

An aerial photograph of an oil field in winter. The ground is covered in a thick layer of snow. Several oil pumps (jackhammers) are visible, along with various industrial structures, pipes, and a small white truck. The scene is brightly lit, suggesting a sunny day.

Оборудование фонтанных скважин

Выполнила: Нуржанова А., ст. гр. НГДР-32

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФОНТАННЫХ СКВАЖИН

Фонтанирование скважин обычно происходит на вновь открытых месторождениях нефти, когда запас пластовой энергии велик.

Общее
обязательное
условие для
работы любой
фонтанирующей
скважины

$$p_{пл} > p_з$$

$$p_з \geq p_{гс} + p_{тр} + p_y$$

Забойное давление должно быть достаточно большим, чтобы преодолеть гидростатическое давление столба жидкости в скважине (рассчитанное по вертикали); трение, связанное с движением этой жидкости в подъёмнике; противодействие на устье скважины.

Потери давления на трение $p_{тр}$ определяются по формулам трубной гидравлики:

$$p_{тр} = \lambda \cdot \frac{L}{d} \frac{C_{ж}^2}{2 \cdot g} \cdot \rho \cdot g$$

Скорость жидкости $C_{ж}$ в НКТ (диаметром d и сечением f) определяется обычно через ее расход и плотность:

$$C_{ж} = \left(\frac{Q_H \cdot b_H}{\rho_H} + \frac{Q_B \cdot b_B}{\rho_B} \right) \cdot \frac{1}{f}$$

Величины коэффициента сопротивления λ определяются через число Re по соответствующим графикам или аппроксимирующим формулам.

Противодавление на устье скважины p_y определяется ее удаленностью от групповой замерной установки, давлением в этой установке или размером **штуцера** (местного сопротивления), обычно устанавливаемого на выкидной линии фонтанирующей скважины для регулирования ее дебита. При широко распространенных в настоящее время однетрубных, герметизированных системах нефтегазосбора давления на устье p_y бывает большим, достигая нескольких **МПа**.

АРТЕЗИАНСКОЕ ФОНТАНИРОВАНИЕ

Фонтанирование жидкости, не содержащей пузырьков газа. Этот способ возможен при:

- полном **отсутствии растворенного газа** в нефти и при забойном давлении, значительно превышающем гидростатическое давление столба негазированной жидкости в скважине;
- при **наличии растворенного газа в жидкости**, который не выделяется благодаря давлению на устье, превышающему давление насыщения, и при давлении на забое, превышающем сумму двух давлений (гидростатического столба негазированной жидкости и давления на устье скважины).

ФОНТАНИРОВАНИЕ ЗА СЧЕТ ЭНЕРГИИ ГАЗА

Фонтанирование жидкости, содержащей пузырьки газа. При фонтанировании за счет **энергии газа** плотность столба ГЖС в фонтанных трубах мала, поэтому гидростатическое давление столба такой смеси будет меньше.

Фонтанирование скважины может происходить при давлении на забое выше давления насыщения (газ будет выделяться на некоторой высоте в НКТ) или ниже давления насыщения (на забой скважины вместе с нефтью поступает свободный газ) .

При добыче газа фонтанный способ является основным.

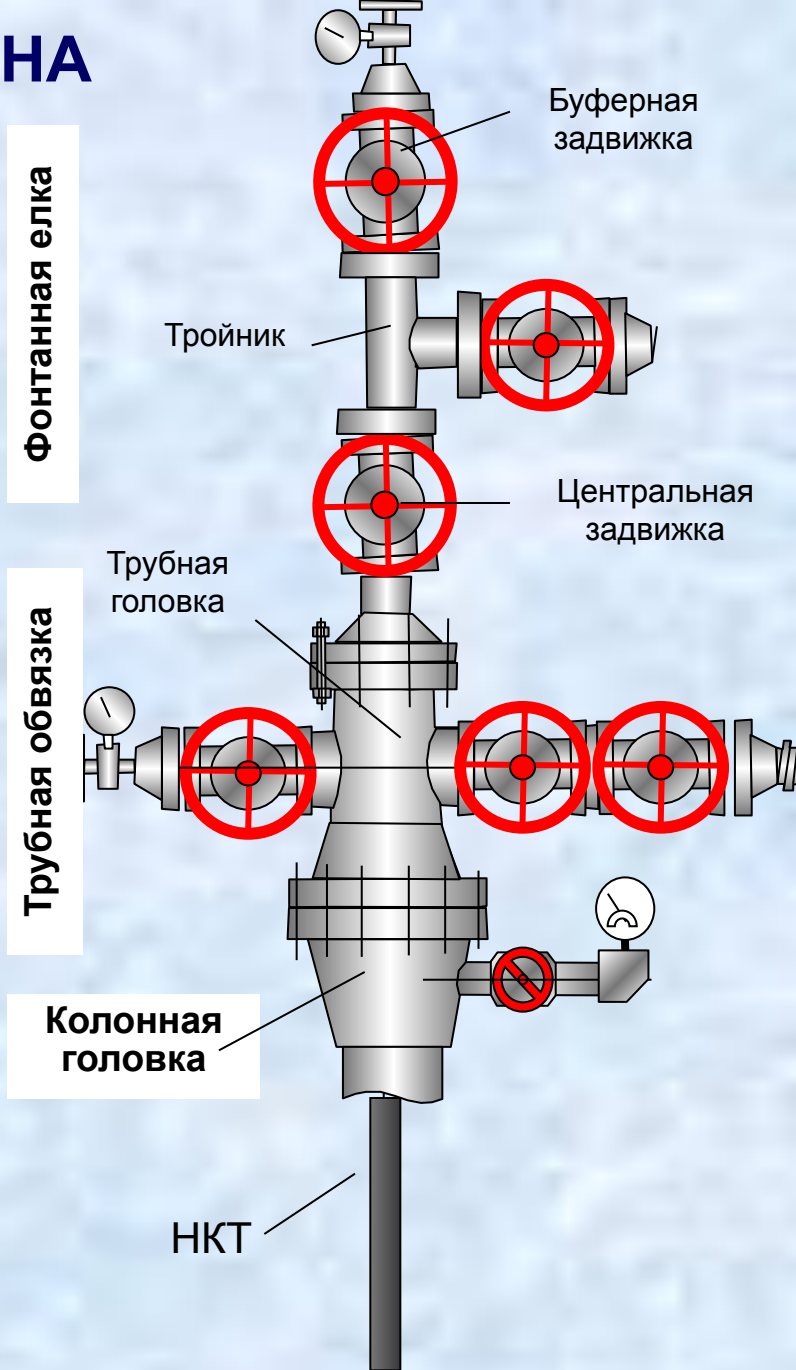
ФОНТАННАЯ СКВАЖИНА

Это скважина, в которой нефть изливается на поверхность за счет естественной энергии нефтяного пласта

На устье каждой скважины устанавливается **фонтанная арматура** (трубная головка и фонтанная ёлка), которая обеспечивает:

- Подвеску фонтанных труб и герметизацию устья скважины (трубная головка);
- Регулирование режима эксплуатации фонтанной скважины (штуцеры);
- Возможность замера давления в затрубном пространстве и на выкиде (манометры);
- Возможность спуска в скважину различных скважинных измерительных приборов под давлением, не останавливая работу фонтанной скважины (буферная задвижка).

Подъем нефти осуществляется по **НКТ**, опускаемым до кровли продуктивного пласта



Насосно-компрессорные трубы (НКТ)

При всех способах эксплуатации скважин подъем жидкости и газа на поверхность происходит обычно по **НКТ**, которые применительно к способам эксплуатации еще называют **фонтанными, компрессорными, насосными, подъемными или лифтовыми**.

Ограничением при выборе диаметра проходных отверстий скважинного трубопровода служит скорость потока рабочей среды.

Для нефтяных скважин она не должна превышать **10 м/с**, а для газовых – **24 м/с**. Это связано с резко увеличивающимся эрозионным износом трубопровода и устьевого оборудования.

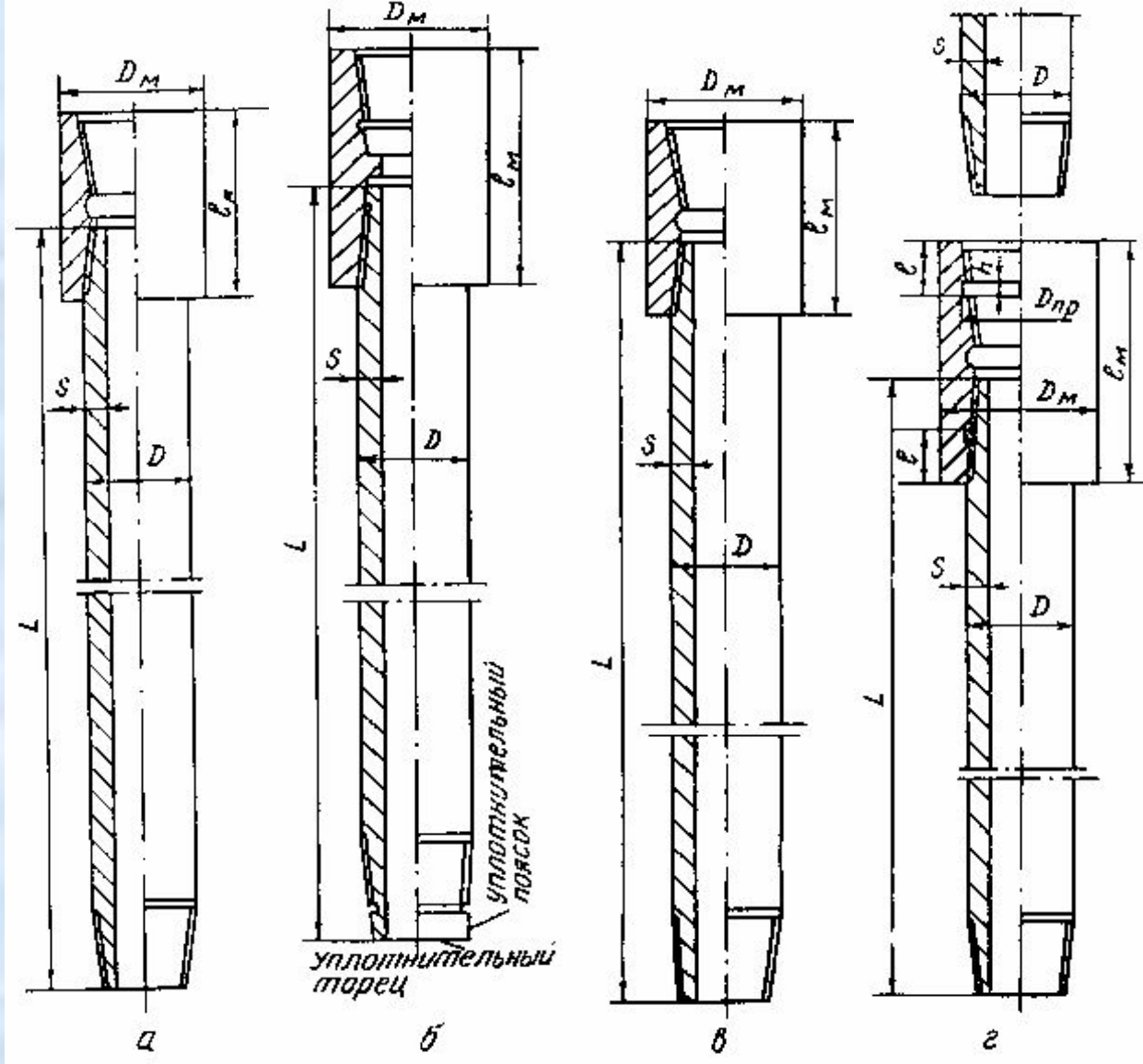
Основные размеры **НКТ**, предусмотренные существующим стандартами:

Условный диаметр трубы, мм	27	33	42	48	60	73	89	102	114
Толщина стенки, мм	3	3,5	3,5	4,0	5,0	6,5÷7,0	8,0	6,5	7,0

Отечественная промышленность выпускает НКТ: **60, 73, 89, 114 мм**

Производятся НКТ (муфтовые гладкие) ГОСТ 633-63:

- с конической резьбой треугольного профиля;
- с конической резьбой трапециидального профиля;
- с конической резьбой треугольного профиля, с повышенной пластичностью и хладостойкостью;
- с конической резьбой треугольного профиля с узлом уплотнения из полимерного материала



НКТ гладкие с резьбой треугольного профиля с узлом уплотнения из полимерного материала отличаются высокой герметичностью и меньшим коррозионным износом резьбы.

Слабое звено гладких НКТ – резьбовое соединение. Нарезка резьбы уменьшает прочность труб. Исходной величиной для расчета и подбора труб является сопротивление их растягивающим нагрузкам.

Усилия, при которых напряжения в нарезанной части трубы достигают предела текучести – **страгивающая нагрузка**

Усл. диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Группа прочности стали			
		Д	К	Е	Л
		Предел текучести, кгс/мм ²			
		38	50	55	65
		Страгивающая нагрузка для резьбового соединения, тс			
48	4,0	11,87	15,6	17,5	20,3
60	5,0	20,87	27,4	30,15	35,6
73	5,5	29,40	38,7	42,6	50,5
89	6,5	44,60	58,5	64,5	76,25
102	6,75	45,90	60,8	66,4	78,5
114	7,0	56,70	75,2	82,2	97,2

Предельно допустимая длина подвески для одноразмерной колонны

$$l = \frac{Q_{стр}}{Kq_T}$$

$Q_{стр}$ – страгивающая нагрузка;
 K – коэффициент запаса прочности (1,3÷1,5);
 q_m – вес 1 м труб

Допустимое внутреннее давление для труб

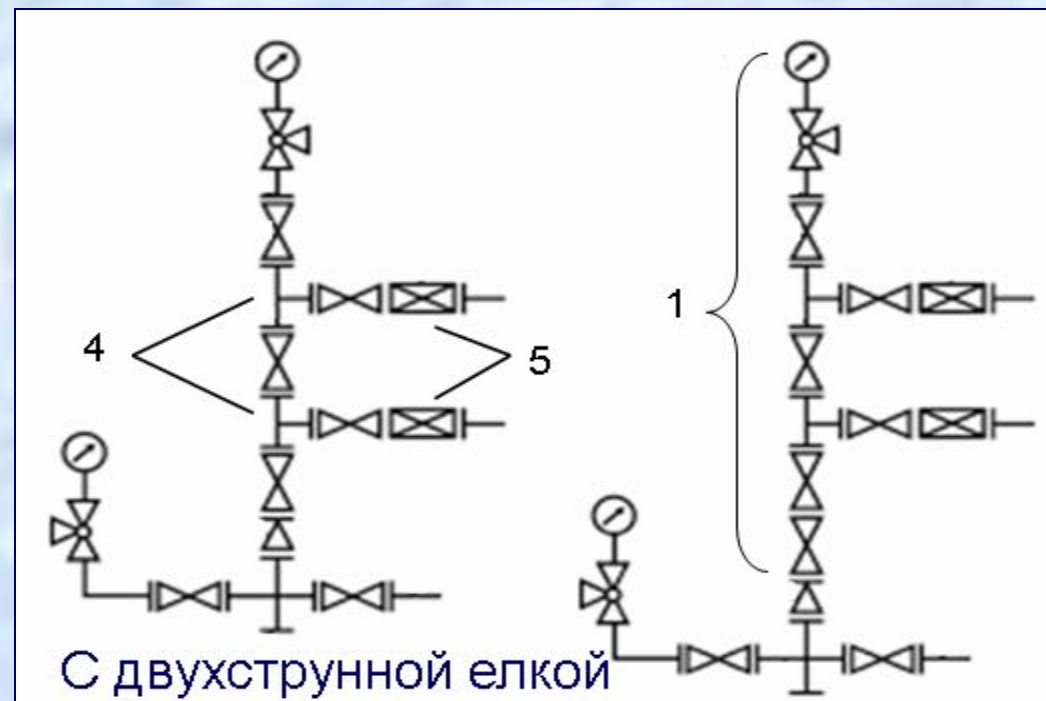
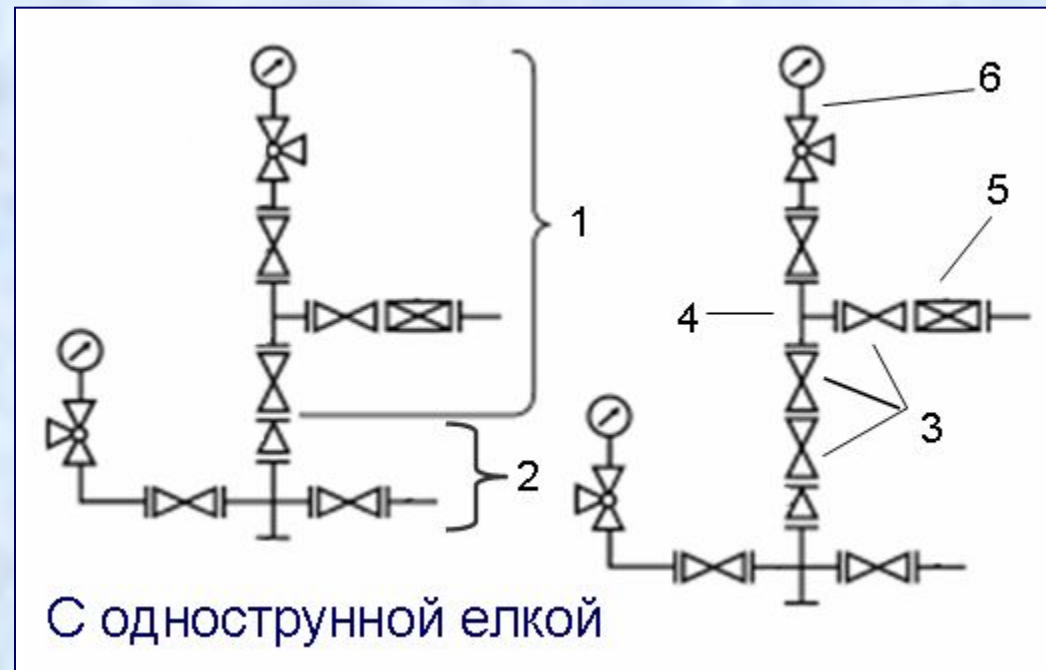
$$p_{доп} = \frac{2\delta\sigma_T}{d_H K}$$

δ – толщина стенки трубы;
 σ_m – предел текучести;
 d_H – наружный диаметр трубы;
 K – коэффициент запаса прочности

Фонтанная арматура (тройниковые схемы)

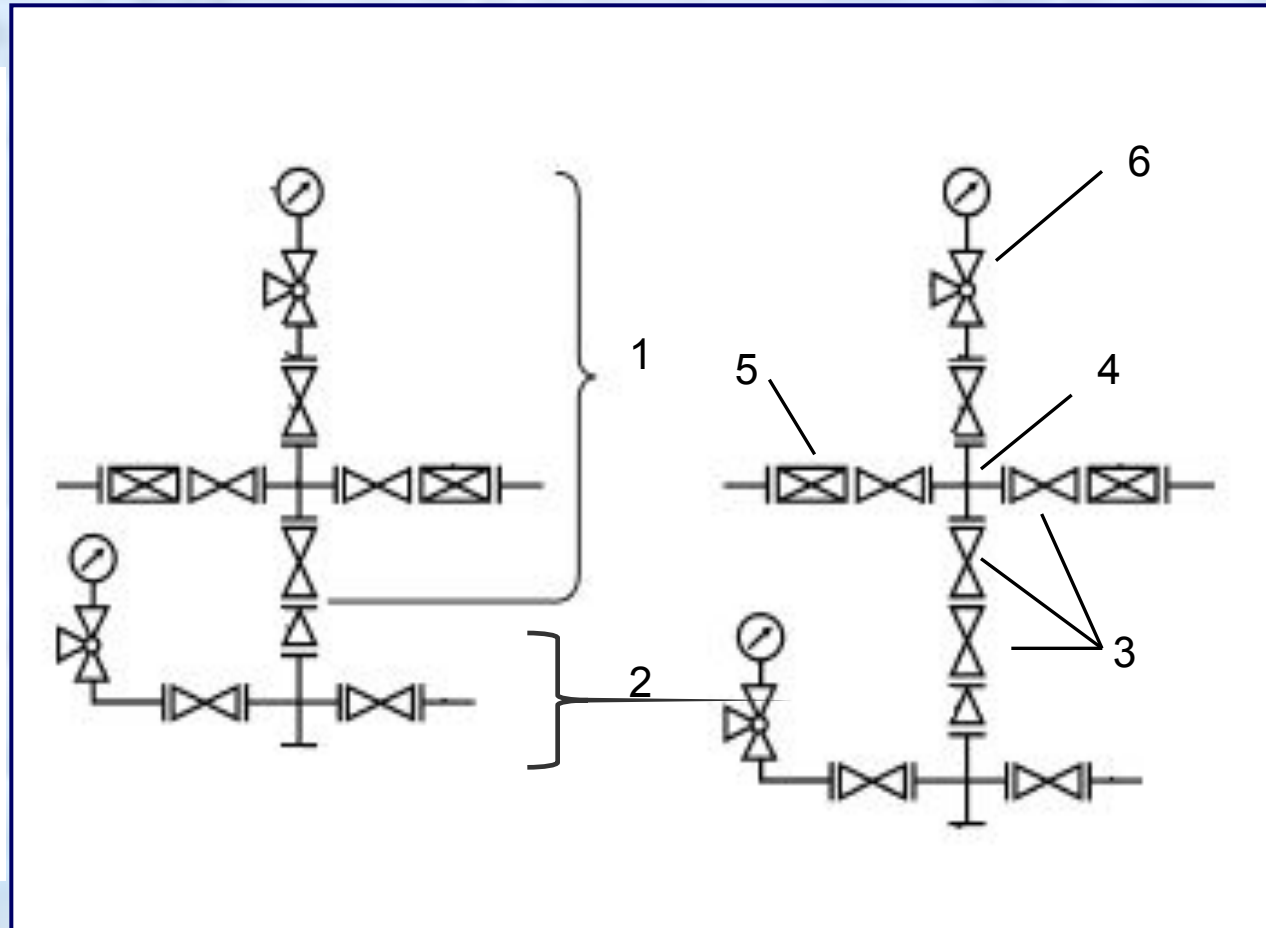
- 1. Фонтанная елка**
(устанавливается на трубную головку и предназначена для контроля и регулирования потока скважинной среды в скважинном трубопроводе и направления его в промышленный трубопровод);
- 2. Трубная головка;**
- 3. Запорные устройства;**
- 4. Тройник;**
- 5. Штуцер;**
- 6. Буфер с трехходовым краном и манометром.**

Тройниковая схема с двухсторонней елкой применяется для скважин, в продукции которых **содержатся мех. примеси.**



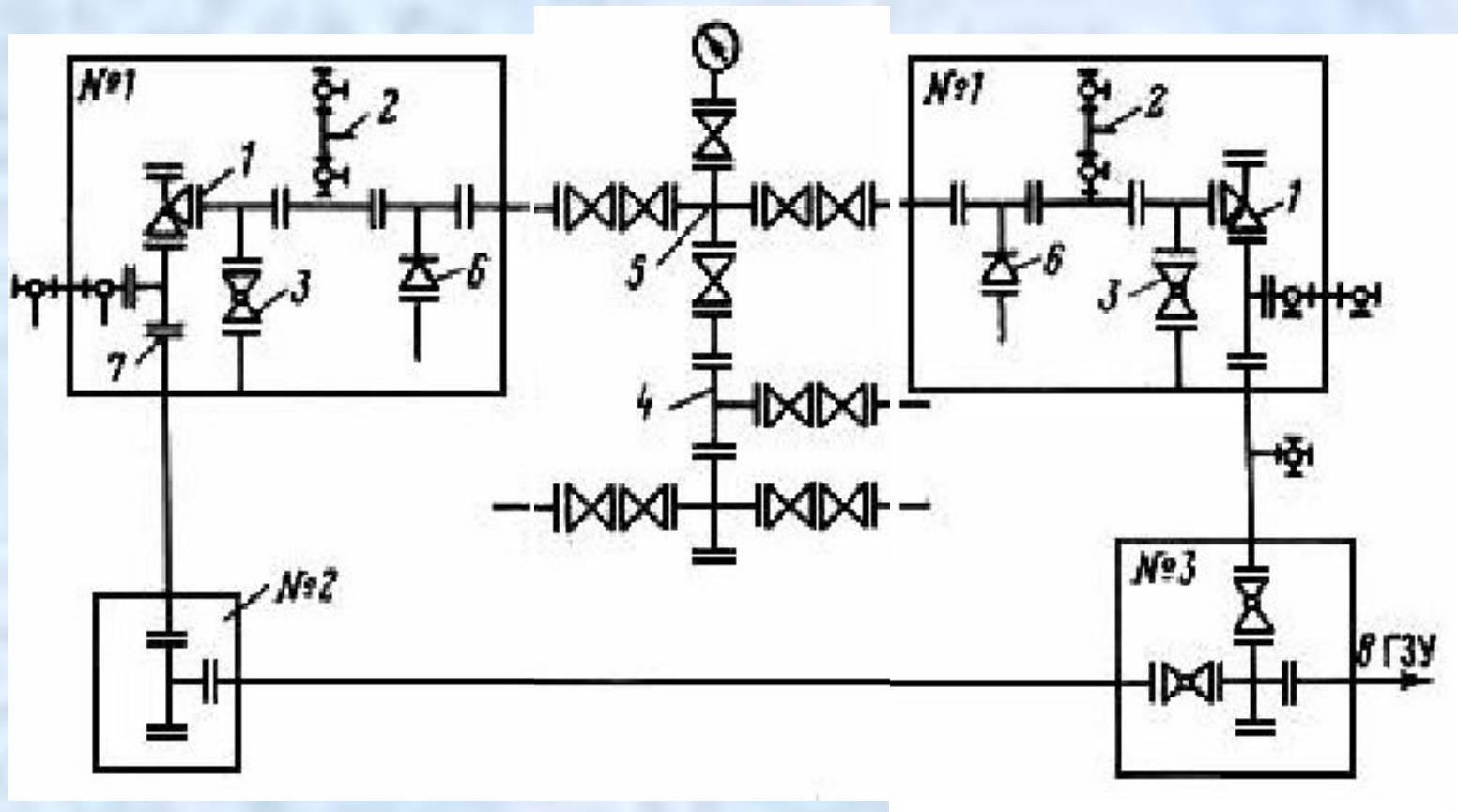
Фонтанная арматура (крестовые схемы)

1. **Фонтанная елка;**
2. **Трубная головка;**
3. **Запорные устройства;**
4. **Крестовина;**
5. **Штуцер;**
6. **Буфер с трехходовым краном и манометром.**



Двухструнная (тройниковая и крестовая) конструкция елки целесообразна когда нежелательны остановки скважины при смене штуцера или запорного устройства, причем **рабочей является верхняя или любая боковая струна, а первое от ствола запорное устройство - запасным.** Сверху елка заканчивается колпаком (буфером) с трехходовым краном и манометром.

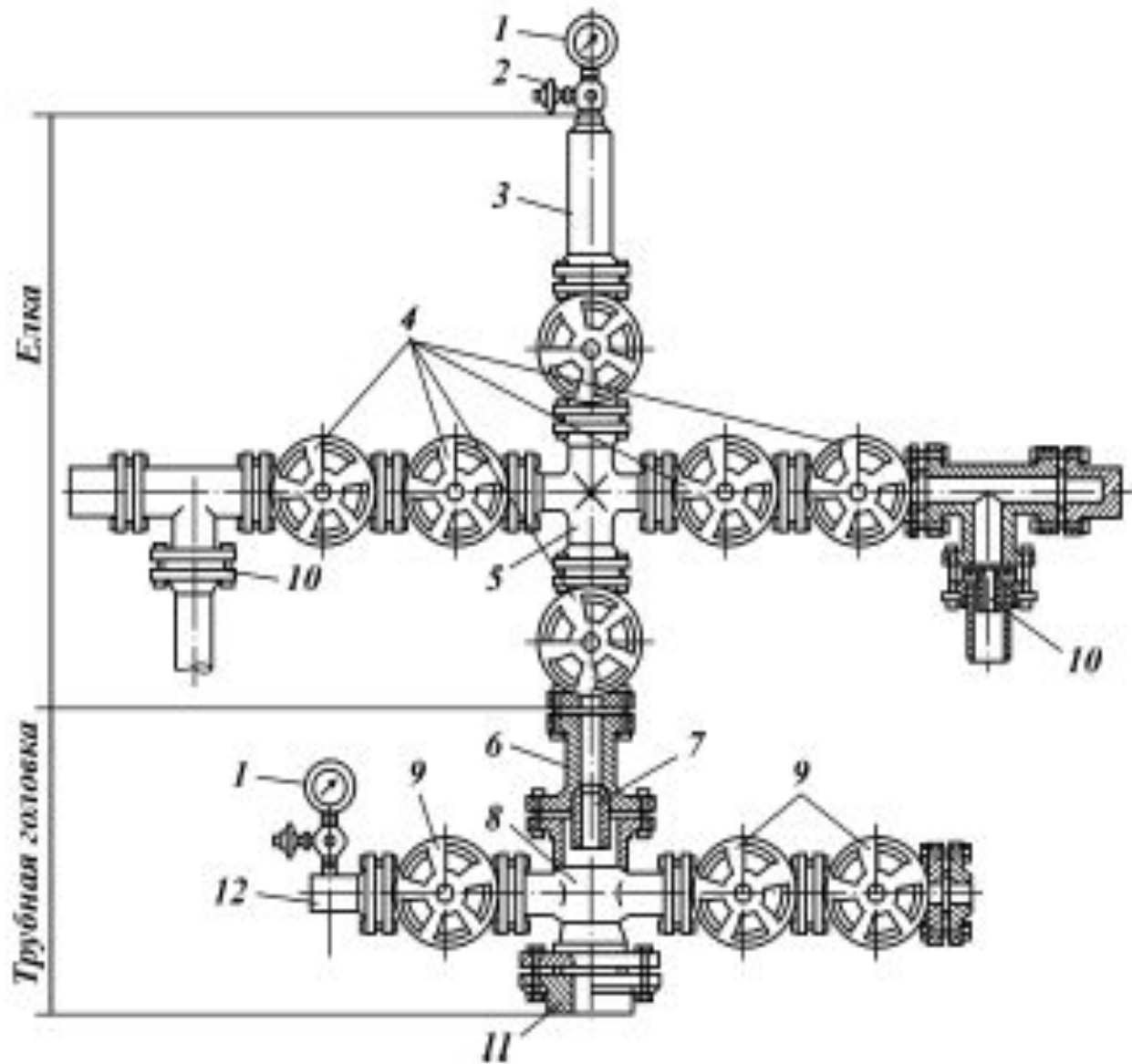
Схема обвязки крестовой фонтанной арматуры



Манифольд предназначен для обвязки фонтанной арматуры с выкидной линией (шлейфом), подающей продукцию на групповую замерную установку.

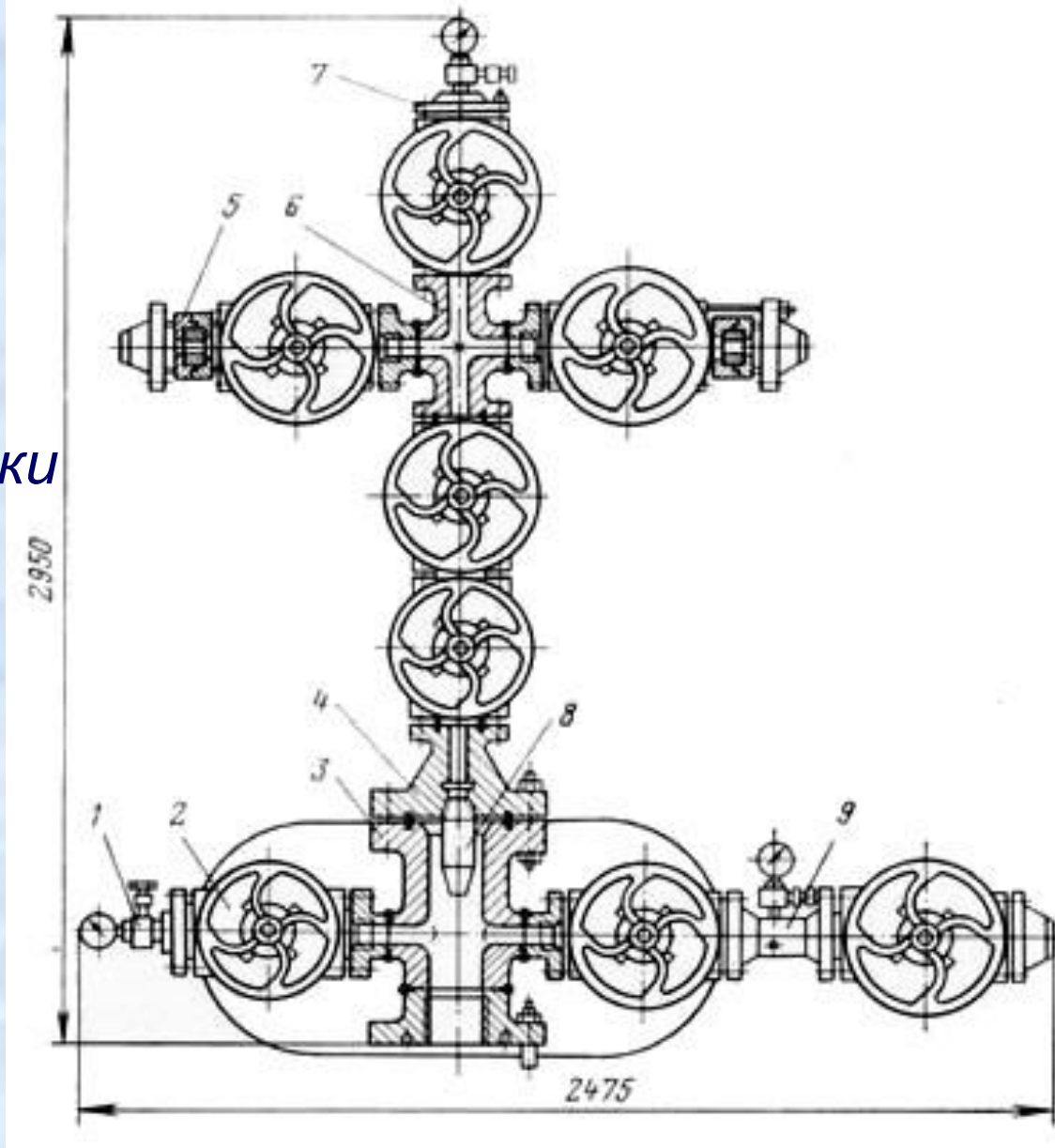
Типичная конструкция фонтанной крестовой арматуры для однорядного подъемника

1. Манометры;
2. Трехходовой кран;
3. Буфер;
4. Задвижки;
5. Крестовик ёлки;
6. Переводная катушка;
7. Переводная втулка;
8. Крестовик трубной головки;
9. Штуцеры;
10. фланец колонны.
11. фланец колонны.



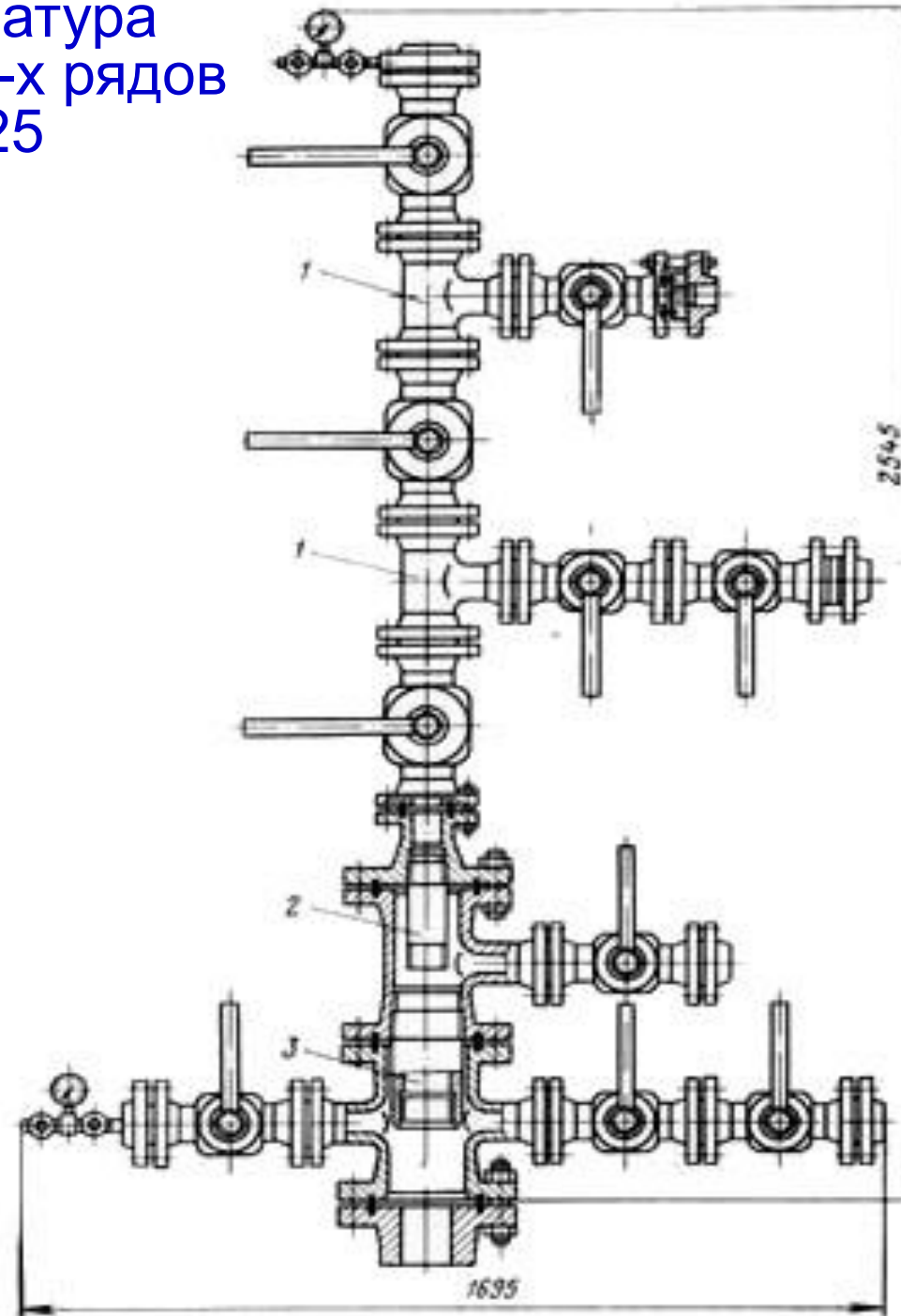
Фонтанная крестовая арматура 4АФК-50-700 высокого давления (70МПа) для однорядного подъемника

1. *Вентиль;*
2. *Задвижка;*
3. *Крестовина;*
4. *Катушка для подвески НКТ;*
5. *Штуцер;*
6. *Крестовина ёлки;*
7. *Буфер;*
8. *Патрубок для подвески НКТ;*
9. *Катушка.*

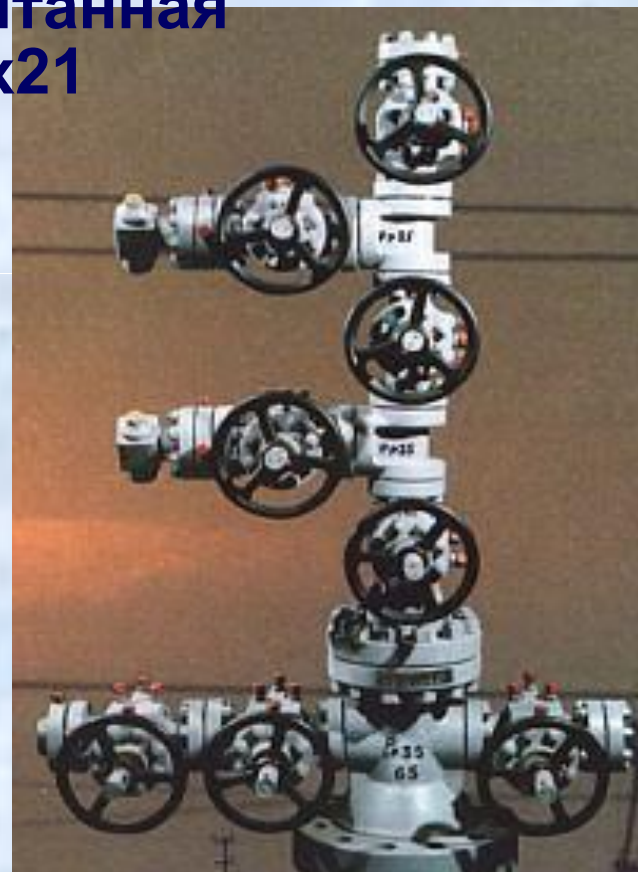


Фонтанная тройниковая арматура кранового типа для подвески 2-х рядов НКТ 2АФТ-60х40хКРЛ-125

1. Тройник;
2. Патрубок для подвески второго ряда НКТ;
3. Патрубок для подвески первого ряда НКТ



Условный проход, мм	Арматура фонтанная АФК 1-65x21
- елки и трубной головки	65
- верхнего фланца трубной обвязки	180
- нижнего фланца трубной обвязки	280
Подвеска колонны НКТ	На резьбе переводника
Диаметр НКТ, мм	73, 89
Нагрузка на переводник от веса колонны НКТ, кН (тс), не более:	450 (45)
Запорные устройства	Задвижки шиберные с уплотнением "металл- металл"
Регулирующие устройства	Регулирующий прессодвигатель



Конструкция фонтанной арматуры позволяет использовать электроцентробежные и штанговые насосы, производить спуск приборов для исследования скважин, восстанавливать нарушенную герметичность межколонного кольцевого пространства.

Устройства для регулирования работы фонтанной скважины (штуцеры)

Режим работы фонтанных скважин можно изменять:

Созданием противодействия на выкиде фонтанной ёлки установкой **устьевых штуцеров**

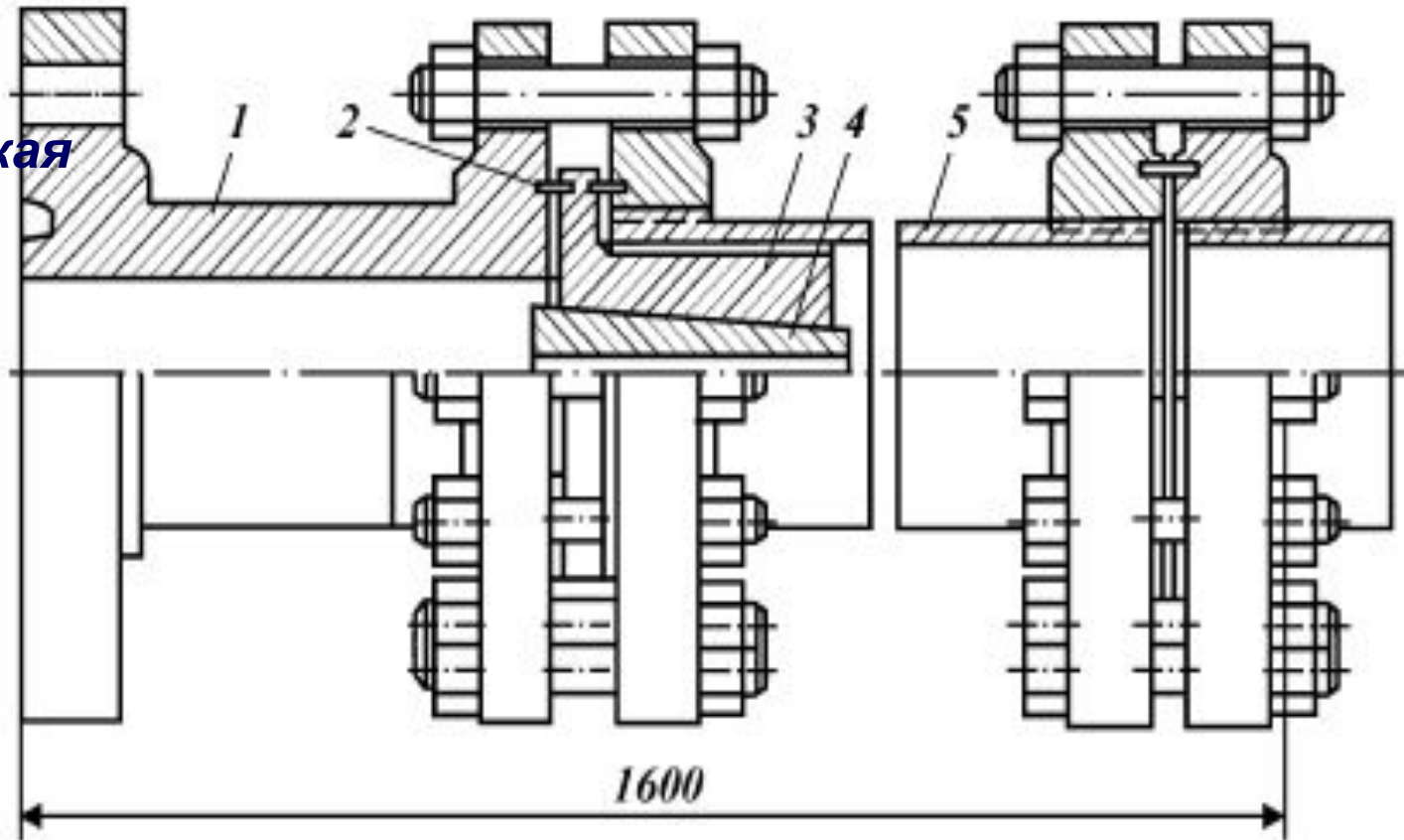
Созданием местного сопротивления у башмака НКТ путем применения **глубинных штуцеров** (распространены в зарубежной практике)

Подбором **диаметра и длины** колонны НКТ

Отверстия в штуцере выбираются в зависимости от заданного режима работы скважины

Устьевой штуцер со сменной втулкой

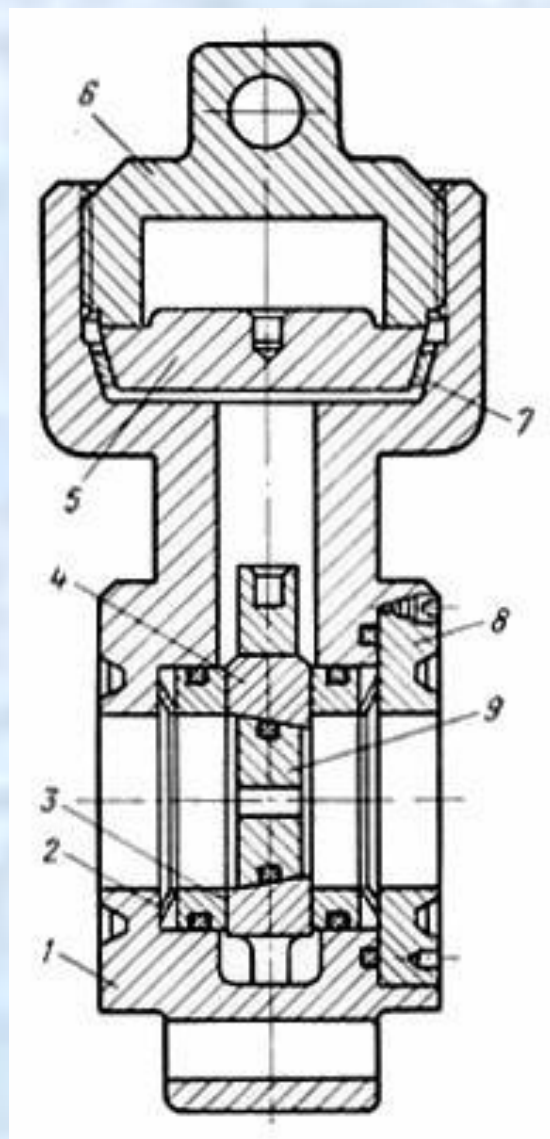
1. Катушка;
2. Металлическая прокладка;
3. Стальной корпус;
4. Втулка;
5. Патрубок.



Используется на скважинах, в продукции которых содержится песок. При смене втулок переводят фонтанную струю с рабочей линии на запасную открыванием и закрыванием соответствующих задвижек.

Устьевой штуцер ЩБА-50-700 быстросменный для фонтанной арматуры высокого давления

1. Корпус;
2. Тарельчатая пружина;
3. Боковое седло;
4. Обойма;
5. Крышка;
6. Нажимная гайка;
7. Прокладка;
8. Гайка боковая;
9. Штуцерная металлокерамическая втулка.



Регулируемый устьевой штуцер

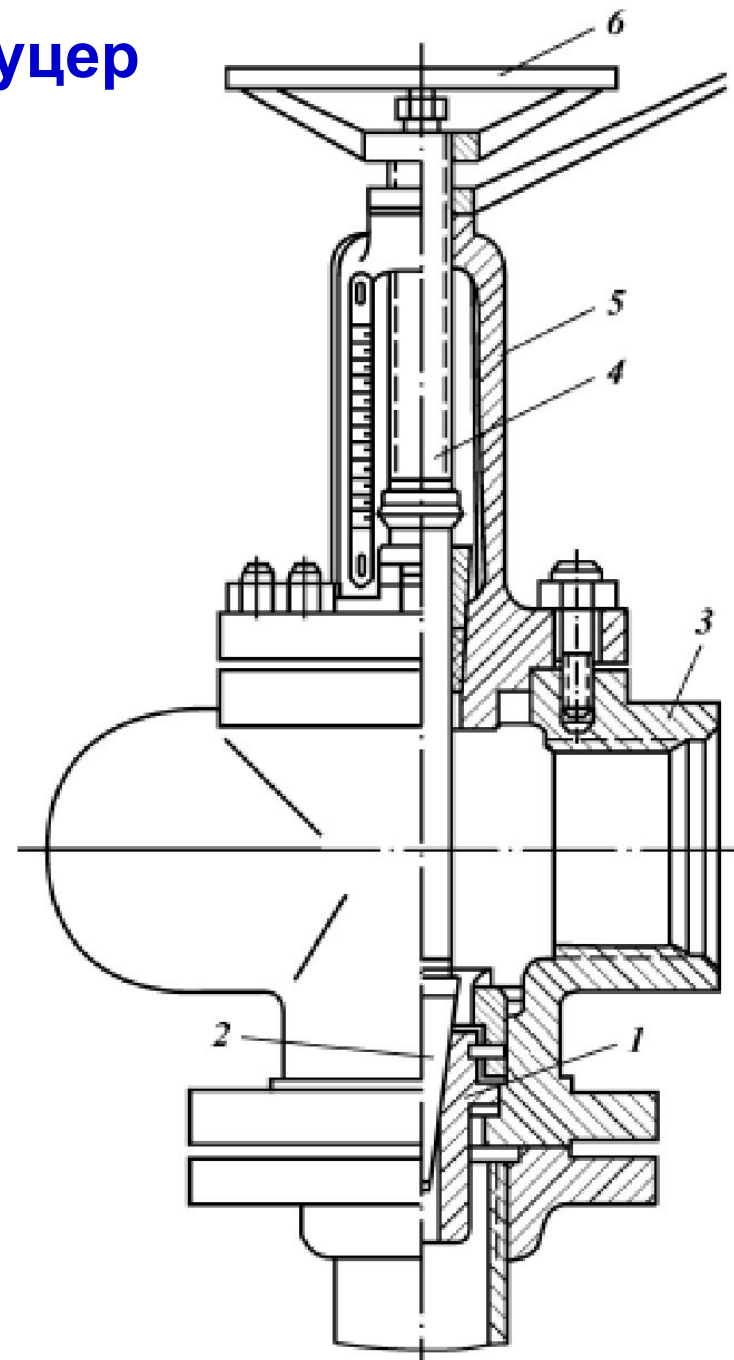
Предназначен для ступенчатого и бесступенчатого регулирования режима работы скважины.

Ступенчатое регулирование осуществляется с помощью устанавливаемых в гильзу насадок разного диаметра.

- 1. Сменная насадка;**
- 2. Игла-наконечник;**
- 3. Корпус;**
- 4. Шток;**
- 5. Стойка;**
- 6. Маховик.**

Применяются только в скважинах с малым содержанием песка в фонтанной продукции.

В таком штуцере фонтанная струя меняет своё направление на 90° . Для изменения проходного сечения применяется игла-наконечник.



Запорные устройства фонтанной арматуры

Для перекрытия проходных отверстий в фонтанной арматуре, устьевом оборудовании и трубопроводах применяются **запорные устройства** нескольких типов:

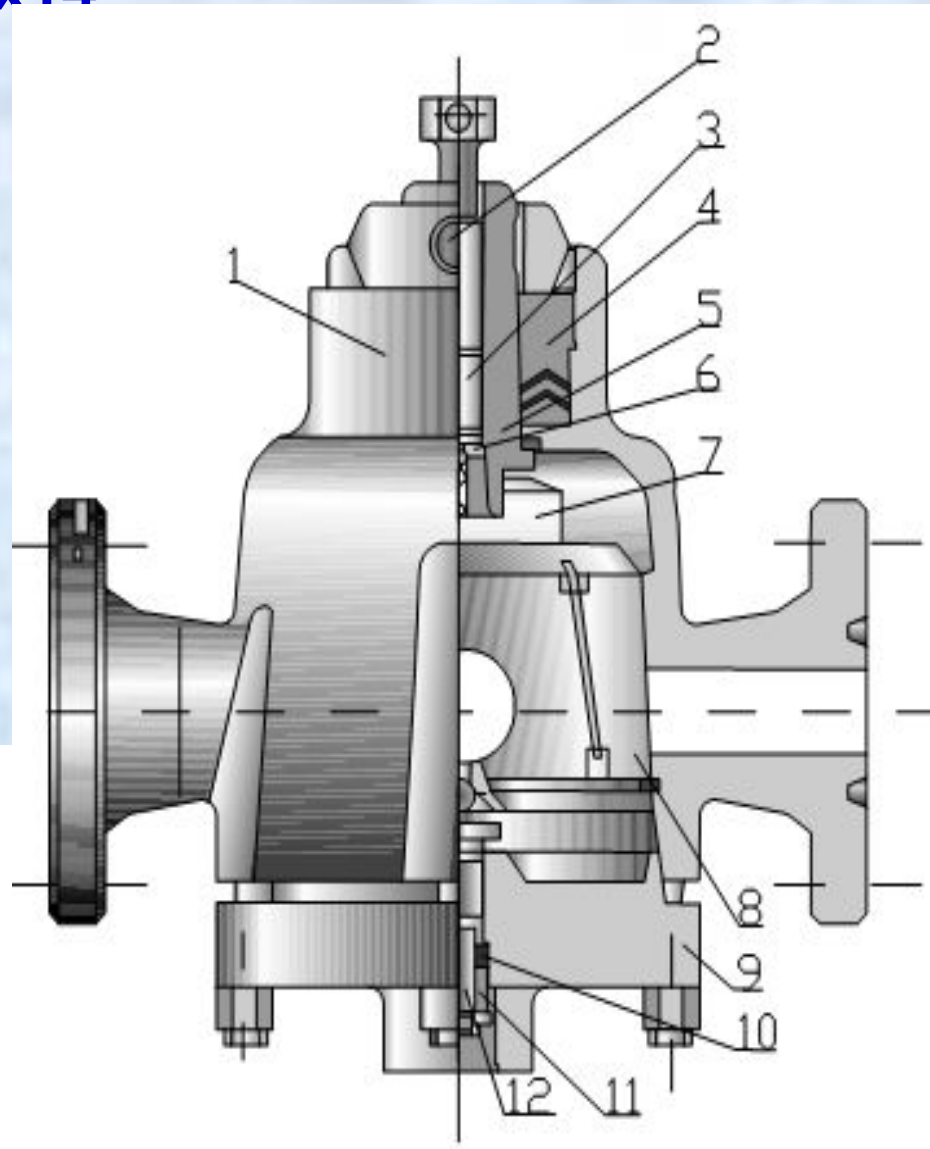
Пробковые
краны

Прямоточные
задвижки

Шаровые
краны

Пробковый кран со смазкой типа КППС - 65x14

1. Корпус;
2. Рукоятка;
3. Толкатель;
4. Грундбукса (11);
5. Шпindelь;
6. Втулка;
7. Кулачковая муфта;
8. Коническая пробка;
9. Крышка;
10. Манжеты;
12. Регулировочный винт.

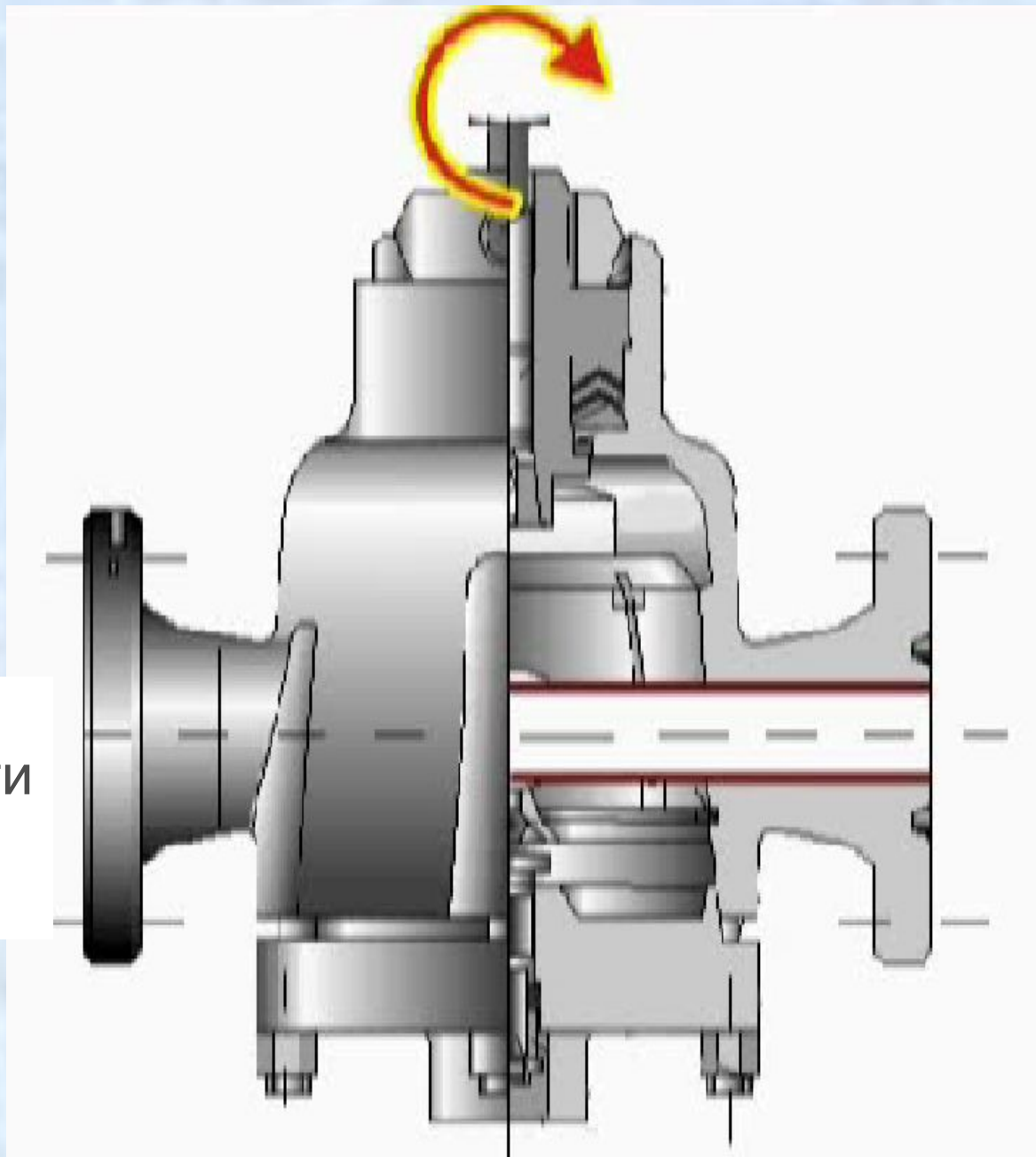


Регулировочный винт, позволяет регулировать рабочий зазор между уплотнительными поверхностями корпуса и пробки.

Уплотнение регулировочного винта осуществляется манжетами, с помощью грундбуксы. Краны наполняются смазкой «Арматол-238» через 150÷180 циклов работы.

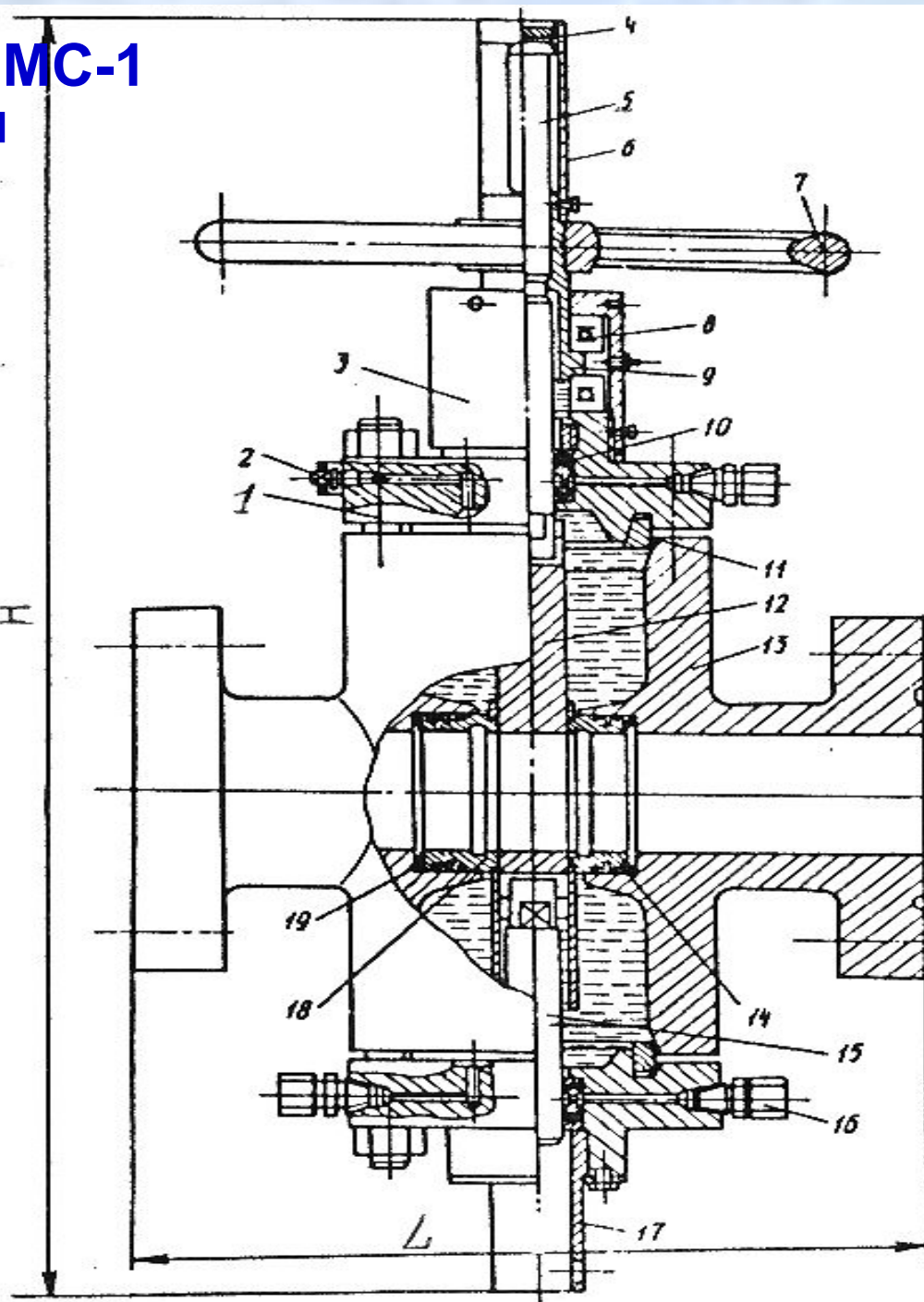
Управление
пробковым
краном
осуществляется
путем поворота
пробки рукояткой
до упора в выступ
горловины
корпуса

С целью повышения
коррозионной стойкости
пробка подвергается
сульфатации



Задвижка типов ЗМС и ЗМС-1 с ручным приводом

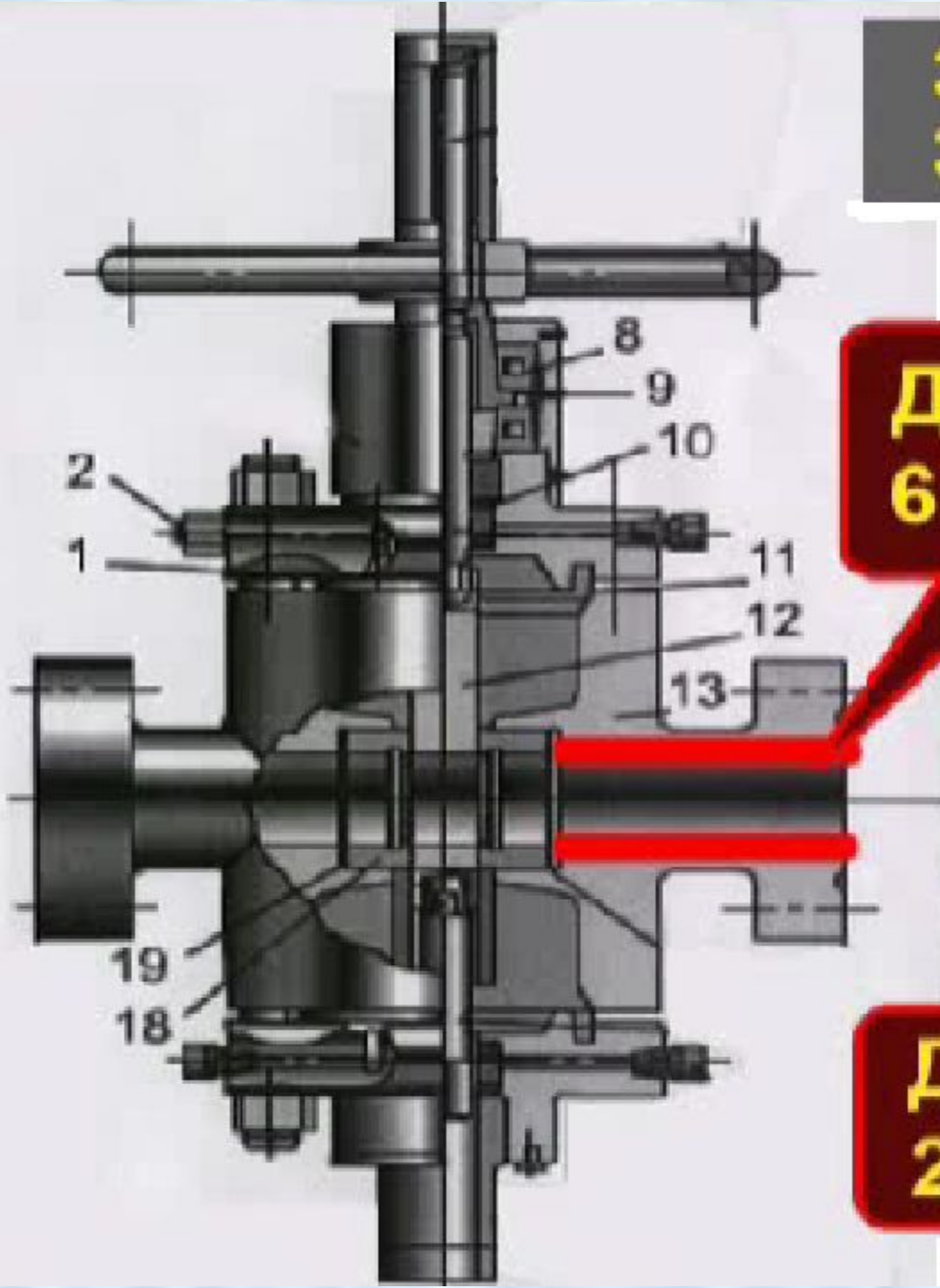
1. Крышка;
2. Разрядная пробка;
3. Крышка подшипников;
4. Регулирующая гайка;
5. Шпindelь;
6. Верхний кожух;
7. Маховик;
8. Упорный шарикоподшипник;
9. Ходовая гафка;
10. Узел сальника;
11. Прокладка;
12. Шибер;
13. Корпус;
14. Выходное седло;
15. Шток;
16. Нагнетательный клапан;
17. Нижний кожух;
18. Входное седло.



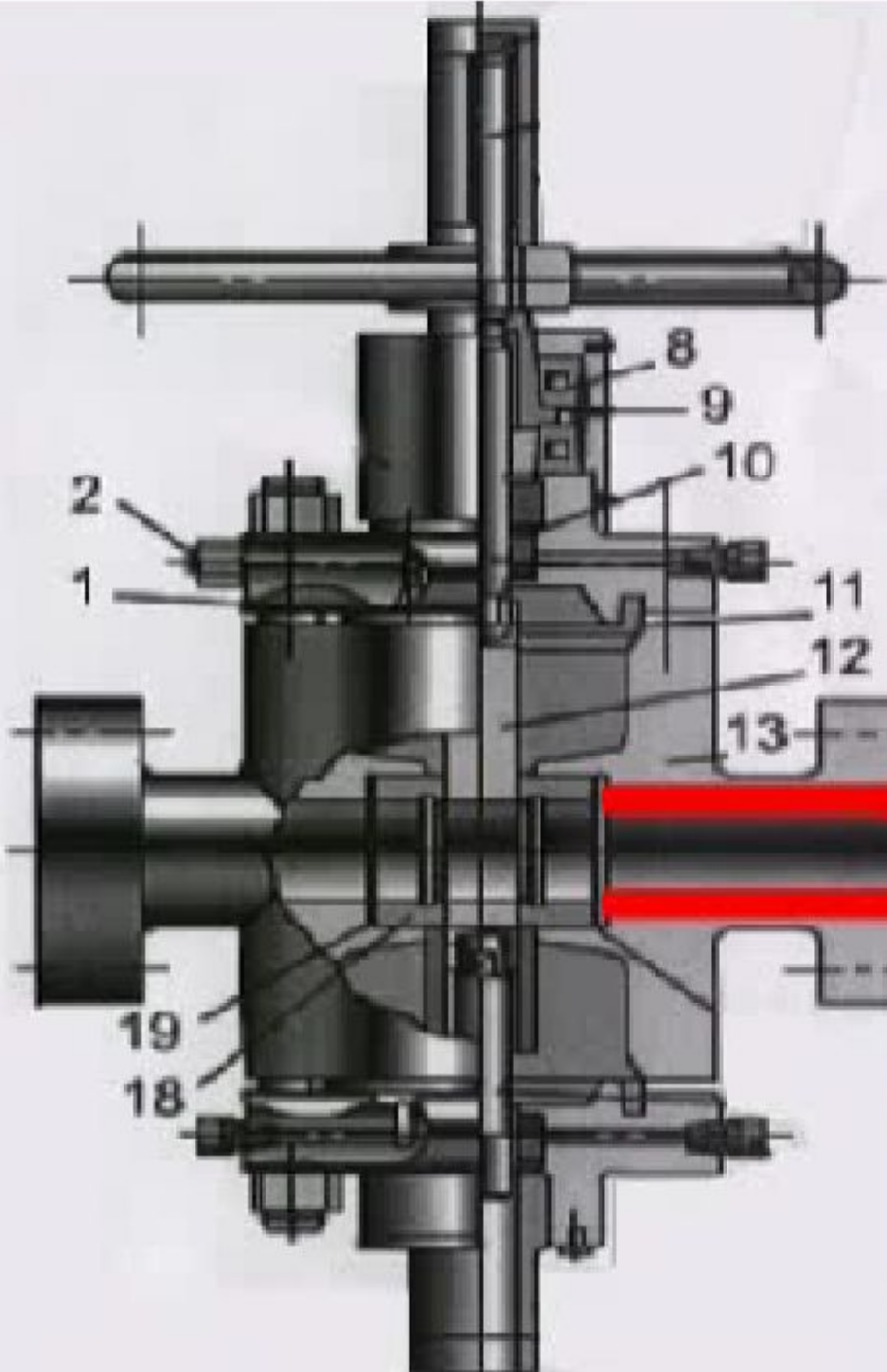
**ЗМС
ЗМС-1**

**Диаметр:
65, 80, 100, 150**

**Давление:
21, 35 МПа**



**ЗМС
ЗМС-1**



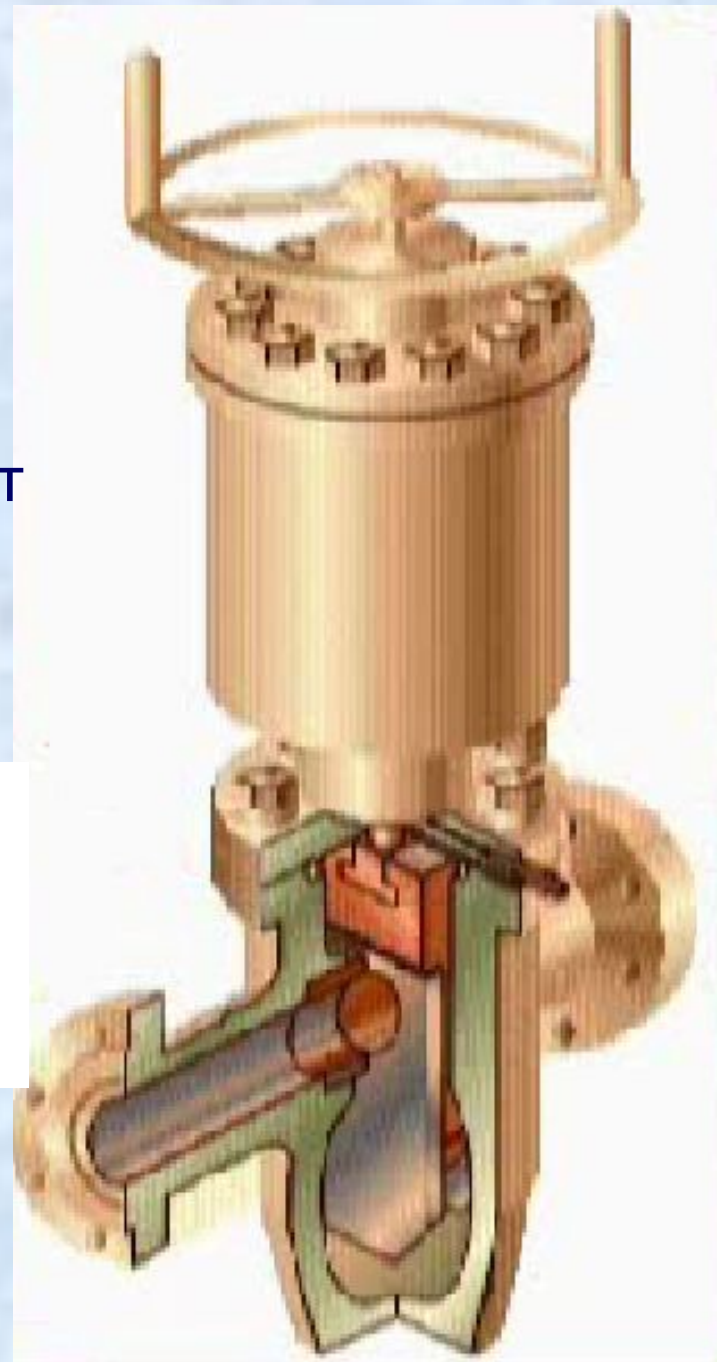
**Диаметр:
50, 100,**

**Давление:
70 МПа**

Задвижки с пневматическим приводом

Состоят из тех же узлов и деталей, что и задвижки с ручным приводом, только имеют пневматическую систему управления

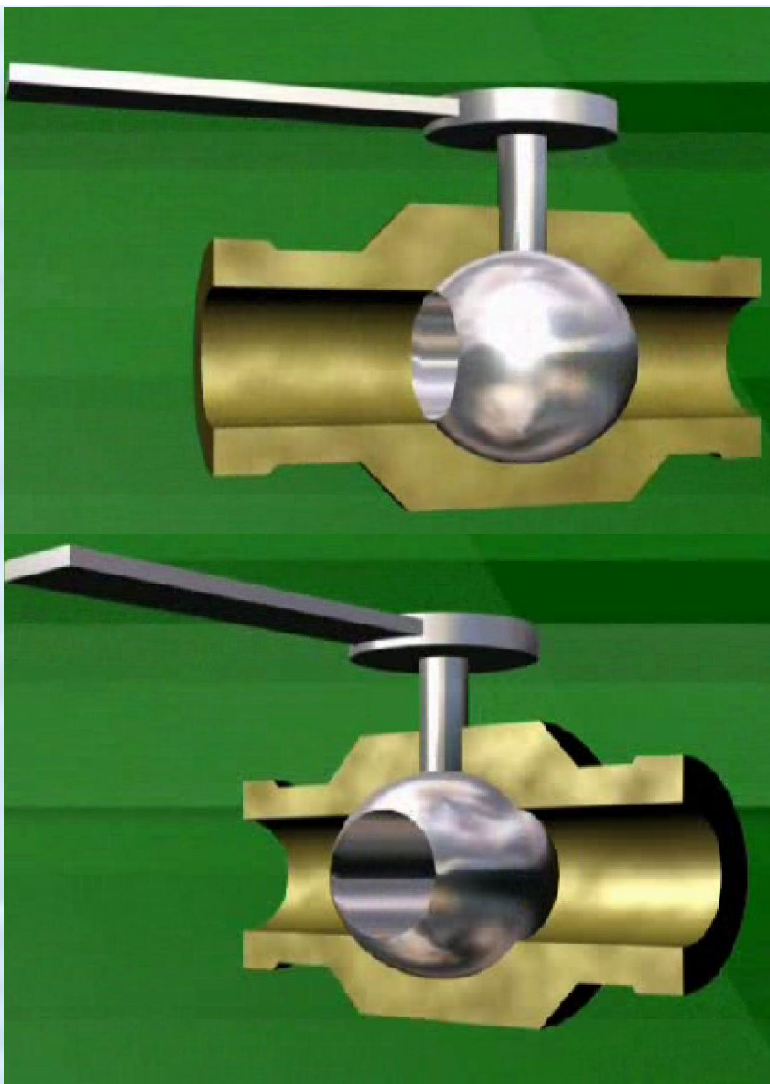
Управление осуществляется как принудительно, так и автоматически при срабатывании пневмопилота.



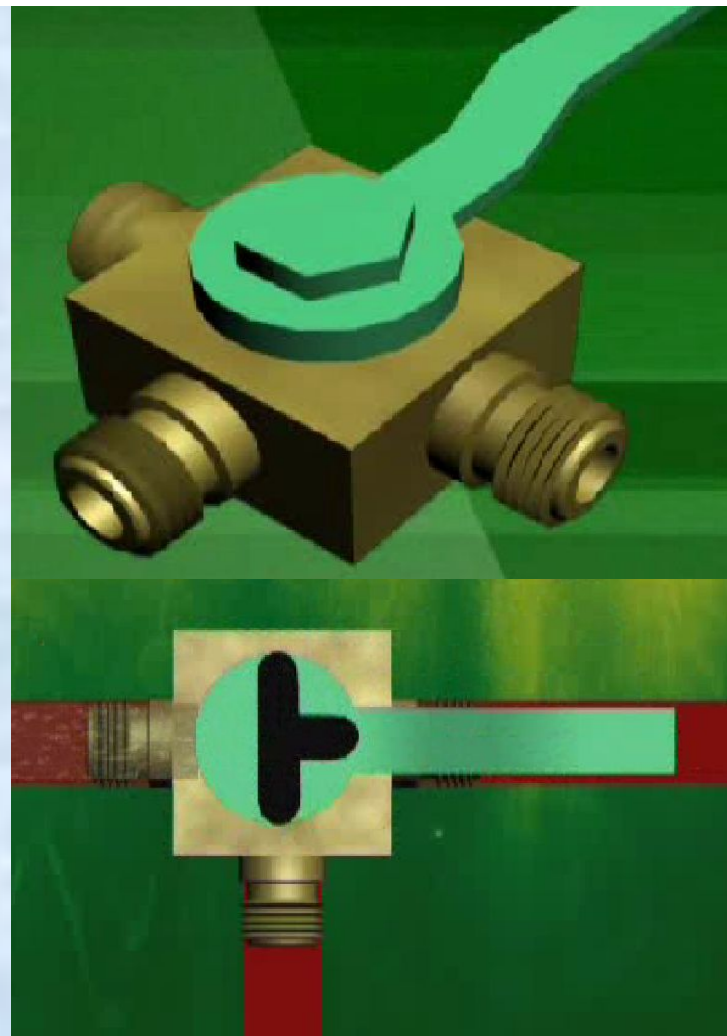
Шаровые краны

Применяются в качестве запорных устройств на технологических трубопроводах с давлением до 4-х МПа

Проходной – для перекрытия потока рабочей среды



Трехходовой – для распределения потока (подачи потока жидкости и газа в различных направлениях)



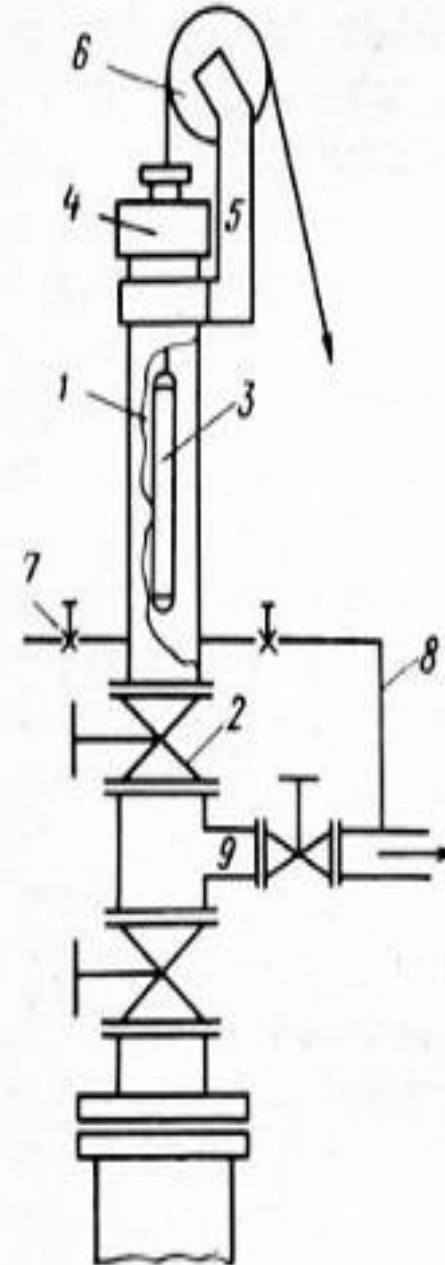
Устройства для спуска измерительных приборов в скважину



Измерительные приборы спускают в скважины на проволоке без остановки скважин. Поскольку на устьях всегда имеется давление, то измерительные приборы в действующую скважину вводят через **лубликатор**.

Лубликатор состоит из корпуса **1**, устанавливаемого на фланец буферной задвижки **2** арматуры устья скважины. Размеры корпуса должны позволять размещение в нем спускаемого прибора **3**. Лубликатор имеет спускной краник **7** и уравнительный отвод **8**.

Лубликатор устанавливают при закрытой задвижке **2** без нарушения режима работы фонтанной скважины, нефть из которой поступает непрерывно в боковой отвод **9**. Перед спуском прибора в скважину отворачивается сальниковая крышка **4**, через которую продергивается кабель или проволока.



Осложнения в работе фонтанных скважин и их предупреждение

(наиболее типичные и наиболее опасные по своим последствиям осложнения)

- Открытое нерегулируемое фонтанирование в результате нарушений герметичности устьевого арматуры.

Для предупреждения нерегулируемого фонтанирования арматура всегда опрессовывается на двукратное испытательное давление.

В последнее время были разработаны и нашли применение различные отсекатели, спускаемые в скважину на некоторую глубину или даже под башмак колонны фонтанных труб.

- Пульсация при фонтанировании, могущая привести к преждевременной остановке скважины.
- Образование асфальто-смолистых и парафиновых отложений на внутренних стенках НКТ и в выкидных линиях.
- Образование песчаных пробок на забое и в самих НКТ при эксплуатации неустойчивых пластов, склонных к пескопроявлению.
- Отложения солей на забое скважины и внутри НКТ.

Оборудование для предупреждения открытого нерегулируемого фонтанирования

Для предупреждения открытых фонтанов при эксплуатации фонтанных скважин применяются комплексы типа КУСА и КУСА-Э.

Основные элементы комплексов:

- пакер;
- скважинный клапан-отсекатель, устанавливаемый внутрь НКТ на глубине до 200 м;
- наземная станция управления.

Управление клапаном-отсекателем может быть пневматическим (тип КУСА) или электрогидравлическим (типа КУСА-Э).

Комплексы могут обслуживать от одной до восьми скважин в случае разгерметизации устья, при отклонении от заданных параметров (давления, дебита) работы скважин.



После прекращения фонтанирования из-за нехватки пластовой энергии переходят на **механизированные способы** эксплуатации скважин, при которых вводят **дополнительную энергию извне** (с поверхности).

Механическая энергия насосов

Глубинно-насосные способы эксплуатации скважин

Энергия сжатого газа

Газлифтный способ эксплуатации скважин