочей среды, попадают в седловую часть корпуса, и тем самым вызывают перекося шиббера, трение его о сальник и седла, отчего происходит "задираание" сальниковой набивки и образуются зазоры в области седел, что в свою очередь приводит к разгерметизации задвижки. На борьбу с подобными ситуациями направлено изобретение, описанное в патенте № 2205311 «Задвижка», суть которого заключается в том, что в задвижке, содержащей корпус с проходным каналом и размещенный в корпусе шиббер, а на поверхности корпуса, обращенной к фронтальной поверхности шиббера, выполнен паз, заполненный упругодеформируемым материалом, шиббер размещен в корпусе с зазором, часть которого, обращенная к боковой поверхности шиббера, заполнена упругодеформируемым материалом с образованием единого с материалом, заполняющим паз, уплотнительного контура для обеспечения герметичности задвижки. При этом уплотнение задвижки в закрытом состоянии осуществляется не по седлам, а по боковой поверхности шиббера и его фронтальной части.

Для надежного контакта шиббера с седлом в закрытом состоянии в устройстве по патенту №. 47471 «Задвижка» задача решается тем, что в задвижке, содержащей корпус с проходным каналом, шиббер, седло, установленное во втулке, а также шпиндель с ходовой гайкой, седло

выполнено в виде металлического кольца и установлено во втулке свободно с возможностью перемещения вдоль оси проходного канала и с зазором относительно торцевой поверхности втулки, а в зазоре свободно размещена волновая пружина. На внутренней поверхности седла, контактирующей с втулкой, выполнена кольцевая канавка, а в ней размещено уплотнительное кольцо. На наружной поверхности втулки, контактирующей с корпусом, выполнена вторая кольцевая канавка, а в ней размещено второе уплотнительное кольцо. На верхней части внутренней поверхности корпуса, обращенной к запорному органу, на уровне кромки последнего (при нахождении его в верхнем положении) установлен толкатель с возможностью взаимодействия с фронтальной поверхностью запорного органа. На поверхности корпуса в проходном канале выполнены по меньшей мере два прилива с возможностью взаимодействия наклонной поверхности каждого из них с наклонной кромкой запорного органа. В корпусе установлены также по меньшей мере два сквозных винта с возможностью взаимодействия с боковой поверхностью запорного органа. Ходовая гайка установлена в крышке, жестко связанной с корпусом, и выполнена с буртом, а на по меньшей мере одной из поверхностей бурта, обращенной к ответному бурту пазу в крышке, установлен подшипник.

Задачей изобретения, описанного в пат. 2355933 «Запорная арматура с подвижными элементами седел» является создание конструкции запорной арматуры, обеспечивающей постоянство герметичности при любом давлении транспортируемой среды, т.е. обеспечивающей герметичность, не зависящую от изменений давления транспортируемой среды. Указанный технический результат изобретения достигается тем, что в запорной арматуре, содержащей корпус с входным и выходным патрубками и двумя седлами, между которыми расположен с возможностью перемещения приводом и взаимодействия с подвижными элементами седел запорный элемент в виде

либо шаровой пробки, либо шибера, либо параллельной задвижки, либо клина, седла жестко закреплены в корпусе, а подвижные элементы седел расположены с возможностью возвратно-поступательного перемещения вдоль продольной оси корпуса арматуры и снабжены кольцевыми цилиндрами, связанными с размещенными в корпусе арматуры цилиндрами-мультипликаторами, управляемыми индивидуальными приводами, причем боковая стенка каждого кольцевого цилиндра выполнена в виде двух сильфонов разного диаметра, расположенных концентрично относительно продольной оси корпуса арматуры, а стенки каждого цилиндра-мультипликатора выполнены в виде оболочек, имеющих форму гофр, при этом внутренние полости кольцевых цилиндров и соответствующих цилиндров-мультипликаторов соединены между собой трубкой и образуют герметичные полости, которые заполнены жидкостью, не изменяющей свои свойства в условиях эксплуатации, кроме этого, полости арматуры, в которых размещены кольцевые цилиндры перемещения подвижных элементов седел, соединительные трубки и цилиндры-мультипликаторы, постоянно соединены с проточными полостями арматуры, а имеющиеся приводы подвижных элементов седел и запорного элемента арматуры не взаимосвязаны друг с другом.

В пат. 2506483 «Задвижка запорно-регулирующая» решается задача по устранению забивания мелкими инородными частицами, содержащимися в рабочей среде межвиткового пространства пружины, находящейся в нижней части корпуса и поджимающей седло к запорному органу. Поставленная задача решается тем, что задвижка запорно-регулирующая, содержащая корпус с подводящим и отводящим патрубками с размещенными в них седлами контактирующими с шиберами нижней профилированной частью взаимодействующим с пятой, опирающейся при открытии задвижки запяточками на проточки седел и подпружиненной через нижнее

цилиндрическое окно корпуса, при этом в окне установлена направляющая втулка коаксиально в которой размещен толкатель верхним концом взаимодействующий с пятой, а нижним с охватывающим меньший диаметр направляющей втулки стаканом, подпружиненным относительно нижней крышки, закрепленной на корпусе.

Среди иностранных патентов, в которых решается задача создания конструкции задвижки с высокой степенью герметичности в затворе, следует выделить: пат. DE2320740 «Absperrschieber, insbesondere fuer gasfoermige medien» (опубл. 1974 г.); пат. DE3302979 «Shut-off device», в котором решается задача повышения герметичности в затворе при простой и компактной конструкции; пат. DE4310124 «Gate valve and method for its production»; пат. EP0052523 «Gate valve », в котором поставленная задача по повышению герметичности достигается за счет создания усовершенствованной конструкции седел, принудительно прижимаемых к запорному органу; пат. EP0450646 «Double plate gate valve»; пат. GB1403959 «Parallel plate valve»; пат. GB2034009 «Metal-to-metal seat hub seals»; пат. GB2150265 «Gate valves»; пат. US4815702 «Gate valve with poppet closure»; пат. CN102374301 «Flat type high-voltage gate valve», в котором предлагается конструкция обладающая кроме высокой степени герметичности в затворе еще и простой структурой, рассчитанной на работу с высоким давлением со стороны рабочей среды.

На борьбу с накоплением твердых частиц внутри корпуса задвижки направлены технические решения: пат. GB2142121 «Gate valve»; пат. CN201288839 «Metal seal structure of flat gate valve»; пат. CN201288840 «Protractile slide valve»; пат. CN202691100 «Table gate valve with antifouling structure». В пат. CN203009964 « Improved abrasion-resistant movable valve seat » решается задача повышения герметичности при увеличении срока службы

здвижки. Те же задачи решаются и в пат. CN202280860 «Flat plate gate valve for automatically filling seal grease».

Анализ показал, что технические решения, направленные на повышение герметичности в затворе, заключаются в обеспечении: самоустановки затвора и седла; регулирования усилия прижатия в зависимости от давления рабочей среды; использования дополнительных неметаллических уплотнительных элементов обладающих высокой термостойкостью и стойкостью к агрессивной среде; изменении геометрических форм седла и шибера; повышении технологичности конструкции; снижении трудоемкости ремонта; обеспечении герметичности независимо от изменения давления рабочей среды.

Работа подготовлена при поддержке Министерства образования и науки РФ по договору № 02.G25.31.0031 по реализации комплексного проекта «Создание высокотехнологичного производства шиберных и клиновых штамповарных 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. Тамбов, 2013. № 6(45). С. 5-8.
2. Шегельман, И.Р., Щукин, П.О. Интеграция инновационного взаимодействия вуза и отечественного машиностроительного предприятия при реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства // Глобальный научный потенциал. СПб, 2011. № 8. С. 136-139.
3. Шегельман, И.Р., Васильев, А.С., Щукин, П.О. Патентный поиск в области конструкций запорной арматуры для АЭС, ТЭС и для магистрального трубопроводного транспорта // «Инженерный вестник Дона», 2013, №3. URL: www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1770

4. Shegelman, I.R., Shchukin, P.O., 2012. Environmentally safe transportation and packaging unit for transportation and storage of spent nuclear fuel // *Baltic Rim Economies*, № 4:46. URL: <http://www.utu.fi/fi/yksikot/tse/yksikot/PEI/BRE/Documents/BRE%204-2012%20web.pdf>
5. Shegelman, I.R., Romanov, A.V., Vasiliev, A.S., Shchukin, P.O., 2013. Scientific and technical aspects of creating spent nuclear fuel shipping and storage equipment // *Nuclear Physics and Atomic Energy*. Volume 14: 33-37.
6. Шегельман, И.Р., Щукин, П.О., Васильев, А.С. Специфика комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства в рамках интеграции университета и машиностроительного предприятия // «Инженерный вестник Дона», 2012, № 3 URL: www.ivdon.ru/magazine/latest/n3y2012/905
7. 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: www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1827
8. Васильев, А.С., Шегельман, И.Р., Щукин, П.О., Суханов Ю.В. Некоторые направления патентования корпусов штамповарных клиновых задвижек для магистральных трубопроводов предприятий атомной, тепловой энергетики, нефтегазовой промышленности // «Инженерный вестник Дона», 2014, № 1 URL: www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2245
9. Васильев, А.С., Щукин, П.О. Развитие патентных исследований для разработки новых технических решений для АЭС, ТЭС и для магистрального трубопроводного транспорта // *Наука и бизнес*, 2014. № 4(34). С. 50-53.
10. Шегельман, И. Р., Васильев, А. С., Щукин П. О. Некоторые аспекты проектирования запорной аппаратуры для предприятий атомной, тепловой энергетики и нефтегазовой отрасли // *Наука и бизнес: пути развития*, 2013. № 8(26). С. 94-96.

References

1. Voronin, A.V., Shegel'man, I.R., Shhukin, P.O. Tambov, 2013. № 6(45). pp. 5-8.
 2. Shegel'man, I.R., Shhukin, P.O. Global'nyj nauchnyj potencial. SPb, 2011. № 8. pp. 136-139.
-



3. Shegel'man, I.R., Vasil'ev, A.S., Shhukin, P.O. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №3. URL: www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1770
4. Shegelman, I.R., Shchukin, P.O., 2012. Environmentally safe transportation and packaging unit for transportation and storage of spent nuclear fuel // Baltic Rim Economies, № 4:46. URL: <http://www.utu.fi/fi/yksikot/tse/yksikot/PEI/BRE/Documents/BRE%204-2012%20web.pdf>
5. Shegelman, I.R., Romanov, A.V., Vasiliev, A.S., Shchukin, P.O., 2013 Scientific and technical aspects of creating spent nuclear fuel shipping and storage equipment // Nuclear Physics and Atomic Energy. Volume 14: 33-37.
6. Shegel'man, I.R., Shhukin, P.O., Vasil'ev, A.S. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, № 3 URL: www.ivdon.ru/magazine/latest/n3y2012/905
7. Vasil'ev, A.S., Shegel'man, I.R., Shhukin, P.O. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №3 URL: www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1827
8. Vasil'ev, A.S., Shegel'man, I.R., Shhukin, P.O., Suhanov Ju.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, № 1 URL: www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2245
9. Vasil'ev, A.S., Shhukin, P.O. Nauka i biznes, 2014. № 4(34). pp. 50-53.
10. Shegel'man, I. R., Vasil'ev, A. S., Shhukin P. O. Nauka i biznes: puti razvitija, 2013. № 8(26). pp. 94-96.