

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
“Национальный исследовательский Томский политехнический  
университет”

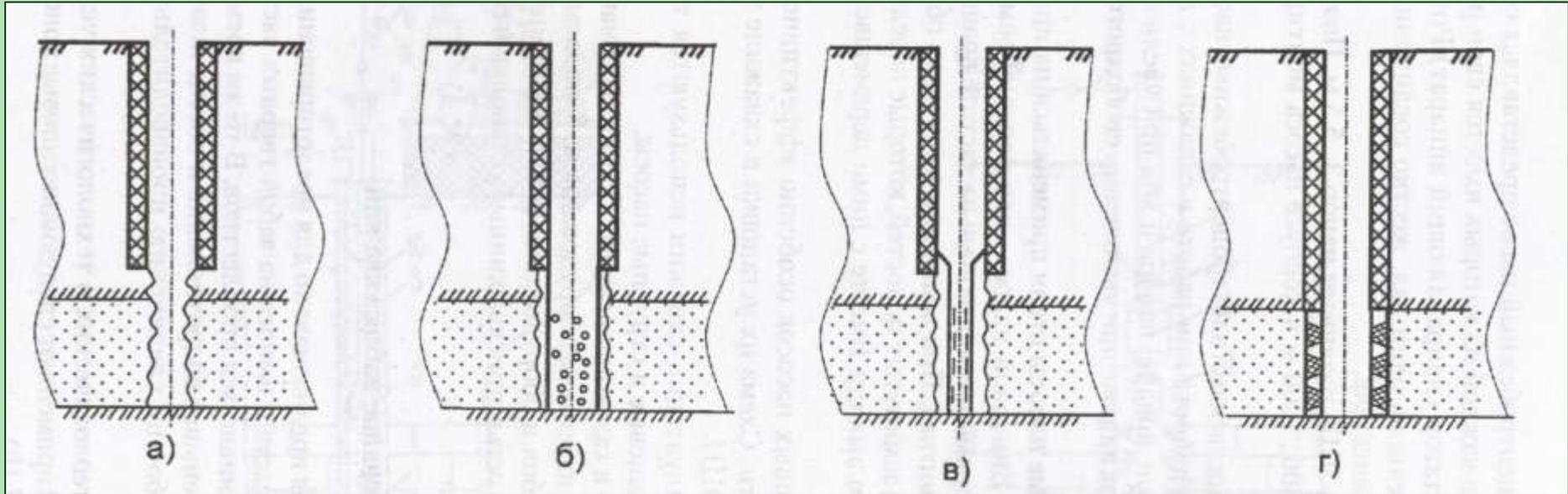
# ОСНОВЫ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВОГО ДЕЛА

Модуль 3.

Лекция 3. Фонтанная  
эксплуатация скважин

*Разработчики: доц. каф. ТХНГ ИПР Шадрин А.В., доц. каф. ТХНГ ИПР Крец В.Г.*

# Конструкции оборудования забоя скважины



- а) – открытый забой;
- б) – забой, перекрытый хвостовиком колонны, перфорированным перед его спуском;
- в) – забой, оборудованный фильтром;
- г) – перфорированный забой.

# Перфорация обсадной колонны

## Щелевая перфорация НЕККО

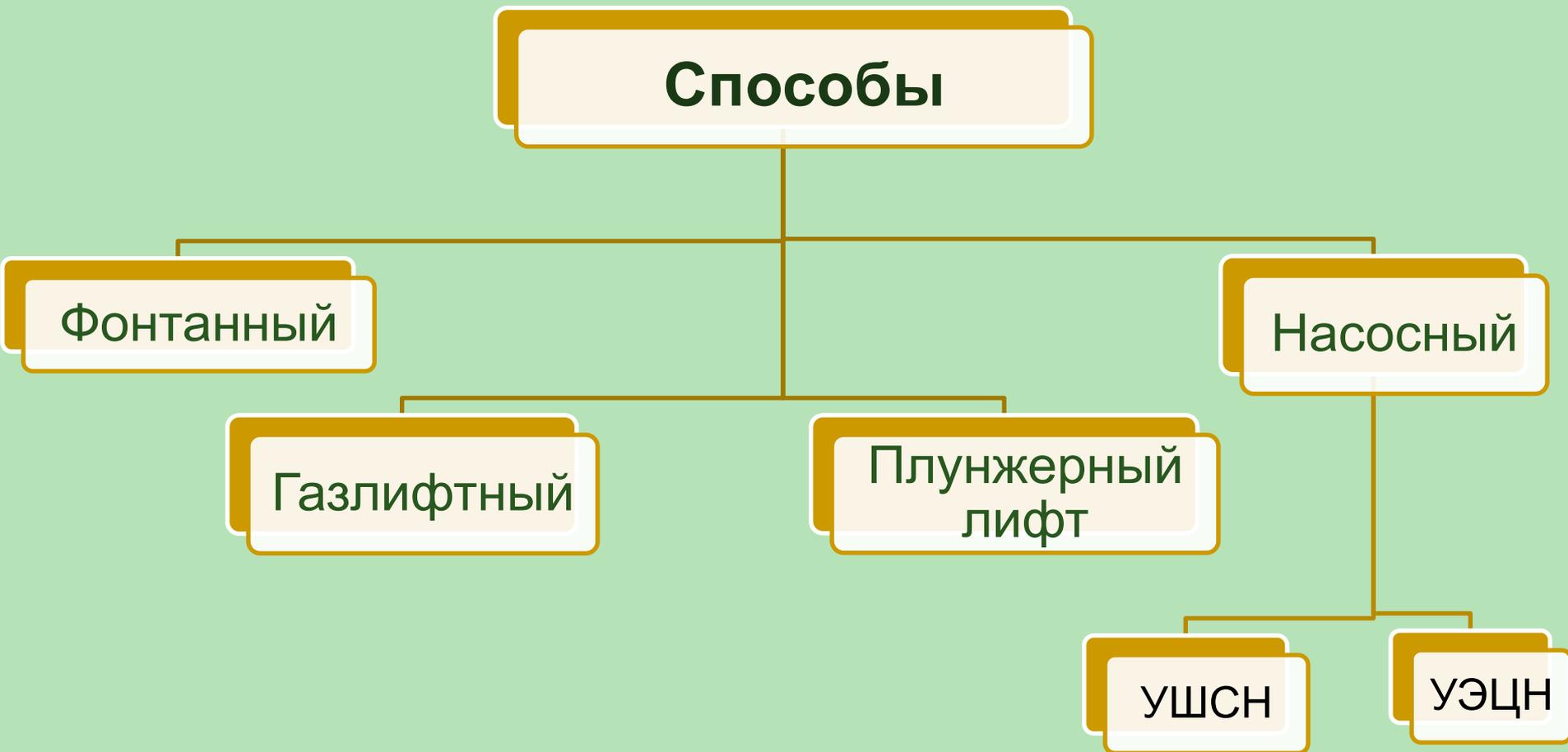


Внутри

Снаружи



# Способы эксплуатации скважин



# Фонтанная эксплуатация скважин

Если давление столба жидкости, заполняющей скважину до устья, меньше пластового, то скважина будет переливать на поверхность, т.е. будет **фонтанировать**.

## Энергетический баланс:

$$W_1 + W_2 + W_3 = W_{\text{п}} + W_{\text{и}},$$

где  $W_1$  – энергия на подъем жидкости и газа с забоя до устья скважины;

$W_2$  – энергия, расходуемая газожидкостной смесью при движении через устьевое оборудование;

$W_3$  – энергия, уносимая струей жидкости и газа за предел устья скважины;

если  $W_{\text{и}} = 0$ , то эксплуатация называется **фонтанной**;

при  $W_{\text{и}} \neq 0$  эксплуатация называется **механизированной добычей нефти**.

# Условие фонтанирования скважины

$$P_{\text{пл}} > \rho \cdot g \cdot h,$$

где  $P_{\text{пл}}$  – гидростатическое давление пласта, МПа;  
 $\rho$  – плотность гидростатического столба жидкости,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  
 $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;  
 $h$  – высота столба жидкости, м.

# Оборудование фонтанной скважины



# Насосно-компрессорные трубы (НКТ)



Согласно **ГОСТ 633-80** предусмотрены следующие условные размеры (по внешнему диаметру): **27, 33, 42, 48, 60, 73, 89, 102** и **114** мм с толщиной стенок от **3** до **7** мм. Длина труб **5÷10** м. Трубы бесшовные, из сталей с высокими механическими свойствами, на обоих концах резьба, соединяются между собой муфтами.

# Применяемые типы НКТ

Отечественные НКТ изготавливают 4 типов.

НКТ могут быть изготовлены из:

- ✓ стали;
- ✓ алюминиевого сплава марки Д16;
- ✓ фибerglassовые трубы (неметаллические);
- ✓ безрезьбовые (гибкие) НКТ на барабанах длиной до 6000 м.



# Пакеры

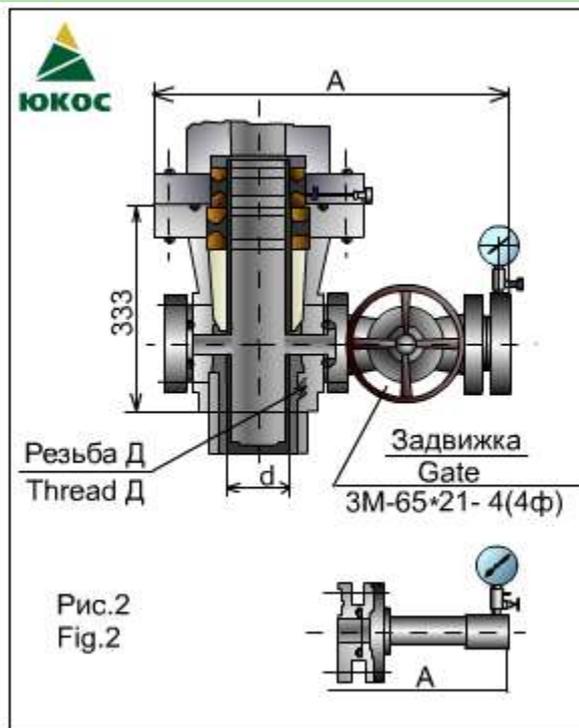
Применяется при освоении, эксплуатации и ремонте нефтяных и газовых скважин в процессе проведения в них различных технологических операций (в обсадных колоннах диаметром 140, 146 и 168 мм). Пакер спускается на лифтовых трубах.

Посадка разбуриваемого пакера основана на расширении алюминиевого патрубка конусом, приводимым в движение гидроприводом. После спуска пакера в заданный интервал через лифтовые трубы под давлением 12—18 МПа закачивается жидкость, за счёт чего гидропривод тянет шток, который перемещает конус, расширяя алюминиевый патрубок и плотно прижимая уплотнительные элементы к стенкам обсадной колонны, что обеспечивает герметичность пакера и его фиксацию.



# Колонная головка (обвязка)

**Колонная головка** предназначена для соединения верхних концов обсадных колонн (кондуктора, технических и эксплуатационных труб), герметизации межтрубных пространств и служит опорой для фонтанной арматуры.



**ОКК2 – 350 – 168 × 245 × 324 К2** (обозначение оборудования обвязки колонн с клиньевой подвеской двух колонн, рассчитанное на рабочее давление 350 атм, диаметром эксплуатационной колонны 168 мм, диаметром промежуточной колонны 245 мм и кондуктора 324 мм для сред, содержащих  $H_2$  и  $CO_2$  до 6 %).

# Фонтанная арматура



**Схема фонтанной арматуры:**

1 – трубная головка;

2 – фонтанная елка

**Фонтанная арматура** служит

для:

- герметизации устья скважины;
- направления движения газожидкостной смеси в выкидную линию;
- регулирования и контроля режима работы скважины созданием противодействия на забое.

# Оборудование фонтанной скважины

Фонтанная  
елка

Буферная  
задвижка

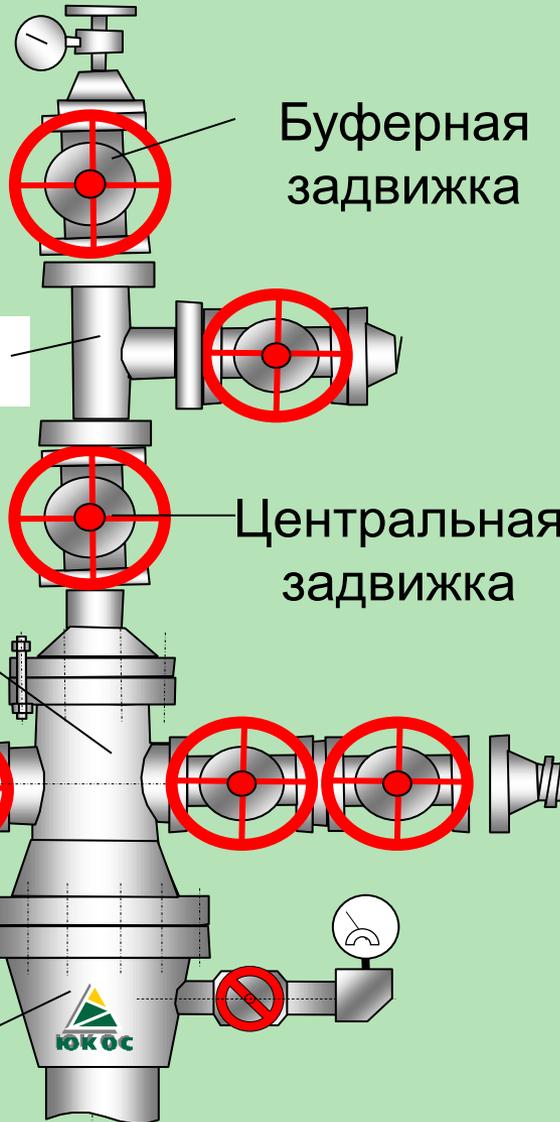
Тройник

Трубная  
головка

Центральная  
задвижка

Трубная  
обвязка

Колонная  
головка



**Фонтанная арматура включает:**

- трубную головку;
- фонтанную елку.

Трубную головку устанавливают на колонную головку.

**Трубная головка включает:**

- крестовину;
- переводную катушку.

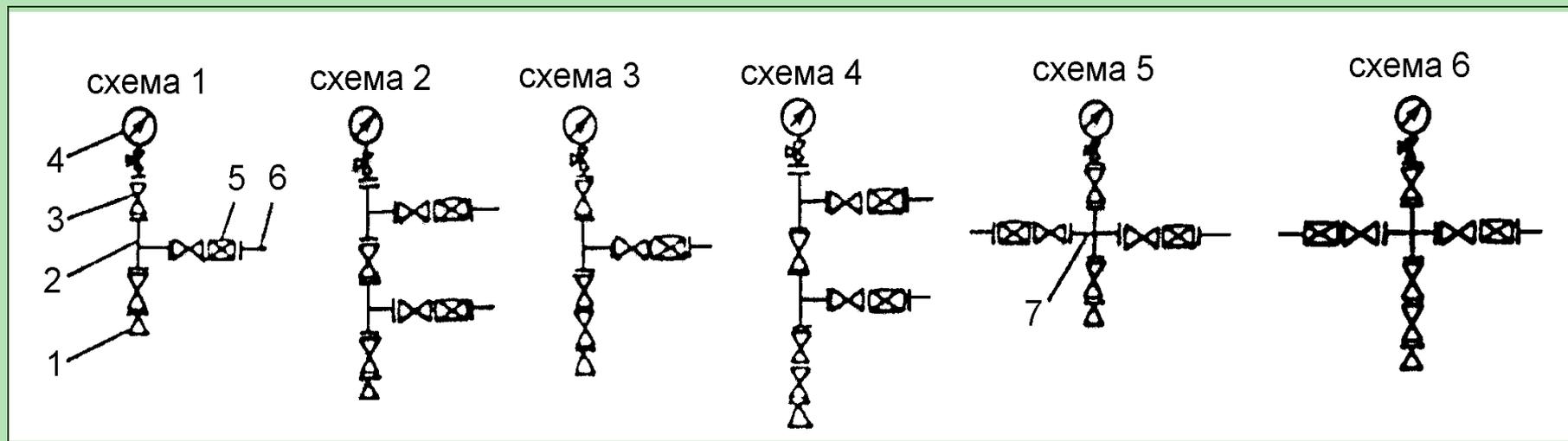
На крестовике трубной головки ставят запорные задвижки.

# Схемы трубных обвязок фонтанной арматуры



1 – ответный фланец; 2 – запорное устройство; 3 – трубная головка;  
4 – манометр с запорно-разрядным устройством

# Типовые схемы фонтанной елки



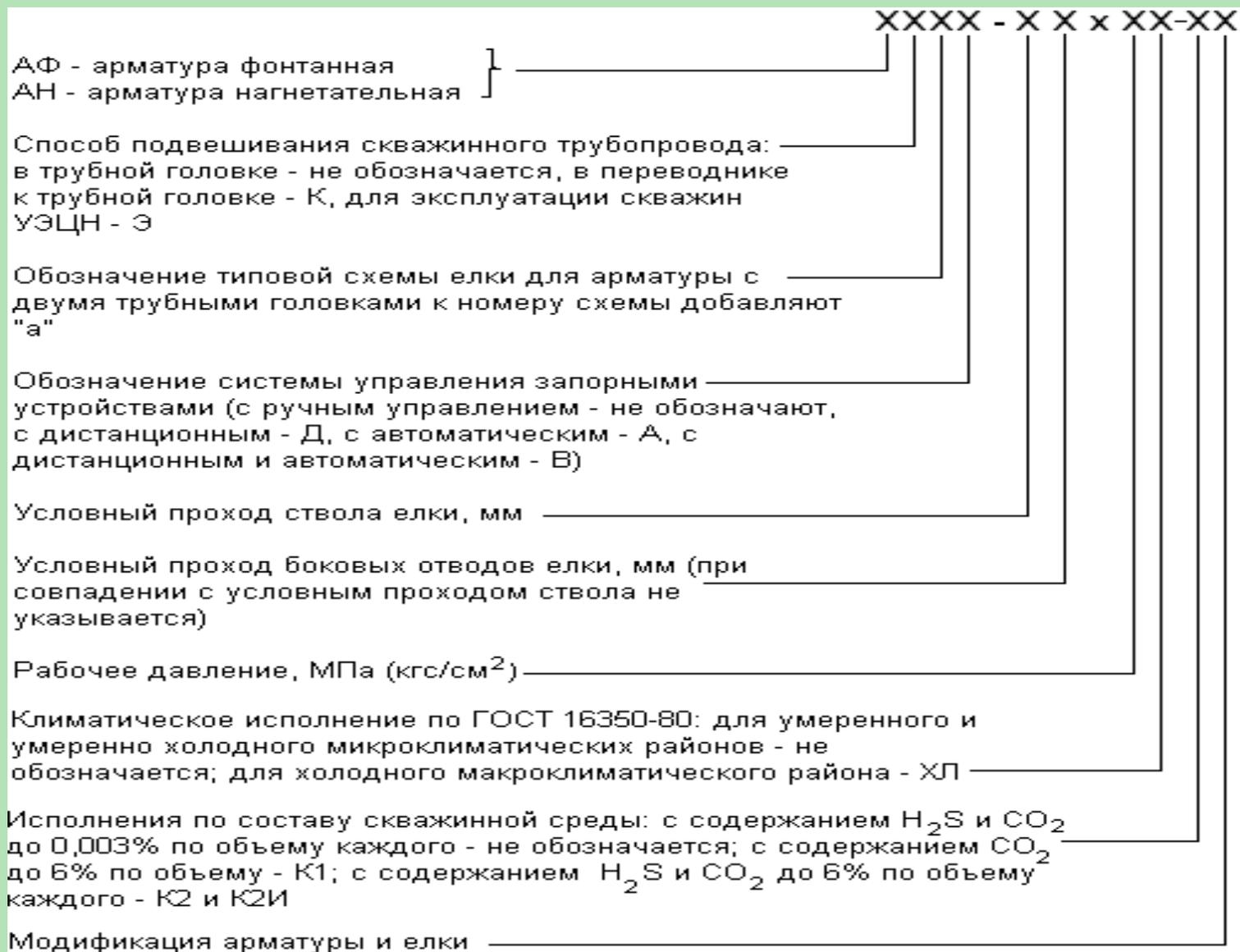
**тройниковые** – схемы 1, 2, 3, 4;

**крестовые** – схемы 5 и 6

(1 – переводник к трубной головке; 2 – тройник; 3 – запорное устройство; 4 – манометр с запорно-разрядным устройством; 5 – дроссель; 6 – ответный фланец; 7 – крестовина)

# Шифр фонтанной арматуры

Пример: АФК6В-80/50×70×ХЛ-К2а



# Параметры фонтанной арматуры

Фонтанная арматура выпускается (ГОСТ 13846-89):  
на рабочее давление – 7, 14, 21, 35, 70, 105 и 140 МПа,  
сечением ствола от 50 до 150 мм,  
по числу спускаемых в скважину рядов труб – однорядная и двухрядная и оборудована задвижками или кранами.

## Манифольд

Манифольд – система труб и отводов с задвижками или кранами – служит для соединения фонтанной арматуры с трубопроводом, по которому продукция скважины поступает на групповую замерную установку (ГЗУ).

# Оборудование для предупреждения открытых фонтанов

## КОМПЛЕКСЫ ТИПА КУСА И КУСА-Э

Элементы комплексов:

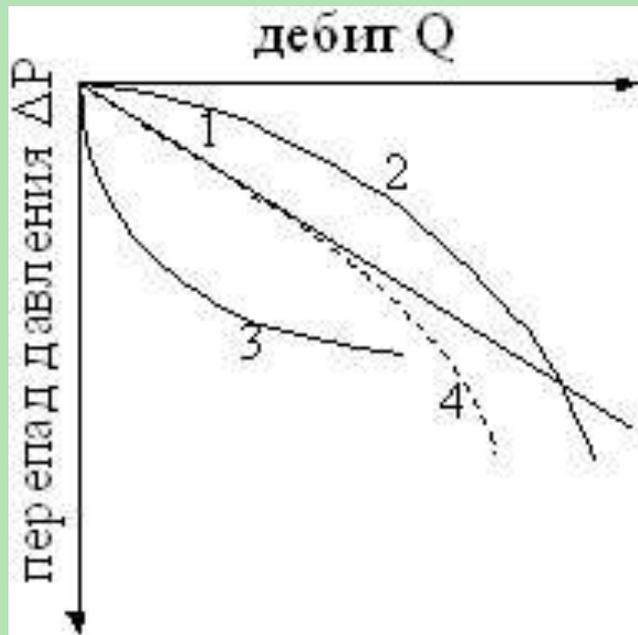
- ✓ пакер;
- ✓ скважинный клапан-отсекатель, устанавливаемый внутрь НКТ на глубине до 200 м;
- ✓ наземная станция управления.

Управление клапаном-отсекателем может быть пневмо- (тип КУСА) или электрогидравлическим (типа КУСА-Э). Клапан-отсекатель (также и задвижка арматуры) может быть закрыт со станции управления принудительным путем или дистанционно с пульта диспетчера, связанного со станцией управления посредством промышленной телемеханики. Имеются еще автоматические клапаны-отсекатели.

Запорным органом служит хлопушка или шар.

# Исследование фонтанных скважин

## индикаторная диаграмма



$$\Delta P = P_{\text{пл}} - P_{\text{заб}}$$

$$Q = K(P_{\text{пл}} - P_{\text{заб}})^n$$

$$Q = K(P_{\text{пл}} - P_{\text{заб}}) \quad \text{— линейный закон фильтрации}$$

**Коэффициентом продуктивности  $K$**  добывающей скважины называется отношение ее дебита к перепаду (депрессии) между пластовым и забойным давлениями, соответствующими этому дебиту:

$$K = \frac{Q}{P_{\text{пл}} - P_{\text{заб}}} = \frac{Q}{\Delta P}$$