

Сопоставительный анализ существующих конструкций арматуры с поворотными затворами с новым двухсегментным клапаном разработки ООО «НПЦ «Анод»

В.Е. Евсиков, начальник отдела арматуры ООО «НПЦ «Анод»

Последние десятилетия в развитии арматуростроения знаменуются тем, что на производственных технологических линиях и транспортных магистралях широко стала применяться арматура с поворотными затворами: шаровые краны, поворотные дисковые затворы (типа «Баттерфляй»), поворотные односегментные клапаны с эксцентриситетом и др.

Каждая из перечисленных конструкций имеет свои положительные и отрицательные качества, и, естественно, применение обосновано их особенностями.

Наиболее широкое распространение в качестве запорной и запорно-регулирующей арматуры получили шаровые краны благодаря своим следующим достоинствам:

1. Низкий коэффициент гидравлического сопротивления;
2. Компактность;
3. Двухстороннее уплотнение рабочей среды;
4. Высокая герметичность затвора;
5. Благоприятные условия для работы уплотнения штока (поворот на 90° обеспечивает малый путь трения и уменьшает износ уплотнения);
6. Благоприятные условия для диагностирования и очистки трубопровода.

Однако, эксплуатация шаровых кранов, особенно на магистральных линиях газонефтепроводов, выявила недостатки, которые заключаются в том, что наличие твердых включений (песка) в рабочих средах приводит к быстрому износу уплотнительных поверхностей затвора, снижается ресурс арматуры по цикличности. Ремонт шаровых кранов, особенно больших DN, очень трудоемок и требует специального дорогостоящего оборудования для точной обработки сферы.

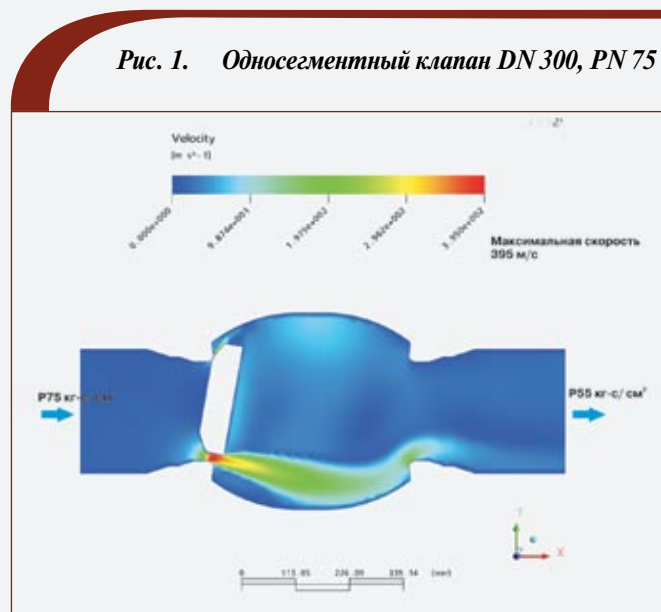
Широкую популярность в настоящее время завоевывает разработанный и запатентованный три десятилетия

назад инженерами компании «Masoneilan» новый тип поворотного регулирующего сегментного клапана с эксцентриситетом типа «Camflex», аналогичную арматуру выпускают фирмы «Neles», «Flowserve» и другие.

Направление потока в этих клапанах — «под затвор». Траектория перемещения уплотнительной поверхности рассчитана таким образом, что при повороте шарового сегмента касание уплотнительной поверхности сегмента с седлом происходит только в положении «Закрото». Эта конструкция позволяет устранить основной недостаток шаровых кранов, связанный с сильным износом уплотнительных поверхностей в загрязненных рабочих средах.

При большом перепаде давления обеспечить герметичное перекрытие потока практически невозможно, ибо перепадом давления затвор отжимает от уплотнительной поверхности

Рис. 1. Односегментный клапан DN 300, PN 75



седла. Если же подавать давление на затвор, то можно достичь высокой герметичности перекрытия, но при этом необходим большой момент привода, чтобы открыть затвор.

При регулировании рабочей среды при больших перепадах давления на уплотнительных поверхностях возникают большие скорости истечения (рис. 1). Результаты получены при аэродинамическом расчете по программной системе ANSYS CFX 10.0.

Высокие скорости истечения способствуют сильному эрозионному износу уплотнительных поверхностей, что снижает герметичность при закрытии. При этом существенно возрастает момент на поворотном приводе, т.к. затвор выполнен с эксцентриситетом. Эти недостатки сильно сдерживают применение такой конструкции, особенно при больших DN и PN.

◆ **Двухсегментный клапан**

На предприятии ООО «НПЦ «Анод» разработана, изготовлена и запатентована конструкция двухсегментного

клапана (100КДС 51 00.00), в которой устранены все вышеперечисленные недостатки. Клапан рассчитан на параметры DN 100, PN 80, $T \leq 120^\circ$ (рис. 2, 3, 4 и 5). В июне 2007 года на полигоне филиала «Саратоворгниагностика» успешно проведены испытания на газовой среде на соответствие его технических характеристик требованиям российских, международных стандартов и «Общей технической спецификации ОТС-ЗРА-98», а также оценки надежности и безопасности клапана в реальных условиях эксплуатации.

Оси сегментов клапана размещены относительно оси седел с эксцентриситетом, а сами сегменты связаны между собой системой рычагов, позволяющей обеспечить синхронное одностороннее поворотное движение по направлению к своему седлу при воздействии момента на ось одного из сегментов. При повороте на закрытие шаровые сегменты приближаются к своему седлу и в конце закрытия (поворот на 90°) одновременно касаются уплотнительных поверхностей седел, создавая контактные удельные давления на уплотнительных поверхностях.

Рис. 2. Двухсегментный клапан. Положение «открыто»

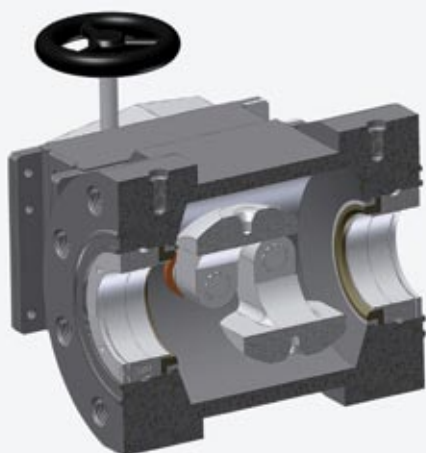


Рис. 3. Двухсегментный клапан. Положение «закрыто»

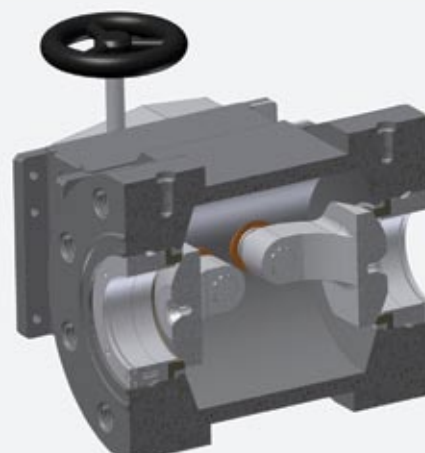


Рис. 4. Двухсегментный клапан. Положение «открыто»

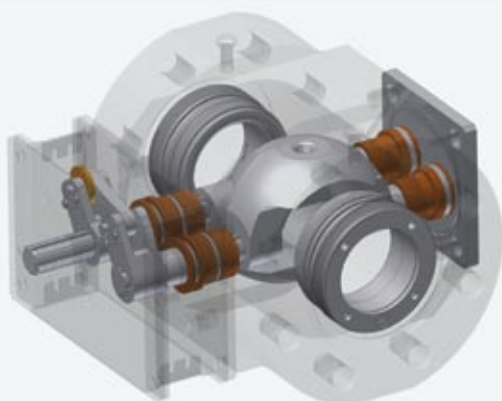
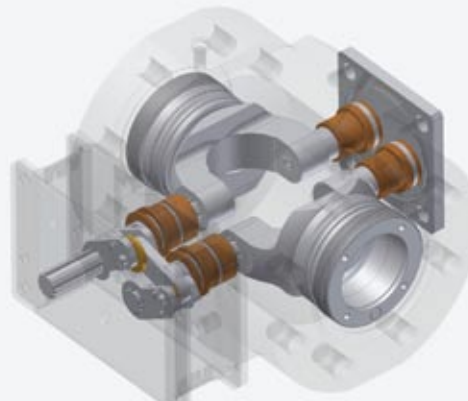


Рис. 5. Двухсегментный клапан. Положение «закрыто»



В отличие от шарового затвора, эксцентриковая конструкция затвора обеспечивает соприкосновение уплотнительных поверхностей только в последний момент закрытия клапана или в начальный момент открытия. При сближении уплотнительных поверхностей увеличивается скорость потока рабочей среды с твердыми включениями, что существенно снижает возможность попадания их на уплотнительную поверхность.

◆ **Основные отличия двухсегментного клапана от шарового крана заключаются в следующем:**

1. Сохраняя все положительные качества шарового крана, двухсегментный клапан устраняет основной недостаток — постоянный контакт уплотнительных поверхностей в рабочей среде с абразивными включениями в процессе перемещения затвора.

2. Затвор при регулировке существенно разгружен по моменту привода. Объясняется это тем, что поток среды создает различные направления моментов на сегментах (рис. 6), а связанные системой рычагов оба приводных вала сегментов суммируют моменты с противоположными знаками, существенно уменьшая момент на валу поворотного привода.

Разгруженный момент существенно меньше, чем гидродинамический момент, действующий при повороте шарового затвора. Кроме этого, в двухсегментном клапане отсутствует сила трения уплотнительных поверхностей при перемещении затвора. Эта особенность позволяет создавать более быстродействующую (отсечную) арматуру. При этом существенно уменьшается мощность привода, и, тем самым, снижаются весогабаритные характеристики клапана в целом.

3. При открытии шаровых кранов DN ≥ 300 на линиях нефтегазопровода используются байпасные линии, при этом давление на входе выравнивается с давлением на выходе, и только после этого происходит открытие. Магистраль за шаровым краном может оказаться очень объемной и тогда его невозможно открыть быстро. В

двухсегментном клапане достаточно осуществить сброс избыточного давления через байпас в ограниченный объем внутренней полости клапана, чтобы снять перепад давления с сегмента на выходе, и после этого малым моментом открыть двухсегментный клапан. Эта особенность позволяет использовать двухсегментный клапан при режимах антипомпажа.

4. Конструкция упрощается в части технологичности и ремонтоспособности. Нет необходимости в наличии специальных дорогостоящих станков для обработки сферы, так как сферическая поверхность на узком пояске сегмента обрабатывается на обычном токарно-винторезном станке.

5. Перед испытанием клапана на газовой загрязненной среде были опасения, что при длительном открытом положении двухсегментного затвора будет скапливаться отстой в нижней части внутренней полости клапана, чего нет в шаровых кранах. Но при испытаниях (это же подтверждает и аэродинамический расчет) убедились, что при повороте затвора создается сильная турбулентность, которая способствует выбросу отстоя из внутренней полости. Горизонтальное же расположение в корпусе клапана подшипников скольжения осей и валов предохраняет их от загрязнения абразивными частицами.

◆ **Основные отличия двухсегментного клапана от односегментного клапана с эксцентриситетом заключаются в следующем:**

1. Затвор при регулировке существенно разгружен по моменту привода (см. выше).

2. Двухстороннее уплотнение определяет многие требования установок газовых и жидкостных рабочих сред, которые могут работать в различных направлениях, особенно при отсечении трубопровода.

3. Двухстороннее уплотнение определяет более высокую герметичность затвора как при малых перепадах давления, так и больших.

4. Двухсторонний затвор позволяет обеспечить более плавную регулировку с перепадом давления в два раза выше (рис 7, 8).

5. При одном и том же перепаде давлений (по сравнению с односегментным клапаном) скорости истечения потока существенно меньше, а, следовательно, эрозионный износ уплотнительных поверхностей меньше.

6. При больших DN и PN целесообразно перед открытием затвора под большим перепадом давления ΔP предусмотреть сброс давления из внутренней полости клапана в полость выходного патрубка через байпасную линию. При этом момент страгивания сегмента, на который действует перепад давления, резко падает, и нет необходимости использовать мощный поворотный привод. Эта особенность возможна только в двухсегментном клапане. Этим объяс-

Рис. 6. Направления моментов в затворе двухсегментного клапана

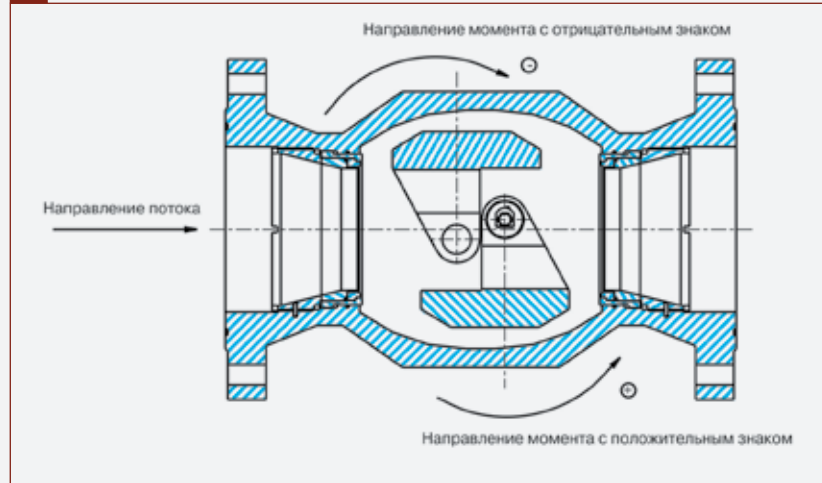
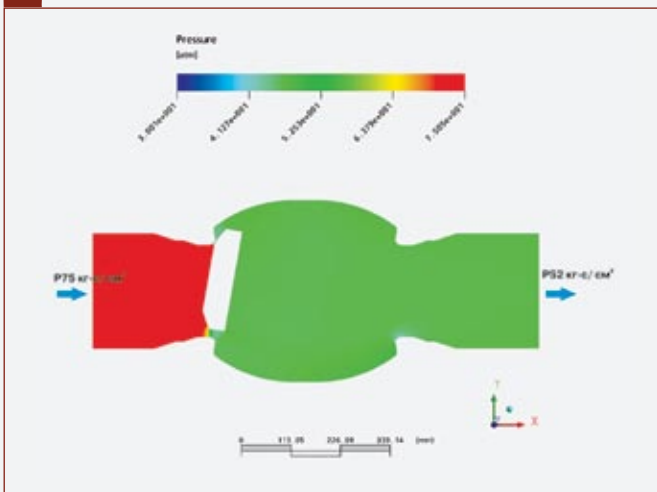


Рис. 7. Одноsegmentный клапан DN 300, PN 75.
Затвор раскрыт с поворотом на 10°

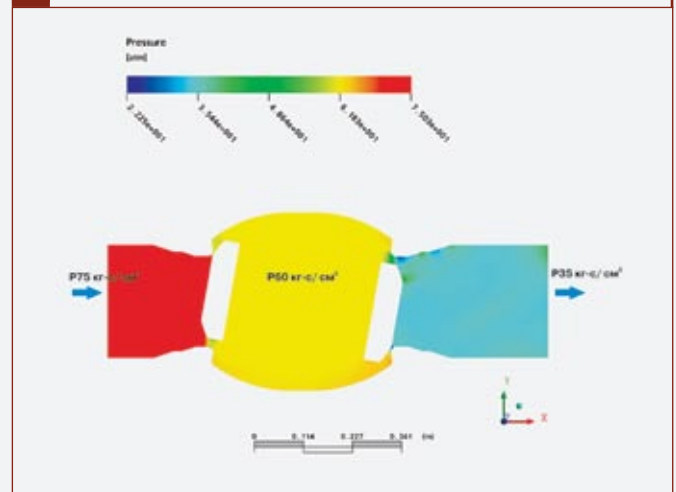


няется уменьшение весогабаритных характеристик привода и клапана в целом.

7. Конструкция позволяет использовать клапан для сильнозагрязненных (шламовых) сред. При этом используется эффект смывки (сдувки) чистой средой внутренней полости клапана при не полностью закрытом положении двухsegmentного затвора. Давление внутри клапана при этом подается избыточное по сравнению с давлением рабочей среды. После того как внутренняя полость клапана очищена и гарантируется отсутствие абразивных и других частиц на уплотнительных поверхностях, затвор закрывается полностью, не прекращая смывки (сдувки). Особенность такой работы затвора характерна только в предлагаемом двухsegmentном клапане.

В сравнении с поворотными затворами (типа «Баттерфляй») можно отметить все вышеописанные особенности

Рис. 8. Двухsegmentный клапан DN 300, PN 75.
Затвор раскрыт с поворотом на 10°



двухsegmentного клапана. Также можно добавить, что в двухsegmentном клапане обеспечивается полнопроходность проходного сечения, и как следствие – снижение коэффициента гидравлического сопротивления в положении «Открыто».

Использование положительных особенностей двухsegmentного клапана позволяет создать более совершенную арматуру нового поколения на различные рабочие параметры и проходные сечения, а именно:

- запорно-регулирующую арматуру для чистых и слабозагрязненных рабочих сред;
- запорно-регулирующую арматуру для шламовых сред;
- отсечную быстродействующую арматуру;
- антипомпажную арматуру;
- предохранительную арматуру.

Вся арматура будет оснащена приводами малой энергоемкости с уменьшенными весогабаритными характеристиками.

26 октября 2007 года дочерняя структура ОАО «Атомэнергомаш» – компания «Интелэнергомаш» стала владельцем 51% уставного капитала Arako spol. s.r.o. (ООО «Арако», г. Опава, Чехия) – ведущего восточно-европейского производителя трубопроводной арматуры для атомной и традиционной энергетики и для нефтегазовой отрасли. Договор о продаже доли в капитале «Арако» подписали в Праге владелец контрольного пакета «Арако», генеральный директор компании Зденек Миташ и генеральный директор «Интелэнергомаш» Андрей Слепцов. Сумма сделки составила 7,5 млн евро. Покупка нового производственного актива была оплачена «Атомэнергомашем» из собственных средств.

«Этот завод и прежде работал на нужды российских атомщиков, а теперь он официально вошел в систему компаний Росатома», – прокомментировал

сделку генеральный директор «Атомэнергомаш» Кирилл Комаров. По его словам, завод очень хорошо зарекомендовал себя как поставщик клапанов и другой трубопроводной арматуры малых диаметров, работая по контрактам для «Атомстройэкспорта». Арматура «Арако» также успешно эксплуатируется на всех российских АЭС и атомных станциях Восточной Европы. После вхождения в холдинг «Атомэнергомаш» «Арако» сможет занять до 50% российского рынка трубопроводной арматуры малых диаметров (его объем оценивается в \$50 млн – \$100 млн в год).

Эксперты полагают, что в целом объем российского рынка трубопроводной арматуры для АЭС, учитывая масштабные планы по строительству новых атомных блоков в стране, в ближайшие 5 лет достигнет \$220 млн в год.