

# **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

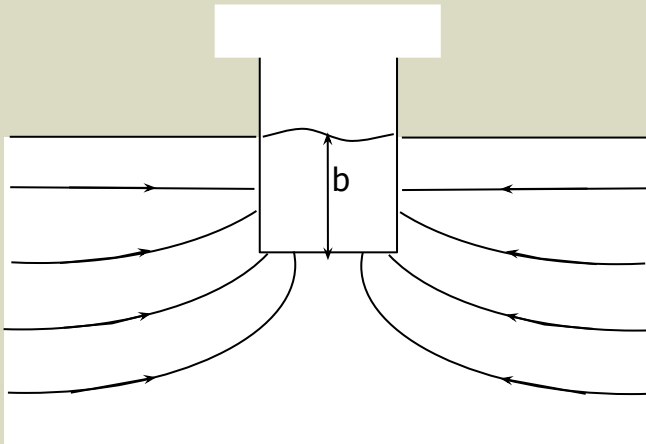
Качество заканчивания скважин может быть оценено по результатам проведения испытаний пласта как эксплуатационного объекта, на финальной стадии заканчивания.

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:

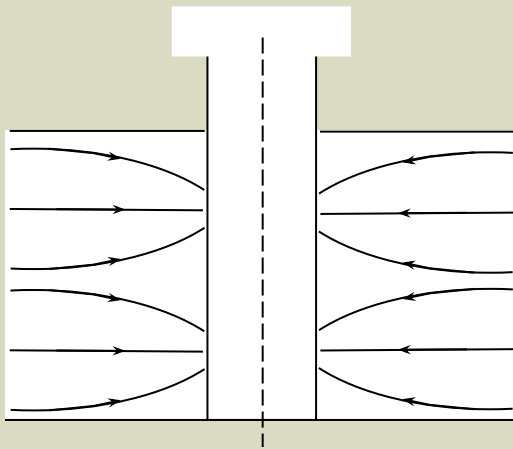


*Схема притока в скважину несовершенную по степени вскрытия*

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.

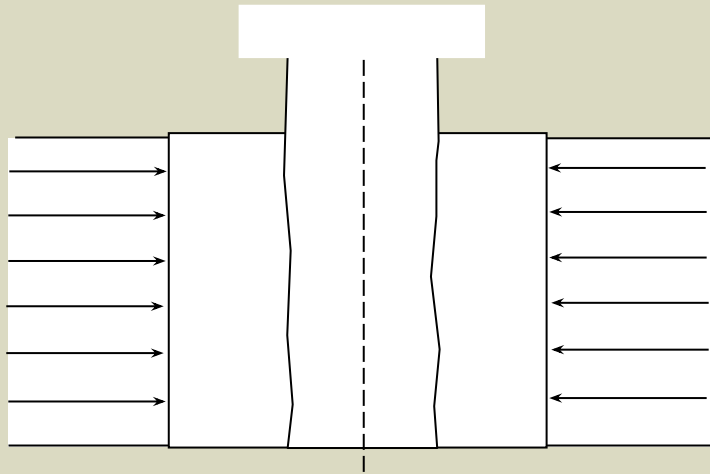


*Схема притока в скважину, несовершенную по характеру вскрытия*

Степень совершенства по характеру вскрытия оценивается отношением  $\delta_{\text{в}} = \frac{\sum S_{\text{перф}}}{S_{\text{скв}}}$ , 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

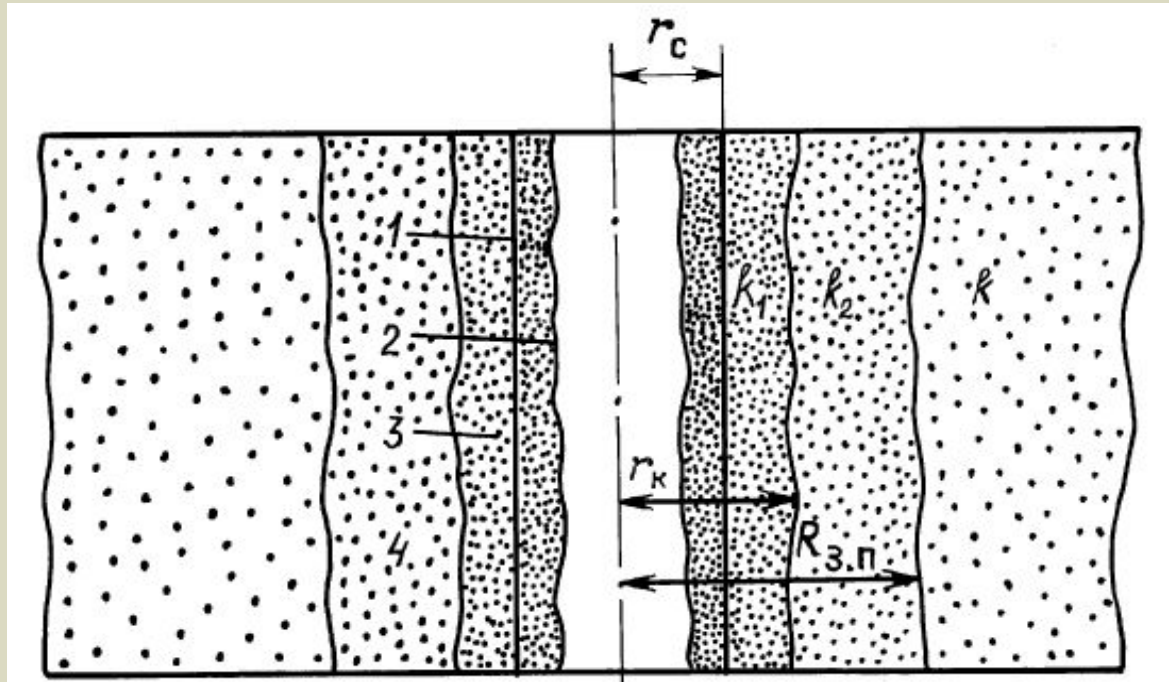


Схема прискважинной зоны пласта после вскрытия его бурением:

1 - стенка скважины; 2 - глинистая корка; 3 - зона колюматации; 4 - зона проникновения фильтрата промывочной жидкости;  $k$ ,  $k_1$ ,  $k_2$  - проницаемости в удаленной зоне пласта, в зоне колюматации 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 м<sup>3</sup>/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 м<sup>2</sup>,

$h$  – мощность пласта в м,

$P_{пл}$  – пластовое давление в МПа,

$P_z$  – забойное давление в МПа,

$\mu$  - 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:

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

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

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

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  $\varphi$** , 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.