

Определение проницаемости

Лабораторная работа №4

ПОНЯТИЕ И КАТЕГОРИИ ПРОНИЦАЕМОСТИ

- **Проницаемостью** называется свойство горных пород пропускать сквозь себя жидкости и газы при наличии перепада давления.

Типы проницаемости

- **Абсолютной проницаемостью** называется проницаемость пористой среды для однофазного флюида при отсутствии заметного физико-химического взаимодействия его с пористой средой.
- **Эффективной проницаемостью** - проницаемость пористой среды (для данных жидкости или газа) при наличии в ней других флюидов.
- **Относительной проницаемостью** называется отношение эффективной проницаемости пористой среды для данного флюида к ее абсолютной проницаемости.

Закон Дарси

- Значение $K_{пр}$ в лабораторных условиях определяют путем фильтрации флюидов через керн. Для оценки проницаемости пользуются линейным законом фильтрации Дарси, согласно которому скорость фильтрации флюида в пористой среде пропорциональна градиенту давления и обратно пропорциональна вязкости.

$$V = \frac{K_{пр} \Delta p}{\mu \Delta L}$$

- где V – скорость фильтрации (см/с); μ – вязкость газа (жидкости) (сПз); Δp – перепад давления (атм); ΔL – длина образца (см); $K_{пр}$ – коэффициент проницаемости (мД).

Скорость фильтрации V можно определить следующим образом:

$$V = \frac{Q}{F}$$

где Q – объемный расход газа (жидкости) через образец в единицу времени ($\text{см}^3/\text{с}$); F – площадь фильтрации (см^2).

Объединив две формулы получаем:

$$k_{\text{пр}} = \frac{Q\mu l}{\Delta P F} = \frac{1 \text{ м}^3/\text{с} * 1 \text{ Па} * \text{с} * 1 \text{ м}}{1 \text{ Па} * 1 \text{ м}^2} = 1 \text{ м}^2 \text{ (система СИ)}$$

$$k_{\text{пр}} = \frac{Q\mu l}{\Delta P F} = \frac{1 \text{ см}^3/\text{с} * 1 \text{ сантипуаз} * 1 \text{ см}}{1 \text{ атм} * 1 \text{ см}} = 1 \text{ Дарси}$$

$$1 \text{ Д} = 1 \text{ мкм}^2 = 1 * 10^{-12}$$

Схема прибора

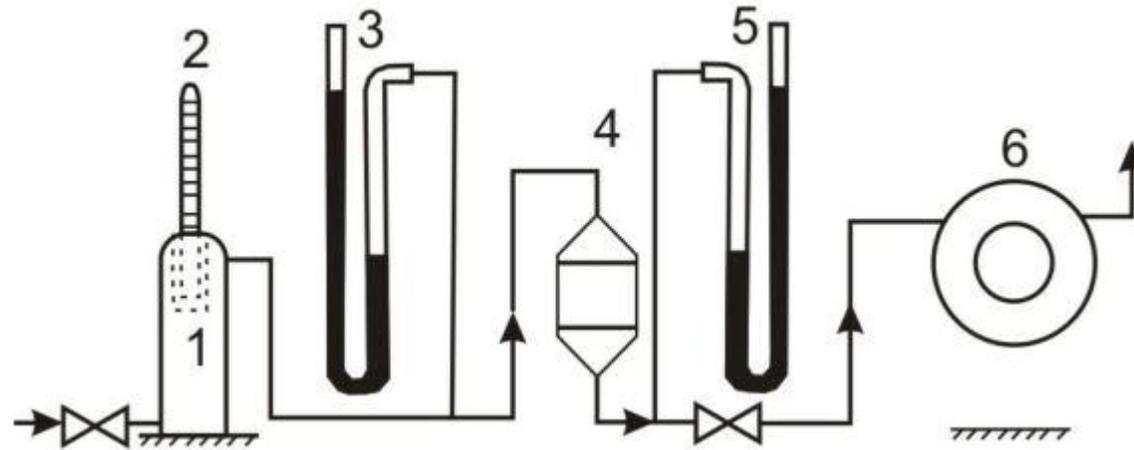


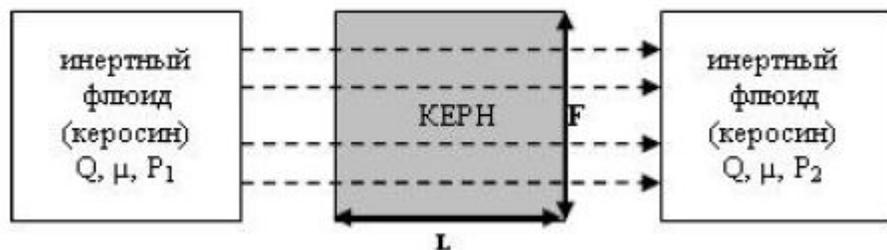
Схема прибора для определения проницаемости
1 – хлоркальциевая трубка; 2 – термометр; 3 – манометр
перед образцом; 4 – винтовой зажим и обойма для
образца; 5 – манометр за образцом; 6 – газовые часы

Порядок проведения работ

1. Подготавливают образец (экстрагируют; выпиливается образец цилиндрической или кубической формы размером 3х3 см и диаметром 30, 25 или 20 мм).
2. Перед установкой в обойму для образца – образец измеряется (длину L и диаметр d).
3. Образец помещается в обойму для образца, давление перед образцом измеряют с помощью манометра перед образцом.
4. Испытание проводится несколько раз (обычно три раза) при различных перепадах давления, продолжительность испытания зависит от проницаемости образца. При хорошей и средней проницаемости необходимо выдержка 2-5 минут, после того как установиться режим течения воздуха.

Порядок проведения работ

5. Проводиться серия измерения каждые 30 сек, а затем вычисляется среднее давление P_1 перед образцом.
6. На манометре после образца делают отсчет P_2 .
7. По газовым часам рассчитывают объем флюида прошедший за определенный промежуток времени.
8. Подставляется в формулу и рассчитывается значение коэффициента проницаемости.



Определение абсолютной
проницаемости



Определение эффективной
проницаемости

Если поровое пространство ПК содержит в себе более одного флюида, то в этом случае проницаемость по конкретному флюиду называется *эффективной*. Значение ее зависит от физических свойств ПК, физико-химических свойств жидкостей и газа, а также от степени насыщенности пустотного пространства каждой из фаз. Для определения этого вида проницаемости через керн совместно фильтруются нефть и вода, причем определение проводится на нескольких режимах, но не менее пяти (0%, 25%, 50%, 75%, 100% воды в потоке). Эффективная проницаемость для каждой отдельной фазы, и сумма эффективных проницаемостей меньше, чем абсолютная проницаемость.

Величины эффективных проницаемостей рассчитываются по формулам:

$$k_{\text{прэн}} = \frac{Q_{\text{н}} \mu_{\text{н}} l}{\Delta P F}$$

$$k_{\text{прэв}} = \frac{Q_{\text{в}} \mu_{\text{в}} l}{\Delta P F}$$

Пример

Определение абсолютной и эффективной проницаемостей.

Предположим, что керн насыщен на 100% и промывается водой.

Данные по керну следующие: $F = 2,5 \text{ см}^2$; $L = 3 \text{ см}$; $Q_v = 0.6 \text{ см}^3/\text{с}$; $\Delta P = 2 \text{ атм}$; $\mu_v = 1 \text{ сПз}$.

Подставляя данные по керну в формулу, получаем:

$$k_{\text{прв}} = \frac{Q_v \mu_v l}{\Delta P F} = \frac{0,6 * 1 * 3}{2 * 2,5} = 360 \text{ мД}$$

Пример

Тот же керн насыщен 100% нефтью: $\mu_n = 2,7$ сПз; $Q_n = 0.222$ см³/с.

Используя формулу, получаем:

$$k_{\text{прн}} = \frac{Q_n \mu_n l}{\Delta P F} = \frac{0,222 * 2,7 * 3}{2,5 * 2} = 360 \text{мД}$$

Тот же керн с водонасыщенностью 70% и нефтенасыщенностью 30%: $Q_n = 0,027$ см³/с; $Q_v = 0,48$ см³/с.

$$k_{\text{прэн}} = \frac{Q_n \mu_n l}{\Delta P F} = \frac{0,027 * 2,7 * 3}{2 * 2,5} = 44 \text{мД}$$

$$k_{\text{прэв}} = \frac{Q_v \mu_v l}{\Delta P F} = \frac{0,48 * 1 * 3}{2 * 2,5} = 288 \text{мД}$$

$$44 \text{мД} + 288 \text{мД} < 360 \text{мД}$$

Из расчетов видно, что эффективная проницаемость для каждой отдельной фазы, и сумма эффективных проницаемостей меньше, чем абсолютная проницаемость.