

О. Н. Шпаков, к. т. н., технический эксперт НПАА

РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЗАДВИЖЕК

На мировом арматурном рынке соотношение продаж арматуры возвратно-поступательного и поворотного типов составляет 60 : 40 % и продолжает меняться в пользу последних. Однако положение арматуры возвратно-поступательного типа остаётся прочным, и указанное соотношение меняется всё медленнее. Арматура поворотного типа обладает меньшим сроком службы, кроме того, применяемые в конструкциях полимерные и композиционные материалы имеют существенные ограничения по параметрам применения (температура ограничена в основном до 200 градусов) и сроку службы, который не достиг 25 – 50 лет.

Задвижки, наряду с недостатками (большой ход шпинделя, значительные высота, время закрытия и открытия, износ уплотнительных поверхностей), отличаются малым гидравлическим сопротивлением, меньшим усилием для управления, способностью работать при высоких давлениях и температуре.

Основой конкурентоспособности задвижек являются высокое качество и снижение цены, включая затраты на обслуживание и ремонт. Несмотря на незначительную долю стоимости арматуры в проектах, затраты на ремонт и потери из-за простоев по причине отказов в ее работе составляют 60 – 70 % от общих убытков [1].

Область применения стандартных задвижек непрерывно сокращается за счёт создания и использования специализированных или модернизации стандартных, которые после этого становятся специализированными. Например, немецкая фирма VAG Armaturen выпускает около 20 вариантов специализированных задвижек на базе стандартных.

Поскольку задвижки применялись в ирригационных системах с древних времен и сохранили свою консервативность до настоящего времени, за последние десять лет удалось обнаружить всего 18 публикаций об их модернизации, в то время как, например, по регулирующей арматуре их количество приближается к тысяче. По этой же причине целесообразно проанализировать публикации начала 90-х годов [2].

Проанализируем особенности задвижек по основным узлам.

На международном рынке находят сбыт задвижки общего назначения как с цельным клином, так — с упругим и двухдисковым, а также с ввернутыми в корпус уплотнительными кольцами, с наплавленными на корпус или приваренными кольцами. Нельзя сказать, что все фирмы ориентируются на изготовление перечисленных вариантов исполнения затворов. Выбрать из всего разнообразия конструкций ту часть, которая с точки зрения продаж наиболее целесообразна, достаточно трудно. Более того, сделать это вообще невозможно, так как нет достаточно убедительных объективных технических критериев, на основе которых можно было бы получить однозначное решение.



О. Н. Шпаков

Например, в стальных задвижках сравниваются 4 исполнения по клиньям:

- 1) цельный клин;
- 2) цельный клин с фторопластовым уплотнением;
- 3) упругий разрезной клин;
- 4) 2-х дисковый клин.

Каждое из этих исполнений имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Наименьшей металлоемкостью обладают задвижки с цельным клином, но в тоже время для обеспечения герметичности по затвору являются и самыми трудоемкими при подгонке углов между корпусом и клином. А двухдисковые задвижки, наоборот, являются самыми металлоёмкими, но позволяют с меньшими трудозатратами добиться нужной герметичности по затвору. Задвижки с упругими разрезными клиньями занимают промежуточное положение по этим свойствам. Наилучшими в этом плане являются задвижки с цельным клином с фторопластовым уплотнением, но их применение ограничено по температуре и повышенными требованиями к отсутствию примесей в рабочей среде [3].

Фирмы конструируют двухдисковый клин как упругий, в связи с чем:

— упругие клинья (в ряде случаев и двухдисковые) рассматриваются и рассчитываются фирмами как пружины, в связи с чем они проходят операцию заневоливания;

— чтобы не допустить перегрузки любого упругого клина при эксплуатации и повреждения задвижки (что вполне реально, учитывая широкое применение рычагов для управления арматурой), конструктивно ограничивается его ход при закрывании задвижки, или клин выполняется так, чтобы при превышении допустимой нагрузки он из упругого становился жестким.

Технических преимуществ цельный клин по сравнению с другими типами клиньев не имеет, если не считать одного — путь трения уплотнительных поверхностей цельного клина, считая от

момента начала расклинивания, меньше, чем у любого другого.

Недостатки цельного клина весьма существенны:

- степень герметичности задвижек с таким клином ниже, чем с другими. Этим объясняется применение в затворе задвижек с цельным клином вторичных эластичных уплотнителей, что не делается в задвижках с другими типами клиньев;

- большая вероятность заклинивания задвижки, что и наблюдается на практике, вызвала необходимость периодической проверки ее работоспособности или применения устройств для расклинивания.

Наконец, одним из недостатков задвижек с такими клиньями является односторонняя герметичность в затворе, тем не менее сыгравшая свою положительную роль. Работая на жидкой среде и будучи закрыта (при этом в крышке задвижки образуется замкнутая полость, заполненная жидкостью), ни одна задвижка с цельным клином благодаря этому недостатку не будет разрушена из-за повышения давления жидкости в полости крышки вследствие изменения ее температуры, в то время как у задвижек с другими типами клиньев такая поломка возможна.

Это дополняется тем, что в условиях переходного режима (т.е. процесса открывания или закрывания) цельный клин будет вести себя лучше, чем, например, двухдисковый, диски которого имеют некоторую свободу перемещения, в связи с чем не исключаются их вибрация и перекосы, приводящие к негативным последствиям.

Упругий клин обладает определенными преимуществами перед цельным, но он не предназначен для компенсации ошибки по углу, допущенной при изготовлении клина и гнезда в корпусе под него. Поэтому точность изготовления этих элементов при использовании упругого клина должна быть не меньшей, чем при изготовлении цельного клина.

Задача упругого клина — «следить», т.е. следовать за деформациями уплотнительных поверхностей седла, вызванной деформацией корпуса, определяемой изменением его температуры, усилиями со стороны трубопровода. Кроме того, эти задвижки меньше подвержены заклиниванию. Естественно, что задвижки с упругим клином обладают более высокой степенью герметичности, чем с цельным.

Создание задвижки с упругим клином — задача наукоемкая. До начала конструирования необходимо располагать сведениями о возможной деформации корпуса задвижки при эксплуатации, установить компенсирующую способность упругого клина, т.е. рассматривать его как пружину с известными характеристиками. Хорошо, если уплотнительные поверхности седла корпуса при его деформации сохраняют плоскостность. Рассчитывать на это трудно из-за несимметричности корпуса, поэтому необходимо знать, какую деформацию может компенсировать клин. Все это является предметом исследования. Некоторые зарубежные фирмы учитывают эти характеристики. В задвижках, выпускаемых ими, появились ограничители деформации клина — либо с помощью стопора на шпинделе, либо созданием зазора между дисками клина, ограниченного допустимой величиной прогиба тарелок. Положительный эффект упругого клина ощутим, если он используется в задвижках на высокие давления ($P_N > 10$ МПа) и температуру выше 400°C и DN более 100 мм. В остальных случаях этот эффект

минимален. Видимо, по этой причине не все фирмы используют упругий клин на задвижках для невысоких параметров, а те фирмы, которые поставляют такие задвижки, по всей видимости, преследуют рекламные цели.

При работе таких задвижек на жидкости, как, впрочем, и задвижек с упругим клином, необходимо устанавливать на их крышках запорный или предохранительный клапан во избежание повреждения закрытых задвижек из-за повышения давления жидкости в полости крышки вследствие изменения ее температуры.

Таким образом, для обеспечения продаж на международном рынке отечественных стальных задвижек общего назначения они должны выполняться с цельным или двухдисковым клином. Гнездо в корпусе под клин всех типов делается одинаковым.

В настоящее время технология образования уплотнительных поверхностей в корпусе достигла большой степени совершенства в автоматическом и полуавтоматическом режиме, на основе порошковой металлургии, лазерного упрочнения, плазменного напыления, в связи с чем отпадают, например, такие операции, как разогрев корпуса перед наплавкой. Использование ввертных колец в свое время было вынужденным, их применение ограниченным и снижало надежность арматуры. В отечественной практике следует ориентироваться только на современные виды упрочнения седел в корпусах.

При конструировании задвижек рекомендуется выполнять несколько правил, продиктованных практикой. Для любых задвижек с металлическим уплотнением для получения герметичности высокого класса и долговечности целесообразно выполнять следующие рекомендации:

- ширина уплотнительных поверхностей клина должна быть больше ширины уплотнительных поверхностей корпуса. Это исключает возникновение вмятин на корпусе от колец клина;

- твердость поверхностей клина должна быть выше, чем у аналогичных поверхностей на корпусе не менее, чем на 30 единиц по Бринеллю;

- корпус в области расположения уплотнительных поверхностей должен выполняться массивным для исключения монтажных деформаций. К сожалению, методы расчёта жёсткости корпусов как задвижек, так и запорных клапанов не разработаны. Приведённая рекомендация актуальна и для других видов арматуры. Несмотря на требования инструкций по эксплуатации, запрещающих нагружение патрубков арматуры при монтаже, это явление имеет место в жизни, когда арматура воспринимает нагрузки от исправления несоосности трубопроводов относительно арматуры и объективно существуют трудности выполнения точной подгонки труб, предназначенных для соединения с арматурой. Последняя вынуждена воспринимать нештатные нагрузки, что приводит к нарушению точности геометрии уплотнительных поверхностей и их подгонке при сборке. Поэтому необходимо выполнять патрубки менее жёсткими, чем другие элементы конструкции.

Чаше других возникают отказы уплотнений штоков. Утечки рабочей среды через сальники ведут к потере рабочего продукта и загрязнению окружающей среды, последствия чего могут быть самыми тяжелыми. Поэтому одним из главных направлений совершенствования конструкций задвижек сохра-

няется улучшение сальникового узла, там, где это возможно по условиям применения, введением смазочных устройств, в основном же – использованием графитовых набивок. Принятые законы по охране окружающей среды делают проблему герметичности узлов уплотнения шпинделей остро актуальной. В настоящее время разработан международный стандарт по методам контроля герметичности указанных узлов [4].

В зарубежной и отечественной практике в задвижках общего назначения используются два вида сальников: нормальный и удлиненный без смазки или со смазкой.

Отдельные фирмы снабжают сальник пружиной, обеспечивающей его постоянное поджатие. Однако задвижка с таким сальником, по существу, является специализированной, предназначенной для эксплуатации на определенных средах и в конкретных рабочих условиях.

Принципиальное отличие нормального и удлиненного сальников в их глубине – у нормального $h = (5,5...7)$, у удлиненного $h = (15...20)$ от ширины сальниковой камеры. Указанные значения глубины сальников превышают в 1,8 – 2 раза глубину, принимаемую подавляющим большинством отечественных арматуростроителей.

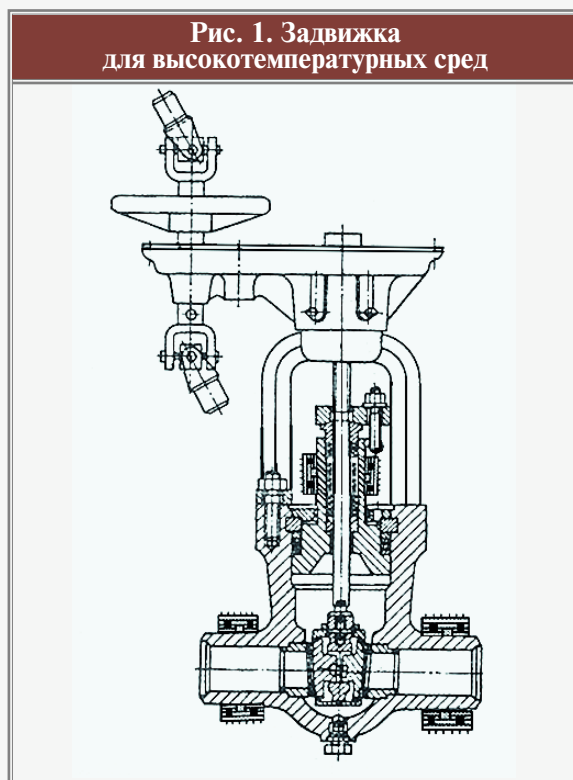
Нормальный сальник предназначен для работы преимущественно на жидких средах, удлиненный – на газообразных (в том числе на паре), а со смазкой может работать на вакууме. Увеличение глубины сальника приводит к некоторому увеличению высоты задвижки. Некоторые фирмы в задвижках для газообразных сред перед сальником размещают камеру, снижающую температуру в зоне сальника, а также пробку (заглушку), служащую для того, чтобы после установки задвижки на верхнее уплотнение можно было бы сбросить перед демонтажом сальника давление или подачей давления вытеснить сальник.

Как отмечалось, за рубежом резко сокращается применение асбеста для набивки сальника (как материала, вредного для здоровья). Асбест заменяется графитом, другими материалами, например, как указывалось – набивкой на основе графита марки Graftoil фирмы «Carbon Products Div.» или безасбестовой набивкой фирмы «Flexitalic Ltd» и др.

Для температур до 200 градусов хорошо зарекомендовал себя уплотнительный материал из вспученного фторопласта. Первой такой материал предложила американская фирма Gore. В 2004 году о производстве вспученного фторопласта в России сообщил Санкт-Петербургский «Пластполимер».

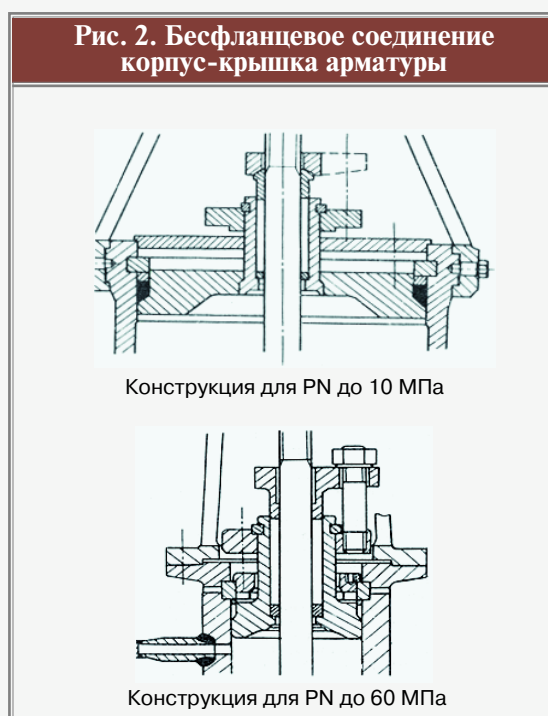
Для более высоких температур все шире используются материалы из терморасширенного графита, производимые, например, фирмами московской «Союз – 01» и пермской «Новомет».

Учитывая, что принципа двух сальников, нормального и удлиненного (со смазкой или без нее), придерживается абсолютное большинство зарубежных фирм-изготовителей задвижек общего назначения, и что наличие этих сальников технически оправдано, для поддержания конкурентоспособности отечественных задвижек на международном рынке целесообразно применять в них эти два типа сальников. При этом следует ориентироваться на применение безасбестовых набивочных материалов. Возможно, целесообразно для сверхвысоких температур применить охлаждаемые термоэлектри-



ческие сальники с использованием эффекта Пелетье (автором получено свидетельство на изобретение [5], (Рис. 1). Горячий спай размещается в зоне воздействия высокой температуры, а холодный – в районе сальниковой коробки. Чем горячее среда, тем ниже температура холодного спая. Подобные технические решения широко используются в космической технике.

Если раньше бесфланцевое соединение корпус-крышка арматуры (Рис. 2) применялось в задвижках на $PN > 25$ МПа и $t > 350$ °С, то сейчас отдельными ведущими зарубежными фирмами налажен серийный выпуск стальных задвижек общего назначения (литых, штампованных) также с бесфланцевым соединением на давления, начиная с $PN = 1$ МПа и $t = 300$ °С. Это позволило наряду с



повышением надежности работы, сократить их массу, габариты и повысить технологичность литых деталей изделий.

В настоящее время большинство зарубежных фирм в задвижках общего назначения используют фланцевое соединение корпуса с крышкой и только некоторые фирмы – бесфланцевое. Внедрение бесфланцевого соединения за рубежом началось в задвижках самых высоких параметров, и постепенно его использование расширилось и захватило арматуру низких параметров.

Однако следует учесть, что если во фланцевом соединении возможна протечка, то ее можно ликвидировать подтяжкой соединения; в бесфланцевом соединении появление аналогичного дефекта можно ликвидировать только путем замены уплотнительного кольца.

Несмотря на эти недостатки, учитывая мировую тенденцию развития одного из направлений арматуростроения, заключающуюся в расширении области применения бесфланцевого соединения крышка – корпус арматуры в сторону низких давлений, следует считать целесообразным постепенный переход отечественного арматуростроения на выпуск стальных задвижек общего назначения с бесфланцевым соединением крышка – корпус.

Учитывая, что на некоторых производствах стандартные задвижки работают в течение длитель-

ного периода, ряд фирм организовал выпуск задвижек с приварной крышкой. Это снизило массу изделий, их габариты, ликвидировало фланцы, крепёж и прокладочные соединения, в результате чего снизилась их себестоимость. Опыт широкого распространения бесфланцевых соединений в газовых шаровых кранах, на первых этапах их применения вызывавший определенные сомнения специалистов, свидетельствует о перспективности этого направления.

Литература:

1. В.И. Бараненко и др. Оценка ресурсных характеристик арматуры энергоблоков АЭС с PWR, BWR, ВВЭР и РБМК. «Арматуростроение» 2004, № 5, с.51.
2. Г.И. Севастьянихин, О.Н. Заринский Оптимальные технические решения узлов клиновых задвижек, выпускаемых зарубежными фирмами; М: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1991.
3. О.Н. Шпаков «Азбука трубопроводной арматуры»; Санкт-Петербург, ООО «Издательство Компрессорная и химическая техника», 2003.
4. И. Бирембау. Методы измерения протечек. Новый стандарт ISO 15848, «Арматуростроение» 2004, № 5, с.58.
5. Авторское свидетельство СССР № 417669.

(Продолжение следует)