

Бурение

нефтяных и газовых скважин

8. Крепление скважин обсадными колоннами

Балаба Владимир Иванович
РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина

Фрагменты презентации

8.1. Требования к конструкции скважины

Конструкция скважины в части надежности, технологичности и безопасности **должна обеспечивать** РД 08-624-03 (п. 2.3.1):

- **максимально возможное использование** пластовой энергии продуктивных горизонтов в процессе эксплуатации за счет выбора оптимального диаметра ЭК и возможности достижения проектного уровня гидродинамической связи продуктивных отложений со стволом скважины;



Требования к конструкции скважины

- **применение эффективного оборудования, оптимальных способов и режимов эксплуатации, поддержания пластового давления, теплового воздействия и других методов повышения нефтеотдачи пластов;**
- **условия безопасного ведения работ без аварий и осложнений на всех этапах строительства и эксплуатации скважины;**
- **получение необходимой горно-геологической информации по вскрываемому разрезу;**



Требования к конструкции скважины

- **условия охраны недр и окружающей среды, в первую очередь за счет прочности и долговечности крепи скважины, герметичности ОК и кольцевых пространств, а также изоляции флюидосодержащих горизонтов друг от друга, от проницаемых пород и дневной поверхности;**
- **максимальную унификацию по типоразмерам обсадных труб и ствола скважины.**



8.2. Обоснование количества и глубины спуска обсадных колонн

Оптимальное количество **ОК** и глубина установки их башмака определяются количеством **зон риска**, т.е. интервалов, в которых возможны **опасные технологические события**:

- **интервалов с несовместимыми условиями проводки ствола** по градиентам пластовых (поровых) давлений и давлений гидроразрыва (поглощения) пластов;
- **интервалов**, в которых есть риск возникновения неустойчивости ствола скважины и т.п.

Эти интервалы необходимо изолировать ОК.

Балаба В.И.



Обоснование количества и глубины спуска ОК

Для разделения разреза на интервалы с несовместимыми условиями строится **совмещенный график давлений**, на котором по интервалам глубин откладываются известные значения *коэффициента аномальности пластового давления* k_a и *индекса давления поглощения* k_p с глубиной, а также соответствующие значения *относительной плотности ПЖ* $\rho_{отн}$.

На графике выделяют интервалы, которые можно проходить с использованием ПЖ одной плотности.



Совмещенный график давлений

Пластовое давление $p_{пл}$ - давление жидкости в проницаемой горной породе, т.е. поровое давление в том частном случае, когда поры сообщаются друг с другом.

Давление гидроразрыва породы $p_{гр}$ - давление столба жидкости в скважине на глубине z_n , при котором происходит разрыв связной породы и образование в ней трещин.

Давление поглощения $p_{пог}$ - давление в скважине, при котором начинается утечка ПЖ по искусственным трещинам, образующимся в результате гидроразрыва связной породы, либо по естественным каналам в трещиноватых и закарстованных породах.



Совмещенный график давлений

Давление относительной устойчивости породы $p_{уст}$ – минимальное давление на участок ствола скважины, сложенный потенциально неустойчивой породой, при котором в течение продолжительного времени, достаточного, по крайней мере, для разбуривания всей толщи таких пород и перекрытия их ОК, при данном составе ПЖ не возникают серьезные проявления деформационной неустойчивости ствола скважины.



Совмещенный график давлений

Коэффициент аномальности пластового k_a (порового $k_{ап}$) давления -

отношение пластового (порового) давления в рассматриваемой точке породы на глубине z_p к давлению столба пресной воды (плотностью ρ_v) такой же высоты.

$$k_a = p_{пл} / (\rho_v g z_p).$$

Индекс давления поглощения -

отношение давления поглощения на глубине z_p к давлению столба пресной воды такой же высоты

$$k_p = p_{погл} / (\rho_v g z_p).$$



Совмещенный график давлений

Индекс давления устойчивости породы
- отношение давления относительной устойчивости породы на глубине z_p к давлению столба пресной воды такой же высоты.

Относительная плотность ПЖ

$$\rho_{\text{отн}} = k_z k_a'$$

где k_z - коэффициент запаса, определяющий величину репрессии на пласт.



Совмещенный график давлений

Коэффициент
аномальности
пластового k_a
давления



Индекс
давления
поглощения k_p



Относительная
плотность ПЖ $\rho_{отн}$



Обоснование количества и глубины спуска ОК

Глубину спуска каждой ОК уточняют с таким расчетом, чтобы:

- **башмак колонны находился в интервале устойчивых, монолитных, слабопроницаемых пород;**
- **колонна полностью перекрывала интервалы слабых пород, в которых могут произойти гидроразрывы при вскрытии зон АВПД в нижележащем интервале.**



Обоснование количества и глубины спуска ОК

До вскрытия продуктивных и напорных водоносных горизонтов

должен предусматриваться спуск минимум одной *промежуточной колонны* или *кондуктора* до глубины, исключающей возможность разрыва пород после полного замещения ПЖ в скважине пластовым флюидом или смесью флюидов различных горизонтов и герметизации устья скважины.



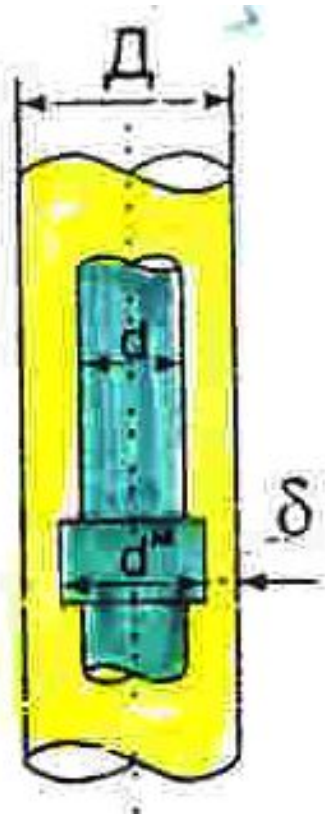
8.3. Расчет диаметральных размеров конструкции скважины

- **Определив число ОК и глубину их спуска согласовывают расчетным путем нормализованные диаметры ОК и породоразрушающего инструмента.**
- **Исходным для расчета является диаметр эксплуатационной колонны, который устанавливают в зависимости от ожидаемого дебита скважины, либо конечный диаметр скважины, определяемый размером инструментов и приборов, которые будут использоваться в скважине.**

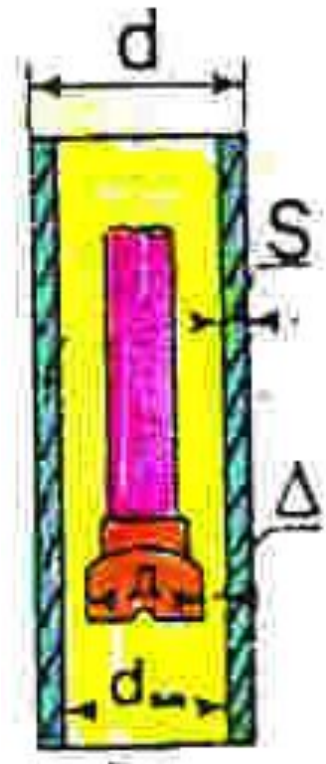
Далава Д.К.



Расчет диаметральных размеров конструкции скважины



$$D = d^M + 2 * \delta$$



$$d_{вн} = D + 2 * \Delta$$

Балаба В.И.

15

[Перейти на первую страницу](#)



8.4. Обоснование интервалов цементирования заколонных пространств

Правила (п. 2.7.4.10):

Направление и кондуктор цементируются до устья.

В нижележащей части стратиграфического разреза цементированию подлежат:

- **продуктивные горизонты, кроме запроектированных к эксплуатации открытым забоем;**
- **продуктивные горизонты, не подлежащие эксплуатации, в т.ч. с непромышленными запасами;**



Обоснование интервалов цементированния заколонных пространств

- **истощенные горизонты;**
- **водоносные проницаемые горизонты;**
- **горизонты вторичных (техногенных) залежей нефти и газа;**
 - **интервалы, сложенные пластичными породами, склонными к деформации;**
 - **интервалы, породы которых или продукты их насыщения способны вызывать ускоренную коррозию обсадных труб.**



Обоснование интервалов цементирования заколонных пространств

Правила (п. 2.7.4.11):

Высота подъема тампонажного раствора над кровлей продуктивных горизонтов, а также устройством ступенчатого цементирования или узлом соединения секций ОК, а также башмаком предыдущей ОК в нефтяных и газовых скважинах должна составлять соответственно *не менее 150 и 500 м.*



Обоснование интервалов цементирования заколонных пространств

Все выбранные с учетом требований
Правил интервалы цементирования
объединяются в один общий.

Разрыв сплошности цементного кольца
по высоте за ОК *не допускается*
(исключение - встречное цементирование в
условиях поглощения).



Обоснование интервалов цементирования заколонных пространств

Проектная высота подъема тампонажного раствора за ОК должна предусматривать:

- превышение гидростатического давления составного столба ПЖ и жидкости затворения цемента над пластовым давлением перекрываемых флюидосодержащих горизонтов;**



Обоснование интервалов цементирования заколонных пространств

- исключение гидроразрыва пород или развитие интенсивного поглощения раствора;
- возможность разгрузки ОК на цементное кольцо для установки колонной головки.

При ступенчатом цементировании, спуске колонн секциями *нижняя и промежуточная ступени ОК*, а также *потайная колонна* должны быть зацементированы **по всей длине**.



Обоснование интервалов цементирования заколонных пространств

Разрыв сплошности цементного кольца по высоте за ОК не допускается.

Исключение - перекрытие кондуктором или промежуточной колонной **зон поглощения, пройденных без выхода циркуляции.**

В этом случае **допускается** подъем тампонажного раствора до подошвы поглощающего пласта с последующим (после ОЗЦ) проведением **встречного цементирования** через межколонное пространство.



8.5. Обсадные трубы

8.5.1. Общая характеристика обсадных труб

ГОСТ 632–80 определяет номинальные размеры **ОТ** (наружный диаметр и толщину стенки), допуски в отклонении размеров от номинальных, конструкцию резьбовых соединений, механические характеристики материала труб и их маркировку.

Изготавливаются **ОТ 19** диаметров - от **114** до **508** мм, длиной **9,5-13** м. Трубы каждого размера имеют различную толщину стенки (н-р, для труб диаметром 146 мм толщина стенки 6,5; 7; 7,7; 8,5; 9,5 и 10,7 мм).



8.5.2. Соединение обсадных труб

ОТ

Муфта

ОТ

ОТ

**Безмуфтовое
соединение**



Соединение обсадных труб

Треугольная резьба на концах трубы:

- снижение прочности на растяжение на 55–70%;
- по виткам резьбового соединения образуется непрерывный канал, снижающий его герметичность.

Конусная трапецеидальная резьба:

- прочность резьбового соединения на 25–50 % выше по сравнению с треугольной резьбой.

(Применяется в муфтовых трубах ОТТМ1, ОТТГ1 и в безмуфтовых трубах типа ТБО-4 и ТБО-5).



8.6. Конструкция обсадной колонны

- ОК собирают из ОТ одного номинального размера (*одномерная колонна*) либо нескольких номинальных размеров (*комбинированная колонна*).
- Трубы подбирают в *секции* в согласно результатам прочностного расчета.



Конструкция обсадной колонны

Для облегчения спуска и качественного цементированя ОК в ее состав включают элементы **технологической оснастки**:

- **башмак**
- **заливочный (башмачный) патрубок**
- **обратный клапан**
- **упорное кольцо**
- **муфту ступенчатого цементированя (МСЦ)**
- **центраторы (фонари)**
- **скребки**
- **заколонные пакеры**
- **подвесное устройство.**



Технологическая оснастка ОК

Турбулизатор

Скребок

Центратор (фонарь)

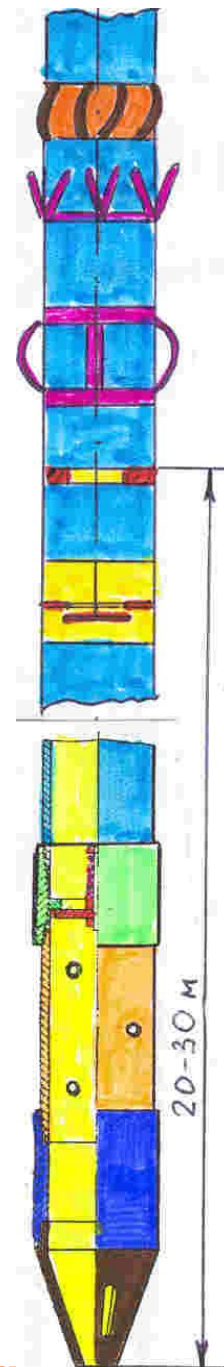
Упорное кольцо

Обратный клапан

Заливочный

(башмачный) патрубок

Башмак (башмачная пробка и кольцо)



8.6.1. Башмак обсадной колонны

**Служит для
предохранения
низа ОК от смятия
и для направления
ее по стволу
скважины в
процессе спуска.**



8.6.2. Заливочный патрубок

Служит для подачи цементного раствора в затрубное пространство.

Устанавливают непосредственно над башмаком.

Представляет собой отрезок трубы длиной около 1,5 м с отверстиями, расположенными по винтовой линии.



8.6.3. Обратный клапан

Предназначен для:

- предотвращения движения цементного раствора в колонну после его продавки;
- посадки разделительных пробок в процессе закачивания цементного раствора в колонну и продавливания его в заколонное пространство;

• обеспечения самозаполнения ОК промывочной жидкостью (клапаны типа ЦКОД).

Устанавливают в нижней части ОК на одну-две трубы выше башмака.



8.6.4. Упорное кольцо (кольцо "стоп")

**Служит для посадки
цементирующей пробки
в процессе
цементирования ОК.
Устанавливают на 20–30 м
выше башмака.**



8.6.5. Центратор

**Служит для
центрирования ОК
в скважине.**

**Способствует
снижению сил трения
при спуске колонны и
более полному
замещению
цементным раствором
жидкости,
находившейся в
затрубном
пространстве.**



8.6.6. Скребок

**Служит для
удаления
фильтрационной
корки со стенок
скважины и
повышения
надежности
сцепления
цементного камня
со стенками
скважины.**

Балаба Д.И.

34

Скребок линейный тросовый

Скребок круговой тросовый

Скребок проволочный

[Перейти на первую страницу](#)



8.6.7. Турбулизатор

Предназначен для турбулизации потока в затрубном пространстве при спуске и цементировании ОК.



8.6.8. Заколонный пакер

Обеспечивает надежную изоляцию отдельных интервалов в затрубном пространстве за счет деформирования эластичного элемента (**ЭЭ**), надетого на корпус, и плотного его смыкания со стенками ствола скважины. По способу перевода в рабочее состояние пакеры подразделяются:

- **гидравлические** (в **ЭЭ** поступает жидкость, вызывая его деформацию в поперечном сечении);
- **механические** (**ЭЭ** деформируется за счет разгрузки на него части веса ОК).

Устанавливают в местах залегания устойчивых непроницаемых горных пород.



8.7. Спуск обсадной колонны в скважину

Комплекс подготовительных мероприятий спуску ОК в скважину включает подготовку:

- *обсадных труб;*
- *бурового оборудования;*
- *скважины.*



8.7.1. Подготовка обсадных труб

Трубно-инструментальная база бурового предприятия:

- визуальный контроль труб (наружный осмотр, проверка резьбы);
- шаблонирование внутреннего диаметра;
- гидравлические испытания (опрессовка).

Буровая:

до спуска колонны

- визуальный контроль труб;
- замер длины каждой трубы, простановка номера, укладка на стеллажи в порядке спуска в скважину.

в процессе спуска колонны

- контрольное шаблонирование.



8.7.2. Подготовка бурового оборудования

- **проверка исправности** привода, буровой лебедки, насосов, вышки, талевой системы и т.д.;
- **переоснастка талевой системы** для повышения ее грузоподъемности (в случае необходимости);
- **проверка исправности** КИП;
- **монтаж передвижной люльки** (на вышке, на высоте 8-10 м от пола) для верхнего рабочего, центрирующего конец наращиваемой обсадной трубы.
- **доставка на буровую** инструмента для спуска ОК;
- **подготовка** рабочих мест на рабочей площадке БУ.



8.7.3. Подготовка ствола скважины

- ***Проработка ствола скважины***

По данным кавернометрии и инклинометрии выделяют интервалы сужения ствола, образования уступов, участки резкого перегиба оси скважины и т.д. В этих интервалах в проводят выборочную проработку ствола. В скважину спускают новое долото (с центральной промывкой) в сочетании с жесткой компоновкой и, удерживая инструмент на весу, прорабатывают выделенные интервалы с промывкой при скорости подачи 40 м/ч. Вращение инструмента на одном месте не допускается во избежание зарезки нового ствола. В сложных условиях скорость подачи снижают (до 20–25 м/ч).

Балаба В.И.



Подготовка ствола скважины

- **Шаблонирование ствола скважины**

После выборочной проработки ствола скважины проверяют проходимость по нему обсадной колонны **путем шаблонирования ствола**. Для этого секцию ОТ длиной около 25 м на колонне бурильных труб спускают до забоя. Скважину промывают до полного выравнивания свойств ПЖ (**не менее двух циклов циркуляции**). В конце промывки ПЖ обрабатывают смазочной добавкой для облегчения спуска ОК.

- **Контроль протяженности ствола**

скважины путем измерения суммарной длины бурильного инструмента, извлекаемого из скважины.



Ключ подвесной пневматический ПБК-4

**Предназначен для
свинчивания-
развинчивания соединений
бурильных и обсадных
труб в процессе СПО**

Балаба В.И.

42

