

# Новая конструкция затворов клиновых задвижек. Модернизация затворов

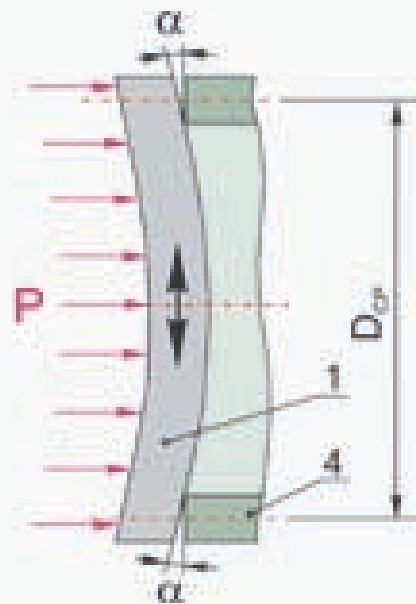
**В.Е. Евсиков**, начальник отдела арматуры ООО НПЦ «АНОД»

**В** существующих конструкциях затворов клиновых задвижек скрыто одно существенное техническое противоречие, которое не позволяет надежно уплотнить две плоские поверхности. Противоречие заключается в том, что плоский затвор должен обеспечить, с одной стороны, плотные соприкосновения поверхностей с микрозазором на молекулярном уровне, а с другой стороны, тарелка затвора воспринимает высокие усилия при открытии и закрытии от перепада давления рабочей среды, что вызывает деформации и нарушение плоскостности уплотнительных поверхностей (*рис. 1*). Это техническое противоречие решается конструкциями затворов, представленных на *рис. 2, 3*.

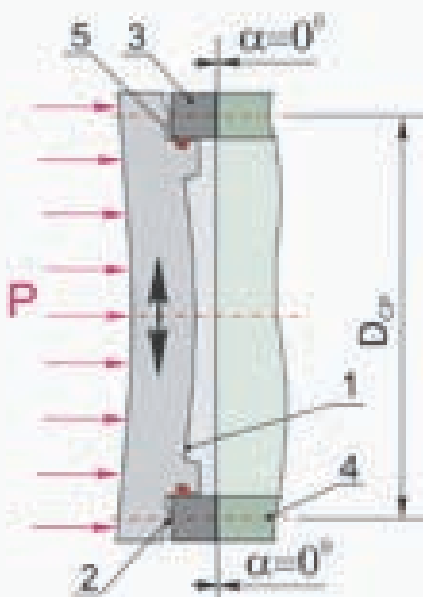
На схеме нагрузок (*рис. 1*) представлено взаимодействие уплотнительной тарелки 1 затвора задвижки с седлом 4 под действием перепада давления  $\Delta P$ .

В существующей конструкции в конце перемещения, когда средний диаметр  $D_{cp}$  тарелки 1 совпадает со средним диаметром  $D_{cp}$  седла 4, имеет место прогиб тарелки с раскрытием под углом  $\alpha$  по уплотнительным поверхностям, что приводит к резкому повышению контактных на-

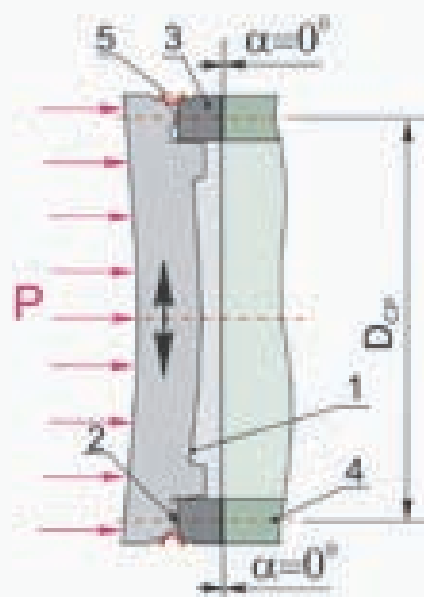
*Рис. 1. Схема нагрузок в существующей конструкции затвора*



*Рис. 2. Схема нагрузок при  $T < 200^\circ\text{C}$*



*Рис. 3. Схема нагрузок при  $T \geq 200^\circ\text{C}$*



пряжений в местах контакта тарелки 1 затвора и седла 4. Это повышение контактных напряжений отрицательно сказывается на герметичности уплотнения, но еще более существенно сказывается на износе уплотнительных притертых поверхностей в процессе открытия и закрытия затвора под перепадом давления  $P$ .

Предлагается доработанная конструкция тарелки в двух вариантах:

- для арматуры при температуре  $T < 200\text{ }^\circ\text{C}$  (рис. 2);
- для арматуры при температуре  $T \geq 200\text{ }^\circ\text{C}$  (рис. 3).

В доработанной конструкции при  $T < 200\text{ }^\circ\text{C}$  тарелка 1 затвора видоизменена и содержит контактный поясок 2 со средним диаметром  $D_{\text{ср}}$ , совпадающим со средним диаметром седла 4. Между седлом и опорной поверхностью тарелки 1 установлено кольцо 3, которое герметизируется с тарелкой 1 резиновым кольцом 5.

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

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

- Модернизация затвора задвижки DN 150,  $P_{\text{раб}} = 22,5\text{ МПа}$ ;  $T = 560\text{ }^\circ\text{C}$  (рис. 4).

Рис. 4. Модернизация затвора задвижки DN 150

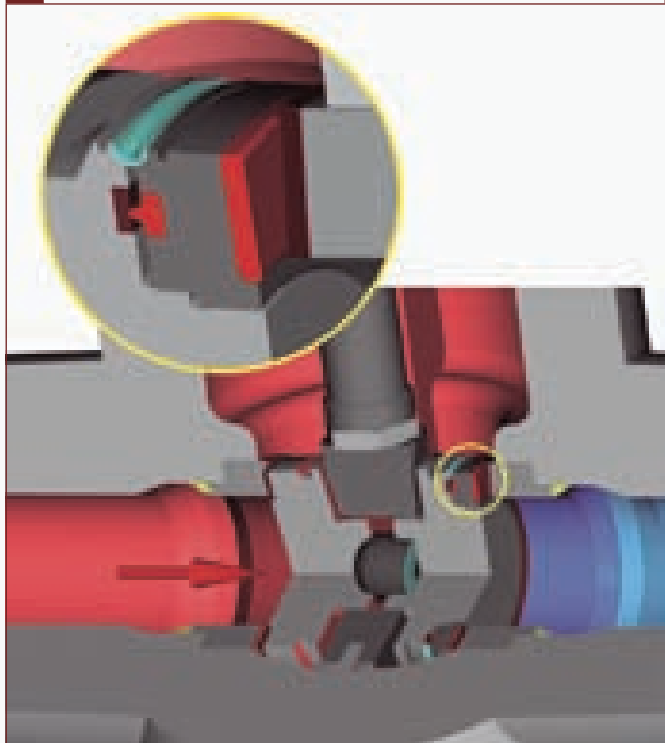
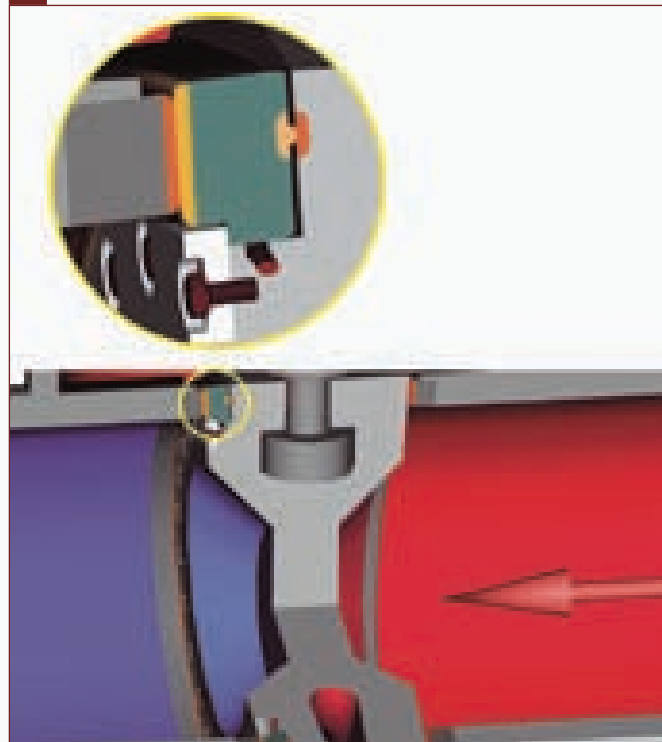


Рис. 5. Модернизация затвора задвижки DN 600



Доработка выполнена только в одной тарелке и уплотнение одностороннее.

- Модернизация затвора задвижки DN 600,  $P_{\text{раб}} = 6,3\text{ МПа}$ ;  $T \leq 200\text{ }^\circ\text{C}$  (рис. 5).

Целесообразно также использование данной модернизации в затворах клапанов с плоскими уплотнениями больших DN.

Расчет, выполненный программным комплексом «MSC Nostran», реализующий метод конечных элементов, убедительно показывает несостоятельность большинства существующих конструктивных решений затворов (рис. 6, 7, 8, 9, 10).

Превышение напряжений (рис. 10) в 2,4 раза по сравнению с максимально допустимыми при перемещении уплотнительных поверхностей обязательно должно привести к образованию задиров и резкому снижению герметичности затвора.

В действительности так и происходит. На Костромской ГРЭС в период с 25.09.07 по 20.08.08 (в соответствии с «Актом осмотра...» от 27.08.08) были установлены на тепловом блоке №3 задвижки DN 150, PN 225,  $T \leq 565\text{ }^\circ\text{C}$ . Одна задвижка – штатная – установлена на трубопроводе Б, а другая – с модернизированным затвором (рис. 4) – на трубопроводе А. Все задвижки находились в совершенно идентичных условиях эксплуатации. Нарботка блока составила 4964 часа, при этом каждая задвижка выполнила по 16 циклов открытия и закрытия при перепаде давления 10,5...11,0 МПа и температуре рабочей среды 350...430  $^\circ\text{C}$ .

В результате осмотра задвижек после остановки блока №3 было установлено, что на задвижке с модернизированным затвором практически нет износа уплотнительных поверхностей клина и седла (рис. 11).

Рис. 6. Серийная задвижка клиновая DN 150, PN 225, T 565 °C  
 а) штатная конструкция б) модернизированная конструкция

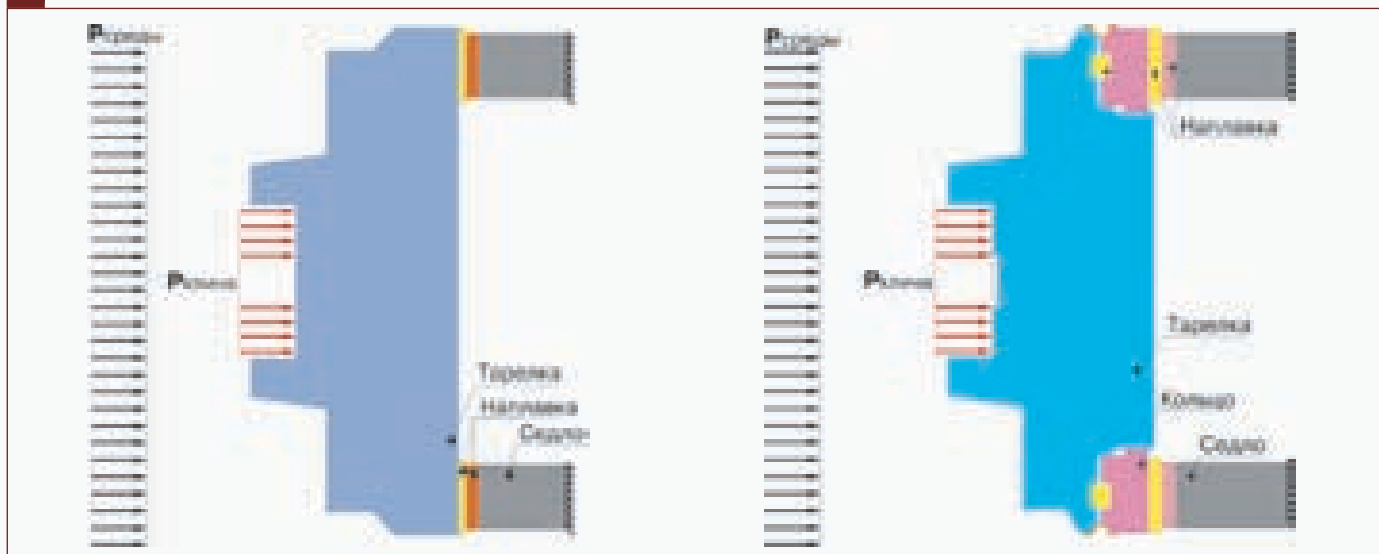


Рис. 7. Модернизированная конструкция

Уровень деформации на уплотнительных поверхностях



Рис. 8. Штатная конструкция

Уровень деформации на уплотнительных поверхностях

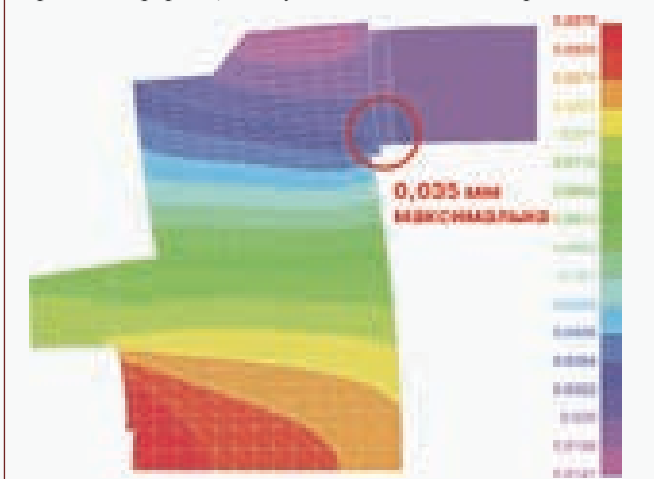


Рис. 9. Модернизированная конструкция

Уровень напряжений на уплотнительных поверхностях

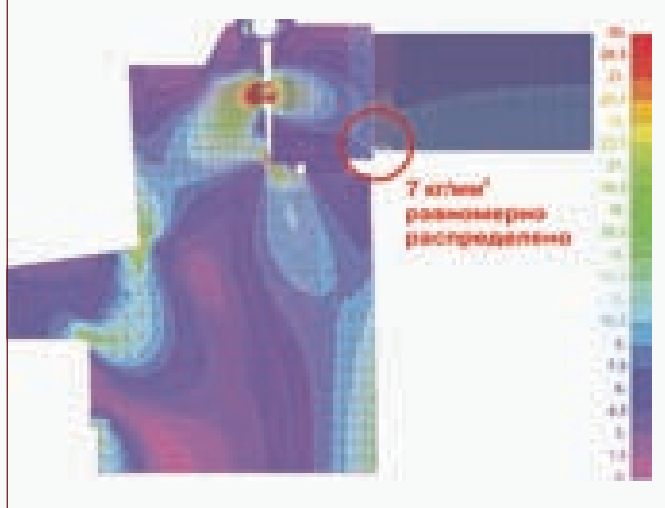
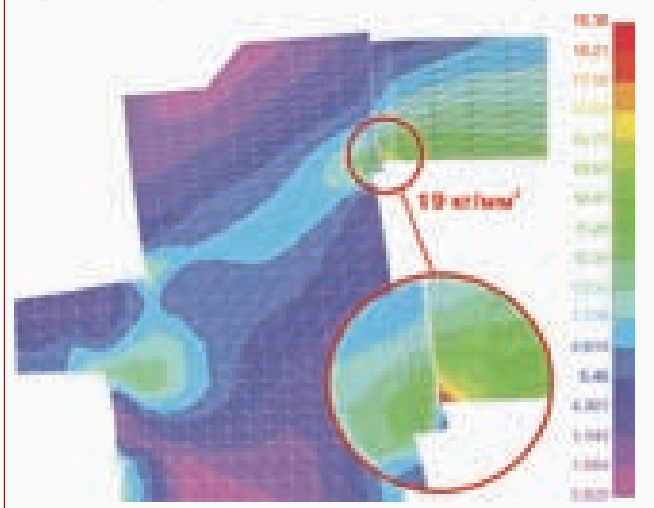


Рис. 10. Штатная конструкция

Уровень напряжений на уплотнительных поверхностях



Допускаемое напряжение 8 кг/мм<sup>2</sup> в динамике и 30 кг/мм<sup>2</sup> в статике

Рис. 11. Модернизированная тарелка



На штатной задвижке обнаружен сильный износ с задирами уплотнительных поверхностей максимальной глубиной до 0,45 мм (рис. 12).

Несколько ранее на Костромской ГРЭС были проведены испытания задвижки с модернизированным клином на холодной воде («Отчет по испытаниям ...» от 16.06.05). Было проведено 7 циклов открытия затвора под перепадом давления, из них два открытия под перепадом 22 МПа, два открытия под перепадом 25 МПа и три открытия под перепадом 28 МПа.

При осмотре уплотнительных поверхностей клина видимых дефектов (задиры) не обнаружено, имеют место только «светляки» от трения чисто обработанных поверхностей (рис. 13).

Все выше перечисленные экспериментальные работы практически подтверждают расчеты, выполненные программным комплексом «MSC Nostran».

Исходя из вышеизложенного, напрашивается вывод о некорректном проектировании затворов, которое не полностью учитывает искажение плоскостности уплотнительных поверхностей при высоких давлениях и больших DN в клиновых задвижках. Пытаясь исключить этот недостаток только увеличением толщины тарелки клина, воспринимающей огромное усилие от перепада давления рабочей среды и высокого усилия клинового поджатия, сосредоточенного в центре тарелки, полностью устранить неплоскостность уплотнительных поверхностей не удастся.

В предлагаемом новом затворе, на основе решений которого выполнена модернизация, заложено совершенно новое концептуальное решение, защищенное Патентом РФ № 2247276.

Рис. 12. Штатная тарелка



Приведенные расчеты и результаты представленных испытаний убедительно подтверждают несостоятельность существующих конструкций клиновых затворов на высокие давления и большие DN. Применение новой конструкции клиновых затворов позволит обеспечить:

- Высокую герметичность затвора задвижки.
- Увеличенную циклическую долговечность.
- Повышенный ресурс арматуры в целом.

Рис. 13. Модернизированная тарелка

