

Лекция 2. «Качество заканчивания скважин»

Заканчивание скважин

Определение понятия заканчивания скважин:

Под заканчиванием скважин понимают комплекс технологических процессов от момента вскрытия продуктивного пласта до момента его освоения и испытания как промышленного объекта.

В комплекс технологических процессов заканчивания скважин входят следующие технологические процессы:

- Вскрытие продуктивного пласта(ов) бурением (иначе этот процесс называют первичным вскрытием продуктивного пласта);
- Испытание продуктивного пласта(ов) в период бурения;
- Крепление ствола скважины и разобщение пластов обсадными трубами, тампонажными материалами и специальным внутрискважинным оборудованием;
- Установка фильтра между продуктивными пластами и скважиной (при необходимости);
- Вторичное вскрытие продуктивных пластов перфорацией;
- Вызов притока флюида из пластов;
- Работы по интенсификации притока флюида из пластов (при необходимости).

Качество заканчивания скважин

Качество заканчивания скважин может быть оценено по результатам проведения испытаний пласта как эксплуатационного объекта, на финальной стадии заканчивания.

Реальная скважина оценивается по степени её несовершенства по сравнению с гидродинамически совершенной скважиной. Существует несколько **видов несовершенств скважины:**

- скважина несовершенная по степени вскрытия;
- скважина, несовершенная по характеру вскрытия;
- скважина несовершенная по качеству вскрытия.

Качество заканчивания скважин

Скважина, **несовершенная по степени вскрытия**, вскрывает продуктивный пласт не на всю толщину. Такую скважину можно проиллюстрировать графически:

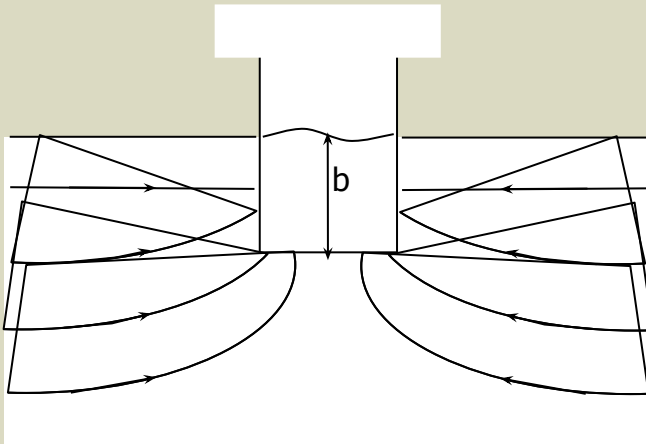


Схема притока в скважину несовершенную по степени вскрытия

Степень совершенства по степени вскрытия оценивается отношением толщины вскрытой части пласта к его мощности $\delta_1 = b/h$, где b - толщина вскрытой части пласта, h - мощность пласта.

Качество заканчивания скважин

Скважина считается **несовершенная по характеру вскрытия**, когда связь пласта со скважиной осуществляется не через открытый забой, а через перфорационные каналы.

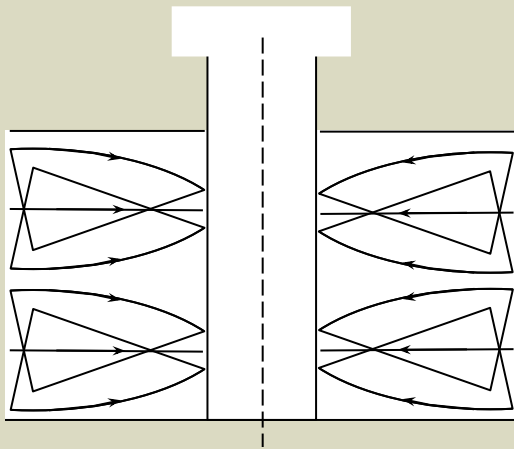


Схема притока в скважину, несовершенную по характеру вскрытия

Степень совершенства по характеру вскрытия оценивается отношением $\delta_{\text{ав}} = \sum S_{\text{перф}} / S_{\text{скв}}$, где $\sum S_{\text{перф}}$ – суммарная площадь перфорационных отверстий, а $S_{\text{скв}}$ – площадь стенки скважины в интервале продуктивного пласта.

Качество заканчивания скважин

Скважина, у которой проницаемость коллектора в ПЗП снижена по сравнению с естественной проницаемостью пласта, называется **несовершенная по качеству вскрытия**.

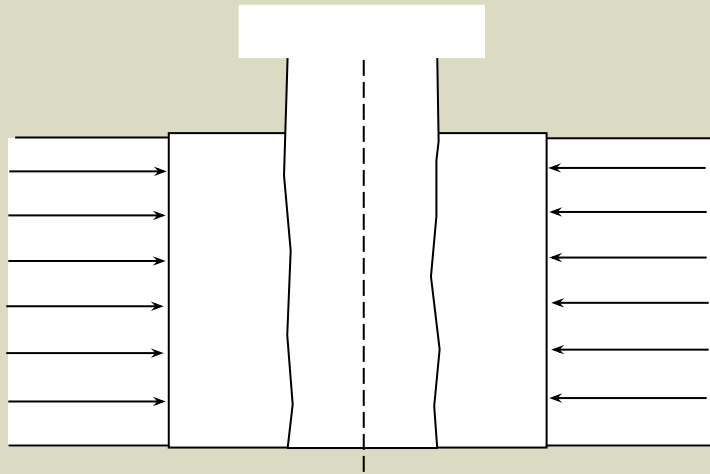


Схема притока в скважину, несовершенную по качеству вскрытия

Степень совершенства по качеству вскрытия оценивается отношением средней проницаемости пласта в призабойной зоне $k_{пзп}$ к проницаемости пласта $k_{пл}$: $\delta_3 = k_{пзп} / k_{пл}$.

Качество заканчивания скважин

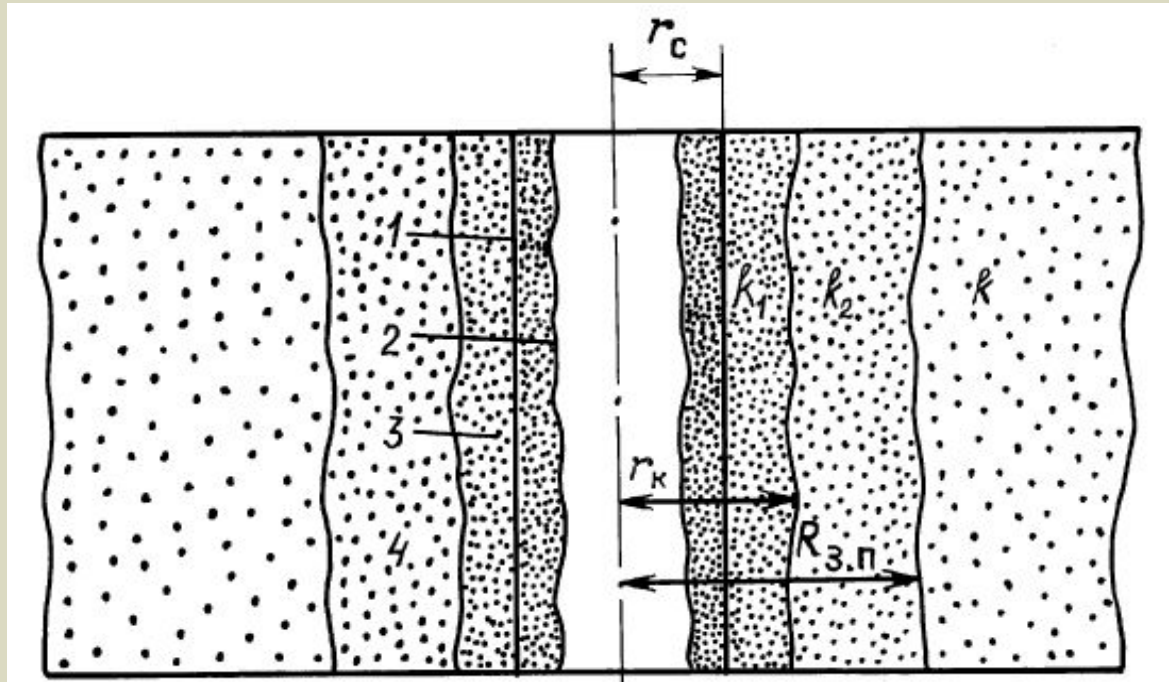


Схема прискважинной зоны пласта после вскрытия его бурением:

1 - стенка скважины; 2 - глинистая корка; 3 - зона кольтматации; 4 - зона проникновения фильтрата промывочной жидкости; k , k_1 , k_2 - проницаемости в удаленной зоне пласта, в зоне кольтматации и в зоне проникновения фильтрата.

Качество заканчивания скважин

Скважина совершенная по степени, характеру и качеству вскрытия называется **гидродинамически совершенной скважиной**.

Дебит гидродинамически совершенной скважины Q_c в м³/с может быть рассчитан по формуле Дюпюи:

$$Q_c = 2 \pi k_{пл} h (P_{пл} - P_z) / (\mu \ln(R_{пзп} / R_c))$$

где $k_{пл}$ – проницаемость пласта в м²,

h – мощность пласта в м,

$P_{пл}$ – пластовое давление в МПа,

P_z – забойное давление в МПа,

μ - вязкость пластового флюида в (МПа*с),

$R_{пзп}$ – радиус призабойной зоны пласта в м,

R_c – радиус скважины в м.

Качество заканчивания скважин

Формула Дюпюи для реальной скважины отличается от формулы Дюпюи для гидродинамически совершенной скважины тем, что в ней вводятся параметры C_1 , C_2 , C_3 , характеризующие несовершенную скважину, которые рассчитываются через степень совершенства скважины по формулам:

$$C_1 = \frac{1}{\delta_1} - 1 = \frac{h}{b} - 1; \quad C_2 = \frac{1}{\delta_2} - 1 = \frac{S_{\text{СКВ}}}{\Sigma S_{\text{перф}}} - 1; \quad C_3 = \frac{1}{\delta_3} - 1 = \frac{k_{\text{пл}}}{k_{\text{пзп}}} - 1.$$

$$Q_p = \frac{2\pi k_{\text{пл}} h (P_{\text{пл}} - P_c)}{\mu \left(\ln \frac{R_{\text{нзн}}}{R_c} + C_1 + C_2 + C_3 \right)}.$$

$$Q_p = \frac{2\pi k_{\text{пл}} h (P_{\text{пл}} - P_c)}{\mu \ln \frac{R_{\text{нзн}}}{R_{\text{пр}}}}.$$

Для расчета притока пластового флюида к системе взаимодействующих несовершенных скважин важное значение имеет понятие приведенного радиуса. **Приведенным радиусом** $R_{\text{пр}}$ называется радиус такой фиктивной совершенной скважины, дебит которой при прочих равных условиях равен дебиту гидродинамически несовершенной скважины.

Качество заканчивания скважин

Для оценки качества заканчивания скважины можно использовать **коэффициент гидродинамического совершенства φ** , под которым понимают отношение дебита реальной скважины Q_p к дебиту Q_c этой же скважины, если бы она была гидродинамически совершенной (т.е. если бы скважина имела открытый забой полностью вскрытого бурением пласта и естественную проницаемость в ПЗП). Из этого определения и ранее представленных формул можно записать:

$$\varphi = \frac{Q_p}{Q_c} = \frac{\ln \frac{R_{nzn}}{R_c}}{\ln \frac{R_{nzn}}{R_c} + C_1 + C_2 + C_3} = \frac{\ln \frac{R_{nzn}}{R_c}}{\ln \frac{R_{nzn}}{R_{np}}}$$

Качество заканчивания скважин

За рубежом для оценки степени совершенства скважины по качеству вскрытия продуктивного пласта применяют такой показатель загрязнения продуктивного пласта как **скин-эффект** S_K :

$$S_K = \ln \frac{R_3}{R_c} \cdot \left(\frac{k_{пл}}{k_3} - 1 \right),$$

где R_3 – радиус загрязнённой зоны пласта;
 R_c – радиус скважины.

Если $S_K > 0$, то это означает, что проницаемость вскрытой части пласта уменьшилась, если $S_K = 0$, то проницаемость ПЗП осталась неизменной. Если $S_K < 0$, то проницаемость ПЗП стала выше проницаемости пласта.