

Лекция 5

(часть 1)

Проектные решения для контроля и управления давлением в скважине

Контроль за давлением в скважине

- **Первая стадия.** Первичный контроль за давлением в скважине.

Цель контроля – бурение скважины до проектной глубины без осложнений. Контроль осуществляется только путем регулирования величины гидростатического давления столба БПЖ.

- **Вторая стадия.** Вторичный контроль за давлением в скважине.

Цель контроля – безопасная ликвидация ГНВП без последующих осложнений в скважине.

Управление давлением осуществляется как путем изменения ($P_{гс}$), так и использованием ПВО.

Мероприятия: 1. Герметизация устья скважины; 2. Удаление из скважины поступившего пластового флюида; 3. Увеличение в случае необходимости плотности БПЖ.

- **Третья стадия.** Заключительный контроль за давлением в скважине.

Цель контроля – предотвращение возникновения открытого фонтана.
Возобновление первичного контроля за скважиной.

Мероприятия: Установка цементных или баритовых пробок.

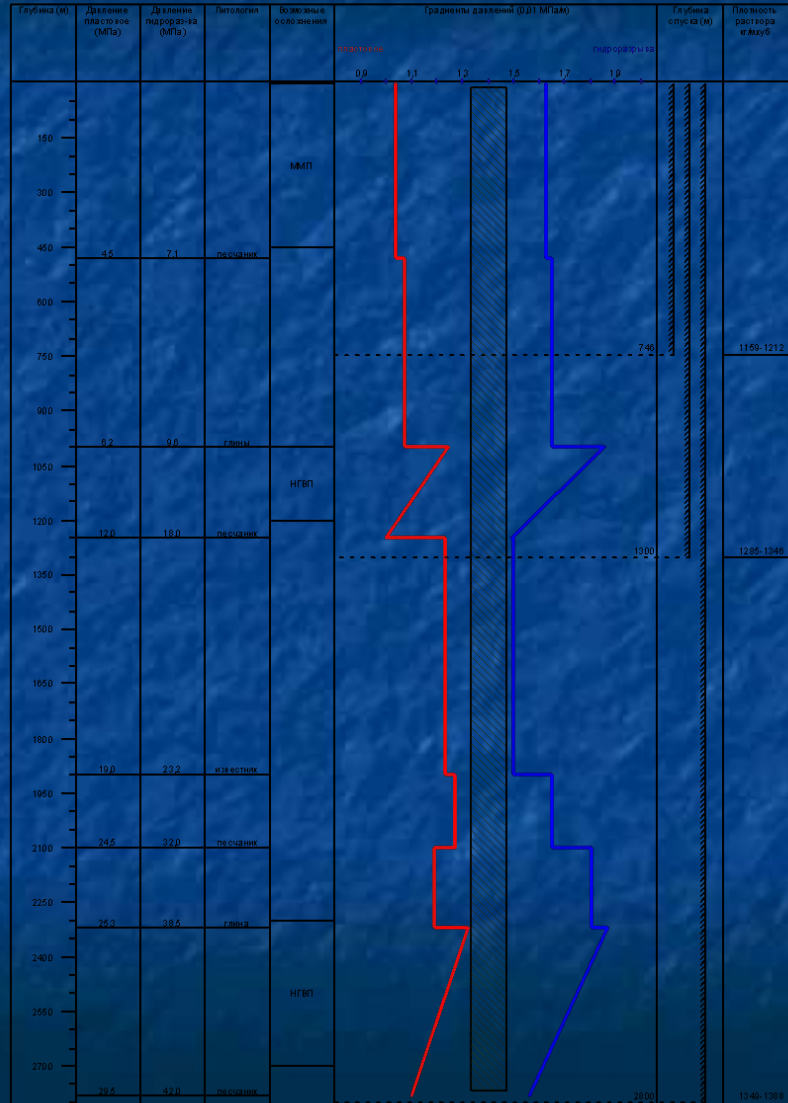
Проектные решения и мероприятия

Противовыбросовые программы – это комплекс специальных мероприятий, выполнение которых позволяет избежать возникновения фонтанов в скважине.

1. Проектирование надежной конструкции скважин
 2. Испытание горных пород на прочность методом опрессовки
 3. Определение максимальных давлений для скважины при ГНВП.
 4. Режим промывки скважины (при бурении и при ликвидации ГНВП)
 5. Режим спуско-подъемных операций
 6. Выбор схемы противовыбросового оборудования
-

1. Проектирование конструкции скважины

Совмещенный график давлений



- Построение совмещенного графика давлений для определения количества и глубины спуска обсадных колонн.
- Уточнение глубины спуска кондуктора и промежуточных колонн из условия предупреждения ГРП при газопроявлении (формула В.Д. Малеванского)

$$H_k = R_{пл} / \text{grad } P_{гр}$$

2. Определение давления гидроразрыва горных пород

2.1. Применение аналитических и эмпирических зависимостей

2.2. Испытание горных пород на прочность методом опрессовки

Цель испытания

В практике бурения после разбуривания башмака обсадной колонны проводят работы по оценке давления поглощения горных пород с целью определения максимально допустимого увеличения плотности промывочной жидкости при дальнейшем углублении скважины.

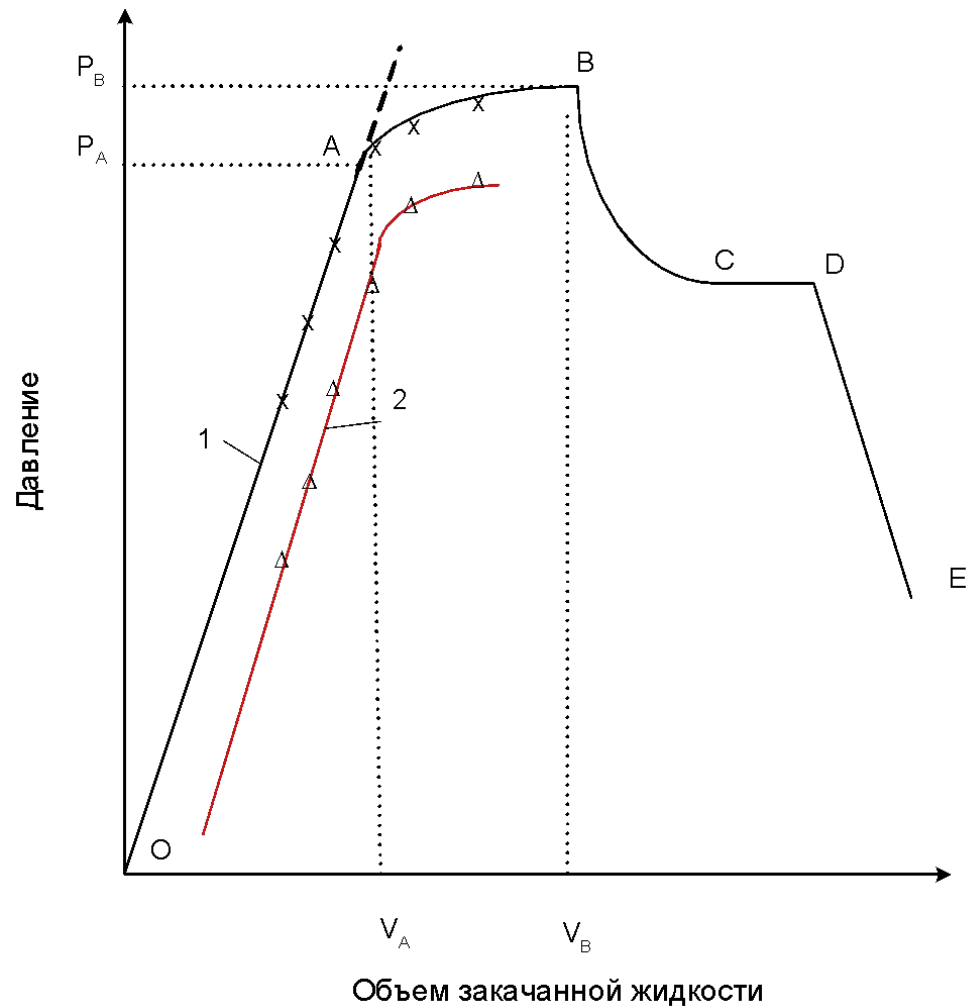
Знание давления поглощения обязательно для успешной ликвидации НГВП или открытого фонтана.

Обычно испытания проводят под башмаком кондуктора и промежуточных обсадных колонн. При этом горная порода не должна подвергаться гидроразрыву во избежание осложнений в скважине.

Порядок проведения испытания

1. После схватывания цементного камня разбурить цементный стакан, башмак и цемент, а затем горную породу на 10-15 метров ниже башмака обсадной колонны.
 2. Промыть скважину и обеспечить выравнивание параметров бурового раствора.
 3. Поднять долото в башмак обсадной колонны. Убедиться, что скважина полностью заполнена буровым раствором.
 4. Подсоединить цементируемые агрегаты к опрессовочной головке. Опрессовать нагнетательную линию.
 5. Вызвать циркуляцию бурового раствора через линию дросселирования при полностью открытом штуцере. Регулировать подачу цементируемых агрегатов в пределах 40-80 л/мин.
 6. Закрыть скважину, используя превентор и штуцер.
 7. Прокачать цементируемым агрегатом внутрь бурильной колонны буровой раствор, увеличивая давление в скважине до половины расчетного максимального значения. При этом на устье регистрируют повышение давления по мере увеличения объема закачиваемого раствора.
-

8. Продолжить закачку бурового раствора порциями по 0,04 м³ каждый раз с последующей выдержкой во времени (2-3 минуты), для стабилизации давления в скважине.
9. По полученным данным построить график изменения давлений в скважине после каждой закачанной в неё порции (рис. 1.3). Точка отклонения (А) от прямолинейной зависимости соответствует давлению начала поглощения (РА). Прекращают закачивание при получении на графике 2-3 точек стабильного поглощения. Продолжение закачки (В) приведет к достижению максимального давления (РВ), при котором происходит гидроразрыв горной породы. Происходит резкое падение давления нагнетания.
10. Остановить насос и сделать выдержку в течение 5- 10 минут.
11. Осуществить плавное (по 0,5-1,0 МПа/мин.) стравливание давления через штуцер. Сравнивая объем возвратившейся жидкости с закаченной, определить объем жидкости поглощенный пластом.



Типовая диаграмма испытания горной породы на прочность методом опрессовки:

1- давление нагнетания; 2- статическое давление

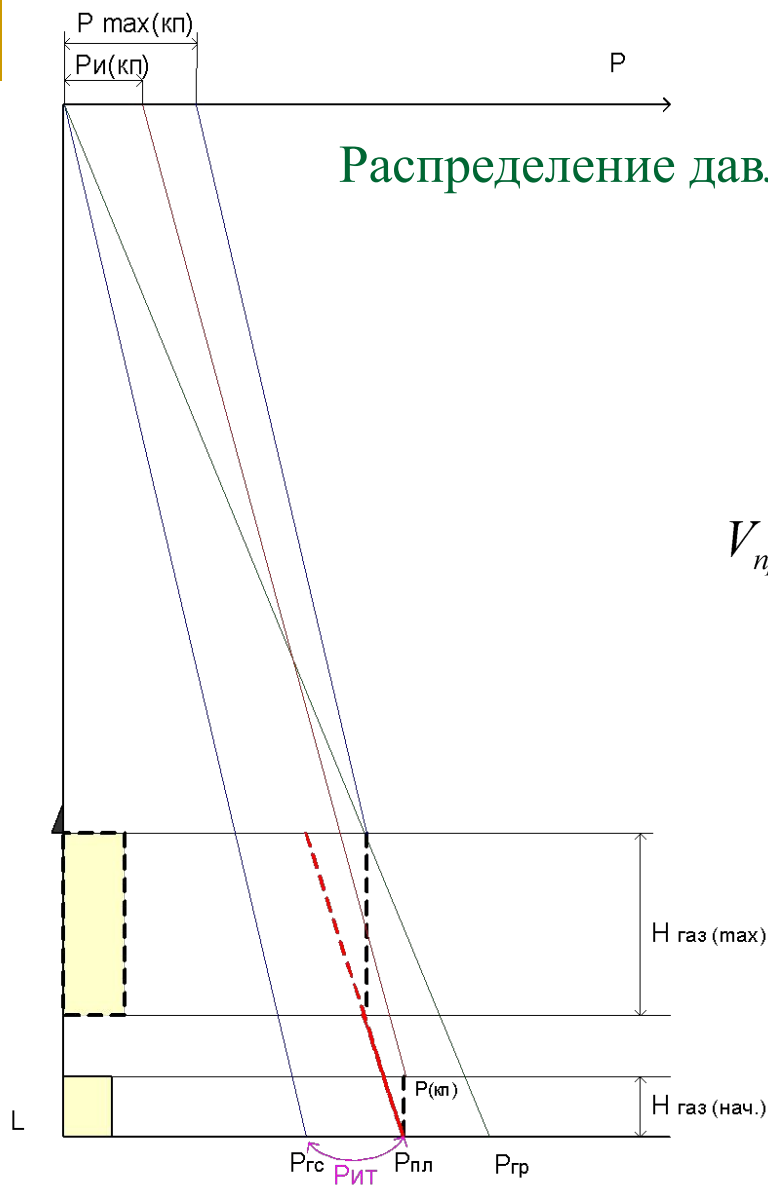
A- начало поглощения бурового раствора; B- гидроразрыв пласта; BC- распространение трещин в породе; CD- падение давления после прекращения закачки

3. Определение максимальных давлений для скважины при ГНВП

3.1 Максимально допустимое давление

$$\blacksquare \quad P_{\text{max доп.}} = \min \left[\begin{array}{l} [P_{u(kn)}] \leq 0,8P_{opr} \\ [P_{u(kn)}] \leq P_{gp} - \rho_{бпж} g H^* \\ [Py.om] \end{array} \right.$$

H^* - глубина залегания наименее прочных горных пород



Распределение давлений в скважине при ГНВП

$$P_{\max(kp)} = P_{гп} - P_{гс}$$

$$H_{газ(max)} = (P_{\max(kp)} - P_{ит})/\rho g$$

$$V_{пр} = \frac{[P]S}{(\rho_{бр} - \rho_z)gP_{заб}} [\rho_{бр}g(H_{пл} - H_{слаб}) + [P] - \Delta P]$$

При бурении

$$V_{доп.} = 0,5 V_{пр.} \quad (\text{но не более } 1,5\text{м}^3)$$

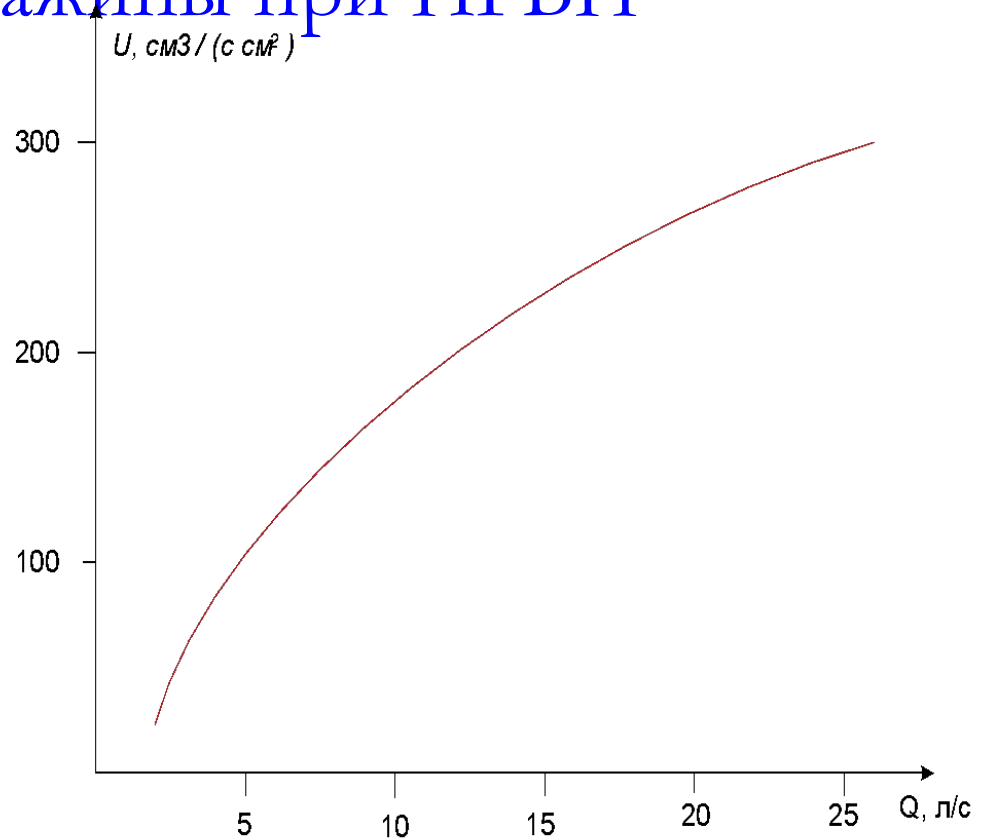
При СПО

$$V_{доп.} = 0,25 V_{пр.} \quad (\text{но не более } 1,0\text{м}^3)$$

Режим промывки скважины при НГВП

- Для предупреждения, ограничения и раннего обнаружения притока флюидов в скважину, а также для ограничения процесса развития проявления при бурении в выбросоопасных условиях целесообразно повышение расхода бурового раствора.

С увеличением расхода увеличивается необходимый для образования пробки удельный расход газа (рис.)



Зависимость удельного расхода газа при образовании пробковой структуры смеси от расходов промывочной жидкости

Режим спуско-подъемных операций

- Для предотвращения и ликвидации возможных газонефтеводопроявлений блок долива устанавливается и обязывается с устьем скважины с таким расчетом, чтобы обеспечивался самодолив скважины или принудительный долив с помощью насоса. Подъем труб из скважины проводится с доливом и поддержанием уровня на устье. Доливочная емкость должна быть оборудована уровнемером и иметь градуировку.
- На скважине должен быть обеспечен запас жидкости с соответствующей плотностью в количестве не менее 2-х объемов скважины.,
- В процессе подъема колонны труб следует производить долив раствора глушения в скважину. Режим долива должен обеспечивать поддержание уровня на устье скважины. Свойства жидкости глушения, доливаемой в скважину, не должны отличаться от находящейся в ней. Объемы вытесняемого из скважины при спуске труб и доливаемого раствора при их подъеме должны контролироваться и сопоставляться с объемом поднятого или спущенного металла труб. При разнице между объемом доливаемого раствора и объемом металла поднятых труб более 0.5 м³ подъем должен быть прекращен и приняты меры, предусмотренные инструкцией по действию вахты при НГВП.

- Глубина опорожнения (Δh) кольцевого пространства не должна превышать некоторого безопасного значения (Δh_6)

$$(\Delta h) < (\Delta h_6)$$

$$\text{где } \Delta h_6 = H_{\text{пл}} \left[1 - \frac{1}{m - (m_1 - 1)} \right]$$

$H_{\text{пл}}$ – глубина залегания пласта с наибольшим градиентом пластового давления в открытой части ствола скважины, м;

m – коэффициент превышения гидростатического давления над пластовым (регламентируется ПБНГП);

m_1 – коэффициент безопасного превышения гидростатического давления над пластовым во время СПО

Глубина скважины, м	<1200	<2500	>2500
m_1	1,08	1,04	1,03

$$n_6 =$$

$$\frac{D - d_n}{d_n - d_{вн}} \frac{\Delta h_6}{l_{св}}$$

D — диаметр скважины, м;

d_n и $d_{вн}$ — внутренний и наружный диаметры бурильных труб, м;

$l_{св}$ - длина свечи, м

При этом необходимо учитывать следующее ограничение:

число поднимаемых свечей без долива должно быть не более пяти при $D/d_n < 1,6$
и не более десяти при $D/d_n > 1,6$

Пример

Определить количество свечей,
поднимаемых без долива
скважины при следующих
данных:

$$L_{\text{ск}} = 3000 \text{ м.}$$

$$\rho_{\text{бпж.}} = 1400 \text{ кг/м}^3$$

$$P_{\text{пл.}} = 40 \text{ МПа}$$

$$D_{\text{скв.}} = 0,190 \text{ м.}$$

$$d_{\text{бт.(н)}} = 0,127 \text{ м.}$$

$$d_{\text{бт.(в)}} = 0,107 \text{ м.}$$

$$L_{\text{св.}} = 35 \text{ м.}$$

$$\Delta h_{\text{б}} = H_{\text{пл}} \left[1 - \frac{1}{m - (m_1 - 1)} \right] = 60 \text{ м.}$$

$$n_{\text{б}} = \frac{D - d_{\text{н}}}{d_{\text{н}} - d_{\text{вн}}} \frac{\Delta h_{\text{б}}}{l_{\text{св}}} = 5,04$$

принимаем частоту долива скважины через 5 свечей

