

ДВУХПОЗИЦИОННЫЕ ШАРОВЫЕ КРАНЫ
Проектирование, изготовление и окончательные
приемочные испытания
Требования ШДАГ, составленные
с учетом опыта работ

Техническая встреча с российскими производителями арматуры
Москва 24 июня 2010 г.



- Запорные клапаны в основном являются шаровыми
- Спецификация составлена на основании ряда стандартов с учетом некоторых дополнительных требований:
 - Надежность и прочность: отбор изготовителей
 - Простота технического обслуживания
 - Безопасность с учетом газовой среды
 - Спецификации были дополнены с учетом информации по опыту проектирования, изготовления, испытаний и применения на местах.

Технические сложности

- 'Гибкая' конструкция
- Смещение штока/ шара клапана
- Истирание подшипника штока
- Повреждение или перегрузка крышки клапана
- Сбои при вставке привода шара
- Повреждения мягких уплотнений твердыми частицами
- Быстрая разгерметизация на кольцевых эластомерных уплотнениях
- Коррозия уплотнительных гнезд
- Вспучивание покрытия ENP
- Внутренняя деформация клапана
- Перенапряжение штока клапана
- Несоответствующие условия испытания
- Металлические материалы, не соответствующие требованиям

Проектирование: требования спецификаций клапанов



- Основные действия при проектировании, основные особенности применения в мире:
 - Выбор норм и правил при проектировании
 - Определение “классов применения”
 - Противоразрывная конструкция штоков
 - Основное правило расчетов для штоков
 - Антистатическая конструкция, шток - шар и шток-корпус
 - Категория уплотнений и выбор материалов для ED или особых условий эксплуатации (среда с содержанием сероводорода (H₂S), химические добавки)
 - Покрытия, стойкие к коррозии и истиранию
 - Особые металлургические требования для работы в кислой среде
 - ...и требование к листу технических данных клапана

ASME B 16.34 для определения:

- Расчетного давления и температур
- Минимальной толщины стенки
- Размеров болтов
- Правил внутренней и внешней связи

API 6D выбран для определения:

- Внутреннего проходного сечения
- Размеров от поверхности до поверхности

Спецификация клапанов: правила проектирования шаровых клапанов



- Все шаровые клапаны являются двунаправленными
- Корпус разъемного типа является предпочтительным. Тип с верхним вводом ограничен рядом вариантов применения на трубопроводах
- Любые сварные клапаны применяются редко, за исключением линий СПГ и грузозачных линий
- Уменьшенное проходное сечение, если не требуется иное (средства очистки...)
- Все приводные шаровые клапаны имеют шарнирные соединения
- Материалы частей, обеспечивающих герметизацию, сочетаются с материалом трубы. Однако все больше внимания уделяется применению углеродистой стали с наплавлением слоев на всех смачиваемых поверхностях для крупных клапанов из нержавеющей стали или других коррозионно-стойких материалов
- Конструкция штока, стойкая к выдавливанию
- В следующей таблице нашей спецификации в основном соответствуют класс В (мягкое седло) и Е (седло металл к металлу): углеводороды не в криогенной среде, до 200 С.

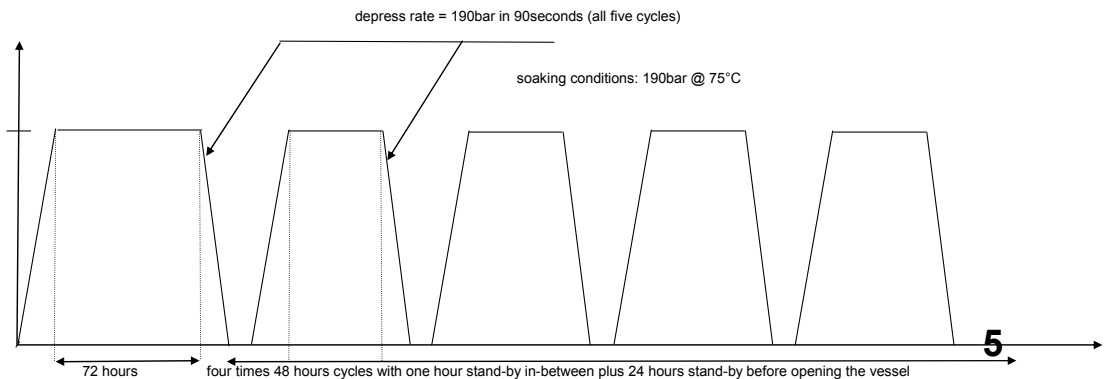
Table 3.1 - Definition of service classes for valves

Valve Service Class	A	B	C	D	E
Fluids	Water - Air - Nitrogen Hydraulic oils	Hydrocarbons (liquid and gas)	Hydrocarbons (gas)	Hydrocarbons (liquid and gas)	Hydrocarbons (liquid and gas)
Service	Utility or water injection	General Process Production Process Transport	General Process (Cryogenic)	General Process	(Note 1)
Operating Temperature Range	T ≤ 75°C T ≥ Ambient	T ≤ 200°C T ≥ - 46°C	T < - 46°C	T > 200°C	T ≤ 200°C T ≥ - 46°C

Испытательный стенд ED для аттестации кольцевых эластомерных уплотнений



Условия отмачивания: 190 бар при 75°C
Пять циклов: 72 часа сначала и 4 раза по 48 час.,
один час ожидания в перерывах + 24 часа перед
открытием сосуда
Заполнение желоба: < 75%
Остаточная деформация сжатия < 15%
Скорость сброса давления 190 бар за 90 сек.
через 72 час.



Требования спецификаций клапанов:

конструкция штока/ вращающий момент

Основное правило, используемое для штока: минимальный диаметр стандартных клапанов

Максимальное суммарное напряжение не должно превышать 90% номинального предела текучести материала штока (YS)

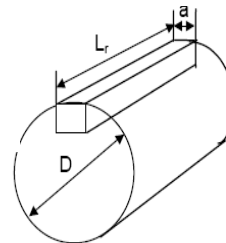
The maximum equivalent stress σ_e shall not exceed 90% of the nominal yield strength of the stem material: $\sigma_e \leq 0.90 YS$ (where YS = the nominal yield strength of the stem material).

'D' – минимальный диаметр штока

'L' и 'a' размеры головки штока

$$\sigma_c \max = 0.52YS$$

$$M_c = \frac{\sigma_c \pi D^3}{16000}$$



σ_c = torsional stress (N/mm²)

M_c = torsional torque (Nm)

Напряжение сдвига при кручении
Крутящий момент

Valve item/TAG number:
Actuator model:

Maximum valve differential pressure (bars)		Maximum actuator supply pressure (bars) (4)		Minimum actuator supply pressure (bars)		Safety factor (5)
Valve opening break torque (Nm)		Actuator opening break torque (Nm)		Actuator opening break torque (Nm)		
Valve opening running torque (Nm)		Actuator opening running torque (Nm)		Actuator opening running torque (Nm)		
Valve opening end torque (Nm)		Actuator opening end torque (Nm)		Actuator opening end torque (Nm)		
Valve closing break torque (Nm)		Actuator closing break torque (Nm)		Actuator closing break torque (Nm)		
Valve closing running torque (Nm)		Actuator closing running torque (Nm)		Actuator closing running torque (Nm)		
Valve closing end torque (Nm)		Actuator closing end torque (Nm)		Actuator closing end torque (Nm)		
		Maximum actuator allowable pressure (bars) (5)				
Maximum allowable valve torque (Nm) (2)		Maximum actuator output				

Notes:

- (1) All torque values are subject to test checks in MANUFACTURERS premises prior to acceptance of the related equipment.
- (2) This value must be justified by appropriate calculations and shall be submitted to Total for approval.
- (3) This value corresponds to the actuator stall at the maximum air supply pressure.
- (4) This value may be equal to the maximum regulated pressure on the actuator provided a safety valve is supplied on the related actuator.
- (5) This is the maximum allowable working pressure of the actuator, i.e. the maximum pressure that can be applied to it without damage.
- (6) The safety factor is the ratio of the actuator output torque at the minimum supply pressure over the valve required torque at the maximum differential pressure. This value must be a minimum of 1.30, unless larger values are specified in the requisition or in the valve data sheets.

По таблице на тип привода / клапана:

Все приводные клапаны испытываются со своими приводами и панелями управления

Проектирование: седло, покрытие, конструкция заглушки

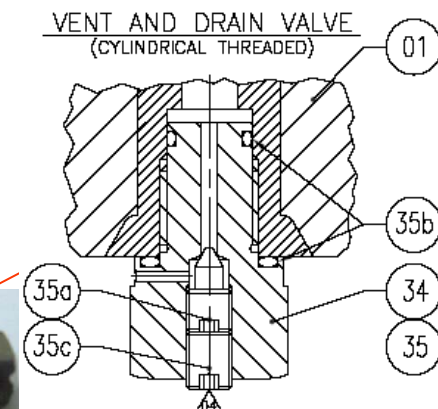
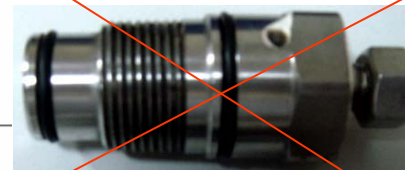
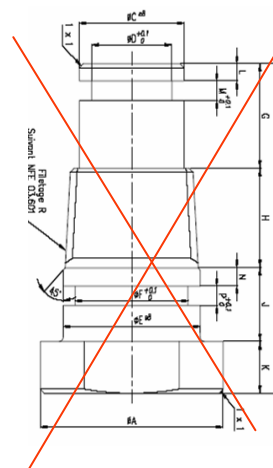
Мы не применяем никакого правила к конструкции седла, за исключением того, что все клапаны классов применения В и Е являются простыми поршневыми

Покрытие из карбида вольфрама (процесс HVOF)

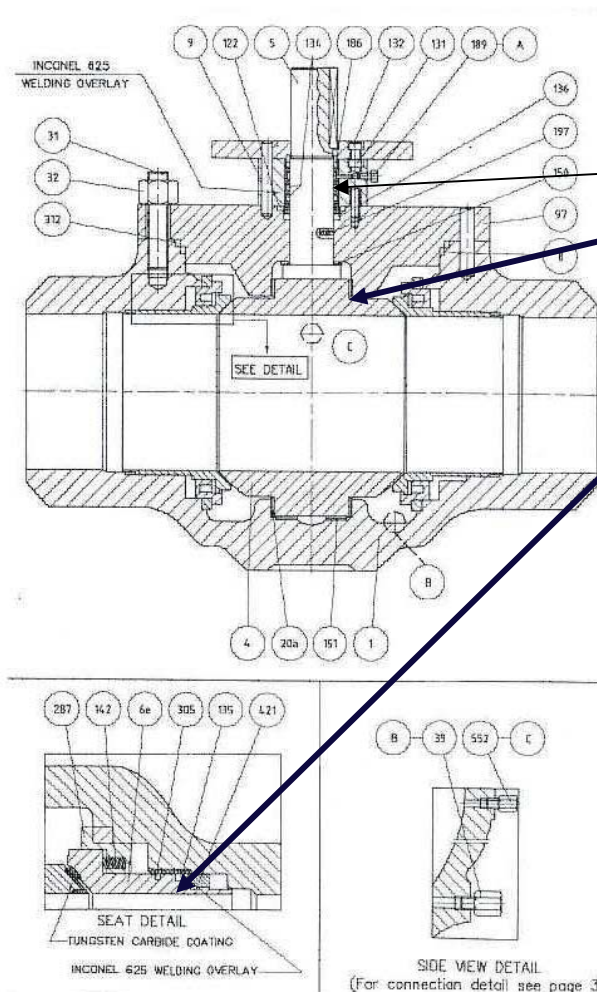
Типичный пример



Проектирование: съемные заглушки....



Клапаны с седлом «металл-металл»



Класс E:

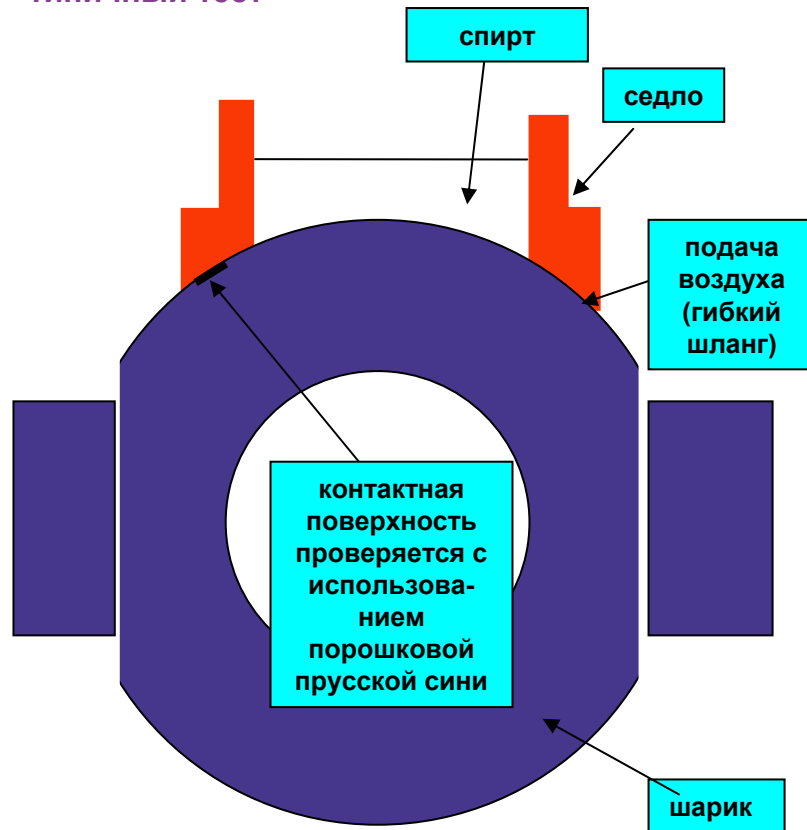
- Контакт «металл-металл»
- Наваренный слой Inconel 625 на двух ответных поверхностях для обеспечения зоны динамического уплотнения между седлом и штоком.
- Слой Inconel 625 допускается заменить на Inconel 625 HVOF, если позволяют условия эксплуатации.

Покрытие из карбида вольфрама наносится на следующие материалы седла и штока:

- Углеродистая сталь A105, A 350 LF2, F60 (шарик и седло)
- Низколегированные сплавы, AISI 4140 (шарик и седло)
- Нержавеющие стали SS3xx (шарик и седло)
- DSS 2205 (шарик и седло)
- Inconel 625 (шарик и седло)
- Inconel 718 (седло)
- Покрытие сварки (SS316L or Inconel 625) (производство шариков)

Покро́тие из карбида вольфрама (процесс HVOF)

Покро́тие из карбида вольфрама:
типичный тест



Покро́тие из карбида вольфрама:

Минимальная толщина, прочность, пористость, плотность, шероховатость...

Полость и оксиды между границами, оксиды на открытой поверхности



Но когда
возни-
кают
проб-
лемы....

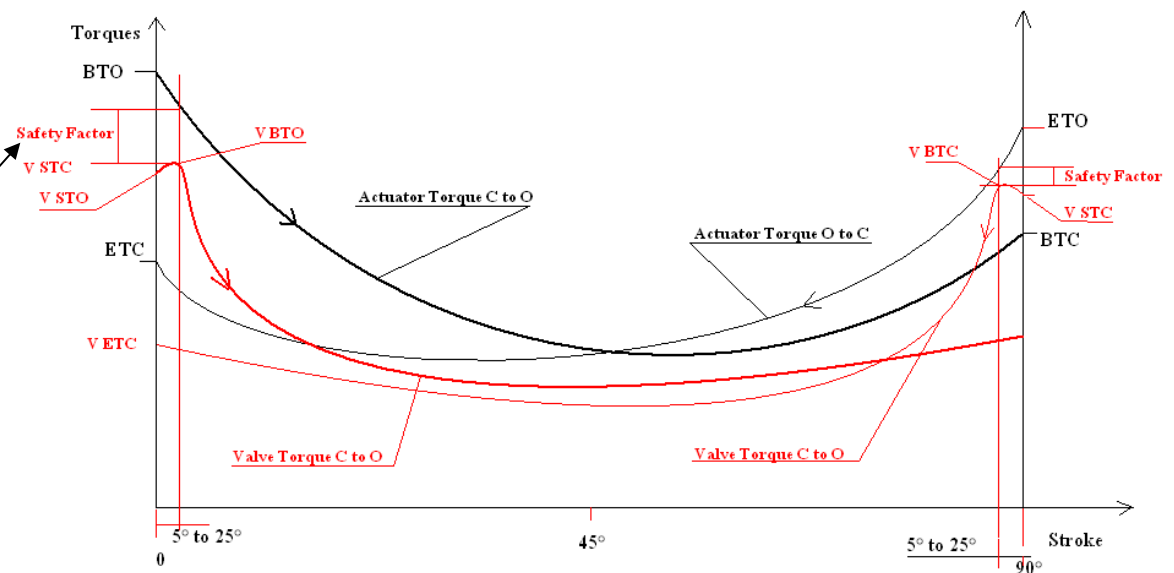
Требования спецификаций клапанов: испытания

Основные операции при испытаниях

- Сертификаты материалов, включая детали привода
- Выбор нормативов для испытаний, начиная с API 598
- Определение объема контроля и надзора за испытаниями
- Выбор соответствующих испытательных средств, испытание на закрытие клапана под высоким давлением с применением азота
- Требования к испытанию седла разгрузочного клапана: критерии = 10% от расчетного давления
- Определение приемлемых интенсивностей утечки при испытаниях под высоким давлением с применением газа

Испытания ПРИВОДНЫХ клапанов:

Избыточное перекрытие приведет к резкому снижению коэффициента безопасности, первоначально установленному между приемлемым крутящим моментом клапана и крутящим моментом от привода...



ТИПИЧНЫЕ происшествия из опыта работы

- **Невзирая на все эти соображения.....**

Дефект поверхности шара; производственный брак

SS 316 8" PC900

Поверхность шара,
производственный брак,
обнаруженный в ходе
испытания клапана

- Повреждение седла при испытаниях на линии
- Материал: A705 TP 630 (17.4PH)
- Хрупкое разрушение
- Крупные отвердевшие частицы
- Междендритное повреждение
- Остевой материал выбран правильно, но не было термической обработки

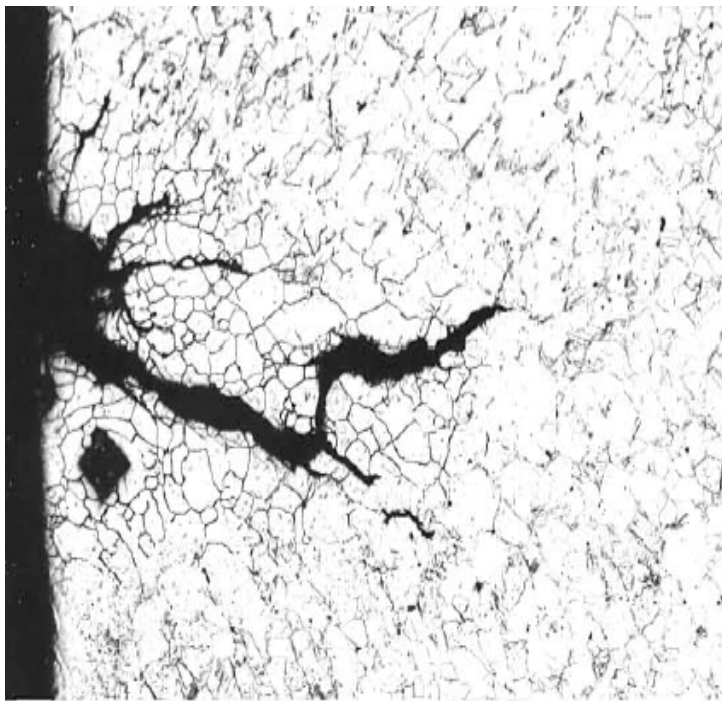


FIGURE 16 APRES ATTAQUE A L'EAU REGALE x 100



Повреждение седла, повреждение материала...

Седло повреждено во время испытаний на линии



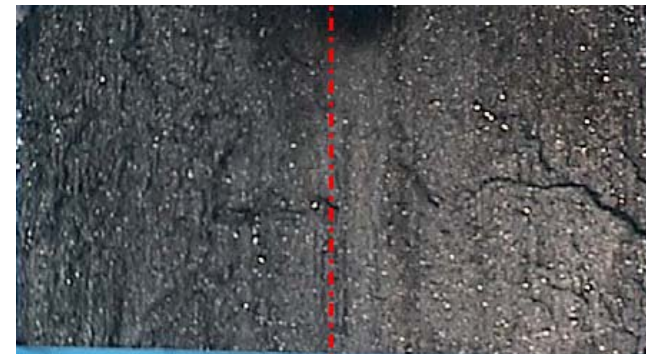
Должно было быть сухим и чистым....но было снято, поскольку тест не был пройден



**Повреждение болта во время затяжки
Материал A193 B7
Диаметр болта 3 1/2"**



Трещина в вертикальном разрезе болта



Повреждение покрытия из карбида вольфрама (ТСС)

Это может произойти...



Поставщики

- **Аттестация изготовителей (соответствующей продукции), а не поставщиков**
- **Оценка конструкции**
- **Производственное оборудование и помещения**
- **Цепочка поставщиков составляющих...и контроль: эксплуатационные испытания**
- **Аудиты качества невзирая на сроки, определяемые контрактом EPC**

Подрядчики (EPC)

- **Мы ожидаем от них более «упреждающих» действий при поставках такого рода**
- **Не оказываем серьезной поддержки при рабочем проектировании, стремимся к сокращению затрат...**
- **Обычно жалуемся на то, что список рекомендуемых подрядчиков слишком короток, но не можем предложить достаточных оснований для его расширения (досье отбора)**
- **Они не испытывают серьезной обеспокоенности в связи с процессом производства и возможными проблемами**

Конечный пользователь: КОМПАНИЯ и эксплуатационные подразделения

- **Выбор соответствующего класса и типа клапанов на схемах трубной обвязки и КИП (PID)**
- **Участие в проверке проектных решений на этапе аттестации изготовителя и во время закупки (по произвольному выбору)**
- **Участие в испытаниях клапанов**
- **Контроль хранения, погрузо-разгрузочных работ, промывки и очистки линий (снятие клапанов, когда это необходимо).**
- **Шаровые краны имеют важное значение при работ с газовой средой, их выбор недостаточно проработан в соответствующих нормах и правилах**
- **Наша спецификация разработана с учетом нашего опыта; она отражает и ряд достижений в сфере повышения надежности клапанов на наших предприятиях**
- **Мы следуем спецификации, применения стандартов недостаточно**
- **Однако, работу все еще можно совершенствовать во всех сферах, при проектировании, производстве и испытаниях**