

П.Е. Жарков, академик УТА, вице-президент концерна «Укрросметалл, В.В. Мороз, зав. бюро запорной арматуры ОГК («НПАО ВНИИкомпрессормаш» г. Сумы) Украина

Создание дисковой запорно-регулирующей задвижки для загрязненных сред с изменяемой геометрией корпуса

Представлена конструкция новой дисковой запорно-регулирующей задвижки для загрязненных сред с изменяемой геометрией корпуса, показаны ее преимущества и сфера применения в промышленности.

Ключевые слова: задвижка, запорный диск, корпус, изменяемая геометрия, адаптация, трубопровод, система.

Представлена конструкція нової дискової замкової регулюючої засувки для забруднених середовищ зі змінюваною геометрією корпусу, показані її переваги і сфера застосування в промисловості.

Ключові слова: засувка, замковий диск, корпус, змінювана геометрія, адаптація, трубопровід, система.

A construction is presented by new the disk plug-forming - regulative bolt for muddy environments with changeable geometry of corps, her advantages and purview are shown in industry.

Keywords: bolt, plug-forming disk, corps, changeable geometry, adaptation, pipeline, system.

С каждым днем все больше увеличивается конкуренция на рынке трубопроводной арматуры. Это происходит, в основном, за счет растущего числа отечественных предприятий и фирм, выпускающих, как правило, однотипную продукцию, а также в связи с растущей глобализацией экономики и приходом на рынок новых зарубежных производителей. Кроме этого, в связи с разразившимся экономическим кризисом, заметно снизился спрос на трубопроводную арматуру. Учитывая выше изложенное, все большее число предприятий стало уделять повышенное внимание поиску и патентованию новых конкурентоспособных технических решений. Это в первую очередь связано с тем, что при условии получения правовой защиты на такие разработки, у предприятия появляется исключительное право на изготовление и реализацию новых образцов и за счет этого – возможность в условиях жесткой борьбы на рынке трубопроводной арматуры обойти своих конкурентов.

В настоящее время конструкторским бюро запорной арматуры АО «НПАО ВНИИкомпрессормаш», входящим в концерн «Укрросметалл», большое внимание уделяется поиску новых техниче-

ских решений. В ходе проектирования новой трубопроводной арматуры на первое место ставятся такие задачи как:

- новизна;
- повышение надежности;
- снижение стоимости;
- доступность в изготовлении.

Одним из направлений решения этих задач является применение дисковых задвижек. Ранее была представлена осесимметричная дисковая задвижка оригинальной конструкции [1,2], которая, обладая рядом преимуществ, тем не менее, имеет следующие недостатки:

- корпус задвижки состоит из трех частей, в связи с чем, требуется уплотнение двух разъемов, а каждый дополнительный разъем снижает надежность задвижки;
- для изолирования винто-рычажного механизма от рабочей среды запорный диск по наружному диаметру уплотнен манжетами, которые под действием давления рабочей среды, создают дополнительный момент трения при управлении задвижкой;
- размеры центральной составляющей корпуса определяются плечом винто-рычажного механизма, что приводит к увеличению габаритов задвижки и создает сложности в изготовлении корпуса;

– для задвижки дополнительно необходим указатель положения запорного органа, что усложняет и удорожает конструкцию;

– для установки рычага при сборке задвижки в корпусе выполнено технологическое отверстие, которое должно быть закрыто крышкой и герметизировано, что также снижает надежность;

– винто-рычажный механизм находится внутри корпуса, его осмотр и обслуживание затруднены.

С целью устранения перечисленных недостатков был осуществлен поиск новых вариантов конструкции, имеющих основные преимущества осесимметричной дисковой задвижки, такие как:

- самотормозящаяся винтовая передача, что важно при регулировании в условиях вибрации;
- минимальные свободные объемы в корпусе, что повышает надежность работы задвижки при низких температурах и на загрязненных средах;
- незначительные усилия на рукоятке при больших перепадах давления на запорном органе, что расширяет диапазон применения задвижки;
- отсутствие контакта ходовой гайки и ходового винта с рабочей средой, что повышает надежность работы задвижки в средах с со-

держанием сероводорода и других агрессивных составляющих.

При поиске было найдено ряд конструктивных решений, на базе которых и была разработана новая задвижка, как вариант решения указанных проблем. В целом идеология новой задвижки осталась такой же, как и у осесимметричной конструкции: в ее составе присутствует запорный диск, винтовая передача, разгруженный по давлению шпиндель, разделенный на два канала для прохода рабочей среды. Однако корпус задвижки существенно изменен. Так, переход с трех составной конструкции корпуса на двухсоставную, позволила уменьшить количество уплотняемых разъемов и крепежных деталей, повысить надежность и долговечность изделия. Кроме этого, расположение разъема между полукорпусами под углом 45° к оси трубопровода, а оси вращения шпинделя с запорным диском перпендикулярно плоскости разъема, позволило получить новое и существенное преимущество в задвижке – возможность изменять конфигурацию корпуса с проходного варианта сборки (рис. 2) на угловой (рис. 3). Таким образом, в результате проектирования была разработана многофункциональная запорно-регулирующая дисковая задвижка с ручным приводом с изменяемой геометрией корпуса.

Для такой трансформации задвижки необходимо всего лишь развернуть полукорпуса друг относительно друга на угол 180° без других изменений. Это новые особенности существенно рациональны при серийном производстве и дают следующие преимущества:

- для изготовления совершенно идентичных полукорпусов требуется всего лишь один штамп или литейная форма;
- конфигурация полукорпусов такова, что имеется свободный доступ при механической обработке (и последующем контроле) к посадочным местам седел и уплотнений;
- в ходе эксплуатации легче производить осмотр ответственных мест задвижки и ее ремонт;
- изготовленные задвижки могут без особых затрат быть трансформированы в проходное или угловое исполнение под конкрет-



Рис. 1. Осесимметричная дисковая задвижка

ные требования заказчика, что повышает мобильность производства и сокращает сроки выполнения заказа;

– трансформация задвижки может быть выполнена на месте монтажа у заказчика при условии

последующего гидроиспытания и проверки герметичности уплотнения между полукорпусами.

Многофункциональная запорно-регулирующая дисковая задвижка с ручным приводом в разобранном виде показана на рис. 4 и 5. Основой задвижки является двухсоставной корпус. Как упоминалось выше, полукорпуса совершенно идентичны. В каждом полукорпусе имеется проходное отверстие, которое разделяется на два канала, суммарная площадь которых равна площади входного отверстия. Разъем между полукорпусами уплотнен металлическим кольцом, аналогичным уплотнительным кольцам, применяемым во фланцевых соединениях фонтанной арматуры.

На выходе каналов в заточках установлены седла, подпружиненные упругими элементами, например, тарельчатыми пружинами и герметизированные по наружному диаметру уплотнительными кольцами. Дополнительно в торцах седел в канавке типа «ласточкин хвост» могут быть установлены уплотнительные кольца из полиуретана. Седла могут быть изготовлены из керамики, что позволит повысить срок службы задвижки в режиме регулирования. Запорный орган установлен между полукорпусами и имеет форму диска с двумя проходными отверстиями и центральным квадратным отверстием под шпиндель. Запорный диск имеет возможность перемещения вдоль оси шпинделя. Конструктивно запорный диск выполнен в форме простого тела вращения и поэтому может быть изготовлен как из проката с минимальными припусками, так и из керамики, например, для комплектации регулирующей задвижки. Так как полукорпуса



Рис. 2. Многофункциональная запорно-регулирующая дисковая задвижка с корпусом в проходном варианте сборки



Рис. 3. Многофункциональная запорно-регулирующая дисковая задвижка с корпусом в угловом варианте сборки

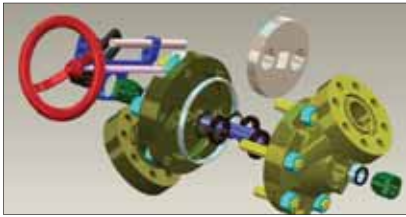


Рис. 4. Многофункциональная запорно-регулирующая дисковая задвижка в разобранном виде

идентичны, то шпindel уплотнен сальниковыми узлами одного диаметра и, следовательно, разгружен от давления рабочей среды (рис. 6). Сальниковый узел состоит из фторопластовых манжет и нажимной втулки. Одинаковые сальниковые узлы удобны при серийном производстве, так как сокращают номенклатуру комплектующих изделий. На смонтированной задвижке имеется возможность подтянуть сальник и устранить возможную утечку.

С одной стороны на шпинделе выполнено посадочное место и шпоночный паз для установки рычага (кулисы) ручного привода. Сам же ручной привод для упрощения конструкции выполнен в «без корпусном» варианте и состоит из силовой пластины с двумя приливами под опоры, ходового винта, ползуна с ходовой гайкой, направляющей и маховика. Такая конструкция очень удобна для обслуживания, осмотра и ремонта. Все детали привода могут быть сняты на действующей задвижке и заменены другими. Более того, при условии изготовления шпинделя с посадочными местами под рычаг с двух сторон, имеется возможность переустановки ручного привода с верха задвижки на низ, что может быть использовано при монтаже задвижки в условиях ограниченного пространства. Направляющая имеет простую форму и может быть изготовлена из трубы или прутка с минимальными припусками под механическую обработку из коррозионностойкой стали или из углеродистой стали с покрытием последней хромом или никелем.

Использование направляющей в ручном приводе позволяет разгрузить ходовой винт от радиальной составляющей силы в кули-



Рис. 5. Многофункциональная запорно-регулирующая дисковая задвижка в разобранном виде

ном механизме и, следовательно, уменьшить его диаметр. Маховик выведен в сторону, что значительно уменьшает строительную высоту задвижки и делает ее компактной и удобной в управлении. Для определения положения запорного диска задвижки на направляющей могут быть нанесены методом гравировки надписи «открыто», «закрыто» и шкала для определения угла поворота, процента открытия или, например, величина

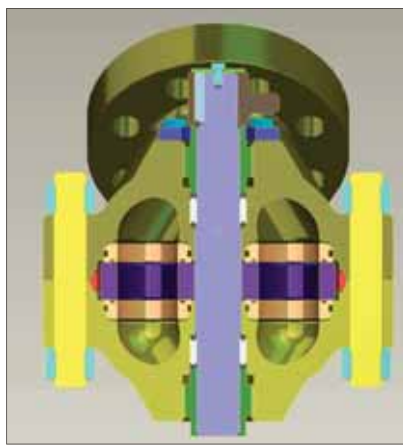


Рис. 6. Многофункциональная запорно-регулирующая дисковая задвижка в разрезе вдоль оси шпинделя

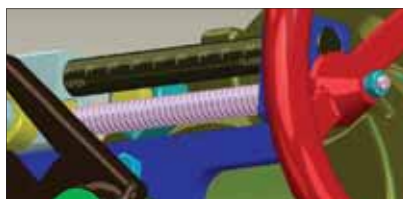


Рис. 7. Указатель положения запорного органа в многофункциональной дисковой задвижке

расхода ($\text{м}^3/\text{ч}$) рабочей среды через задвижку при регулировании (рис. 7).

Если изменить конфигурацию проходных отверстий в запорном диске, то появится возможность получить требуемую характеристику регулирования и заданный расход. По типу трима в клетковых запорно-регулирующих клапанах в запорном диске (или седлах) взамен проходных отверстий может быть выполнена группа отверстий малого диаметра, что будет способствовать повышению точности регулирования и выпрямлению потока после его поворота в проходном канале задвижки.

Задвижка работает следующим образом: в положении «открыто» отверстия в запорном диске совпадают с отверстиями в полукорпусах. Поток рабочей среды во входном отверстии первого полукорпуса разделяется на два потока, меняет направление под углом 45° , проходит через отверстия в запорном диске и затем в другом полукорпусе снова, изменив направление движения под углом 45° , объединяется в один поток. При необходимости закрыть задвижку вращением маховика с ходовым винтом по часовой стрелке ползун перемещается вдоль направляющей. На ползуне выполнен цилиндрический выступ, на который установлен, с возможностью поворота вокруг оси, сухарь. Так как сухарь заведен в паз рычага (кулисы), то при движении ползуна вдоль направляющей происходит поворот рычага, а вместе с ним шпинделя и запорного диска на угол равный 90° (или требуемый угол в процессе регулирования). Когда запорный диск занимает такое положение, при котором седла упираются в поверхность запорного диска без отверстий, полностью перекрывается проход для рабочей среды. Угол поворота запорного диска удобно отслеживать по шкале, выполненной на направляющей. За счет расположения уплотнений на наружном диаметре седел, под действием давления рабочей среды седла прижимаются к запорному диску, надежно герметизируя задвижку за счет эффекта самоуплотнения.

К недостаткам многофункциональной запорно-регулирующей

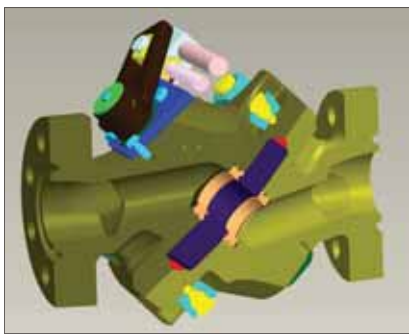


Рис. 8. Многофункциональная запорно-регулирующая дисковая задвижка в разрезе вдоль одного из каналов

дисковой задвижки следует отнести повышенное гидравлическое сопротивление по сравнению с прямой задвижкой. При движении по каналу рабочая среда два раза меняет направление под углом 45° (рис. 8). Это обстоятельство необходимо учитывать при разработке проектов и сопоставлении всех положительных и отрицательных качеств каждого типа арматуры, в том числе и ее стоимости. Необходимо отметить, что согласно классификации арматуры задвижку следовало бы назвать «прямоточной», вот выдержка из проекта межгосударственного стандарта [3]:

«5.3.6. прямоточная арматура (Нрк: арматура с наклонным шпинделем): Арматура, в которой ось шпинделя или штока перпендикулярна оси присоединительных патрубков корпуса. **П р и м е ч а н и е** – Угол между осями шпинделя и патрубков прямоточной арматуры для уменьшения коэффициента сопротивления обычно принимают близким к 45° ».

Однако термином «прямоточная» в фонтанной арматуре традиционно именуется обычные маслонаполненные шибберные задвижки и поэтому в данном случае он не совсем подходит. Предлагаемая задвижка не подпадает также и под пункт 5.5.1.10 упомянутого проекта стандарта:

«5.5.1.10 поворотная задвижка: Задвижка, у которой перекрытие или регулирование потока рабочей среды осуществляется вращательным движением запирающего или регулирующего элемента вокруг оси, соосной или параллельной оси патрубков».

В данном случае ось вращения запорного диска не параллельна и не соосна оси патрубков. Учитывая, что предлагаемая задвижка новой конструкции не подпадает под существующую классификацию, она была названа «многофункциональная запорно-регулирующая дисковая задвижка».

На рис. 9 приведен пример сборки комплекта задвижек фонтанной арматуры, в котором для наглядности показана первой осесимметричная дисковая задвижка и последней изображена многофункциональная запорно-регулирующая дисковая

2. Предлагаемая задвижка может применяться для перекрытия или регулирования потоков жидких абразивно изнашивающих сред, таких как техническая вода, нефть, метанол, а также газообразных сред, таких как природный газ при необходимости частого управления задвижкой при больших перепадах давления рабочей среды и вероятности отложения твердых включений или замерзания воды в застойных зонах.

3. Вместо ручного привода на задвижку может быть установлен гидроцилиндр для управления в

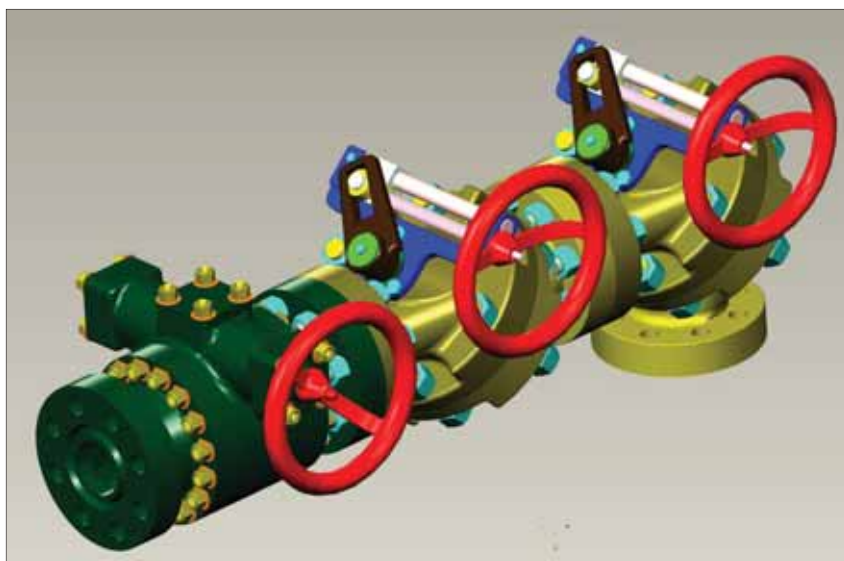


Рис. 9. Пример сборки комплекта задвижек

задвижка с корпусом в угловом варианте сборки, выполняющая функции углового дросселя.

Выводы:

1. Конструкция задвижки с расширенной функцией адаптации позволяет выполнить трубопроводную обвязку устья скважины в нефтегазодобывающей промышленности, технологических трубопроводов в химической, нефтеперерабатывающей и других отраслях компактно, отказавшись, при необходимости изменить направление трубопровода на 90° , от установок дополнительных угольников. Отказ от угольника на трубопроводе высокого давления, позволяет сэкономить средства не только на самом угольнике как детали, но и на сварных швах, затратах на их контроль и испытание.

дистанционном режиме. На конструкцию задвижки подана заявка на получение патента [4].

Список литературы:

1. Мороз В.В. Новое в конструкции шибберных задвижек // Компрессорное и энергетическое машиностроение, 2013.– № 4.– С. 44 – 47.
2. Патент Украины на полезную модель «Задвижка для трубопровода» № 86316 Авторы: Жарков П.Е., Мороз В.В., Денисенко В.И., Беляев А.П.
3. «Термины и определения. Арматура трубопроводная Проект межгосударственного стандарта www.valverus.info
4. Заявка на получение патента Украины на полезную модель «Задвижка для трубопровода» Авторы: Жарков П.Е., Мороз В.В., Беляев А.П.