

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Юршев В.И., Жукова Е.С., Курганов А.В., Левин Е.А., Юршева Н.В.
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет», Оренбург**

Важнейший элемент, определяющий эксплуатационную надежность и экономичность в производстве работ нефтегазовой промышленности, является запорная арматура. Одним из широко используемых видов запорной арматуры являются задвижки, конструкционно-технологическое разнообразие которых имеет весьма большой диапазон.

Данный вид запорной арматуры обладает рядом преимуществ перед другими запирающими устройствами (краны шаровые фланцевые, краны шаровые муфтовые, вентили, заслонки), к которым относятся: простота конструкции, небольшие габаритные размеры, выгодная стоимостная характеристика и возможность эксплуатации в самых разнообразных условиях. Однако, наряду с достоинствами, также стоят и недостатки, которые, главным образом, проявляются в процессе эксплуатации запирающего элемента. Наиболее часто встречаются следующие неисправности:

1) Потеря герметичности запорного органа в связи с пропуском среды между уплотнительными поверхностями затвора и седла.

2) Потеря герметичности в связи с пропуском среды между седлом и корпусом.

3) Потеря герметичности сальникового уплотнения штока (шпинделя) и соединения крышки с корпусом.

4) Пропуск среды через фланцевое соединение крышки с корпусом.

5) Образование задиров и язвенной коррозии на поверхностях штока (шпинделя), контактирующих с сальниковой набивкой.

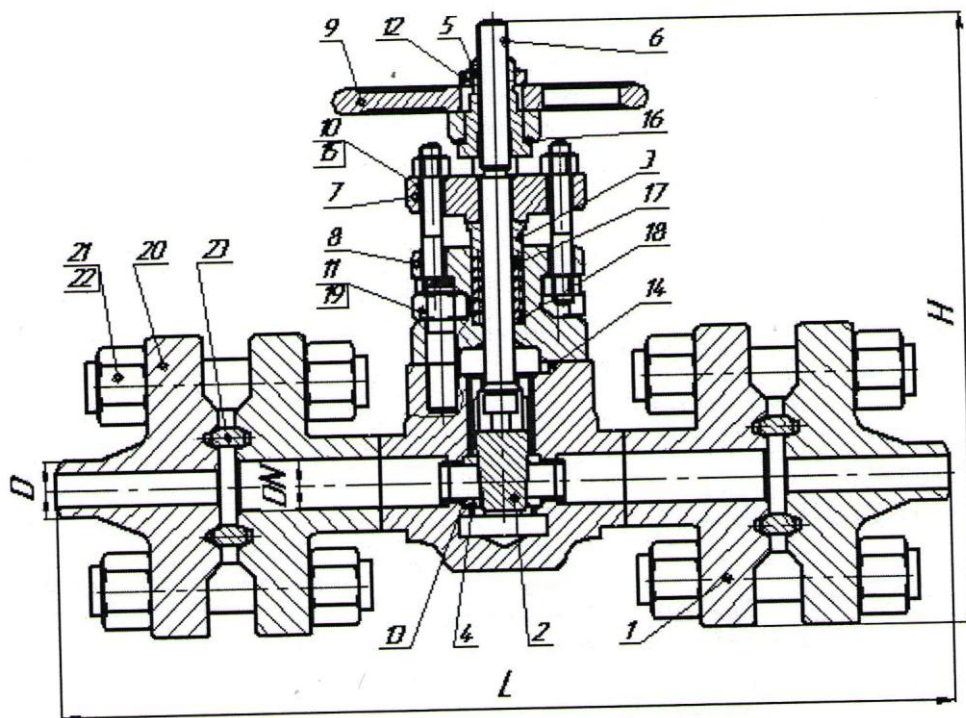
6) Износ ходовой резьбы шпинделя и резьбовой втулки.

7) Повреждения резьбы крепежных деталей.

8) Недопустимо большой нерегулируемый расход среды в регулирующей арматуре.

9) Неисправности привода и поломка маховиков ручного управления.

Конкретизируя вид запорной арматуры, в данной статье речь пойдет о задвижке клиновой по неисправностям 5,6.



- 1- корпус; 2 – затвор; 3 – втулка сальника; 4 – седло; 5 – втулка ходовая;
 6 – шпindelь; 7, 20 – фланцы; 8 – крышка; 9 – ручка; 10, 11, 21 – шпилька;
 12, 15, 19, 22 – гайка; 13, 14, 16 – прокладки уплотнительные;
 17, 18 – кольцо; 23 – кольцо уплотнительное

Рисунок 1 – Задвижка клиновья фланцевая

Клиновые задвижки широко применимы в нефтегазовой промышленности для перекрытия потока рабочей среды. Ее конструкция предназначена для перекрытия потока рабочей среды в трубопроводе. Клиновая задвижка имеет затвор, который при выполнении действий, направленных на ее открытие или закрытие, располагается перпендикулярно по отношению к потоку рабочей среды, имея только два основных положения: открыто и закрыто.

В конструкции задвижки резьбовой шпindelь жёстко закреплён на штурвале, а гайка (втулка) ходовая неподвижно зафиксирована на корпусе задвижки. Вращение штурвала и шпинделя через втулку ходовую преобразуется в поступательное перемещение затвора. В крайнем нижнем положении затвор полностью перекрывает поток, а в крайнем верхнем перемещается в камеру расположенную за периферией потока, шпindelь же при этом перемещается внутрь затвора.

Одной из причин выхода из строя и вывода из эксплуатации задвижки является износ ходовой резьбы шпинделя и резьбовой втулки. Данная проблема возникает вследствие того, что шпindelь работает в условиях постоянного трения при высоких механических нагрузках, подвергается различного рода напряжениям сжатия, изгиба, кручения, находится в контакте с резьбовой

втулкой ходового узла. Шпиндель и ходовая втулка арматуры снабжаются трапецидальной резьбой, которая несет значительную нагрузку. Для изготовления шпинделей должна применяться сталь, имеющая стабильные механические свойства, высокую коррозионную стойкость и износостойкость. Как правило, на машиностроительных предприятиях с вышеперечисленными характеристиками используют сталь 12Х18Н10Т. Для изготовления втулки ходовой применяется сталь марки 20Х13. Данная деталь после механической обработки резанием подвергается термической обработке (закалка 1000⁰С масло + отпуск 600⁰С воздух). В результате термообработки в окислительной среде образуются оксидные плёнки (окалина), как на поверхности детали, так и на резьбе. Образовавшаяся окалина ухудшает скручиваемость шпинделя и втулки ходовой. Учитываем, что сталь 12Х18Н10Т, склонна к схватыванию при контактных нагрузках, окалина способствует появлению задиров в контакте со шпинделем и последующим ускоренным износом.

Ходовой узел является ответственным элементом конструкции арматуры, так как обеспечивает возможность перемещения затвора относительно седла. Надежность и долговечность работы ходовой пары - важные параметры эксплуатационных свойств. Для повышения уровня износостойкости пары трения шпиндель - втулка ходовая, а как следствие и задвижки клиновой в целом, в работе исследуются варианты замены материала втулки ходовой.

На основе анализа литературных источников целесообразно вместо стали 20Х13 для изготовления втулки ходовой применять бронзу, предпочтительно марки БрАЖМц10-3-1,5 или БрАЖ9-4 [1]. При использовании данного материала исчезает потребность в термообработке.

Ведущим предприятием в области проектирования и производства трубопроводной арматуры, а также разработки стандартов и технической экспертизы ЗАО «Научно-производственная фирма «Центральное конструкторское бюро арматуростроения (ЗАО НПФ ЦКБА) был разработан, утвержден и введен в действие «Стандарт ЦКБА Арматура трубопроводная. Коэффициенты трения в узлах арматуры» [2]. Содержание данного стандарта рекомендует в аналогичных парах трения для шпинделя использовать нержавеющие марки сталей, а для втулки ходовой - латунь марки ЛС 59-1, а также бронзу БрАЖН10-4-4.

Для окончательного выбора материалов для изготовления пары трения, необходимо обратиться к механическим характеристикам материалов. Необходимо сопоставление свойств и характеристик металлов для решения технологических задач в применении и эксплуатации запорной арматуры. Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Значения основных механических характеристик металлов в узле «шпиндель – втулка резьбовая»

Сочетание марок материалов								Допустимое контактное давление, МПа (кгс/см ²)
Шпиндель				Втулка ходовая				
Марка материала	HB HRC HV	σ_B , МПа (кгс/см ²)	σ_T , МПа (кгс/см ²)	Марка материала	HB HRC HV	σ_B , МПа (кгс/см ²)	σ_T , МПа (кгс/см ²)	
БрАЖ Мц10-3-1,5	HB 170-200	540-590	-	ЛЖМц 59-1-1	HB 80-90	430	-	10 (100)
12X18 Н9Т	HB 121-179	540	196	12X18 Н9Т	HB 121-179	540	196	20 (200)
10X17 Н13М2Т	HB 135-180	510	215	БрАЖ Мц10-3-1,5	HB 170-200	540-590	-	
06XH2 8МДТ	HB 135-185	490	195	ЛС 59-1	HB 75-95	330	-	
08X18 Н10Т	HB 121-179	470	196					
35	HB ≤187	530	275					
35XM	HB 320-370	1200	1080					
38X2М ЮА	HB 229-269	735	590	30 (300)				
20X13	HRC 27-34	1020	920					
30X13	HRC 27-35	735	588					

На основе анализа литературных источников [1, 2] и данных таблицы 1, целесообразно изготавливать исследуемую пару трения из стали 20Х13 (шпиндель) и БрАЖМц10-3-1,5 (втулка ходовая).

Целесообразность замены материала состоит в том, что твердость поверхности шпинделя должна быть несколько выше (на 35-40%; 14-20 НВ) твердости поверхности втулки, и таким образом повышение твердости направлено на то, чтобы затруднить пластическую деформацию и исключить микрорезание поверхностей трения [5].

Предлагаемая замена материалов влечет за собой увеличение прочностных характеристик ($\sigma_b = 1020 \text{ кгс/см}^2$) и, следовательно, эксплуатационную износостойкость, надежность и долговечность. Рекомендуется в процессе эксплуатации в качестве сезонного обслуживания осуществлять периодическую смазку составных частей узла трения консистентной смазкой типа Литол 24.

Список литературы

1. Плотников, П.Н. Запорная задвижка с приводной головкой. Расчет и конструирование: учебно-методическое пособие / П. Н. Плотников, Т. А. Недошивина. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2015.— 136 с. – ISBN 978-5-7996-1392-1.
2. СТ. ЦКБА 057-2008 «Арматура трубопроводная. Коэффициенты трения в узлах арматуры».
3. Гаркунов, Д.Н. Триботехника / Д.Н. Гаркунов. – М.: Машиностроение, 1985. – 424 с.
4. Конструкционные материалы: Справочник/Б.Н Арзамасов, В.А. Брострем, Н.А. Буше и др.; под общ.ред. Б.Н Арзамасова. – М.: Машиностроение, 1990. – 688 с. – ISBN 5-217-01112-2.
5. Арзамасов, Б. Н. Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений / Б. Н. Арзамасов, И. И. Сидорин, Г. Ф. Косолапов и др.; под общ.ред. Б. Н. Арзамасова.—2-е изд., испр. и доп.— М.: Машиностроение, 1986.— 384 с.
6. Лахтин, Ю. М. Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева — 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1990. —528с: ил. ISBN5-217-00858-X