



РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ГАЗА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)  
ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА

---

---

# ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Ст. преподаватель

**ПОБЕРЕЖСКИЙ ЯРОСЛАВ СЕРГЕЕВИЧ**

## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

Особенности конструкции и оборудования газовых скважин по сравнению с нефтяными, в частности с фонтанными скважинами, обусловлены отличиями свойств газа и нефти.

Давление газа на устье газовой скважины всего на 5—10% меньше забойного давления или пластового давления в остановленной скважине. При истощении залежи или при особых условиях (открытый газовый фонтан, перекрытие ствола скважинным клапаном-отсекателем) устьевое давление приближается к атмосферному давлению. Значит, на обсадные трубы создаются большие давления и их перепады при наличии температурных напряжений.

В случае малейшей негерметичности обсадной колонны вследствие малой вязкости газ проникает в вышележащие пласты, что может привести к загазованности территорий, образованию грифонов и создать взрывоопасные условия.

## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

Кроме того, агрессивные компоненты не должны вызывать снижение прочности обсадных колонн и газопромыслового оборудования. Вследствие больших скоростей газа повышается опасность эрозии оборудования в газовом потоке.

Поэтому подбирают соответствующие материалы обсадных колонн, повышают герметичность труб применением уплотнительных смазок для резьб или сварных соединений, цементируют трубы по возможности на большую высоту (до устья) и др.

Герметичность колонн обсадных труб достигается различными способами: применением резьбовых соединений на концах труб и муфтах со специальной трапецеидальной формой поперечного сечения с тефлоновыми уплотнительными кольцами, использованием фторопластовой уплотнительной ленты, герметизирующих уплотнительных составов для муфтовых соединений.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

Герметичность заколонного пространства скважин обеспечивается применением цемента определенных марок, дающих газонепроницаемый, трещиностойкий цементный камень.

Конструкцией скважины называют сочетание нескольких колонн обсадных труб различной длины и диаметра, спускаемых концентрично одна внутри другой в скважину.

Колонны обсадных труб скрепляются с породами геологического разреза цементным камнем, поднимаемым за трубами на определенную высоту.

Конструкция скважины должна обеспечивать: доведение скважины до проектной глубины; осуществление заданных способов вскрытия продуктивных горизонтов и методов их эксплуатации; предотвращение осложнений в процессе бурения и эксплуатации; ремонт скважины; выполнение исследовательских работ; минимум затрат на строительство скважины, как законченного объекта в целом.

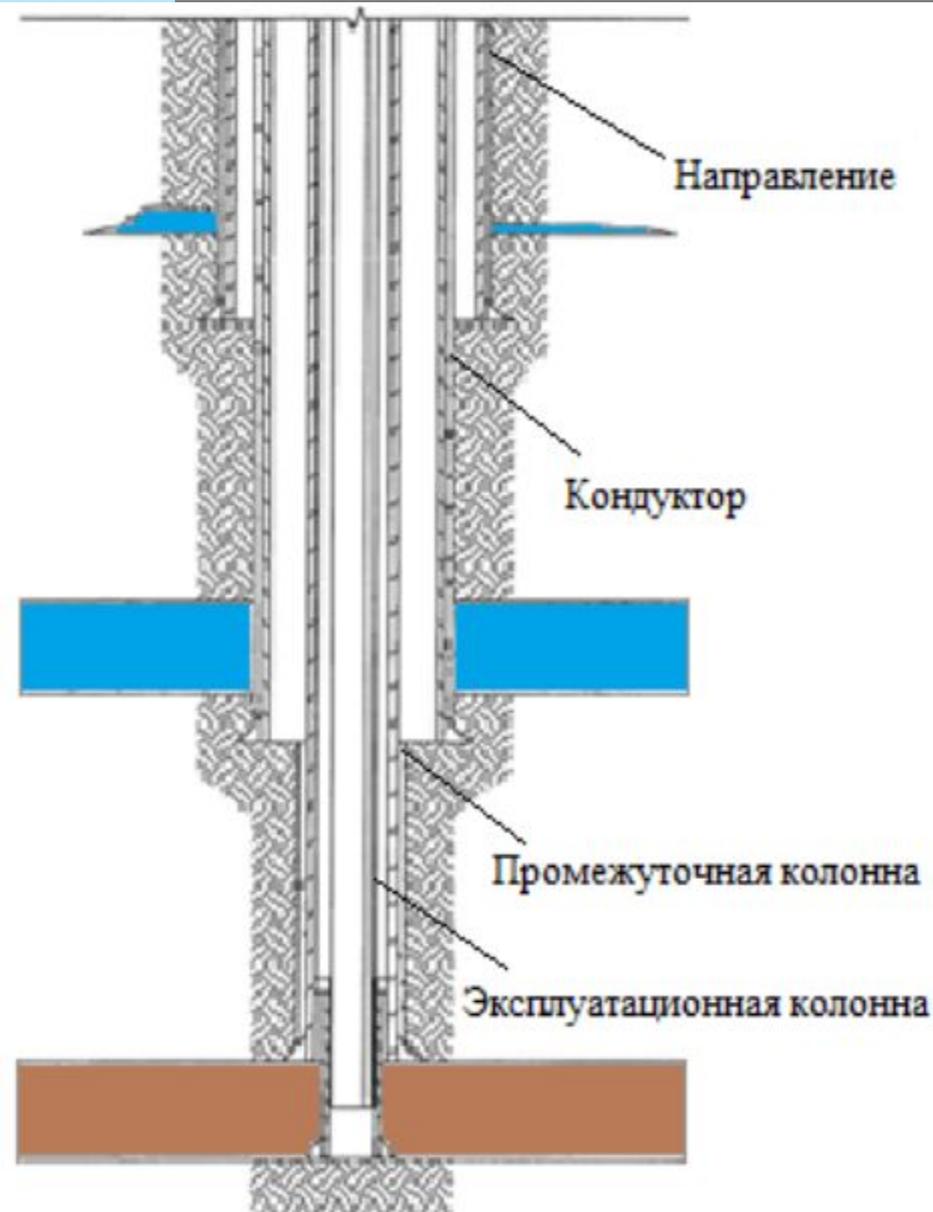
## **КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

---

---

Конструкция добывающих газовых скважин зависит от многих факторов, в частности от пластового давления и отношения его к гидростатическому, геологических условий бурения, геолого-физических параметров пласта, физических свойств пластового флюида, разности давлений между пластами, технологических условий эксплуатации скважин, режима эксплуатации пласта, экономических соображений.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

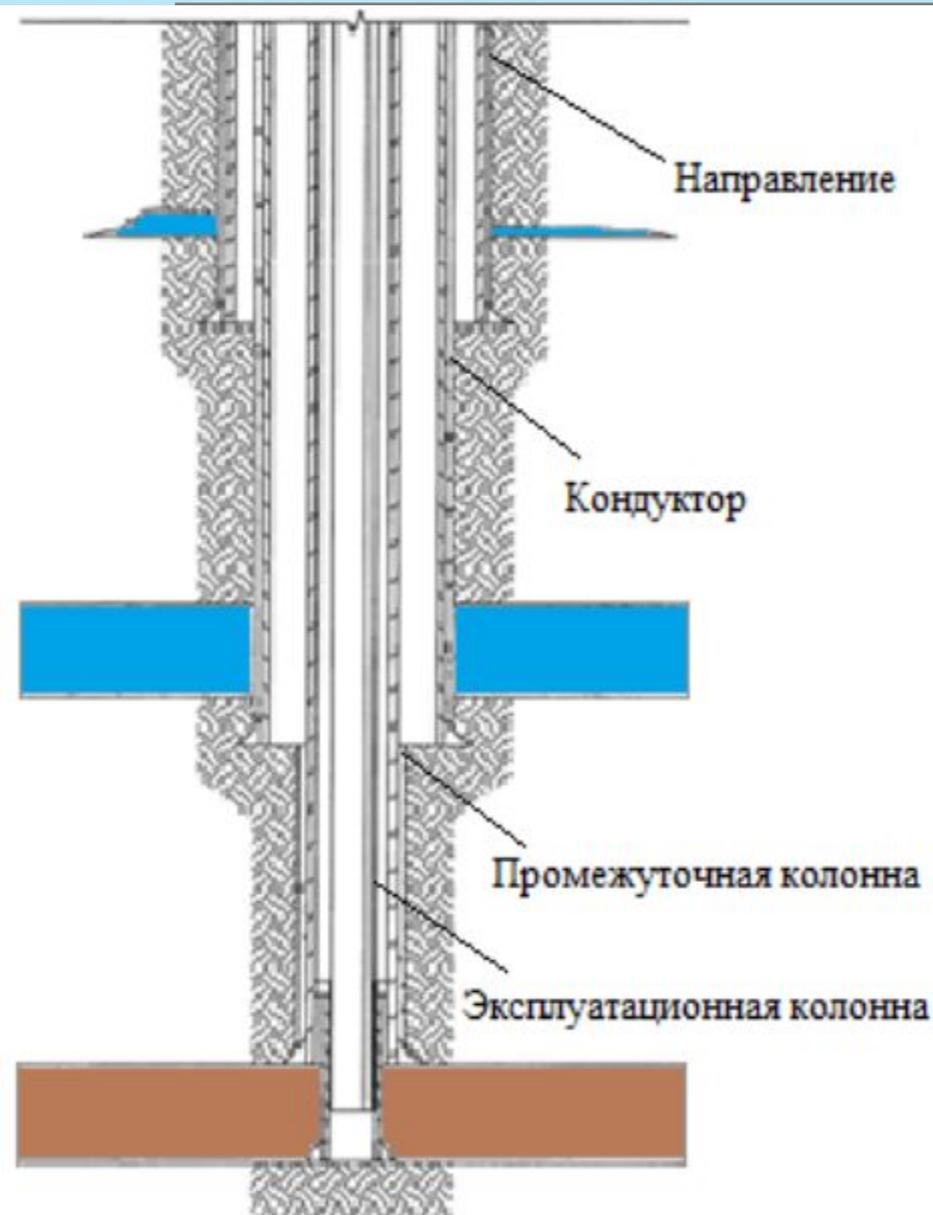


Первую обсадную колонну, опускаемую в скважину, называют **направлением**.

Направление предохраняет от размыва промывочным раствором рыхлых пород вблизи устья скважины на глубине 8—12 м.

**Кондуктор** — второй ряд обсадных труб — перекрывает и изолирует до глубин 50-400 м трещиноватые и кавернозные пласты, которые всегда встречаются в верхней части разреза скважины и осложняют бурение, если их не перекрыть.

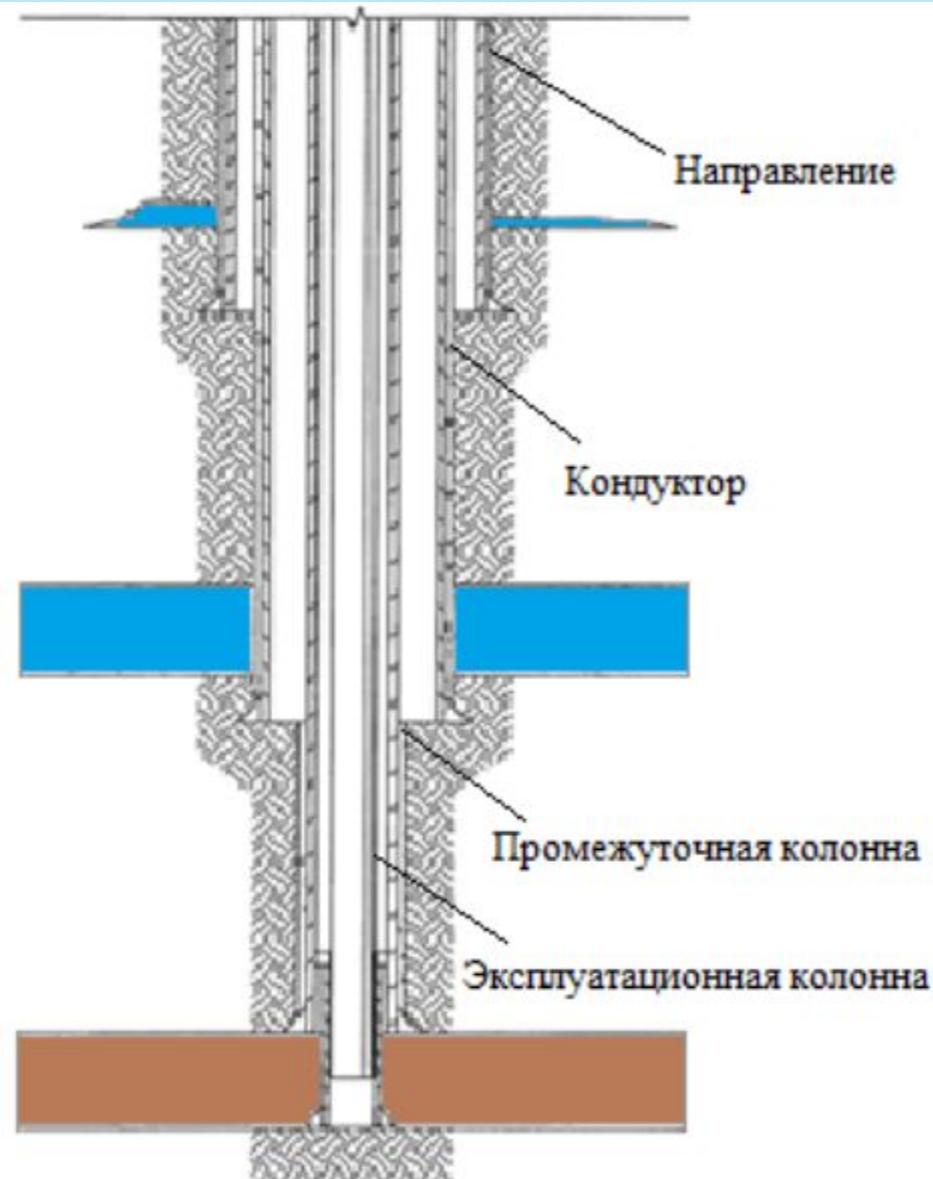
## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН



**Техническая или промежуточная колонна** опускается и цементируется только в тех случаях, когда пласты, пройденные долотом, поглощают промывочную жидкость, обваливаются или из них поступает много жидкости или газа в скважину.

Спуск и цементирование такой колонны необходим для успешного бурения, но не для эксплуатации скважины.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН



Эксплуатационная (обсадная) колонна предназначена для эксплуатации скважин. Газ, как правило, двигается из пласта по фонтанной колонне, опускаемой внутри эксплуатационной. Диаметр эксплуатационной колонны должен обеспечить также спуск оборудования ствола скважины, проведение исследовательских, ремонтных и работ других видов.

## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

К конструкции газовых скважин предъявляются особые требования. Скважины должны быть герметичными, долговечными, надежными в эксплуатации, недорогими.

Герметичность главное требование к конструкции скважины. Пропуски газа через цементное кольцо или обсадные колонны приводят к перетокам в вышележащие пласты и к выходу на поверхность (грифоны). При этом возникает опасность взрывов, пожаров, открытого фонтанирования. Для герметизации резьбовых соединений обсадных труб применяют специальные смазки, тефлоновые и фторопластовые уплотнения, сварные соединения и т. д. Цементирование проводят цементами таких марок, которые образуют газонепроницаемый, трещинностойкий и коррозионностойкий цементный камень. Герметичность эксплуатационной колонны до вскрытия пласта проверяют закачкой в нее воды или воздуха при повышенных давлениях.

## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

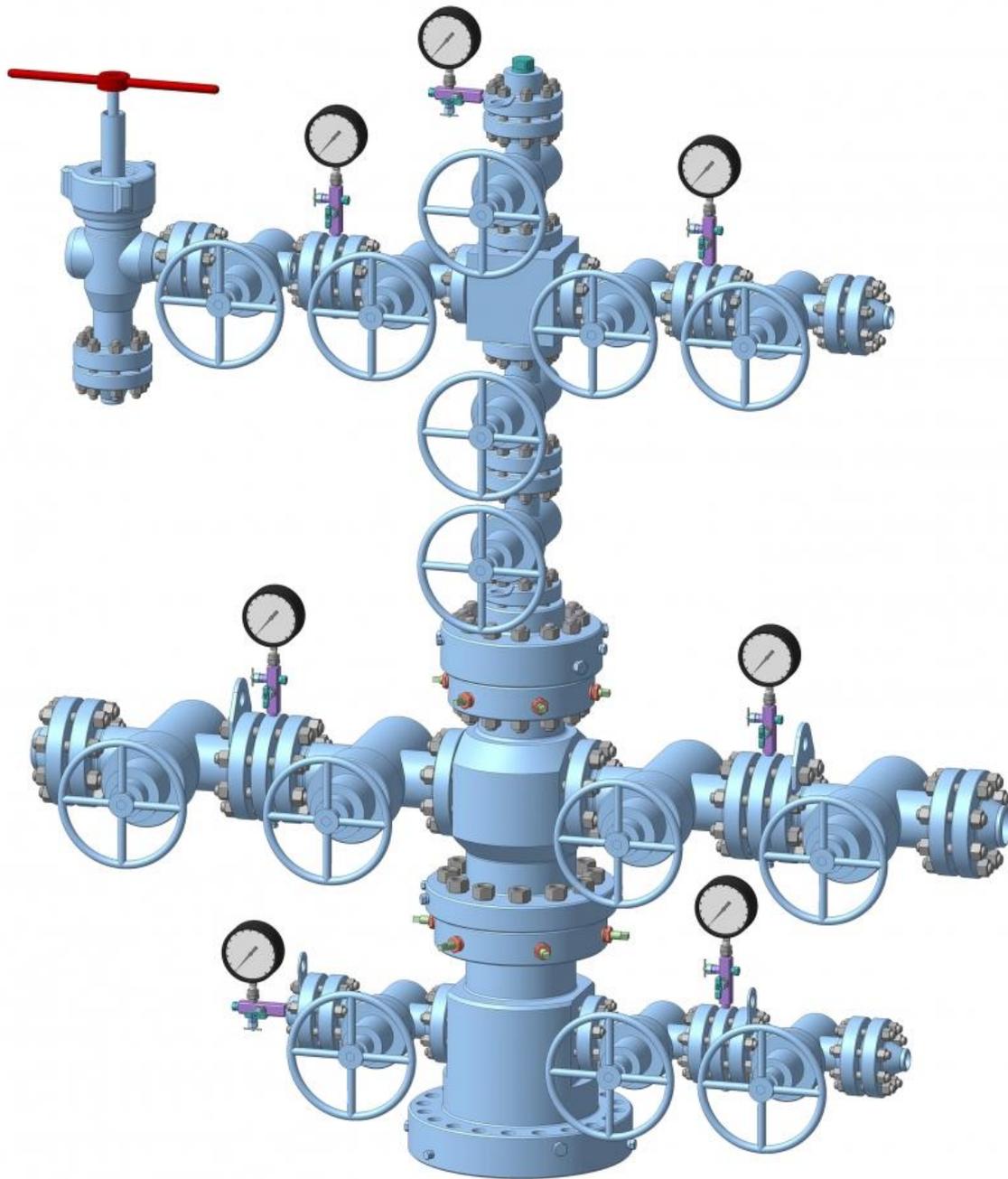
---

Во время эксплуатации систематически контролируют герметичность глубинными дебитомерами и термометрией. В местах утечек газа снижается температура и уменьшается расход.

**Оборудование устья газовой скважины** предназначено для соединения верхних концов обсадных колонн и фонтанных труб, герметизации межтрубного пространства и соединений между деталями оборудования, осуществления мероприятий по контролю и регулированию технологического режима эксплуатации скважин.

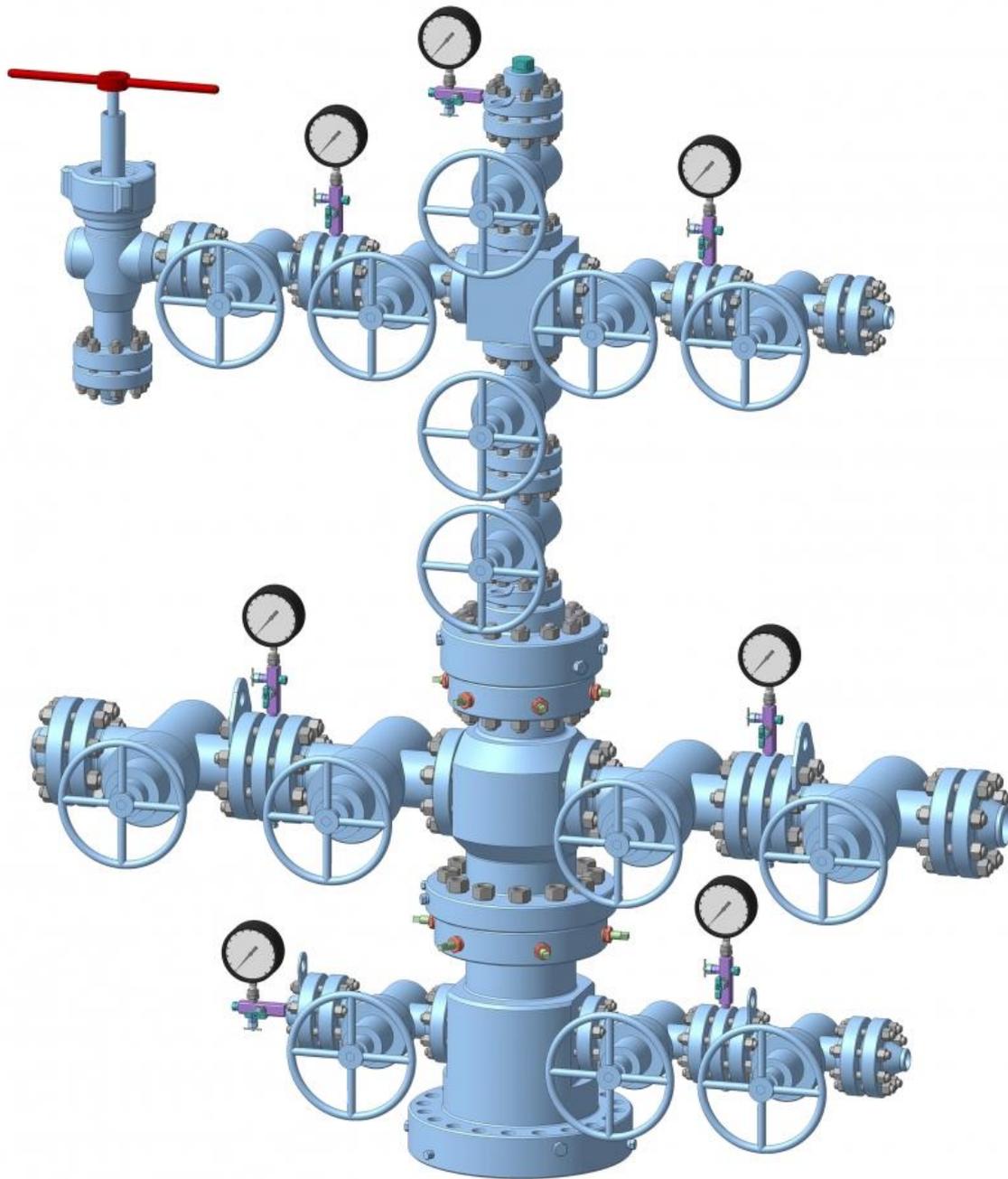
Оно состоит из трех частей:

- 1) колонной головки;
- 2) трубной головки;
- 3) фонтанной елки.



---

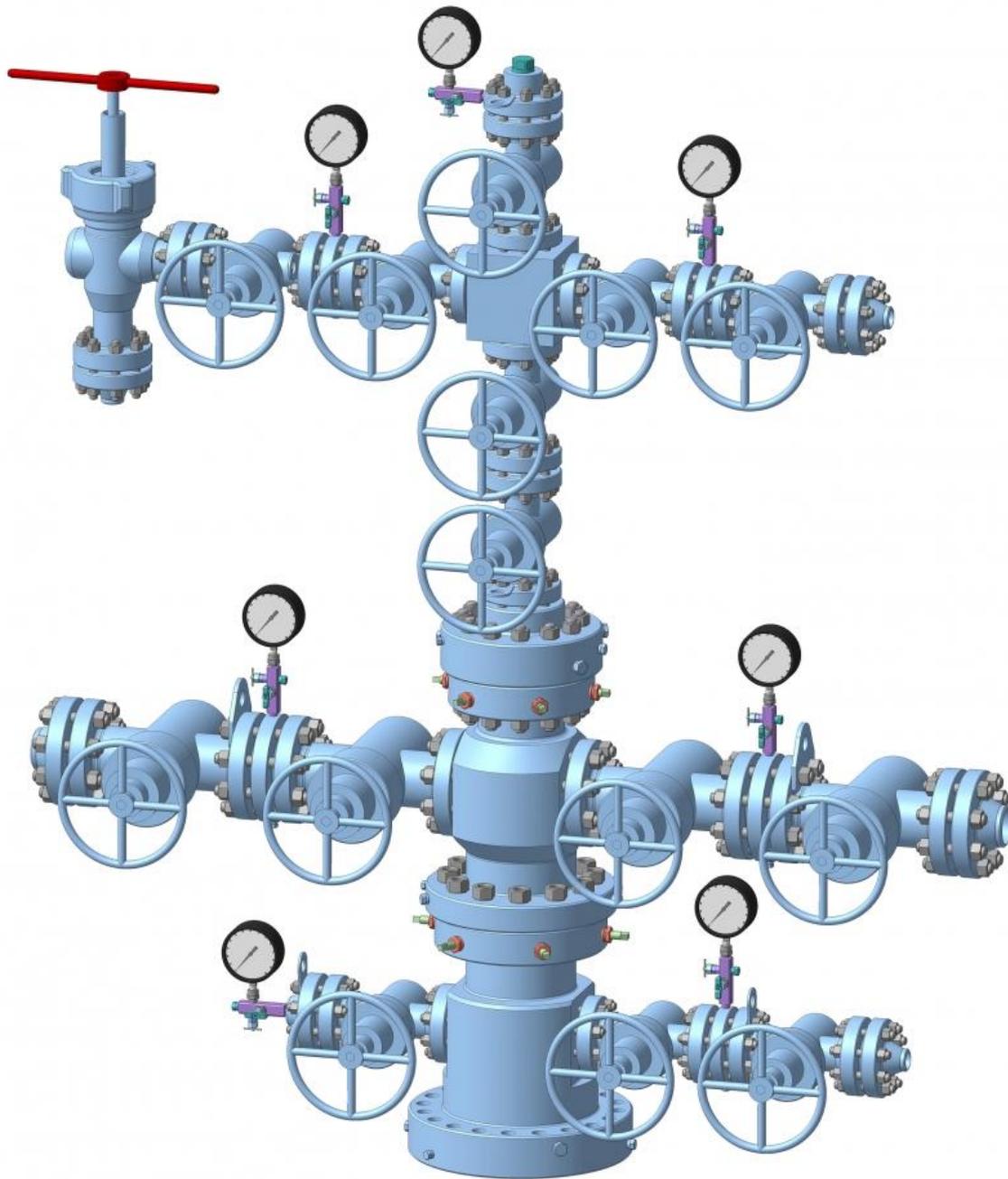
**Колонная головка** соединяет верхние концы кондуктора и эксплуатационной колонны, герметизирует межтрубное пространство, служит опорой трубной головки с фонтанной елкой.



---

**Трубная головка** служит для подвески фонтанных труб и герметизации межтрубного пространства между эксплуатационной колонной и фонтанными трубами.

На трубную головку непосредственно устанавливают фонтанную елку крестовикового или тройникового типа.

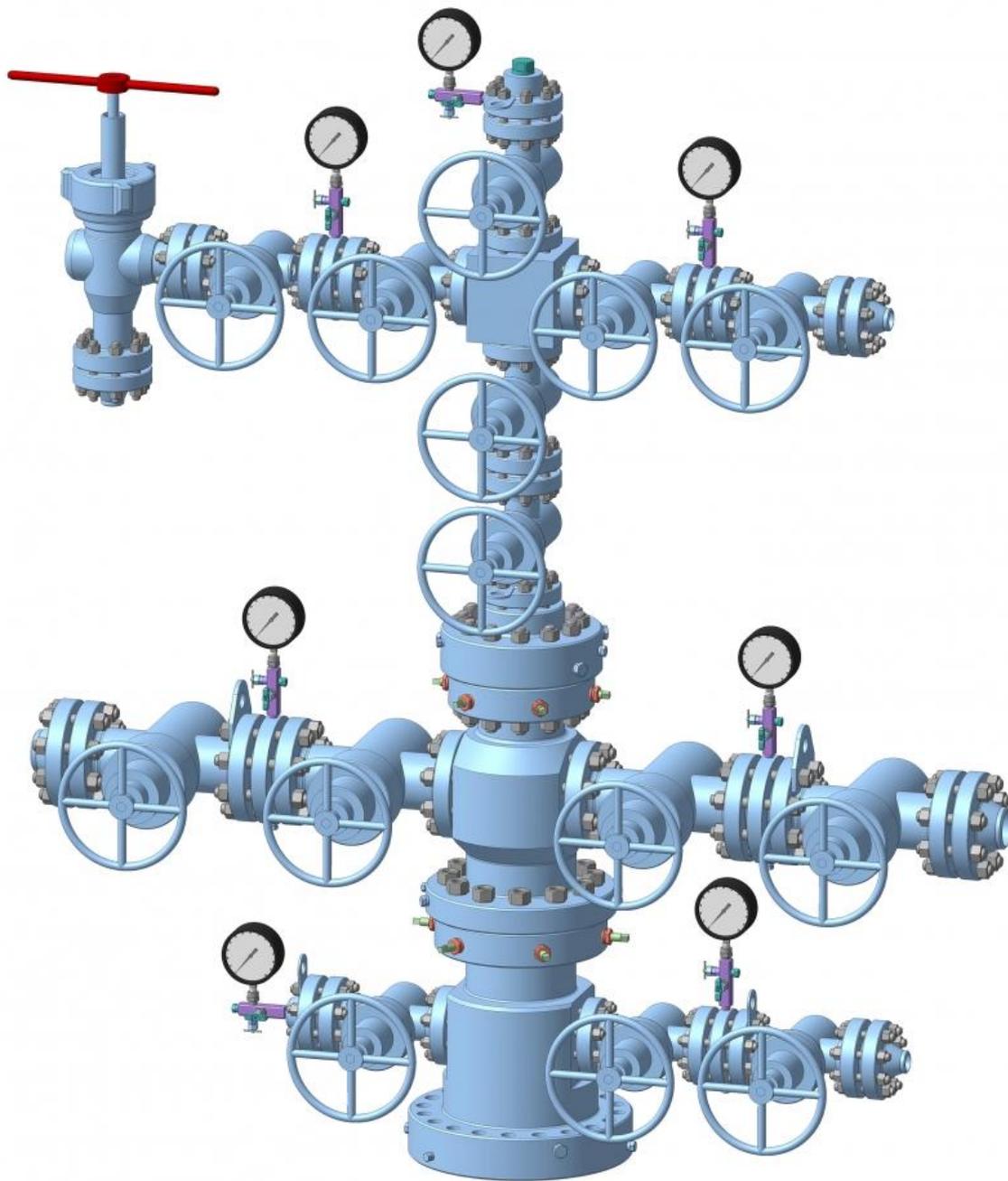


---

**Фонтанная ёлка** монтируется выше верхнего фланца трубной головки. Она предназначена для:

- 1) освоения скважины;
- 2) закрытия скважины;
- 3) контроля и регулирования технологического режима работы скважины.

Основной элемент фонтанной елки крестовинного типа - крестовина, а тройниковой елки - тройник.



---

На ней монтируются штуцеры, термометры, установки для ввода ингибитора гидратообразования и коррозии, устьевого клапан-отсекатель.

ФА оснащена целым рядом задвижек.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

**Устьевой клапан-отсекатель** предназначен для автоматического перекрытия выходной линии от скважины (шлейфа) при аварийном повышении давления до него или понижении давления после него (в шлейфе).

Фонтанная елка крестовикового типа имеет небольшую высоту, удобна в обслуживании.

Применяется в случае, если в потоке газа отсутствуют твердые взвеси, газообразные или жидкие коррозионные агенты, способные вызвать коррозию крестовины и тем самым вывести скважину из эксплуатации.

Фонтанная арматура (елка) тройникового типа имеет два тройника. Верхний - рабочий, нижний - резервный. Нижний используется только во время ремонта или замены верхнего.

Фонтанная арматура тройникового типа имеет большую высоту (до 5 м от поверхности), неудобна в обслуживании.

## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

Применяется в особо сложных условиях эксплуатации скважины - при наличии твердых взвесей в потоке газа, вызывающих абразивный износ оборудования, газообразных или жидких коррозионных агентов (углекислый газ, сероводород, пропионовая, масляная или другие кислоты жирного ряда), при резких колебаниях давления и температуры.

Фонтанная арматура выпускается на рабочие давления 4; 7,5; 12,5; 20; 30; 35; 70 и 100 МПа. Внутренний диаметр фонтанной арматуры (63 или 100 мм) выбирают в зависимости от дебита скважины и давления газа.

Увеличение дебита скважины приводит к увеличению диаметра эксплуатационной колонны, и следовательно, диаметра фонтанной арматуры.

## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

Во время сборки фонтанной арматуры следует обращать внимание на тщательность крепления всех соединений и в особенности соединений трубной головки, так как при ее ремонте или замене необходимы остановка и глушение скважины. Кроме того, неисправность арматуры может привести к открытому фонтанированию. Рабочее и статическое давление в скважине определяют по манометру, смонтированному на буфере, а давление в затрубном пространстве по манометру на одном из отводов крестовины трубной головки.

Для регулирования режима работы скважины на выкидных линиях после задвижек устанавливают **штуцеры**—насадки с относительно небольшим проходным сечением. Конструктивно штуцеры подразделяются на два типа — с нерегулируемым и регулируемым сечениями. Штуцеры первого типа просты по конструкции, в промышленных условиях их изготавливают из стального патрубка, которому придается форма усеченного конуса.

## **КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

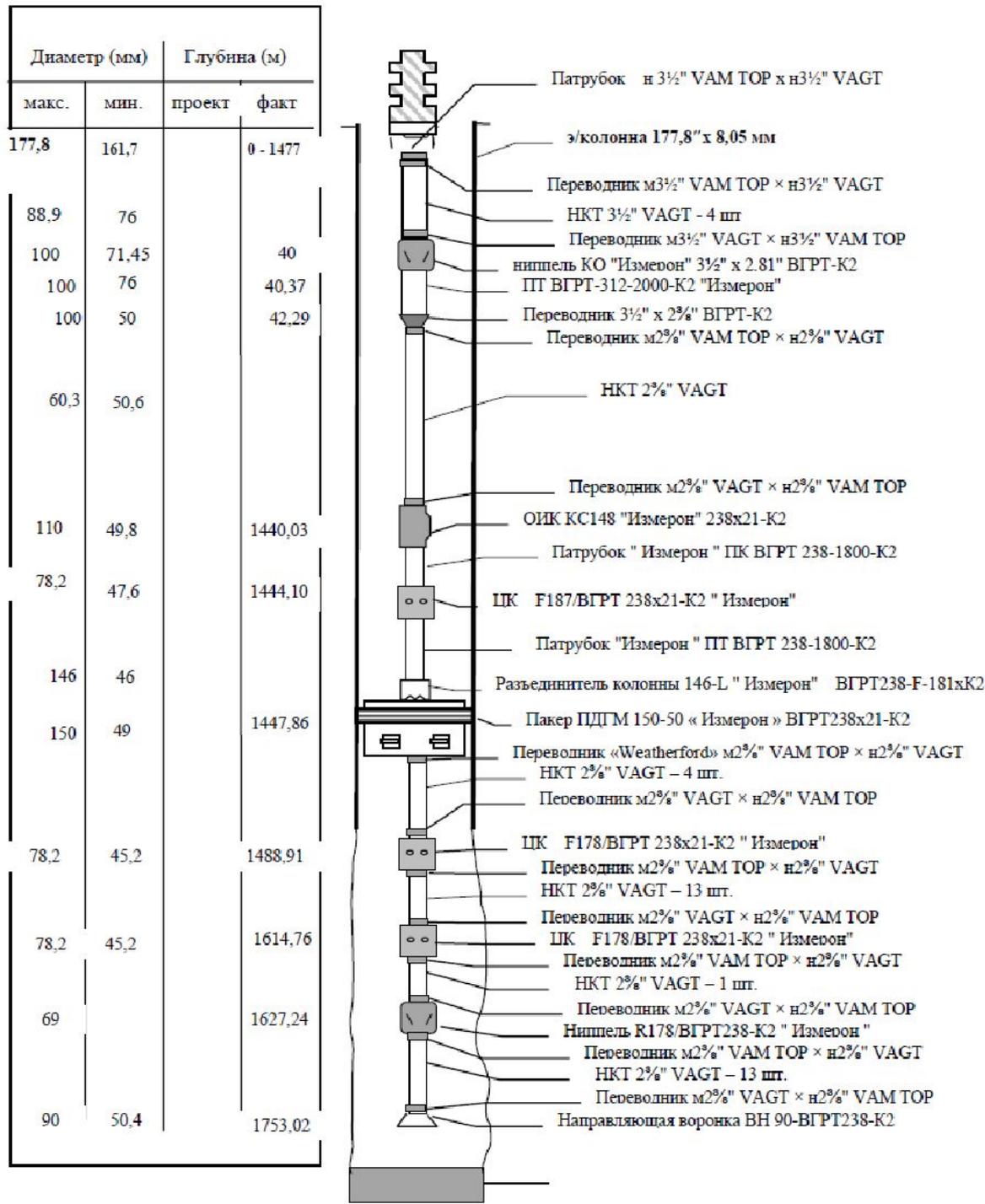
---

---

Такой штуцер можно быстро вставить в соответствующее гнездо, где он прочно закрепляется под действием одностороннего давления газа. Диаметр отверстия в штуцере может быть от 2,3 до 20 мм и более. Чем меньше отверстие, тем большее сопротивление создает штуцер на пути движения газа, тем выше будет буферное и забойное давление скважины и тем меньше, следовательно, ее дебит.

## Подземное оборудование газовой скважины

**Пакер** предназначен для постоянного разъединения пласта и трубного пространства скважины с целью защиты эксплуатационной колонны и НКТ от воздействия высокого давления, высокой температуры и агрессивных компонентов ( $H_2S$ ,  $CO_2$ , кислот жирного ряда), входящих в состав пластового газа.

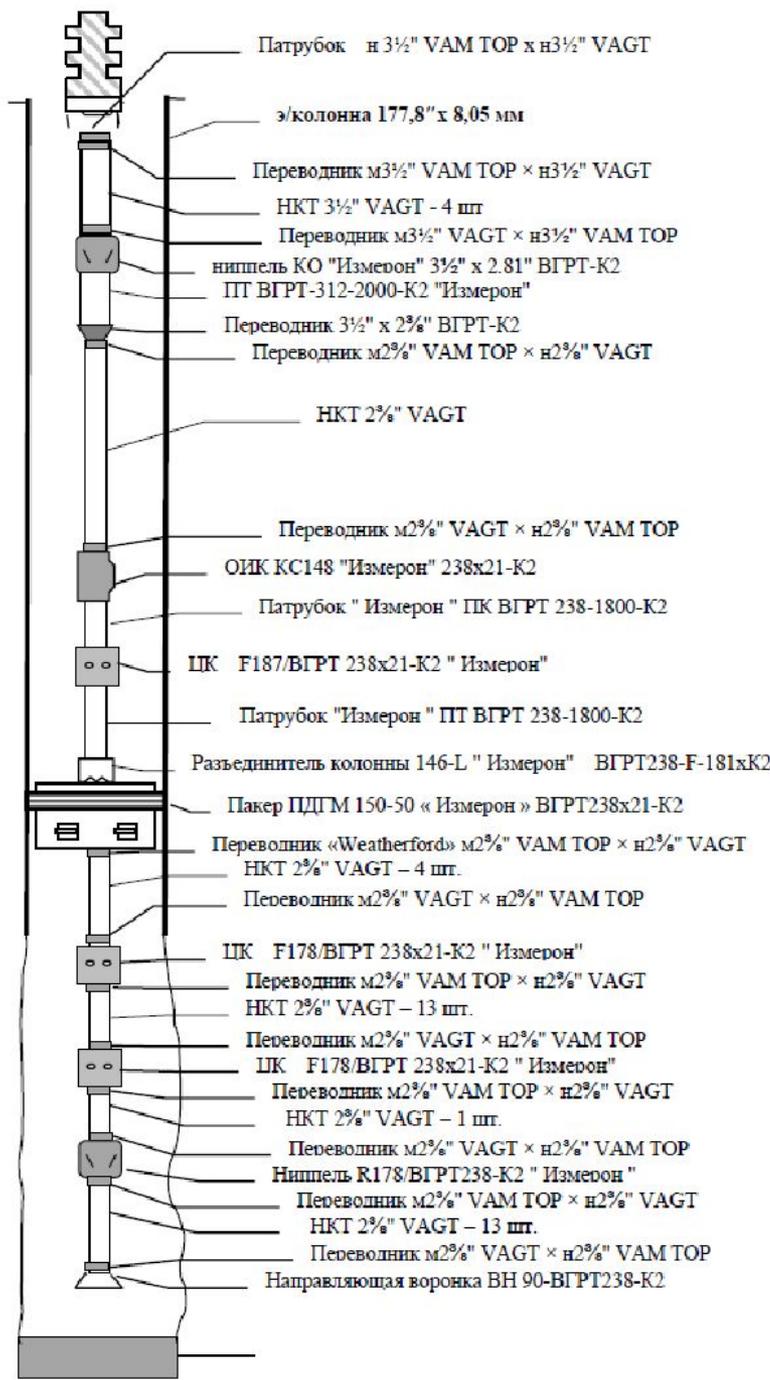


## Подземное оборудование газовой скважины

Колонна НКТ спускается в скважину для предохранения обсадной колонны от абразивного износа и высокого давления, для создания определенных скоростей газожидкостного потока и выработки газонасыщенного пласта снизу вверх.

Ниппель служит для установки, фиксирования и герметизации в нем клапана-отсекателя. Он спускается в скважину на колонне НКТ.

Диаметр (мм)		Глубина (м)	
макс.	мин.	проект	факт
177,8	161,7		0 - 1477
88,9	76		
100	71,45		40
100	76		40,37
100	50		42,29
60,3	50,6		
110	49,8		1440,03
78,2	47,6		1444,10
146	46		
150	49		1447,86
78,2	45,2		1488,91
78,2	45,2		1614,76
69			1627,24
90	50,4		1753,02

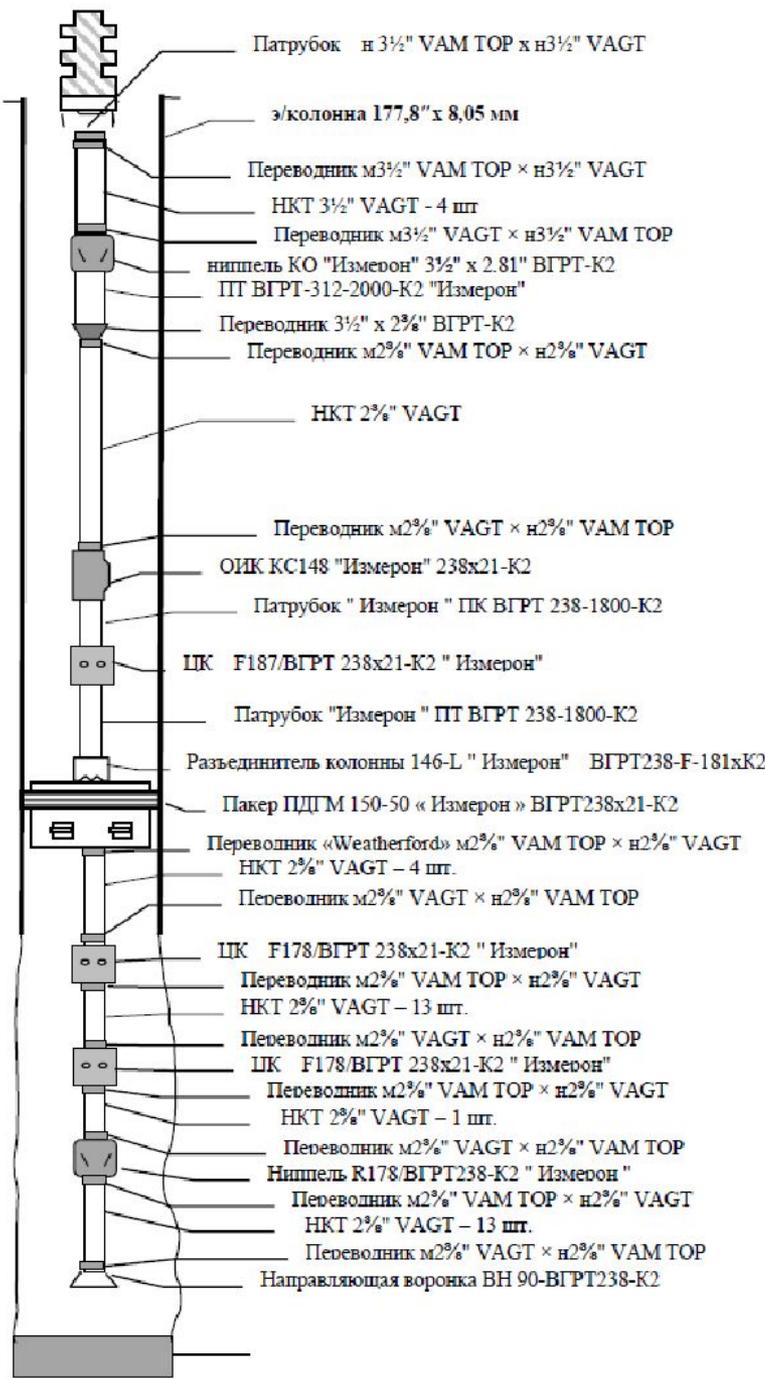


## Подземное оборудование газовой скважины

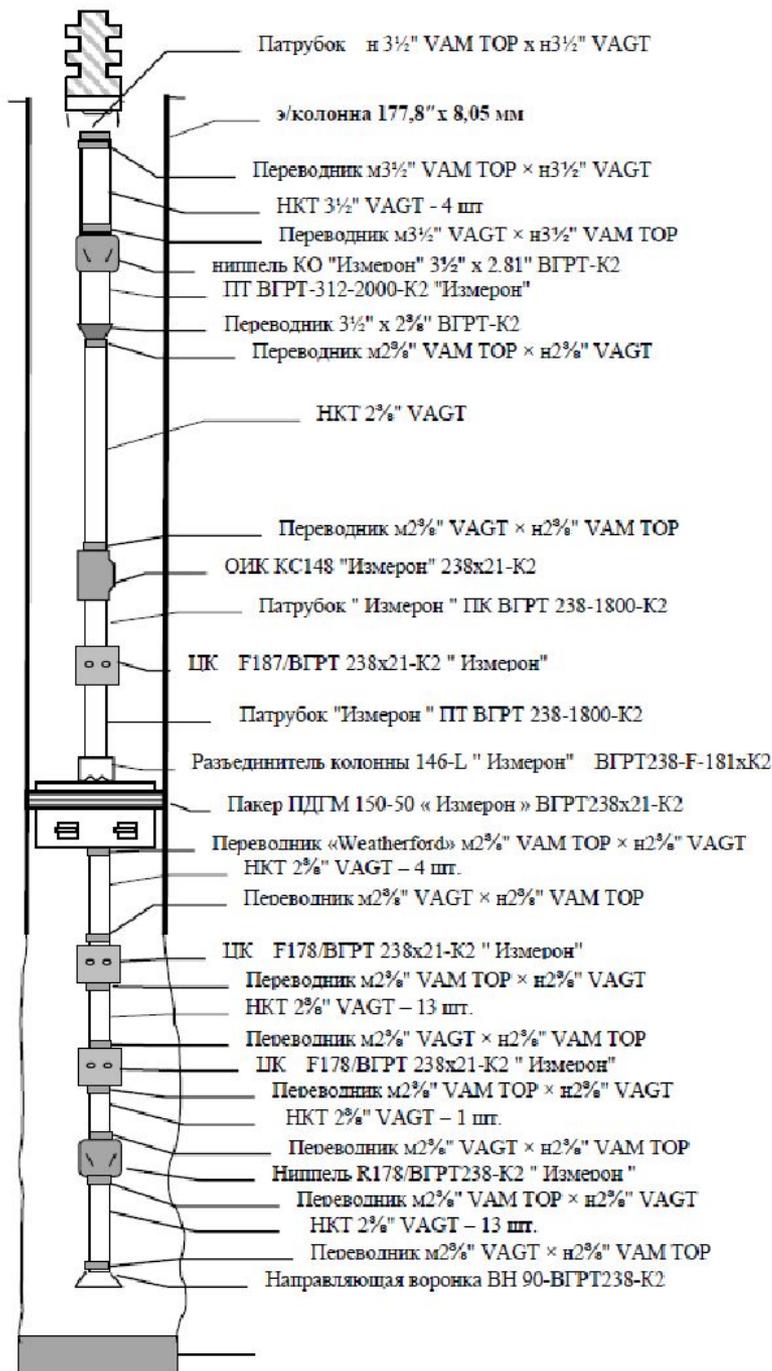
### Циркуляционный клапан

обеспечивает временное сообщение трубного и затрубного пространством с целью осуществления различных технологических операций: освоения и задавки скважины, промывки забоя, затрубного пространства и колонны НКТ, обработки скважины различными химическими агентами и т.д. Клапан устанавливается в колонне НКТ.

Диаметр (мм)		Глубина (м)	
макс.	мин.	проект	факт
177,8	161,7		0 - 1477
88,9	76		
100	71,45		40
100	76		40,37
100	50		42,29
60,3	50,6		
110	49,8		1440,03
78,2	47,6		1444,10
146	46		
150	49		1447,86
78,2	45,2		1488,91
78,2	45,2		1614,76
69			1627,24
90	50,4		1753,02



Диаметр (мм)		Глубина (м)	
макс.	мин.	проект	факт
177,8	161,7		0 - 1477
88,9	76		
100	71,45		40
100	76		40,37
100	50		42,29
60,3	50,6		
110	49,8		1440,03
78,2	47,6		1444,10
146	46		
150	49		1447,86
78,2	45,2		1488,91
78,2	45,2		1614,76
69			1627,24
90	50,4		1753,02



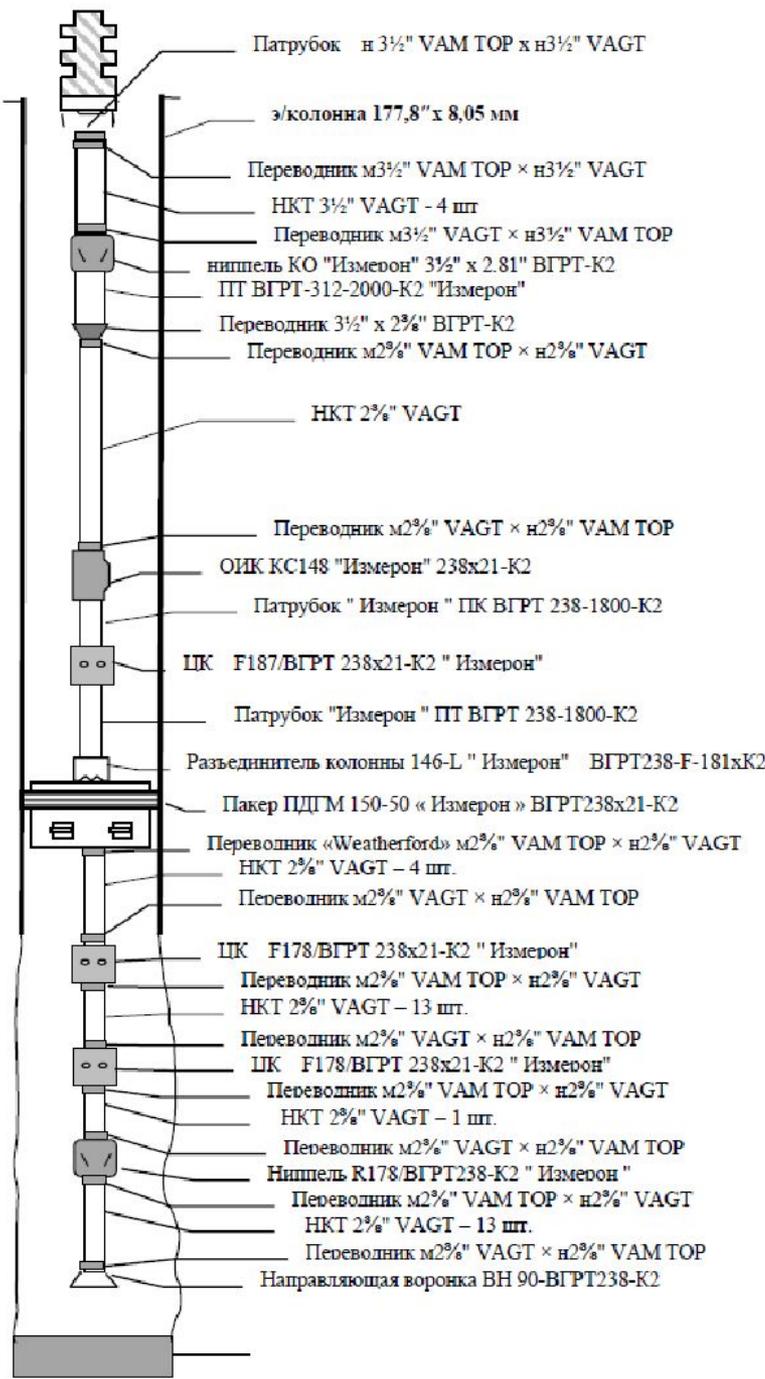
## Подземное оборудование газовой скважины

**Ингибиторный клапан** предназначен для временного сообщения затрубного пространства скважины с внутренним пространством колонны НКТ при подаче ингибитора коррозии и (или) гидратообразования в колонну. Клапан устанавливается в оправку ингибиторного клапана. Также в случае необходимости в оправку можно установить глухую пробку или газлифтный клапан.

## Подземное оборудование газовой скважины

Глубинные клапаны-отсекатели предотвращают открытое фонтанирование при повреждении или разрушении устьевого оборудования и колонны НКТ выше места установки забойного клапана-отсекателя. Они служат автоматическим запорным устройством скважины при демонтаже устьевого оборудования, подъеме колонны НКТ из скважины без задавки жидкостью.

Диаметр (мм)		Глубина (м)	
макс.	мин.	проект	факт
177,8	161,7		0 - 1477
88,9	76		
100	71,45		40
100	76		40,37
100	50		42,29
60,3	50,6		
110	49,8		1440,03
78,2	47,6		1444,10
146	46		
150	49		1447,86
78,2	45,2		1488,91
78,2	45,2		1614,76
69			1627,24
90	50,4		1753,02

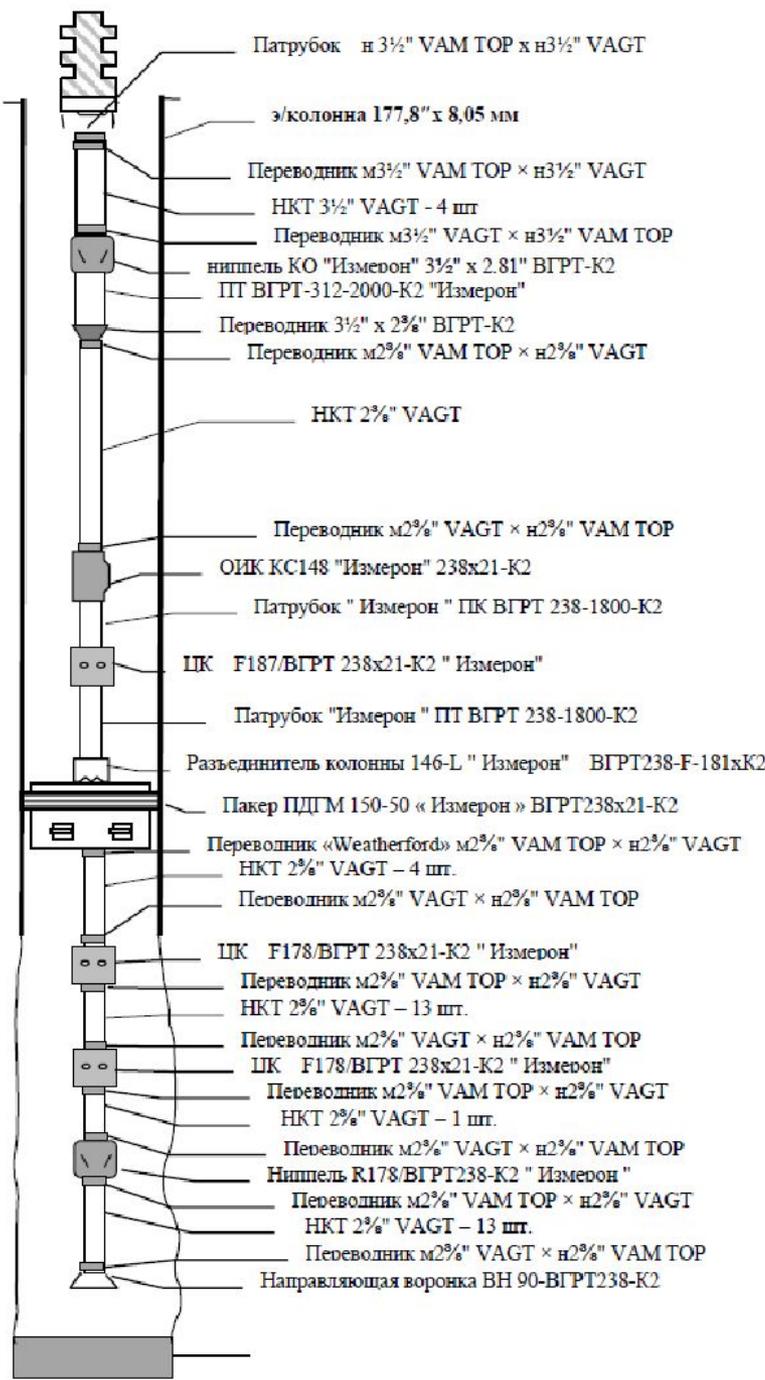


## Подземное оборудование газовой скважины

### Разъединитель колонн РК

служит для разъединения нижней части колонны НКТ от верхней, т.е. позволяет извлекать верхнюю часть НКТ без снятия и извлечения пакера.

Диаметр (мм)		Глубина (м)	
макс.	мин.	проект	факт
177,8	161,7		0 - 1477
88,9	76		
100	71,45		40
100	76		40,37
100	50		42,29
60,3	50,6		
110	49,8		1440,03
78,2	47,6		1444,10
146	46		
150	49		1447,86
78,2	45,2		1488,91
78,2	45,2		1614,76
69			1627,24
90	50,4		1753,02



# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

## **Оборудование забоя газовых скважин.**

Оборудование забоя газовых скважин зависит от многих факторов:

- 1) литологического состава пород и цементирующего материала, слагающих газомещающий коллектор;
- 2) механической прочности пород;
- 3) неоднородности коллекторских свойств пласта по разрезу;
- 4) наличия газо-, нефте- и водоносных пластов в продуктивном разрезе;
- 5) местоположения скважины на структуре и площади газоносности;
- 6) назначения скважины (добывающая, нагнетательная, наблюдательная).

Если газовая залежь пластового или массивного типа, газонасыщенный коллектор представлен крепкими породами (сцементированными песками, известняками, доломитами, ангидритами), в продуктивном разрезе отсутствуют нефте- и водонасыщенные горизонты, добывающие скважины могут иметь открытый забой.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

## **Выбор диаметра эксплуатационной колонны.**

Прежде всего, выбираемый диаметр эксплуатационной колонны в проекте должен позволять спуск в скважину такой конструкции фонтанных труб, при которой будет иметь место минимальные потери давления при движении газа по стволу скважины и одновременно обеспечивать вынос поступающего на забой жидких и твердых примесей.

Для выноса примесей необходима на любом сечении по стволу обеспечить скорость движения потока равную  $V \geq 5$  м/с.

Такая скорость обеспечивает не только минимальные потери и надежную эксплуатацию скважины без осложнений, но и гарантирует минимальный коррозионно-эрозионный процесс в стволе.

В зависимости от устойчивости пород к разрушению, от наличия подошвенной воды, от неоднородности пласта и последовательности залегания высоко и низкопроницаемых пропластков, их вскрытия и гидродинамической связи между

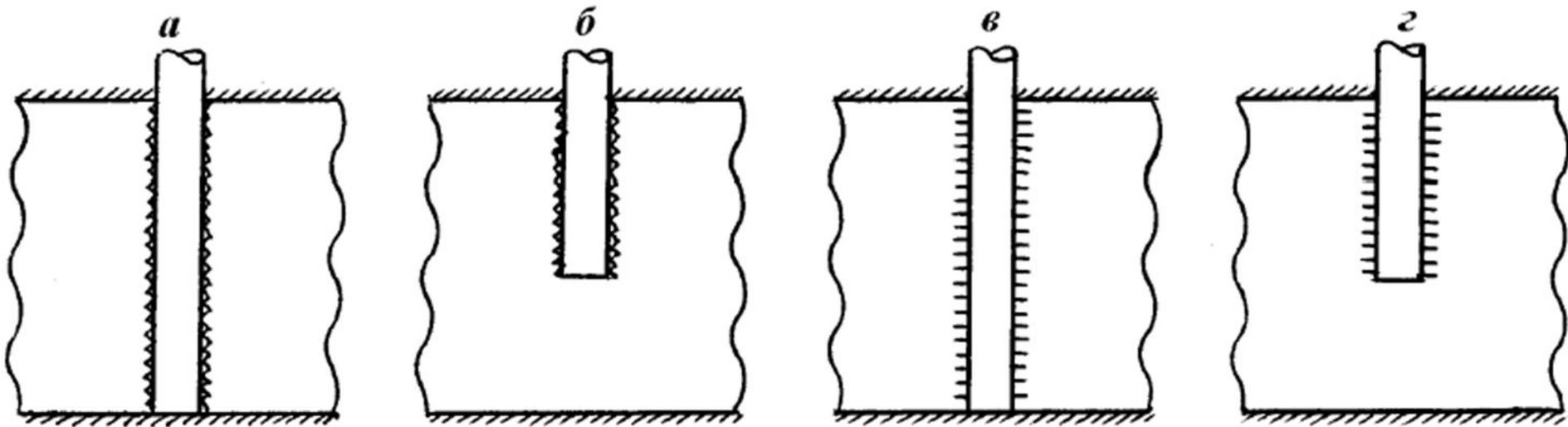
# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

## Оборудование забоя газовых скважин.

пластами, в проекте должен быть выбран один из четырех схем конструкций, показанных на рисунке, если месторождение осваивается системой вертикальных скважин.



Вариант “а” следует выбрать тогда, когда пласт устойчив к разрушению и отсутствует опасность обводнения скважины подошвенной водой. При проектировании разработки в пределах одного месторождения может иметь место несколько конструкций.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

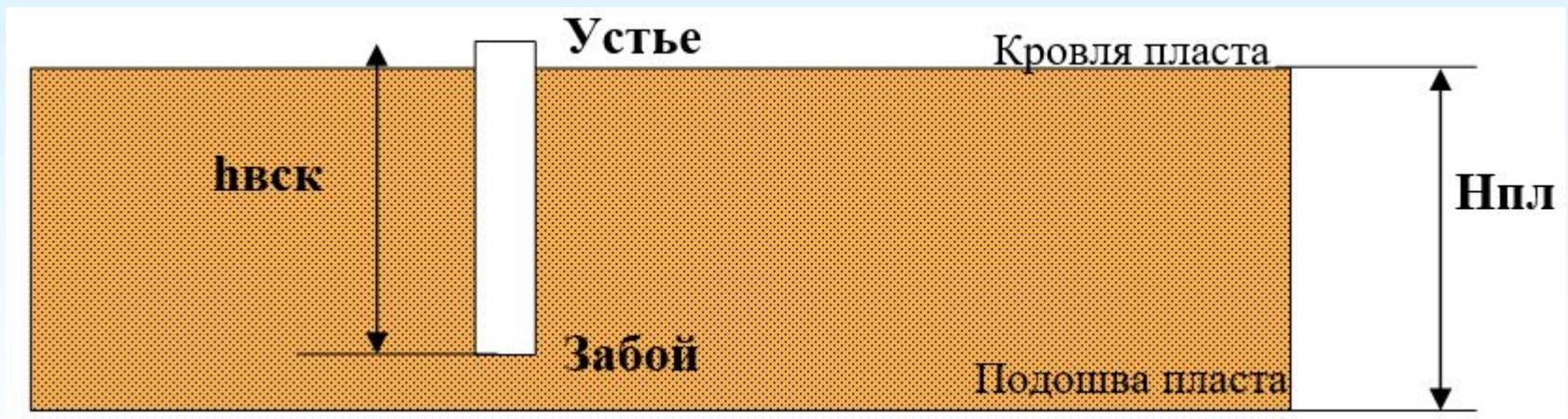
---

---

**Влияние несовершенства скважин по степени вскрытия на продуктивность вертикальных скважин.**

Несовершенство скважины может быть по степени вскрытия пласта и по характеру вскрытия.

Несовершенство по характеру вскрытия можно исключить путем добавления количества перфорационных отверстий. Поэтому будем считать, что на дебит скважины в основном влияет несовершенство скважины по степени вскрытия пласта.



# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

**Влияние несовершенства скважин по степени вскрытия на продуктивность вертикальных скважин.**

Несовершенство скважины может быть по степени вскрытия пласта и по характеру вскрытия.

Несовершенство по характеру вскрытия можно исключить путем добавления количества перфорационных отверстий. Поэтому будем считать, что на дебит скважины в основном влияет несовершенство скважины по степени вскрытия пласта.

Влияние несовершенства вскрытия на производительность вертикальной скважины связано удлинением пути фильтрации и образованием дополнительных сопротивлений притока газа к скважине, который в случае двойного несовершенства, т.е. по степени и характеру вскрытия описывается уравнением

$$P_{пл}^2 - P_3^2 = aQ + bQ^2, \quad (1)$$

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

**Влияние несовершенства скважин по степени вскрытия на продуктивность вертикальных скважин.**

Несовершенство скважины может быть по степени вскрытия пласта и по характеру вскрытия.

Несовершенство по характеру вскрытия можно исключить путем добавления количества перфорационных отверстий. Поэтому будем считать, что на дебит скважины в основном влияет несовершенство скважины по степени вскрытия пласта.

Влияние несовершенства вскрытия на производительность вертикальной скважины связано удлинением пути фильтрации и образованием дополнительных сопротивлений притока газа к скважине, который в случае двойного несовершенства, т.е. по степени и характеру вскрытия описывается уравнением

$$P_{пл}^2 - P_3^2 = aQ + bQ^2, \quad (1)$$

## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

**Влияние несовершенства скважин по степени вскрытия на продуктивность вертикальных скважин.**

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты фильтрационного сопротивления, зависящие от несовершенства скважины, геометрии зоны дренирования, параметров пласта и свойств газа и при вскрытии однородного пласта вертикальной несовершенной скважиной определяются по формулам:

$$a = \frac{\mu(P, T) \cdot Z(P, T)}{\pi k(P) h_{ст}} \frac{1}{R} \left[ \ln \frac{k}{c} + C_1 + C_2 \right]$$

$$b = \frac{\rho_{ат} \cdot \nu(P, T)}{\pi^2 l h^2} \frac{1}{R} \left[ \frac{1}{R} - \frac{1}{k} + C_3 + C_4 \right]$$

## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

**Влияние несовершенства скважин по степени вскрытия на продуктивность вертикальных скважин.**

где  $\mu(P;T)$ ;  $Z(P;T)$  – коэффициенты вязкости и сверхсжимаемости газа, зависящие от давления и температуры газа.

В области фильтрации газа от контура питания до забоя скважины давление меняется от  $P_{пл}$  до  $P_3$ , а температура от  $T_{пл}$  до  $T_3$ .

При небольших депрессиях на пласт изменениями  $\mu$  и  $Z$  от давления и температуры можно пренебречь. Если забойное давление отличается от пластового существенно, т.е. в несколько МПа, то влияние давления на  $\mu$  и  $Z$  будет значительным. Параметры пласта проницаемость  $k$  и макрошероховатость  $l$  меньше подвержены изменениям от давления, чем свойства газа.

$C_1$ ,  $C_3$  и  $C_2$  и  $C_4$  – соответственно коэффициенты несовершенства по степени и характеру вскрытия пласта;  $h$  – толщина пласта;

$R_k$ ,  $R_c$  – радиусы контура питания и скважины.

## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

### Влияние несовершенства скважин по степени вскрытия на продуктивность вертикальных скважин.

Если скважина совершенна по степени и характеру вскрытия, то коэффициенты  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  и  $C_4$  равны нулю. Если пренебречь изменениями  $\mu$ ,  $Z$ ,  $k$  и  $l$  от давления, что оправдано при небольших депрессиях на пласт (в пределах  $\Delta P \leq 2,0$  МПа) и скважина совершенная, то коэффициенты  $a$  и  $b$  определяются по формулам:

$$a = \frac{\mu \cdot \rho_{\text{г}} \cdot T_{\text{пл}}}{\pi k h} \ln \frac{R_c}{R_k}$$

(4)

$$b = \frac{\rho_{\text{г}} \cdot T_{\text{пл}}}{T_{\text{ст}} 2\pi^2 l h^2} \left[ \frac{1}{R_c} - \frac{1}{R_k} \right]$$

## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

### Влияние несовершенства скважин по степени вскрытия на продуктивность вертикальных скважин.

Следует отметить, что коэффициенты несовершенства по характеру вскрытия пласта  $C_2$  и  $C_4$  могут быть приняты равными нулю, если число отверстий, созданных пулевыми перфораторами превышает 10, а кумулятивными больше или равно 5.

Коэффициенты несовершенства по степени вскрытия определяются графически или по формулам:

$$C_1 = \frac{1}{\bar{h}} \ln \bar{h} + \frac{1 - \bar{h}}{\bar{h}} \ln \frac{\delta}{\bar{R}_c} \quad \text{и} \quad C_3^{(5)} = \frac{1}{\bar{h}}$$

где  $\bar{h}$  - относительное вскрытие пласта, равное  $\bar{h} = \frac{h_{\text{вс}}}{h}$ ;

$h_{\text{вс}}$  - вскрытая толщина пласта;  $\delta = 1,6(1 - \bar{h})$ ;

$\bar{R}_c$  -  $R_c/h$  - относительный радиус скважины.

## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

**Влияние несовершенства скважин по степени вскрытия на продуктивность вертикальных скважин.**

Необходимо отметить, что формула (5) для определения  $C_1$  и  $C_3$  получена для скважины, вскрывшей однопластовую *изотропную* залежь.

*Чем меньше  $C_1$  и  $C_3$  тем выше дебит скважины*, т.е. максимальный дебит можно получить когда  $C_1$  и  $C_3$  равны нулю ( $h = h_{\text{вск}}$ ), тогда  $a$  и  $b$  минимальны, а дебит максимален.

Для анизотропного пласта:

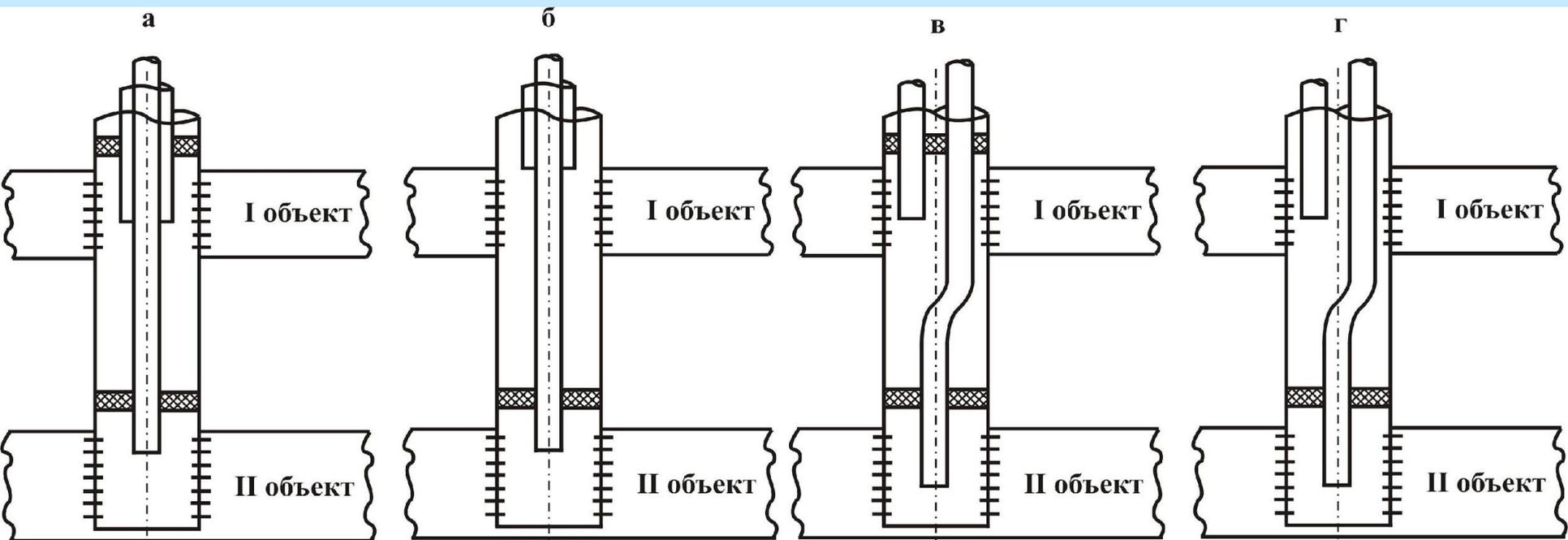
$$C_1 = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{\bar{R}^\alpha - x}{\bar{h}} - \ln \bar{R} \qquad C_3 = \frac{C_1 + \ln \bar{R}}{\bar{h} \ln \bar{R}} \qquad (6)$$

где  $\alpha = (k_v/k_r)^{0,5}$  – параметр анизотропии;

$k_v, k_r$  – соответственно вертикальная и горизонтальная проницаемости;

## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Для многопластовых месторождений при их совместно-раздельной эксплуатации могут быть применены конструкции забоя, показанные на рисунке



а, б – концентрическое расположение лифтовых труб с двумя и одним пакером соответственно; в, г – эксцентрическое расположение лифтовых труб с двумя и одним пакером соответственно.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

## **Вскрытие продуктивного пласта.**

Вскрытие продуктивного пласта подразделяется на вскрытие бурением и вскрытие перфорацией.

Вскрытие пласта бурением – процесс внедрения и прохождения буровым долотом продуктивного пласта, иногда этот процесс называют первичным вскрытием.

Вторичное вскрытие и вскрытие продуктивного пласта перфорацией – процесс создания каналов для фильтрации пластового флюида в скважину.

Качество первичного вскрытия определяют добывные возможности скважины, приток пластового флюида зависит от многих факторов, которые можно объединить:

- технология бурения;
- состав и свойства промывочной жидкости;
- длительность воздействия промывочной жидкости на пласт.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

## **Вскрытие продуктивного пласта.**

Особенно существенный эффект оказывают два последних фактора, эффект сказывается на изменении фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пласта, который происходит в результате:

1) проникновения глинистых и других твердых частиц из бурового раствора в фильтрационные каналы продуктивного пласта. Крупные частицы осаждаются на стенках скважины, образуют корку, мелкие проникают в поры и каналы, закупоривают, тем самым снижают проницаемость. Глубина проникновения твердых частиц зависит от соотношения размера частиц и диаметра каналов, перепада давлений, распределения частиц по размерам. Проникновение в среднем составляет 2÷6см.

2) проникновения фильтрата промывочной жидкости.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

## Вскрытие продуктивного пласта.

Образованию свободной воды из промывочной жидкости способствует небольшое содержание коллоидальных частиц в растворе, загрязняющие агенты (преобразуют глины с натриевой основой в глины с кальциевой основой, хуже диспергируемые в растворе), слишком высокое или низкое значение РН.

Фильтрат блокирует поровые каналы, проникает в продуктивный пласт и при освоении удаляется с большим трудом. Блокирующее действие можно снизить подбором и закачкой ПАВ, которые уменьшают смачиваемость фильтрата. При этом вода распределяется в пористой среде в виде глобул с размерами значительно меньшими, чем поровые каналы. Для движения глобул фильтрата нужно создать перепад давления, определяемый по формуле:

$$\Delta P = 2\sigma \cdot \cos \theta (1/r_1 - 1/r_2)$$

$\sigma$  – поверхностное натяжение на границе раздела вода-газ;  $\theta$  – краевой угол смачивания;  $r_1$  – радиус порового канала;  $r_2$  – радиус глобулы воды.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

## **Вскрытие продуктивного пласта.**

3) продуктивный пласт может содержать тонкие прослой глин или отдельные глинистые включения, которые в контакте с фильтратом увеличиваются в объеме.

Глины, насыщенные натрием, проницаемы для минерализованных вод и слабо проницаемы для пресных вод, они адсорбируют воду на поверхности зерен, увеличивают насыщенность водой, снижают проницаемость для газа.

Таким образом, на продуктивную характеристику при вскрытии значительное влияние оказывает качество промывочной жидкости.

При вскрытии пласта перфорацией используют несколько видов перфорации.

Наибольшее распространение получили пулевые и кумулятивные перфораторы, находят применение и торпедные перфораторы.

Гидропескоструйная перфорация применяется преимущественно при капитальном ремонте скважин.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

## Вызов притока и освоение скважин.

Для вызова притока из продуктивного пласта в скважину необходимо создать условия, когда забойное давление будет ниже пластового давления, т.е.

$$P_3 < P_{пл}, \text{ но } P_3 = \rho \cdot g \cdot H,$$

где  $\rho$  – плотность жидкости, заполнившей скважину,  $\text{кг/м}^3$ ;  $H$  – глубина скважины, м.

Для снижения забойного давления используют или фактор снижения плотности жидкости  $\rho$  или уменьшают высоту заполнения скважины жидкостью  $H$ .

Кроме этих факторов на технологию вызова притока влияет характеристика пласта (плотность и цементированность пород, величина  $P_{пл}$  и др.). Если пластовое давление высокое, то приток флюида в скважину может начаться непосредственно после перфорации.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

## **Вызов притока и освоение скважин.**

В практике освоения скважин применяют следующие методы вызова притока:

1) замена жидкости, находящейся в скважине, жидкостью с меньшей плотностью.

В оборудованную для эксплуатации скважину (установлены НКТ и фонтанная арматура) нагнетают насосом жидкость в кольцевое пространство меньшей плотности между НКТ и внутренней полостью эксплуатационной колонны. При этом, если скважина оборудована пакером, то предварительно циркуляционный клапан открывают (КЦМ). После освоения КЦМ закрывают.

2) снижение уровня в скважине

а) свабивание (сваб или поршень)

б) посредством желонки (ведро с обратным клапаном в днище) – тартание.

Сваб (поршень) спускают на стальном тросе, сваб имеет клапан, открывающийся вверх при спуске сваб свободно проходит – погружается в жидкость, которая проходит через открывающийся клапан, а при подъеме клапан сваба закрывается

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

## **Вызов притока и освоение скважин.**

и вся жидкость, находящаяся в колонне НКТ над клапаном, извлекается на поверхность. Спуск и подъем сваба производится непрерывно, значит, уровень жидкости снижается, забойное давление падает, флюид начинает поступать из пласта в скважину.

При освоении желонкой последняя изготавливается из НКТ длиной 6÷9м (Ø от 50 до 125 мм), тартание производится с передвижного подъемника или с лебедки.

3) снижение уровня жидкости в скважине при помощи нагнетания газа (м.б. воздуха от компрессора). Газ подают в затрубное пространство при открытых КЦМ (в нефтяных скважинах пусковые клапана аналогичны ингибиторным клапанам). Этот метод применяют на разрабатываемых месторождениях. В последнее время при освоении скважин часто используют азот. Азот доставляется в жидком виде на скважину.

## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

### **Вызов притока и освоение скважин.**

Монтируется схема для промывки скважины (напр. обратная), в нагнетательную линию подается азот в газообразном виде (жидкий азот из баллона – в регазификатор – затем в нагнетательную линию). За счет снижения плотности промывочной жидкости снижается забойное давление, осуществляется приток флюида из пласта.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

## **Крепление продуктивного пласта.**

После вскрытия продуктивного пласта долотом возникает необходимость его закрепления в случае, когда он состоит из неустойчивых и рыхлых пород (пески, неустойчивые песчаники). Если продуктивные пласты представлены плотными и прочными горными породами (известняки, доломиты, окремненные песчаники и др.), которые не подвержены обваливанию в процессе эксплуатации, то их могут не перекрывают эксплуатационной колонной.

Неустойчивые продуктивные пласты в большинстве случаев перекрывают эксплуатационной колонной для обеспечения притока флюида из пласта проводится перфорация. Часть колонны в интервале перфорации называется фильтром. Диаметр перфорационных отверстий может быть от 4,5 мм и выше. Частицы породы, диаметр которых меньше 4 мм легко проходят через перфорационные отверстия.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

## **Крепление продуктивного пласта.**

Разрушение призабойной зоны пласта, сложенной песками и неустойчивыми песчаниками приводит к следующим отрицательным последствиям:

- образование песчаной пробки на забое скважины приводит к снижению дебита;
- наличие песка в потоке флюида вызывает абразивный износ оборудования;
- образование каверн ведет к неустойчивости призабойной зоны и даже к нарушению целостности эксплуатационной колонны;

Проникновение песка из продуктивного пласта в скважину устраняется следующими мероприятиями:

- закрепление песка в призабойной зоне смолами, пластмассами и др.;
- использование различных конструкций фильтров.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

## Крепление продуктивного пласта.

### *Закрепление песка смолами или пластмассами.*

Пески, которые могут быть подвержены разрушению, закрепляются закачкой в пласт различных типов смол: эпоксидные, фенол-формальдегидные, алкидные и др. Смолы, закачиваемые в призабойную зону пласта должны:

- иметь малую вязкость в жидком состоянии;
- смачивать преимущественно песчинки для удаления воды.

Лабораторные исследования дали следующие данные, что:

- проницаемость после обработки смолой снижается в среднем на 20÷30% по сравнению с первоначальной;
- заметно увеличивается сопротивление сжатию образцов песка, обработанных смолой.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

## Крепление продуктивного пласта.

### *Закрепление песка смолами или пластмассами.*

Отрицательные результаты получены при обработке песков с содержанием глин более 15%, а также при содержании карбонатов более 5%.

Поэтому перед закачкой смол необходимо провести лабораторные исследования с образцами песков, выявить влияние пластовых термодинамических условий, состав пластовой воды и флюида.

Перед закачкой смол в пласт очищают интервал перфорации, чаще всего для этого закачивают 12% соляную кислоту в объеме  $0,2 \div 0,4 \text{ м}^3$  на 1 м обрабатываемой толщины в зависимости от содержания карбонатов.

Смола закачивается в скважину через НКТ, задавливается в продуктивный пласт, при этом давление на забое должно быть меньше давления гидроразрыва пласта.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

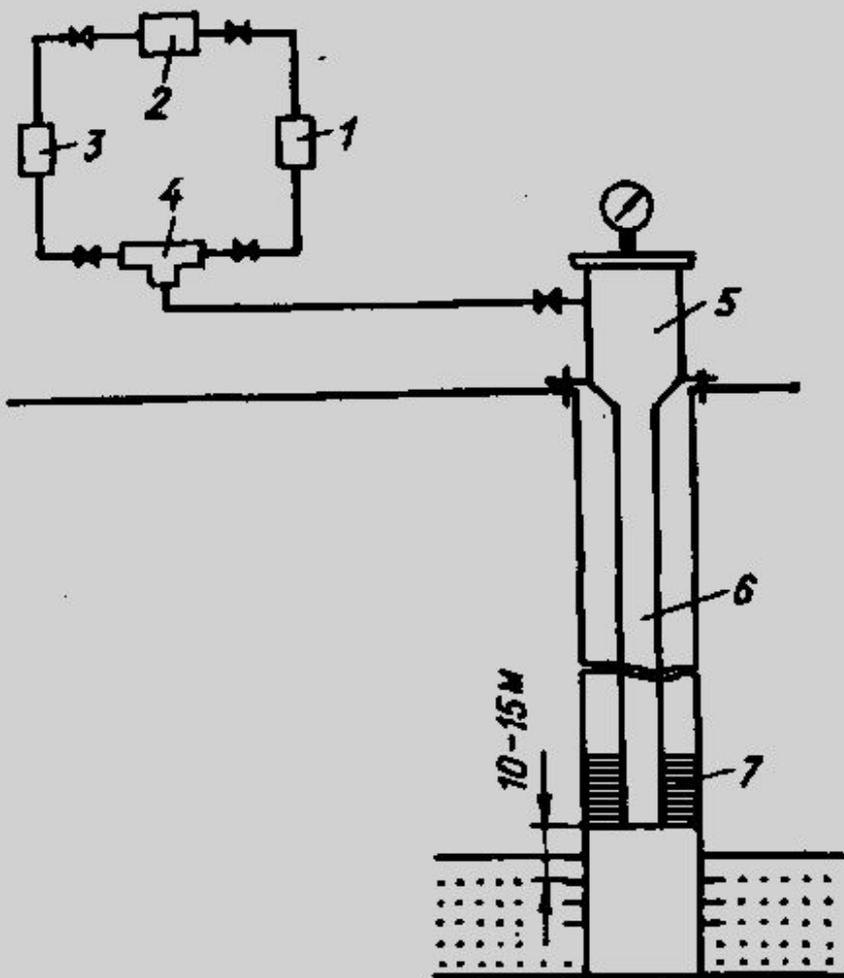
## Крепление продуктивного пласта.

### *Закрепление песка смолами или пластмассами.*

После закачки скважина останавливается на время затвердевания смолы, которое составляет в зависимости от состава смолы, термодинамических условий около 2-х суток. Если во время эксплуатации из скважины поступило большое количество песка, рекомендуется предварительно закачать в пласт некоторое количество отсортированного песка, затем обрабатывать смолой.

После затвердевания смолы скважину пускают с небольшим дебитом, создавая небольшую депрессию, а через 10÷12 дней дебит постепенно увеличивают до среднего значения. На рисунке изображена схема закачки смолообразующих реагентов.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН



## Крепление продуктивного пласта.

Схема оборудования скважины и обвязки агрегатов при закачке смолообразующих реагентов в призабойную зону пласта:

1 – агрегат, подающий раствор сырых фенолов и щелочи; 2 – агрегат, подающий воду для продавки смолы в пласт; 3 – агрегат, подающий формалин; 4 – тройник-смеситель; 5 – заливочная головка; 6 – заливочные трубы диаметром 50÷75 мм; 7 – пакер.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

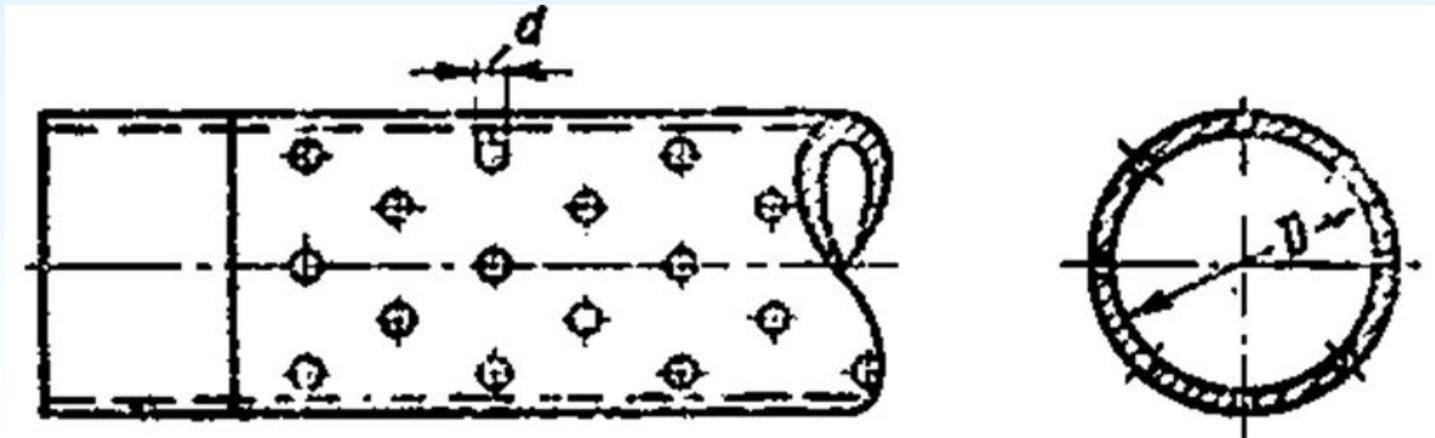
## Использование скважинных фильтров.

В практике эксплуатации пескопроявляющих скважин, системы, используемые для механического удержания песка, подвергались различным усовершенствованиям.

Это процесс продолжается, находят применение различные системы, сочетающие различные способы удержания песка. Нашли применение фильтры, изготовленные на поверхности и непосредственно на забое скважин, а также для необсаженных и обсаженных скважин.

Фильтры, изготовленные на поверхности из обсадных труб, подразделяются на:

а) фильтры с круглыми отверстиями (рисунок), диаметр отверстия от 1,5 до 20 мм;



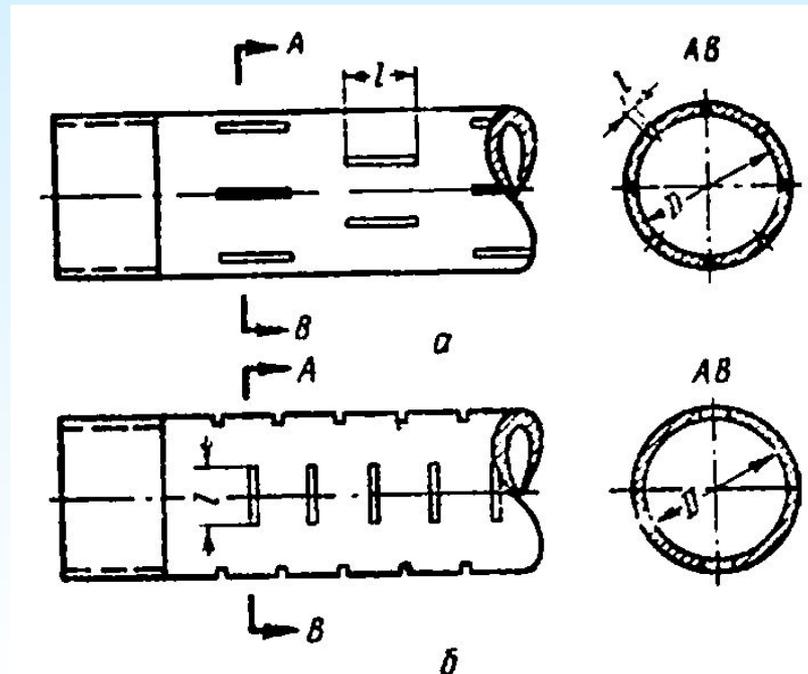
# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

## Использование скважинных фильтров.

б) щелевидные с прямоугольными отверстиями вдоль образующей и перпендикулярно образующей. Ширина щели  $0,4 \div 2$  мм, щели расширяются внутрь трубы для предотвращения застревания песчинок.

### Фильтры с щелевидными отверстиями:

*a* – фильтры с продольными щелями; *б* – фильтры с поперечными щелями.



## КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---

### **Использование скважинных фильтров.**

в) проволочные фильтры, изготовленные из обсадных труб, в которых прорезаются или круглые отверстия диаметром  $8\div 20$  мм или продольные щели  $5\times 60$  мм. К обсадной трубе вдоль образующей привариваются стержни, которые выполняют роль упоров. На стержни наматывается стальная никелевая или бронзовая проволока с трапециидальным сечением, причем внешнее основание трапеции больше внутреннего, что не задерживает песчинки попавшие в щель между витками проволоки. Расстояние между витками зависит от фракционного состава песка, слагающего продуктивный пласт.

# КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

---

---