

КОМПЬЮТЕРНЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА ПРОЦЕССАМИ ПРОИСХОДЯЩИМИ В СКВАЖИНЕ



К работам на скважинах с возможными газонефтеводопроявлениями допускаются рабочие и специалисты, прошедшие подготовку по курсу «Контроль скважины. Управление скважиной при нефтегазоводопроявлениях» в специализированных учебных центрах. Проверка знаний и переподготовка этих кадров проводится не реже одного раза в 3 года

(п 2.7. 7.2 ПБНГП)

Литература

- Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности (ПБ 08-624-03). Серия 08. Выпуск 4. М.: -2003.- 312 с.
- Шевцов В.Д. Предупреждение газопроявлений и выбросов при бурении глубоких скважин.- М.: Недра, 1988.-200 с.
- Логанов Ю.Д. и др. Открытые фонтаны и борьба с ними: Справочник.- М: Недра, 1991.-198 с.
- Басарыгин Ю.М., Будников В.Ф., Булатов А.И. Теория и практика предупреждения осложнений и ремонта скважин при их строительстве и эксплуатации: Справочное пособие: В 6 т.-М.: Недра, 2001.-Т.3.-399 с.
- Куксов А.К. и др. Предупреждение и ликвидация газонефтепроявлений при бурении. – М.: Недра, 1992. -251 с

Лекция 1

ОСНОВНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ДАВЛЕНИЯХ В СКВАЖИНЕ

1.1 ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- **Газонефтеводопроявления (ГНВП)** — поступление пластового флюида в скважину, непредусмотренное проектом
- **Перелив** — истечение жидкости через бурильные трубы при отсутствии циркуляции в скважине
- **Выброс** — апериодичное извержение флюида из скважины на значительную высоту
- **Фонтан** — постоянное, неуправляемое извержение пластового флюида через устье скважины на значительную высоту
- **Грифон** — проявление пластового флюида вне устья скважины
- **Флюид** — любой вид продукта (газ, нефть, вода...) находящийся в пласте

1.2 ДАВЛЕНИЯ В СКВАЖИНЕ

■ Гидростатическое давление ($P_{гс}$)

$$P_{гс} = P_0 + \rho g H, \text{ Па}$$

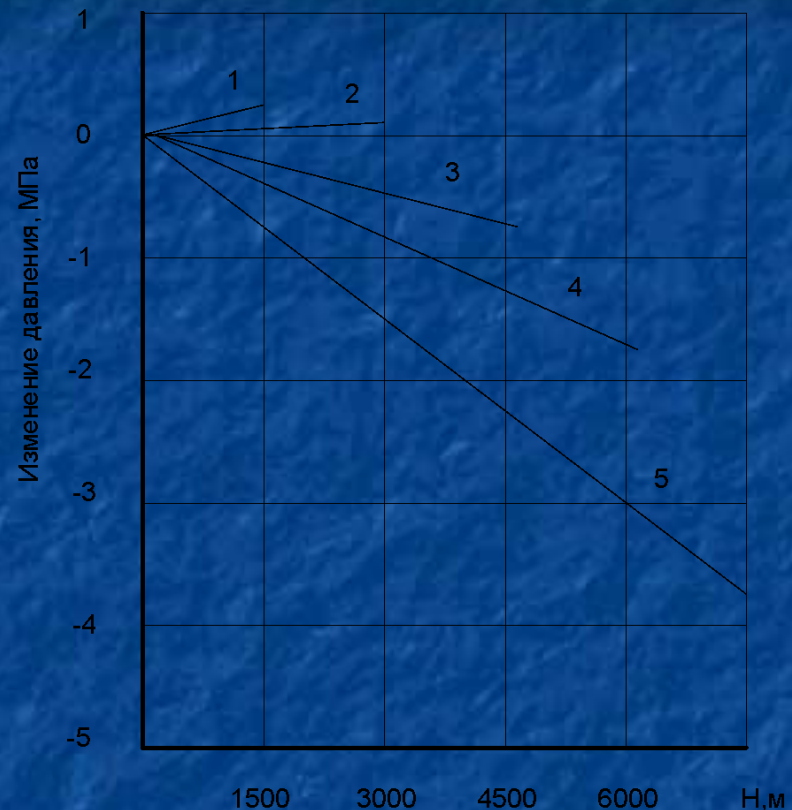
где: P_0 – внешнее давление на свободной поверхности, Па;

- ρ – плотность жидкости, кг/м³;

- g – ускорение свободного

падения, м/с²;

- H – высота столба жидкости, м



$T_{град} = 4 \text{ C}/100 \text{ м}$ $Q = 19 \text{ л/с}$

Зависимость изменения давления от глубины скважины с учетом температуры

Горное (геостатическое) давление ($P_{гор}$)

$P_{гор}$ - давление, оказываемое весом вышележащих пород и насыщающих их флюидов

$$P_{гор} = \sum_{i=1}^n h_i (1 - \varphi_i) \rho_{гпi} g + \sum_{i=1}^n h_i \varphi_i \rho_{фi} g$$

где: h – мощность интервала, м;
 φ - пористость пород доли общего объема;
 $\rho_{гп}$ и $\rho_{ф}$ - плотность горных пород и флюида, кг/м³;
 g – ускорение свободного падения, м/с²



■ Пластовое давление ($P_{пл}$)

Пластовое (поровое) давление представляет собой давление, оказываемое флюидами, содержащимися в горной породе.

Различие между пластовым и поровым давлениями определяется характером пород, содержащих в порах флюид. В проницаемых породах-коллекторах давление флюида называют пластовым, в непроницаемых, таких как глина, - поровым.

Пластовое давление называется нормальным, если оно равно гидростатическому давлению столба пластовых вод, сообщающихся через трещины и поры горной породы с атмосферой (рис. а).

Пластовые давления, превышающие гидростатические давления флюидов определяются как аномально высокие давления, а пластовые давления меньше гидростатических называются аномально низкими (рис. б, в).

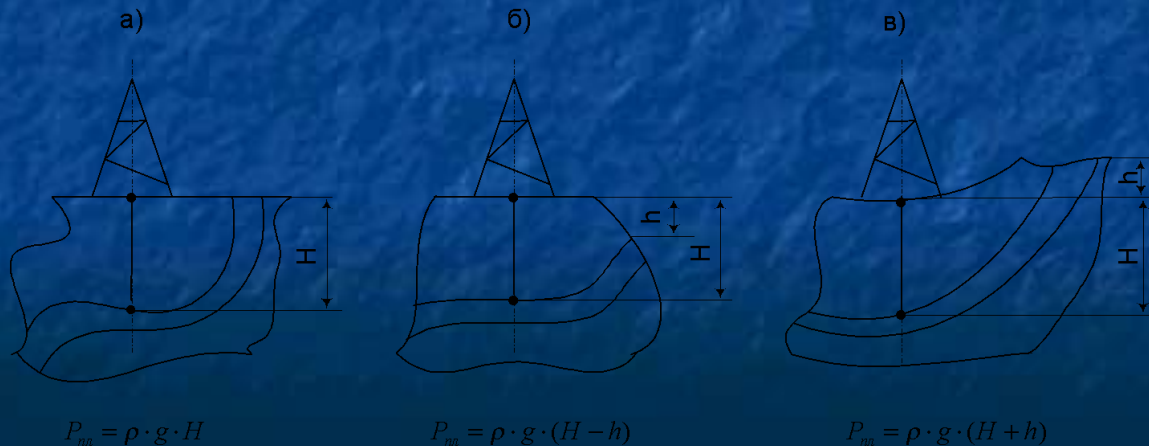


Рисунок.- Влияние пьезометрической высоты на пластовое давление в скважине
а)- устье скважины совпадает с пьезометрической поверхностью;
б)- устье скважины расположено выше пьезометрической поверхности;
в) - устье скважины расположено ниже пьезометрической поверхности

■ Давление гидроразрыва горных пород ($P_{гр}$)

Это давление, создаваемое флюидом, при котором в горной породе начинают возникать трещины

Формула Итона

$$grad P_{гр} = \frac{P_{пл}}{H} + \left(\frac{\nu}{1-\nu} \right) \frac{P_{гор} - P_{пл}}{H}$$

Формула Андерсена

$$grad P_{гр} = \left(\frac{2\nu}{1-\nu} \right) \frac{P_{гор}}{H} + \left(\frac{1-3\nu}{1-\nu} \right) \frac{P_{пл}}{H}$$

где $P_{пл}$ - пластовое и горное давления, Па; H - глубина пласта, м; ν - коэффициент Пуассона

Горная порода	Коэффициента Пуассона
Глины:	
- песчанистые	0,38-0,45
- плотные	0,25-0,36
Глинистые сланцы	0,10-0,20
Известняки	0,28-0,33
Каменная соль	0,44
Песчаники	0,30-0,35

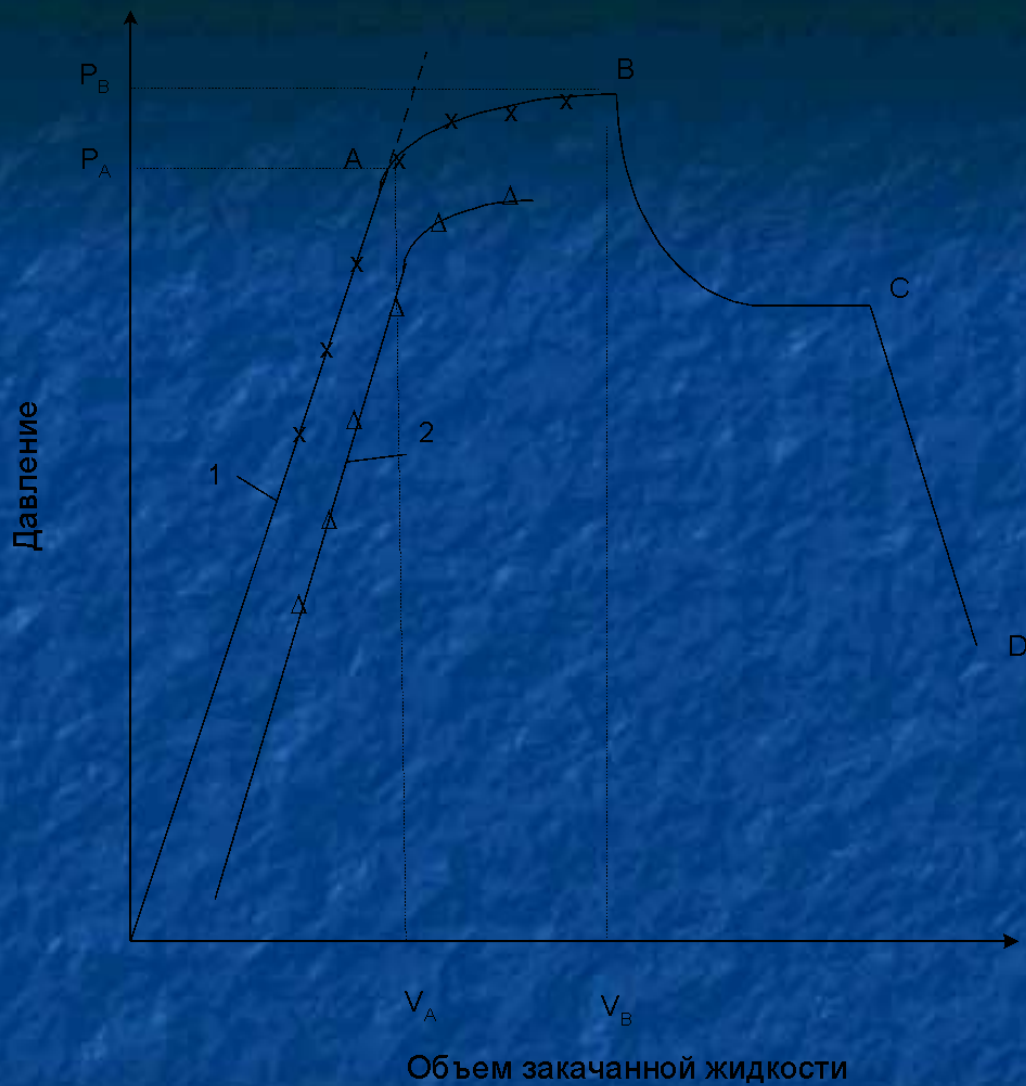
Формула Сельвацук

$$P_{гр} = P_{пл} + \lambda \cdot (P_z - P_{пл}) + P_c$$

где λ - коэффициент бокового распора горных пород; P_c - давление, необходимое для преодоления сопротивления скелета горных пород разрыву

Эмпирическая формула

$$P_{гр} = 0,0083H + 0,66P_{пл}$$



Типовая диаграмма испытания горной породы на прочность методом опрессовки:
 1- давление нагнетания; 2- статическое давление
 А- начало поглощения бурового раствора; В- гидроразрыв пласта; ВС- распространение трещин в породе; CD- падение давления после прекращения закачки.

■ Гидродинамическое давление ($P_{гд}$)

При промывке скважины

$$P_H = \Delta P_o + \Delta P_{бк} + \Delta P_{зд} + \Delta P_{д} + \Delta P_{кп}$$

При цементировании скважин

$$P_{ца} = \Delta P_{он} + \Delta P_{от} + \Delta P_{кп}$$

Где: $\Delta P_{он}$ - потери давления в наземной обвязке; $\Delta P_{от}$ - в обсадных трубах;
 $\Delta P_{кп}$ - в кольцевом пространстве

При ликвидации нефтегазоводопроявлений

$$P_H = \Delta P_o + \Delta P_{бк} + \Delta P_{зд} + \Delta P_{д} + \Delta P_{кп} + \Delta P_{ош} + \Delta P_{ш}$$

где $\Delta P_{ош}$ - потери давления в отводном канале (от задвижки устья скважины до регулируемого штуцера);
 $\Delta P_{ш}$ - потери давления на регулируемом штуцере.

При спуско-подъемных операциях

■ Забойное давление ($P_{\text{заб}}$)

при циркуляции жидкости

$$P_z = P_{гс} + \Delta P_{кп}$$

При подъеме бурильной колонны

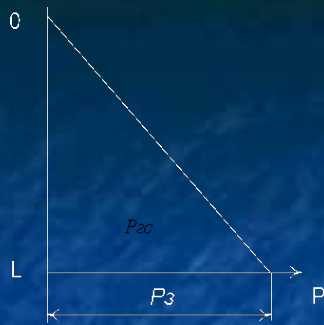
$$P_z = P_{гс} - \Delta P_{нд} - \Delta P_{ф} - \Delta P_{нд}$$

где $\Delta P_{дп}$ - гидродинамическое давление под долотом;
 $\Delta P_{ф}$ - снижение забойного давления в результате фильтрации, контракции, седиментации и температурных изменений;
 $\Delta P_{нд}$ - снижение давления за счет недолива скважины.

При спуске бурильной колонны

$$P_z = P_{гс} \pm \Delta P_{гд} - \Delta P_{ст}$$

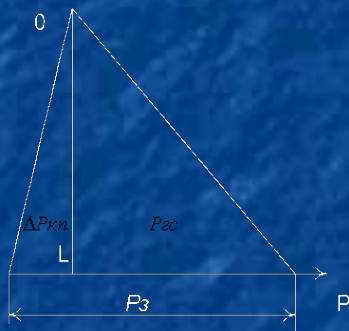
где $\Delta P_{гд}$ - температурные изменения гидростатического давления бурового раствора



Состояние статическое:

скважина открыта, циркуляция бурового раствора отсутствует. Забойное давление равно гидростатическому давлению

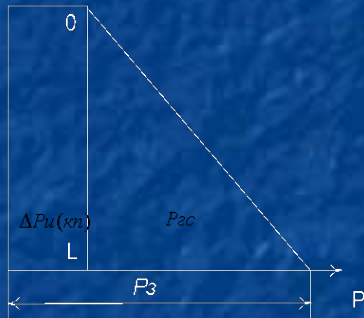
$$P_з = P_{гс}$$



Динамическое состояние:

Скважина открыта, идет циркуляция бурового раствора. Забойное давление равно сумме гидростатического давления и потерям давления в кольцевом пространстве

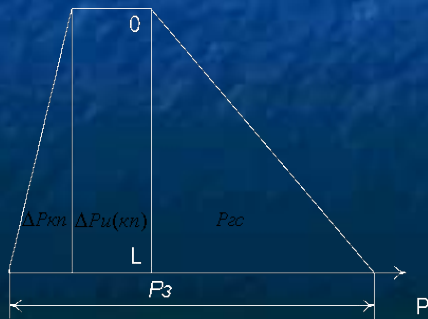
$$P_з = P_{гс} + \Delta P_{кп}$$



Статическое состояние:

Скважина закрыта. Имеется избыточное давление в кольцевом пространстве при ГНВП. Забойное давление равно сумме гидростатического давления и избыточного давления в кольцевом пространстве.

$$P_з = P_{гс} + \Delta P_{и(кп)}$$



Динамическое состояние:

Скважина закрыта. Идет процесс вымывания поступивших в скважину флюидов. Забойное давление равно сумме гидростатического, избыточного и потерям давления в кольцевом пространстве.

$$P_з = P_{гс} + P\Delta P_{и(кп)} + \Delta P_{кп}$$