



Новые технологии диагностики герметичности арматуры, находящейся на трубопроводе

Состояние вопроса

В сфере обслуживания и ремонта трубопроводной арматуры рыночная экономика получила в наследство, как показали новые экономические отношения, неэффективную систему обслуживания арматуры в плановом порядке. Из отрицательных моментов наиболее очевидными являются такие как :

- необходимость обязательной разборки арматуры для её осмотра даже в том случае, если видимых отказов нет;

- вероятность некачественной сборки после ревизии вследствие отсутствия достаточного количества квалифицированного персонала (человеческий фактор);

- необходимость обязательного наличия складского запаса деталей для возможной замены после ревизии;

- увеличение трудоёмкости работ по обслуживанию со всеми вытекающими экономическими аспектами.



В настоящее время всё чаще внедряется метод технического обслуживания арматуры «по техническому состоянию», который позволяет избавиться от влияния перечисленных выше факторов на стоимость ремонта, одновременно повысив его качество.

Это является общемировой тенденцией в эксплуатации ответственных инженерных сооружений.

Так как можно будет привлекать к ремонтным работам квалифицированных специалистов ввиду сокращения объёма работ, в том числе и за счёт сокращения объёмов испытаний.

Вместе с тем, в этом случае повышается важность получения достоверной информации о техническом состоянии трубопроводной арматуры. И без применения современных средств диагностики никак не обойтись.

Существует и вторая положительная сторона ремонта арматуры «по техническому состоянию». Это возможность максимального использования ресурса эксплуатируемой арматуры.

Комплекс мероприятий для решения этой задачи получил название «Управление старением оборудования».

Результатом применения этой стратегии кроме продления ресурса арматуры (по разным оценкам до 10-20%) так же должно стать повышение качества ремонта и обеспечение безаварийной работы трубопроводного оборудования.



Внедрение стратегии управления старением оборудования предполагает использование современных средств контроля и методик диагностирования.

В настоящее время существует немалое количество средств диагностики.

Остановимся на некоторых из них:

1.Метод акустической эмиссии.

Данная технология является методом «прослушивания» оборудования при помощи звуковых вибраций, получаемых от датчиков вибраций с пьезоэлектрическим зарядом, которые превращают звуковые волны из механических колебаний в электрические сигналы.

Работа с методом акустической эмиссии достаточно проста и, как правило, полностью автоматизирована благодаря существующим сегодня высокотехнологичным программным продуктам. Данные автоматически сопоставляются с таковыми, полученными ранее, с целью выявления тенденции износа клапана.

2. Ультразвуковая диагностика.

Ультразвуковая диагностика позволяет определить положение и уровень стабильности диска. Для получения необходимой информации о клапанном диске используются рефлектоскоп для улавливания изменений потока и соответствующие передатчики. Данный метод характеризуется как метод зрительного наблюдения в силу своей возможности отслеживать движение диска. Ультразвуковая диагностика предоставляет наиболее точные, количественно выраженные данные, получаемые при тестировании запорной арматуры.

3. Метод генерирования вихревых потоков.

Данный метод также используется для осуществления зрительного наблюдения. В данной технологии генерируется электрическое поле, проникающее в не железосодержащие материалы. Помехи в поле позволяют определить вибрирующий клапанный диск.

Метод генерирования вихревых потоков рекомендован к использованию применительно к клапанам из нержавеющей стали, работающим в условиях высокого давления, а также к клапанам быстрого хода.



Ни одно из существующих средств диагностики не даёт комплексного представления о реальном состоянии арматуры для определения вида ремонта.

В целом, каждая технология имеет свои плюсы и минусы. Получение полной картины о работе арматуры возможно при условии комбинирования технологий в зависимости от условий тестирования. И здесь напрашивается создание универсального прибора.

В следующей таблице приведены основные преимущества и недостатки каждой технологии

Технология	Преимущества	Недостатки
Ультразвук	Дает численную характеристику положения диска и уровня стабильности диска; может быть использована отдельно для получения заключения о состоянии клапана	Область применения ограничена жидкими носителями, ограничена по температуре(до120°C)При более высокой температуре требуется волновод, искажающий показания; требует повышенного уровня квалификации оператора
Акустика	Результаты дают возможность спрогнозировать дальнейший износ; простая система установки и получения данных	Невозможно использование отдельно от других технологий для получения полной картины состояния клапана
Вихревые токи	Простая система установки; возможно использование при любом носителе; дает возможность наблюдения за полным циклом хода клапана; данные воспроизводятся с характеристикой определенного хода клапана; оптимальный метод диагностики клапанов с быстрым ходом	Применение ограничено сортами нержавеющей стали



Предпочтительным является прямой приборный контроль параметров герметичности. При невозможности его осуществления ввиду непригодности арматуры применяется косвенный метод контроля. Например по отсутствию перепада температур металла, по акустическим шумам и т.д.

Кроме того предпочтительно получение измеренного, а не расчётного диагностического параметра.

Непригодность арматуры к прямому диагностированию – это отсутствие в конструкции спец узлов для подключения средств технической диагностики.

Средства технической диагностики подразделяются на стационарные и мобильные.

Предпочтение должно отдаваться мобильным аппаратным средствам.

Это обязательное условие для диагностирования арматуры, находящейся на трубопроводе.

Мобильные средства технического диагностирования предполагают их периодическое подключение по штатной схеме пневмогидравлических испытаний к диагностируемой арматуре.

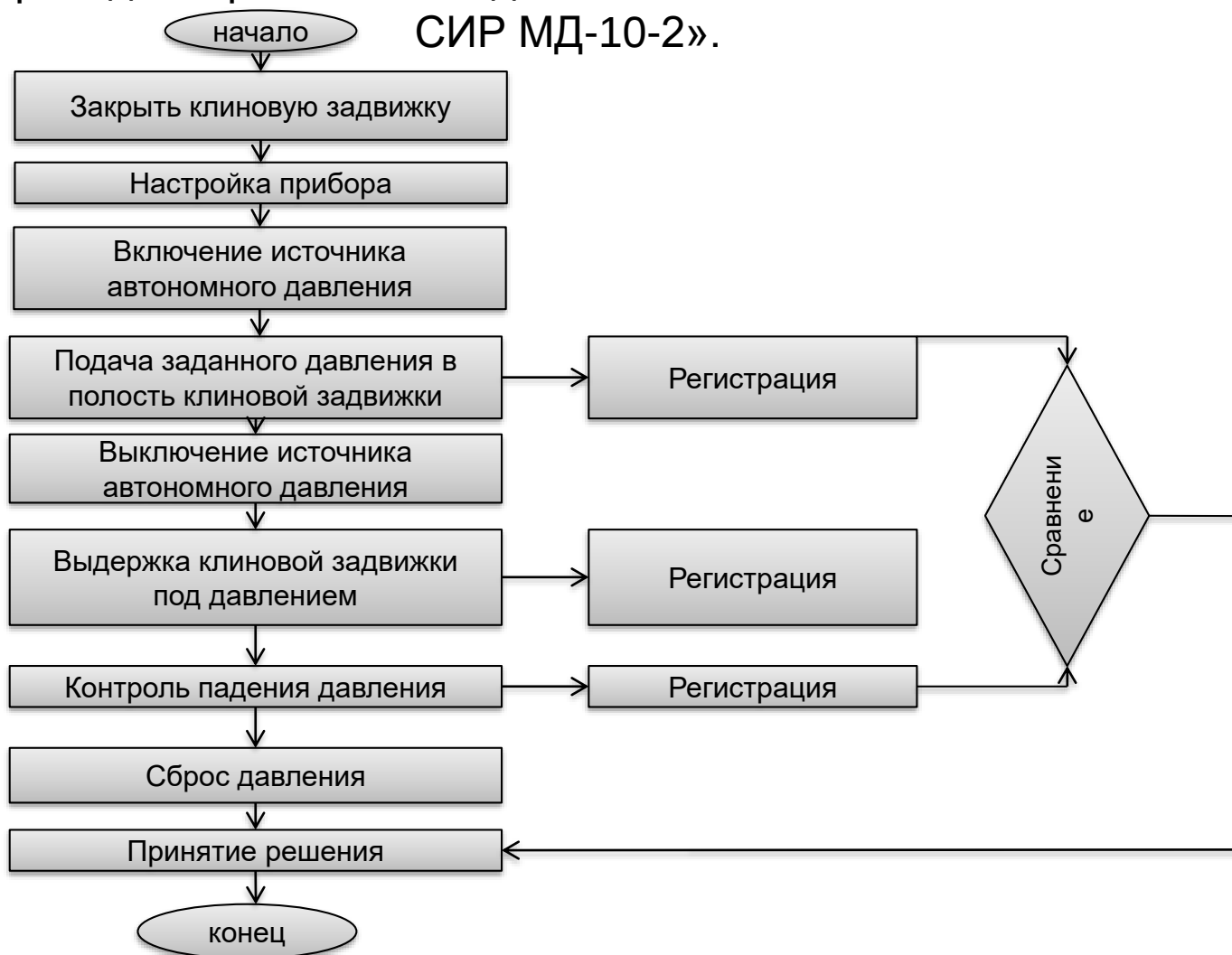
Наше предприятие предлагает Вашему вниманию мобильную диагностическую систему «СЕЙТРОНИК СИР МД-10-2», предназначенную для оценки технического состояния трубопроводной арматуры в условиях эксплуатации, без демонтажа с трубопровода, и последующего принятия решения о целесообразности проведения ремонта по техническому состоянию. Данная система может быть использована для диагностики технического состояния клиновых, параллельных, двухдисковых задвижек, кранов шаровых DN до 2000 мм, Ру до 150 МПа, при наличии дренажных отверстий в корпусе или пробок в крышке арматуры. В основу процесса диагностирования положен способ испытания арматуры на герметичность воздухом давлением $P_{исп} = (0,6 \pm 0,1) \text{ МПа}$ в соответствии с ГОСТ 33257-2015 «Арматура трубопроводная. Методы контроля и испытаний» и ГОСТ 9544-2015 «Арматура трубопроводная. Нормы герметичности затвора». Система может применяться для диагностических испытаний трубопроводной арматуры без изъятия из трубопровода в отраслях промышленности:

- нефтегазодобывающей;
- нефтехимической;
- транспортно-трубопроводных системах;
- атомной энергетике и др.

Мобильная диагностическая система «СЕЙТРОНИК СИР МД-10-2».



Алгоритм испытаний на герметичность затвора задвижки установленной на трубопроводе с применением диагностической системы «СЕЙТРОНИК СИР МД-10-2».



Протоколы диагностических испытаний

Образец протокола исходных диагностических испытаний при изготовлении

На основании ГОСТ 33257-2015
ГОСТ 9544-2015

Протокол № 10

Испытания запорной арматуры на герметичность затвора

Дата испытания	11.11.2016	Оборудование используемое для испытаний
№ заказа	23/11	Диагностическая система
Заказчик	ООО "Клин"	Сейтроник СИР МД-10-2 "БРИЗ"
Тип изделия	Задвижка клиновая	Температура окружающего воздуха +20 °C
Табл. Фигура	30с941нж	Температура испытательной среды +20 °C
Зав. №	23145	
Изготовитель	ОАО Арматурный завод	
Год выпуска	2013 г.	

Технические данные испытаний

DN, (мм)	PN, (МПа)	Давление испытания, (МПа)	Испытательная среда	Продолжительность испытаний, (сек)
300	0,6	0,6	воздух	580

Испытание на утечки

Максимально достигнутое давление при испытаниях, (МПа)	0,6	% падения давления
Время выдержки под давлением, (сек)	180	0
Время контроля герметичности, (сек)	340	
Давление по истечению времени контроля, (МПа)	0,6	
Давление по истечению времени выдержки, (МПа)	0,6	
Скорость падения давления за счет утечки, (МПа/сек)	0	



Результаты испытаний _____ не требует ремонта (требует ремонта)

Предприятие проводившее испытание _____

Испытание провел _____ Контроллер _____
подпись _____ Ф.И.О. Рук. исп. подраздел. _____
подпись _____ Ф.И.О.

Образец протокола текущих диагностических испытаний

На основании ГОСТ 33257-2015
ГОСТ 9544-2015

Протокол № 11

Испытания запорной арматуры на герметичность затвора

Дата испытания	11.11.2016	Оборудование используемое для испытаний
№ заказа	23/11	Диагностическая система
Заказчик	ООО "Клин"	Сейтроник СИР МД-10-2 "БРИЗ"
Тип изделия	Задвижка клиновая	Температура окружающего воздуха +20 °C
Табл. Фигура	30с941нж	Температура испытательной среды +20 °C
Зав. №	23145	
Изготовитель	ОАО Арматурный завод	
Год выпуска	2013 г.	

Технические данные испытаний

DN, (мм)	PN, (МПа)	Давление испытания, (МПа)	Испытательная среда	Продолжительность испытаний, (сек)
300	0,6	0,6	Воздух	580

Испытание на утечки

Максимально достигнутое давление при испытаниях, (МПа)	0,6	% падения давления
Время выдержки под давлением, (сек)	180	27
Время контроля герметичности, (сек)	340	
Давление по истечению времени контроля, (МПа)	0,38	
Давление по истечению времени выдержки, (МПа)	0,52	
Скорость падения давления за счет утечки, (МПа/сек)	0,00041	



Результаты испытаний _____ требует ремонта (не требует ремонта)

Предприятие проводившее испытание _____

Испытание провел _____ Контроллер _____
подпись _____ Ф.И.О. Рук. исп. подраздел. _____
подпись _____ Ф.И.О.

Процесс диагностического тестирования состоит из следующих этапов:

Технические данные испытаний

DN, (мм)	PN, (МПа)	Давление испытания, (МПа)	Испытательная среда	Продолжительность испытаний, (сек)
300	0,6	0,6	воздух	580

Испытание на утечки

Максимально достигнутое давление при испытаниях, (МПа)	0,6	% падения давления
Время выдержки под давлением, (сек)	180	0
Время контроля герметичности, (сек)	340	
Давление по истечению времени контроля, (МПа)	0,6	
Скорость падения давления за счет утечки, (МПа/сек)	0	

1. Первичного тестирования герметичности на момент изготовления с последующим документированием и занесением данных в паспорт на изделие «ЭТАП 1»

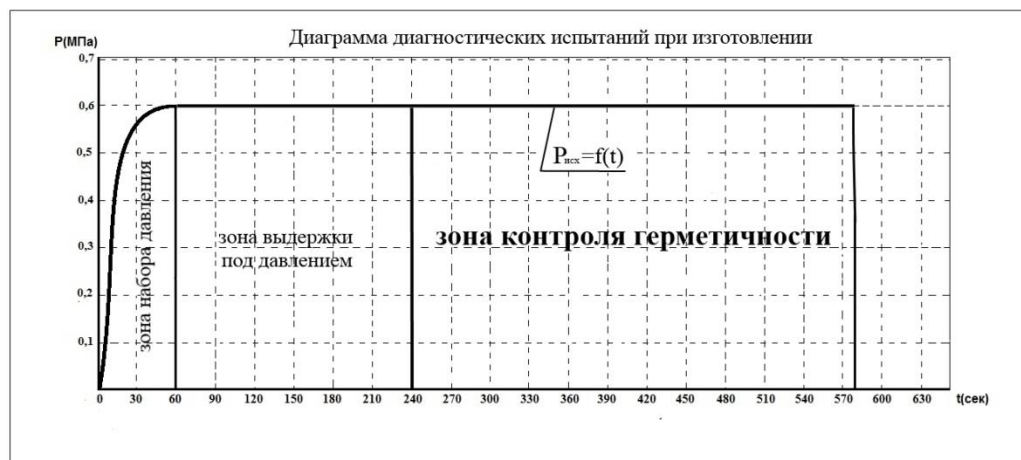


Рис.4 Пример графической и численной регистрации результатов тестового инструментального контроля герметичности затвора с помощью системы «СЕЙТРОНИК СИР МД-10-2» (1-ЫЙ ЭТАП оценки технического состояния арматуры при изготовлении, заносится в паспорт после испытаний).

2. Текущего тестирования герметичности после установки арматуры на трубопровод по срокам их проведения, установленным принятым регламентом «ЭТАП 2».

Технические данные испытаний

DN, (мм)	PN, (МПа)	Давление испытания, (МПа)	Испытательная среда	Продолжительность испытаний, (сек)
300	0,6	0,6	Воздух	580

Испытание на утечки

Максимально достигнутое давление при испытаниях, (МПа)	0,6	% падения давления
Время выдержки под давлением, (сек)	180	
Время контроля герметичности, (сек)	340	
Давление по истечению времени контроля, (МПа)	0,38	
Скорость падения давления за счет утечки, (МПа/сек)	0,00041	
		73



Рис.5 Пример графической и численной регистрации результатов тестового инструментального контроля герметичности затвора с помощью системы «СЕЙТРОНИК СИР МД-10-2» (2-ОЙ ЭТАП оценки технического состояния арматуры при текущей диагностике, заносится в паспорт после испытаний).

3. Сравнительного анализа данных первичного, текущего и допустимого значений герметичности для выработки окончательного решения по началу ведения ремонта «ЭТАП 3».

Технические данные испытаний

DN, (мм)	PN, (МПа)	Давление испытания, (МПа)	Испытательная среда	Продолжительность испытаний, (сек)
300	0,6	0,6	Воздух	580

Испытание на утечки

Максимально достигнутое давление при испытаниях, (МПа)	0,6	% падения давления
Время выдержки под давлением, (сек)	180	73
Время контроля герметичности, (сек)	340	
Давление по истечению времени контроля, (МПа)	0,38	
Скорость падения давления за счет утечки после изготовления, (МПа/сек)	0	
Скорость падения давления за счет утечки после эксплуатации, (МПа/сек)	0,00041	

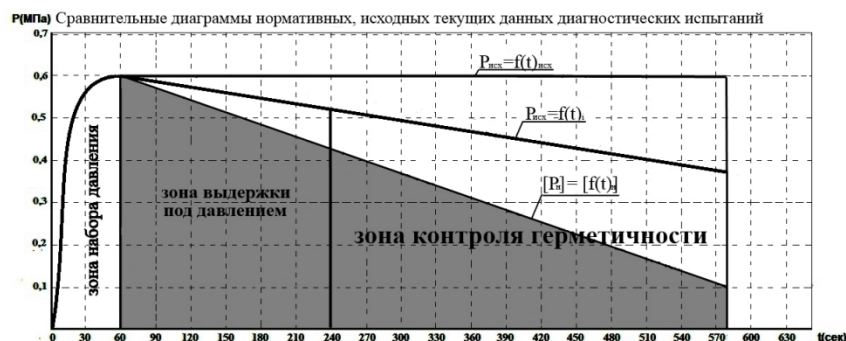


Рис.6 Пример графического анализа диагностических испытаний на основе функций изменения давления испытательной среды в полости затвора при изготовлении ($P_{исх} = f(t)_{исх}$), эксплуатации ($P_i = f(t)_i$) и нормативных ограничениях ($[P] = [f(t)]_н$).



Очевидно, что приобретение арматуры со встроенными системами диагностирования или приобретение переносных средств диагностики для эксплуатирующих организаций является сознательным вложением существенных денежных средств.

Современное направление развития диагностики состояния арматуры настоятельно диктует сделать правильный выбор между двумя вариантами:

1. Минимизация первоначальных вложений в арматуру и последующие высокие эксплуатационные расходы связанные с ремонтом.
2. Максимальные вложения при приобретении арматуры с возможностью диагностирования и минимальные расходы при эксплуатации.



Спасибо за внимание!