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 $К_{пр}$ 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); Δр – перепад давления (атм); ΔL – длина образца (см); $К_{пр}$ – 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 ($см^3/с$); F – площадь фильтрации ($см^2$).

Объединив две формулы получаем:

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

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

$1Д = 1мкм^2 = 1*10^{-12}$

Схема прибора

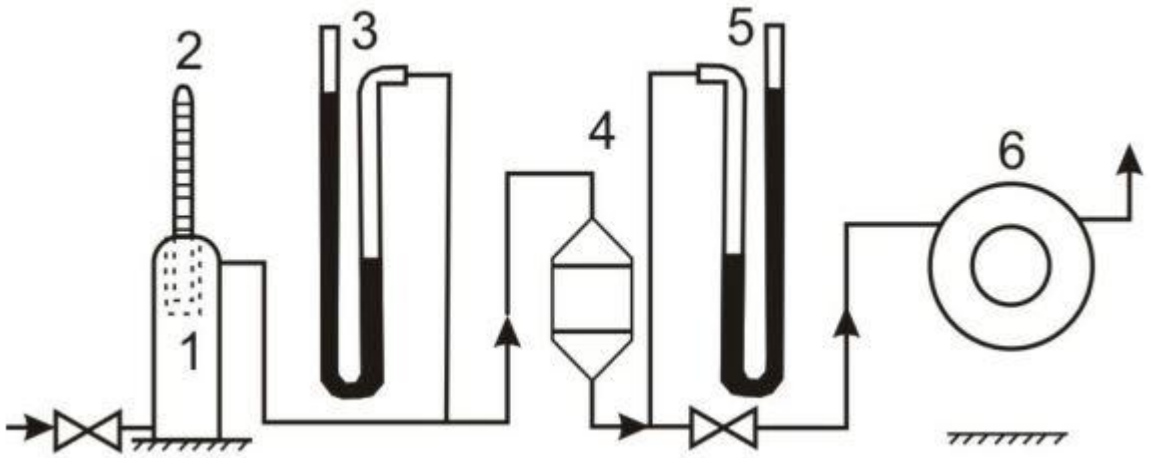


Схема прибора для определения проницаемости
1 – хлоркальциевая трубка; 2 – термометр; 3 – манометр перед образцом; 4 – винтовой зажим и обойма для образца; 5 – манометр за образцом; 6 – газовые часы

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 образом измеряют с помощью манометра перед образцом.
4. Испытание проводиться 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.

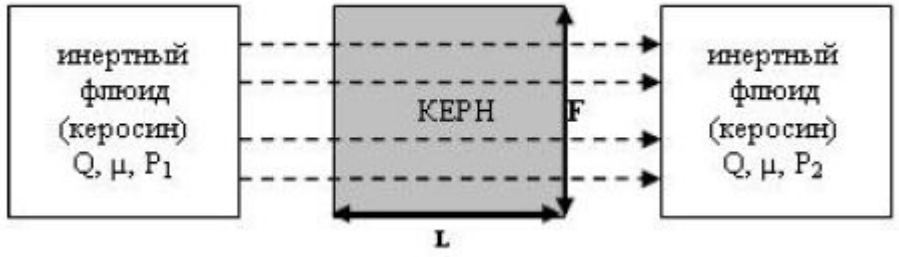
Порядок проведения работ

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 так же 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:

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

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

Пример

- Определение абсолютной и эффективной проницаемостей. Предположим, что керн насыщен на 100% и промывается водой. Данные по керну следующие: F = 2,5 см^2; L = 3см; $Q_в$ = 0.6 см^3/с; ΔP = 2 атм; $\mu_в$ = 1 сПз.

Подставляя данные по керну в формулу, получаем:

$$k_{\text{прв}} = \frac{Q_{\text{в}}\mu_{\text{в}}l}{\Delta PF} = \frac{0{,}6 * 1 * 3}{2 * 2{,}5} = 360\text{мД}$$

Пример

- Тот же керн насыщен 100% нефтью: $\mu_н$ = 2,7 сПз; $Q_н$ = 0.222 см^3/с.

Используя формулу, получаем:

$$k_{прн} = \frac{Q_н \mu_н l}{\Delta PF} = \frac{0{,}222 * 2{,}7 * 3}{2{,}5 * 2} = 360мД$$

Тот же керн с водонасыщенностью 70% и нефтенасыщенностью 30%: $Q_н$ = 0,027 см^3/с; $Q_в$ = 0,48 см^3/с.

$$k_{прэн} = \frac{Q_н \mu_н l}{\Delta PF} = \frac{0{,}027 * 2{,}7 * 3}{2 * 2{,}5} = 44мД$$

$$k_{прэв} = \frac{Q_в \mu_в l}{\Delta PF} = \frac{0{,}48 * 1 * 3}{2 * 2{,}5} = 288мД$$

44мД+288мД<360мД

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