

# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ НПЦ «АНОД»

## 1. Требования, предъявляемые к арматуре

Разнообразие сред, параметров работы, различия мест расположения на трубопроводах и выполняемых функций вызывают необходимость предъявлять различные требования к арматуре разных классов, типов и разновидностей. К числу общих требований, которые мы пытаемся выделить для запорной и запорно-регулирующей арматуры и по возможности разрешить их, относятся следующие:

- долговечность (ресурс) – способность в течение определенного, заранее запланированного срока, выполнять безотказно свои функции до первого отказа;
- циклическая долговечность – способность выполнять заданное число циклов до первого отказа;
- внешняя и внутренняя герметичность, т.е. герметичность по отношению к внешней среде и герметичность перекрытия затвором разделяемых арматурой участков трубопровода;
- применение требуемого привода и источника питания;
- технологичность конструкции при изготовлении и ремонтпригодность;
- удобство обслуживания при эксплуатации.

## 2. Арматура серийного производства

Из арматуры серийного производства предлагается комплект арматуры для цистерн-контейнеров, предназначенных для перевозки жидких углеводородов и аммиака.

Комплект состоит из клапана запорного КЗМ-25-22.00.00 и предохранительного клапана КППТ-80-18.001.

Клапаны запорные КМЗ-25.22.00, КМЗ-50.22.00.00 (Рис. 1) рассчитаны на давление рабочей среды РН 2,2 МПа и температуру от -50 °С до +50 °С. Корпус клапана имеет угловое исполнение. По конструкции клапаны одинаковы и отличаются только соединительными патрубками и состоят из внутреннего запорного клапана тарельчатого типа, наружного запорного устройства, выполненного в виде шарового крана, и дополнительного запорного устройства в виде заглушки.

Рис. 1. Клапан запорный КМЗ-25.22.00, КМЗ-50.22.00.00



Рис. 2. Клапан предохранительный КППТ-80.18.001



Клапан предохранительный КППТ-80.18.001 (Рис. 2) рассчитан на давление рабочей среды РН 1,8 МПа, давление срабатывания Роткр. 1,85 МПа и температуру от -50 °С до +50 °С. Клапан обеспечивает двухфункциональную работу – открытие проходного сечения запорного устройства для сброса давления из емкости и закрытие его после сброса давления среды в автоматическом режиме (на пассивном принципе).

Задвижки 050.ЗПДО.00.00, 065.ЗПДО.00.00 (Рис. 3), 100.ЗПДО.00.00, 200.ЗПДО.00.00.

Данная серия изделий разработана и изготавливается для нефтеперерабатывающей установки каталитического крекинга для перекрытия трубопровода катализатора, представляющего собой абразивную газовую пульту с рабочим давлением 0,1-1,6 МПа и температурой до 700 °С.

Особенности данной арматуры:

- одностороннее уплотнение;
- уплотнение затвора выполнено из керамики с высокой твердостью уплотнительных поверхностей и высокой чистотой обработки;

Рис. 3. Задвижка 065.ЗПДО.00.00 с поворотным диском



- в процессе открытия и закрытия предусмотрена продувка уплотнительных поверхностей воздухом давлением, превышающим давление рабочей среды;
- открытие и закрытие задвижки производится фиксированным поворотом диска на  $60^\circ$ ;
- привод ручной с гибкой тягой и с сальниковыми уплотнениями;
- техническое решение задвижки защищено патентом.

На рисунке 4 изображен затвор в положении «открыто», при этом каналы поворотного диска сов-

Рис. 4. Затвор в положении «открыто»



падают с каналами неподвижных дисков и фланцев, обеспечивая свободный проход рабочей среды.

На рисунке 5 изображен затвор в положении «закрыто», при этом каналы неподвижных дисков и

Рис. 5. Затвор в положении «закрыто»



фланцев перекрываются подвижным диском, обеспечивая герметичное перекрытие рабочей среды.

В настоящий момент изготовлен опытный образец задвижки DN 65, готовый к испытаниям и отладке для изготовления серийных изделий.

### 3. Модернизация арматуры

Следующим направлением в части повышения внутренней герметичности затвора и циклической долговечности, является внедрение в жизнь наших патентов под названием «Затвор арматуры» и «Затвор задвижки».

Эти изобретения особенно эффективны для арматуры с плоским уплотнением больших сечений и на высокие параметры по температуре и давлению. Цель изобретения – обеспечение соплоскостности контакта уплотнительных поверхностей элементов затвора.

На схеме нагрузок (Рис. 6) представлено взаимодействие уплотнительного диска 1 затвора шибера или задвижки с седлом 4 под действием перепада давления  $P$ .

Рис. 6. Схема нагрузок



В существующей конструкции в конце перемещения, когда средний диаметр  $D_{ср}$  диска 1 совпадает со средним диаметром  $D_{ср}$  седла 4, имеет место прогиб диска с раскрытием под углом  $\alpha$  по уплотнительным поверхностям, что приводит к резкому повышению контактных напряжений в местах контакта диска 1 затвора и седла 4. Это повышение контактных напряжений отрицательно сказывается на герметичности уплотнения, но еще более существенное влияние оказывает на износ уплотнительных притертых поверхностей в процессе открытия и закрытия затвора под перепадом давления  $P$ .

Предлагается доработанная конструкция затвора в двух вариантах:

- для арматуры при температуре  $T < 200^\circ\text{C}$  (Рис. 7);
- для арматуры при температуре  $T \geq 200^\circ\text{C}$  (Рис. 8).

Рис. 7. Схема нагрузок при  $T < 200^\circ\text{C}$

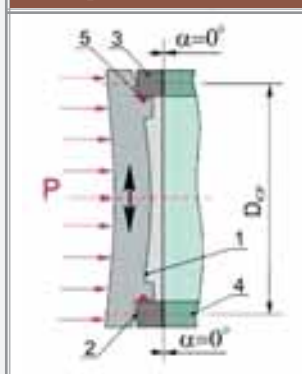
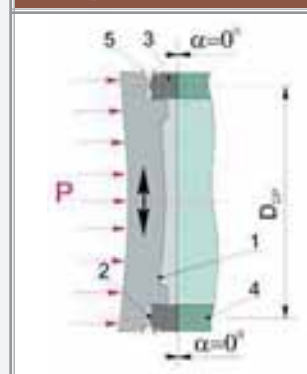


Рис. 8. Схема нагрузок при  $T \geq 200^\circ\text{C}$



В доработанной конструкции при  $T < 200^\circ\text{C}$  диск 1 затвора видоизменен и содержит контактный поясok 2 со средним диаметром  $D_{ср}$ , совпадающим со средним диаметром седла 4. Между седлом и диском на опорной поверхности диска 1 установлено кольцо 3, которое герметизируется с диском 1 резиновым кольцом 5.

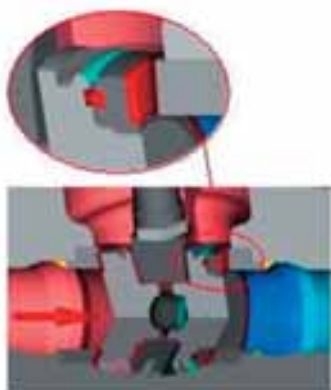
В доработанной конструкции затвора сохраняется соплоскостность уплотнительных поверхностей, т.е.  $\alpha = 0$ . Это означает, что уплотнительные поверхности кольца 3 и седла 4 как в статике, так и в динамике сохраняют расчетные контактные напряжения и существенно увеличивают герметичность затвора и его износостойкость.

В доработанной конструкции при  $T > 200^\circ\text{C}$  конструктив несколько иной только в части герметизации диска 1 с кольцом 3. Герметизация этих двух деталей выполнена с помощью полутора 5, который одной стороной герметично приварен усиковым швом к диску 1, а другой стороной к кольцу 3.

Представлены варианты модернизации задвижек с разрезом в четверть в изометрическом изображении:

- модернизация затвора задвижки DN 150, P<sub>раб.</sub> = 22,5 МПа; T = 560 °С (Рис. 9)

Рис. 9. Модернизация затвора задвижки DN 150

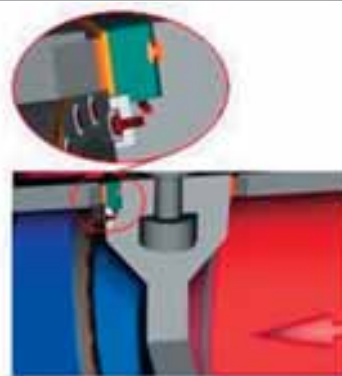


Доработка выполнена только в одном диске и уплотнение одностороннее. Задвижка будет установлена на Костромской ГРЭС на рабочие параметры, где она будет испытана на различных режимах;

- модернизация затвора задвижки DN 600, P<sub>раб.</sub> = 6,3 МПа; T ≤ 200 °С (Рис. 10).

На рис. 11 и рис.12 представлен сопоставительный анализ деформаций и напряжений на уплотнительных поверхностях клиновой задвижки DN 150, P<sub>раб.</sub> = 22,5 МПа, штатной и модернизированной в конце закрытия или в начале открытия под перепа-

Рис. 10. Модернизация затвора задвижки DN 600



дом рабочего давления, полученный при расчете программным комплексом «MSC Nastran», реализующим метод конечных элементов.

Целесообразно также использование данной модернизации в затворах клапанов с плоскими уплотнениями больших DN. Это существенно повысит герметичность затворов, особенно при высоких перепадах давлений рабочей среды.

#### 4. Модернизация фланцевых соединений

На рисунках 13а-13д представлены варианты внешних нагрузок, действующих на фланцевые соединения сосудов и трубопроводов:

- действие внутреннего давления среды на трубопровод с фланцевым соединением и мягкой прокладкой (Рис.13а). Усилия, симметричные в ради-

Рис. 11. Уровень деформации на уплотнительных поверхностях

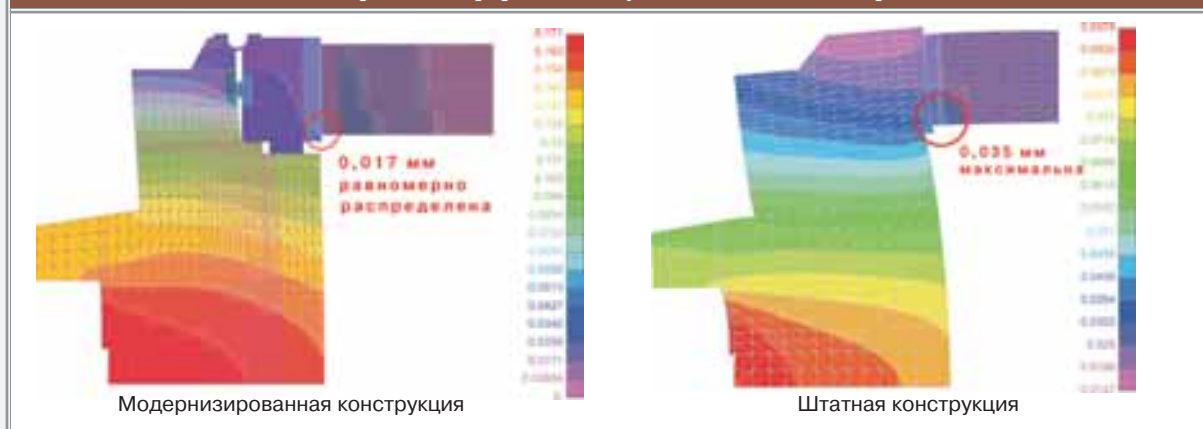


Рис. 12. Уровень напряжений на уплотнительных поверхностях

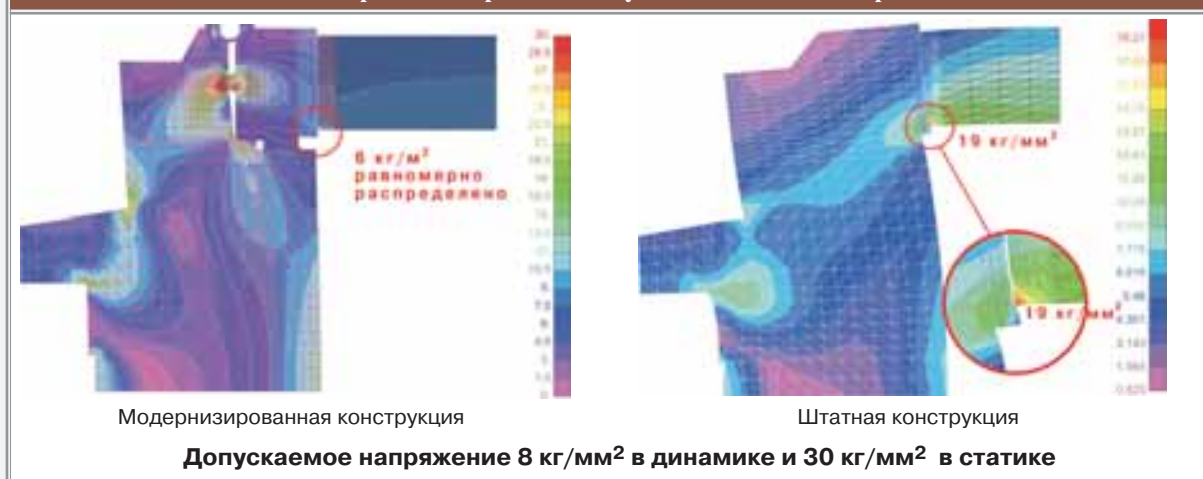
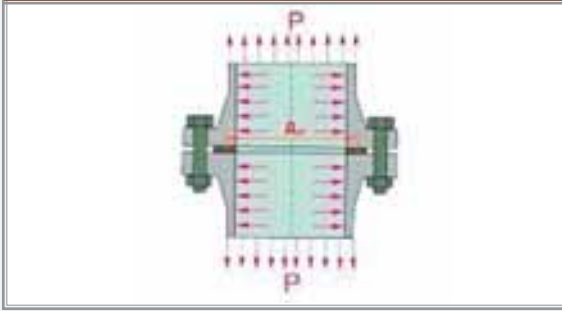


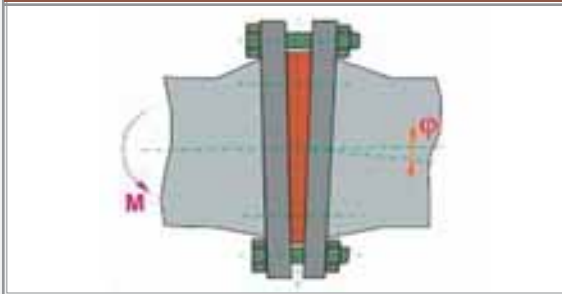
Рис. 13 а. Действие внутреннего давления среды



альном и осевом направлениях, не вызывают раскрытия фланцевого соединения;

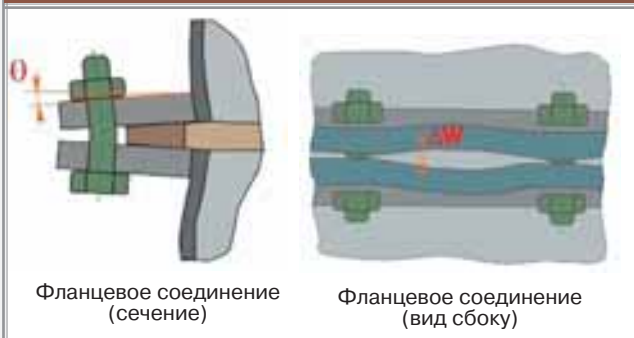
- действие внешнего изгибающего момента  $M$  (Рис. 13 б) приводит к нарушению соосности трубопроводов с отклонением на угол  $\varphi$  и, как следствие, чрезмерное одностороннее обжатие прокладки с последующей разгерметизацией;

Рис. 13 б. Действие внешнего изгибающего момента  $M$



- неравномерное распределение удельного давления на прокладку (Рис. 13 в);
- нарушение герметичности при попадании конденсата в паропровод (режим быстрого разогрева трубопровода) (Рис. 13 г);

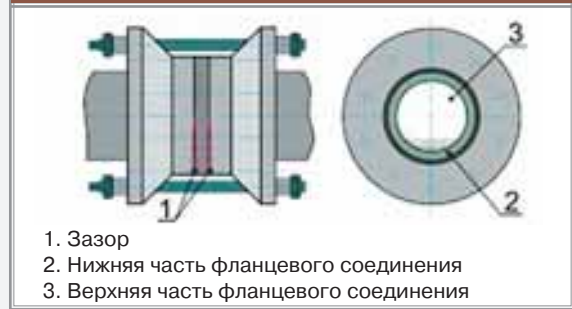
Рис. 13 в. Схема неравномерного распределения удельного давления на прокладку



- вид впадин, появляющихся на уплотнительных поверхностях прокладок, которые являются концентраторами для появления протечек (Рис. 13 д).

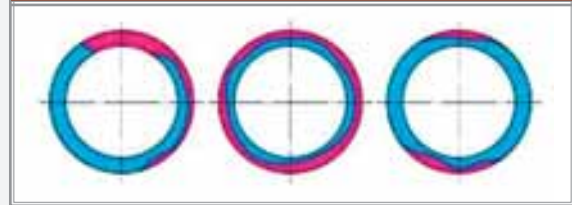
Анализ многочисленных конструкций фланцевых соединений свидетельствует о наличии явного технического противоречия. Суть его заключается в том, что соединяемые две детали, будь то корпус и крышка или два фланца трубопроводов, с одной стороны, являются носителями уплотнительных элементов, где необходима максимальная плоскостность уплотнительных поверхностей, с другой стороны, эти детали соединения являются силовыми, испытывающими значительные деформации.

Рис. 13 г. Нарушение герметичности при попадании конденсата в паропровод



1. Зазор
2. Нижняя часть фланцевого соединения
3. Верхняя часть фланцевого соединения

Рис. 13 д. Вид впадин, появляющихся на уплотнительных поверхностях

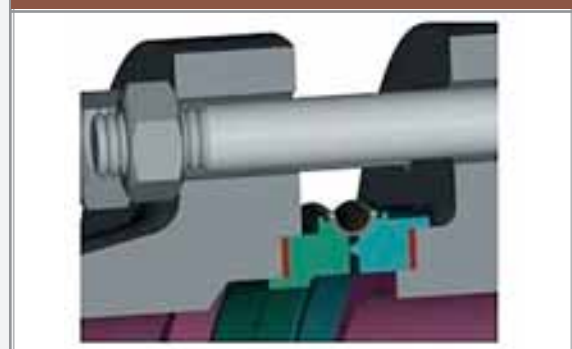


Деформации сжатия, если они равномерны по всем уплотнительным поверхностям, не вызывают изменения плоскостности последних, а деформации изгиба существенно влияют на них. Отсюда напрашивается логический вывод.

Необходима такая конструкция уплотнения, где уплотнительные поверхности выполняли бы только функцию уплотнения и были бы разгружены от неравномерно распределенных деформаций, а все деформационные явления от усилий и температуры воспринимались бы другой деталью, не влияющей на качество уплотнения.

Эта цель достигается запатентованным техническим решением (Рис. 14), где фланцевые соединения дополнительно содержат линзу, состоящую из двух уплотнительных элементов в виде колец, кон-

Рис. 14. Фланцевые соединения с линзой



тактирующих между собой через кольцеобразный пояс в виде ножевой опоры, расположенной по линии, разделяющей уплотнительные поверхности на равновеликие площади, а сами уплотнительные элементы герметично соединены между собой через полукор, образуя автономную линзу с возможностью ее самоустановки совместно с фланцами.

Использование линзы во фланцевых соединениях особенно эффективно для разъемов больших DN, высоких давлений и температур. Линза обеспечивает плоскопараллельность уплотняющих поверхностей при монтаже и эксплуатации, чем повышает надежность соединения и его ресурс.